

2

エネルギー・電力・プラント

Power Generation and Industrial Plants

我が国における初の国産原子力発電所として昭和45年2月着工し、日立グループの総合技術を結集した中国電力株式会社島根原子力発電所は、昭和49年3月末に営業運転に入った。

その後も無事故で順調な運転を続け、設備利用率75%、負荷率95%は短い建設工期とともに世界でも記録的な好成績である。

動力炉・核燃料開発事業団納めの高速増殖炉用50MW蒸気発生器は、規模の点でアメリカの35MWを追い越す世界一級品である。またウラン濃縮用遠心分離機の第一次カスケード試験装置C-1は昭和49年12月公開され、国内外の注目を浴びた。

水力発電では高揚程揚水発電所として500m級の電源開発株式会社沼原発電所に続いて、昭和49年我が国における最大容量の310MWポンプ水車が関西電力株式会社奥多々良木発電所で営業運転に入った。

火力発電では超臨界圧ボイラと大容量3車室形タービンの500MW火力発電プラント一式が中国電力株式会社玉島火力発電所3号機で、また中部電力株式会社西名古屋屋火力発電所5号機用500MWタービン及び発電機などが営業運転に入り、好成績で運転中である。

ガスタービンは引き続き海外よりの需要が盛んで、最近では従来の発電機駆動用に加えて、パイプライン用の圧縮機駆動用など産業機械駆動用2軸形機も登場し、今後の需要増大が期待されている。

送変電では、500kV変圧器が関西電力株式会社紀の川変電所ほかで営業運転に入り、好調に運転中であるほか、超高压(240~300kV)2サイクルのパックァ形ガスしゃ断器が、九州電力株式会社川内発電所、北陸電力株式会社新富山変電所などで運転に入り、所期の性能を発揮している。

化学プラントの分野では、幾つかのプラント、あるいは単独機器の輸出が行なわれた。その中の一例としてあげた、ニッケル精錬用水素製造装置、高純度パッケージタイプ窒素製造装置は、注目に値するものである。

国内向けのものでは、世界屈指の大容量の酸素製造プラント、都市ガス製造プラントをはじめ、ポリプロピレン製造プラント、大形連続培養プラントなどがあり、日立製作所のガス発生装置は高温プロセスでも、あるいは極低温のプロセス—深冷分離—でも、幅広い信頼を勝ち得るものとなった。

更に、永い間の経験と運転実績の積みあげから、装置の大形化とともに、連続運転可能となるなど、昭和49年度には数多くの実り多い技術的な成果を挙げ得ることができた。

2.1 原子力

中国電力株式会社納め島根原子力発電所1号機営業運転を開始

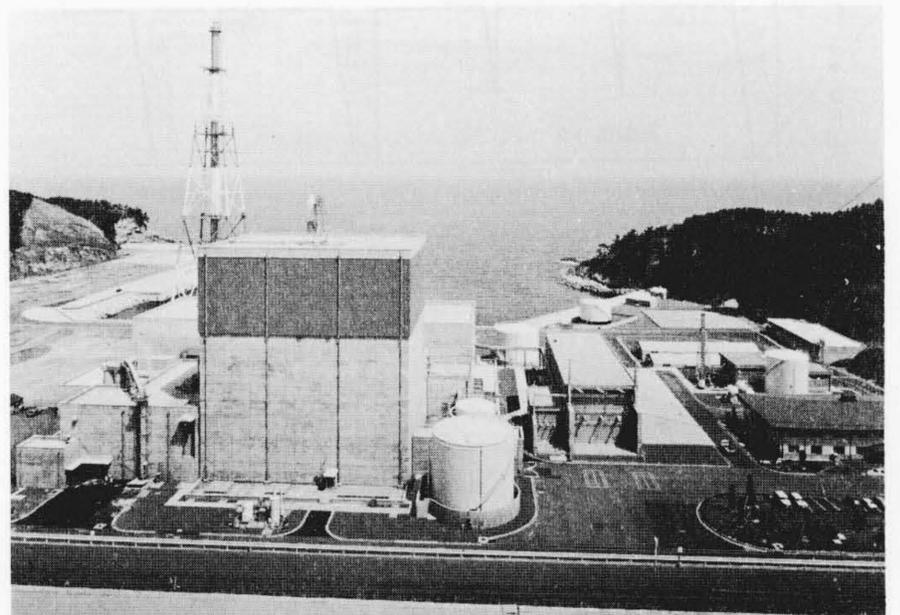
中国電力株式会社島根原子力発電所1号機(沸騰水型原子炉、電気出力460MW)は、昭和49年3月29日通商産業省の竣工検査合格をもって営業運転に入り、現在順調に運転を続けている。

この原子力発電所は、昭和45年2月に着工し、機器据付は、機器単体試験及び系統別機能試験を行なった後、昭和48年5月より燃料装荷を開始し、起動試験に入った。

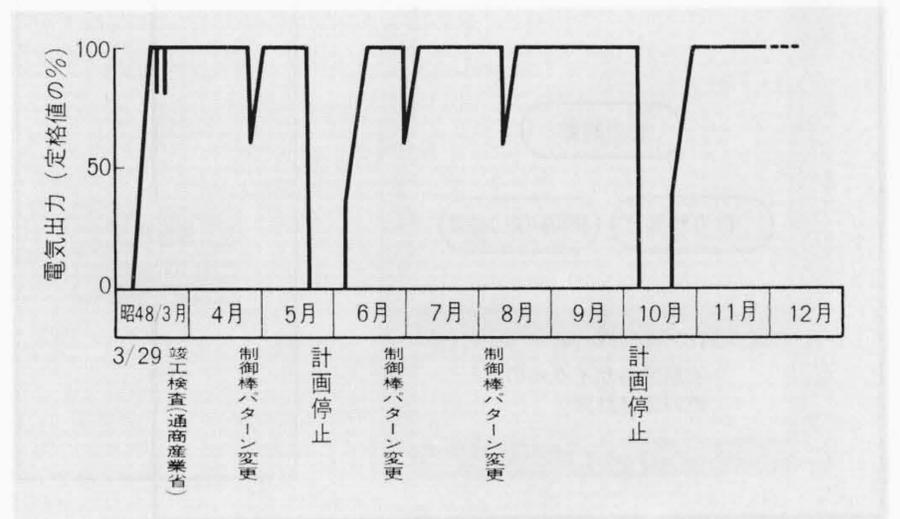
起動試験の途中でアメリカ、GE社より輸入した不ぞろい制御棒の交換などのため、約4ヶ月にわたり試験を中断するという不測の事態に見舞われたが、この事態を解決し引き続き行なわれたプラントの機器、及び運転性能試験では極めて良好な結果を得た。

この発電所は我が国における本格的動力炉の純国産第1号機として日立グループの総合的な技術の粋を結集した成果であり、我が国の原子力産業に与えた意義は大きい。

昭和49年3月以降の運転実績を図に示す。夏季の電力需要期に入る前後に機器点検のため、それぞれ2回の計画停止を行なっているが、現在までの設備利用率は83%と、内外の原子力発電所の実績に比べても極めて好調な運転実績である。この間、スクラムによる緊急停止などのトラブルもなく、機器、燃料とも健全な状態に維持されている。



営業運転中の中国電力株式会社島根原子力発電所全景



中国電力株式会社納め島根原子力発電所1号機の運転実績

沸騰水型原子炉炉心管理技術の確立

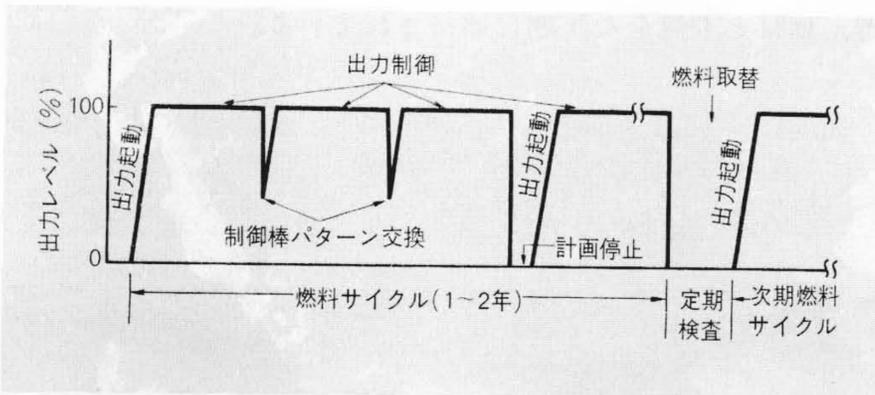
原子炉の運転モードを分けると次のようになる。

- (1) 出力起動
- (2) 燃料の燃焼に伴う出力変動の調整（出力制御）
- (3) 原子炉内の燃料を均一に燃焼させるための制御棒パターン交換
- (4) 燃料サイクル終了時の燃料取替え

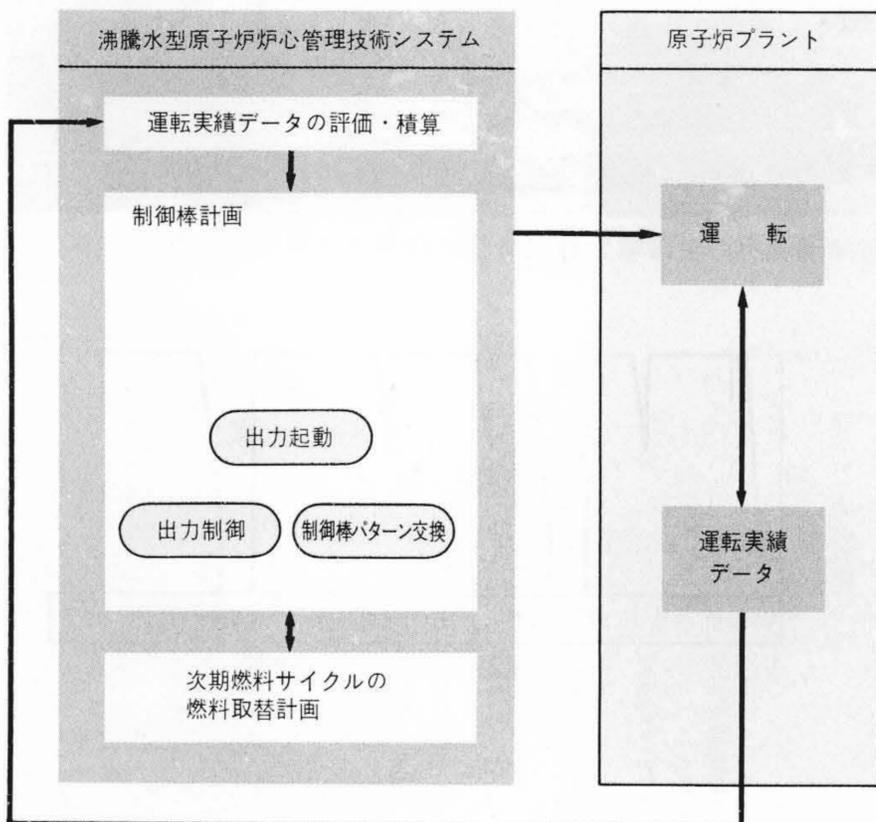
原子炉の各運転モードに欠くことのできないソフト設計計算情報、いわゆる炉心管理技術役務には膨大な計算と人員が必要であるが、この技術の確立により炉心管理技術役務を適切、且つ迅速に提供できる。この技術は既に中国電力株式会社納め島根原子力発電所に適用され、その効果が認められている。

この技術の主な特長を次に述べる。

- (1) 原子炉の起動に必要な制御棒引抜き、及び炉心流量の調整をキセノン濃度の変化を考慮してシミュレーションでき、また制御棒パターン交換手順を作成できる。
- (2) 出力ピークをできるだけ低くし、且つ燃料サイクルの燃焼度を大きくするように、燃焼に伴う出力変動を制御する制御棒計画を自動的に作成できる。
- (3) 燃料サイクルが終了し、次の燃料サイクルの燃料の取替え、炉内の配置替えのための燃料取替計画、及び燃料取替手順を作成できる。



沸騰水型原子炉運転モード



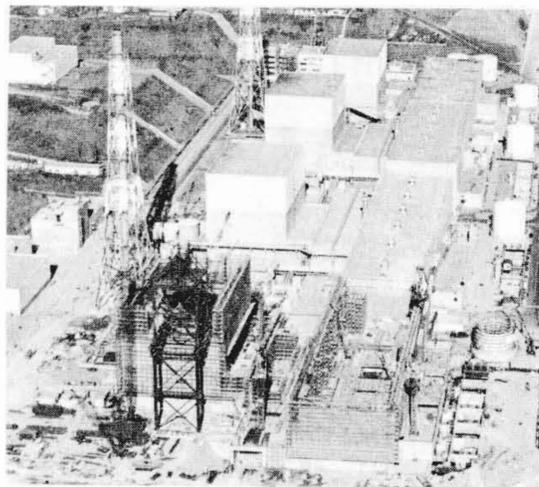
沸騰水型原子炉炉心管理技術の構成

東京電力株式会社納め福島第一原子力発電所 4号機建設進む

東京電力株式会社福島第一原子力発電所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の沸騰水型原子力発電所で、昭和47年9月に着工し、来る51年8月完成予定となっている。

昭和48年11月に原子炉格納容器の初期耐圧漏洩試験が現地で行なわれて以来、建家建築工事の順調な進捗により、原子炉圧力容器ペDESTAL、原子炉建家5階床、タービン建家2階壁の一部、及び廃棄物処理建家2階床などが完了し、去る49年12月には原子炉圧力容器のつり込みが行われた。

一方、各種機器の搬入、据付もこれと並行して進められており、その主なものは主蒸気隔離弁、残留熱除去系熱交換器、原子炉冷却材浄化系再生、及び非再生熱交換器、主復水器、給水加熱器、廃棄物処理系タンク類、中央制御盤、主要配管などである。



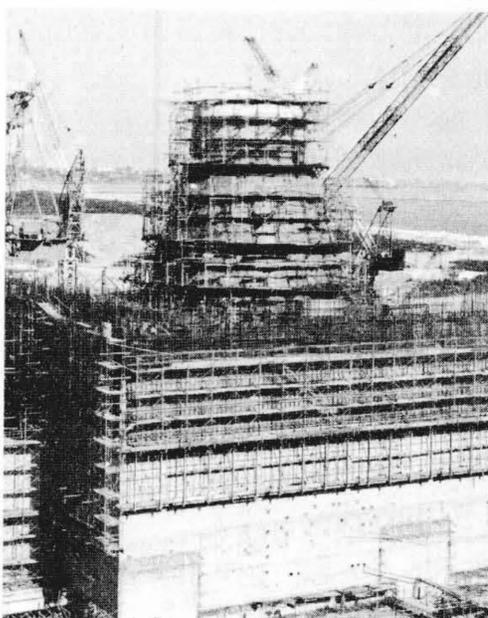
東京電力株式会社
福島第一原子力発電所

工場製作段階の主なものとしては、原子炉内部構造物が既に完了しているほか、タービン発電機なども順調に製作が進められている。

日本原子力発電株式会社東海第二発電所建設進む

日本原子力発電株式会社東海第二発電所は、我が国初の電気出力1,100MWの沸騰水型原子炉であって、昭和48年1月に着工し、来る52年8月完成の予定となっている。この発電所は、コンビネーション建家の採用、“MARK-II”型原子炉格納容器の採用など、従来のプラントより大幅な新技術が導入されている。

建設工事は、原子炉建家基礎の掘削をもって開始され原子炉格納容器の完成、海水循環水配管、及びタービン基礎の設定など現在順調に進捗中である。なお原子炉格納容器は、“MARK-II”型と呼ばれるもので、円錐（ドライウェル）と円筒（圧力抑制室）の組合せで構成され、ドライウェルと圧力抑制室は、ダイアフラムフロアと呼ばれる鉄骨で支持された、鉄筋コンクリート床で仕切られている構造となっており官庁立会のもとに初期耐圧試験は、去る昭和49年11月22日好成績で完了した。



日本原子力発電株式会社
東海第二発電所納め
原子炉格納容器

新型転換炉原型炉「ふげん」

昭和49年度は、動力炉・核燃料開発事業団が開発中の新型転換炉原型炉「ふげん」用機器の製作、及び試作を行なった。

(1) 原子炉本体の完成

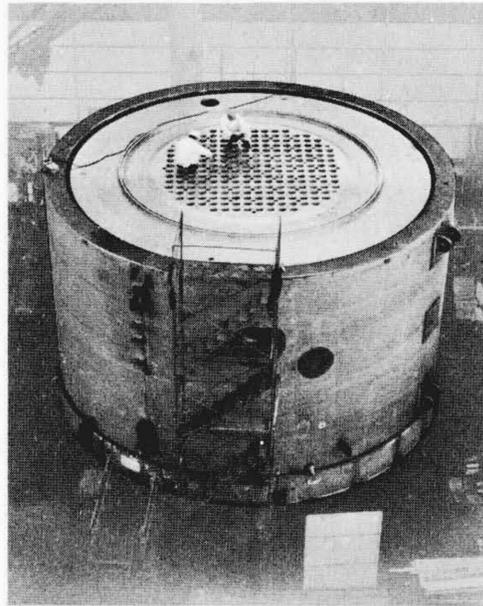
原子炉本体を構成するステンレス鋼製カランドリア タンク (8mφ×5m)、タンク周囲に設置し放射線をしゃへいするための鋼製鉄水しゃへい体を完成し、現地(敦賀)に搬入した。重水減速材を収容するカランドリア タンクには、カランドリア管(Zry-2) 224本をロールド ジョイントするための精密加工された貫通孔がある。

(2) 圧力管集合体延長部材の製造

照射脆化を考慮した低温靱性を保証し、耐食性、溶接性、冷間加工性を兼備した良好な品質の延長部材料(3.5 Ni-13Cr鋼)を約60t製造した。

(3) 原子炉周辺構造モックアップ完成

原子炉周辺の配管、サポートなど密集部の溶接、据付の効率的作業法を確立した。



新型転換炉原型炉「ふげん」の原子炉本体

高速実験炉「常陽」

現在、高速増殖炉は軽水炉の次代を担うエネルギー源として、世界各国で研究開発が行なわれている。高速実験炉「常陽」は、我が国の高速増殖炉開発の第一目標であり、設計、建設、運転を通じて高速炉に関する技術的経験を得るとともに、完成後は燃料・材料開発のために利用される。「常陽」は、初期の熱出力50MW、最終目標100MWのループ型ナトリウム冷却原子炉であり、一次系の主要配管、及び機器は二重構造にするなど、ナトリウム漏洩事故に対しても安全設計がなされている。日立製作所は、一次ナトリウム冷却系を中心として、設計・製作・据付を担当した。主要なものを以下に述べる。

(1) 機械関係

- (a) 原子炉本体構造のうち、原子炉容器、及び原子炉の保護容器である安全容器
- (b) ナトリウム冷却系では、主、及び補助中間熱交換器、主循環ポンプ、補助冷却系電磁ポンプ、及びこれらの機器を連絡する二重構造配管

(2) 計測制御設備として特記されるもの

- (a) 中央制御盤を含む剛構造耐震盤
- (b) 耐放射線形のNaK置換式圧力伝送器
- (c) 温度補償が容易で低ドリフトのナトリウム液面計
- (d) IC増幅器を中心とした、高信頼性のビルディングブロック方式を採用した集中監視形予熱ヒータ制御装置

「常陽」は、1年余の総合機能試験に入り、空气中試験、アルゴンガス中試験、ナトリウム中試験が行なわれる予定である。

高速増殖炉用50MW蒸気発生器

高速増殖炉の中で最も重要な機器の一つとして挙げられる蒸気発生器は、高温の液体金属ナトリウムと水との熱交換器であるため、材料、構造、伝熱・流動、安全、計装及び製作・検査など技術的問題点を多くもち、現在世界の先進各国において精力的に開発が進められている。

我が国においては動力炉・核燃料開発事業団が中心となり1MW及び50MW蒸気発生器により各種試験を行ない、その成果を原型炉「もんじゅ」蒸気発生器に反映させる計画である。日立製作所は同事業団より50MW蒸気発生器を受注し、昭和49年6月72時間の連続運転後引き渡し、その後同事業団の手により順調に各種試験が行なわれている。

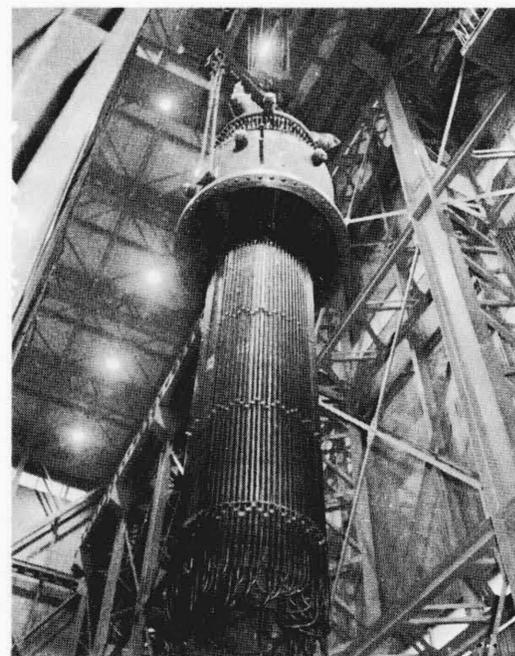
この蒸気発生器は、1MW蒸気発生器における設計、製作、運転経験及び日立製作所における二相流に関する基礎実験、500kW蒸気発生器による伝熱特性、及び動特性に関する実験、並びにナトリウム-水反応、材料、計装に関する基礎実験及び製作検査に関する試作開発などの諸成果を反映して設計、製作されたものである。この蒸気発生器の容量は世界的なものであり、これまでこの規模の開発試験用設備を完成したアメリカの35MW級とフランス及びオランダ(西ドイツ、ベルギーと共同出資)の50MW級に次ぐものである。

主な特長は次のとおりである。

- (1) 大形プラントにおいて有望と考えられているユニット式ヘリカル コイル分離形(蒸発器及び過熱器)の採用
- (2) 給水入口のリング ヘッド方式による伝熱管長さの均一化
- (3) ガス断熱層による半径方向出力密度の均一化
- (4) 伝熱管-管板溶接部に内面突合せ溶接法の採用

50MW蒸気発生器の仕様

項目	仕様	蒸発器	過熱器
形式		ヘリカル コイル形	
交換熱量 (MW)		40	10
伝熱面積 (m ²)		186	100
伝熱管本数 (本)		75	60
ナトリウム入口温度 (°C)		470	505
過熱器出口蒸気条件 温度/圧力 (°C/kg/cm ² ・g)		487/132	
主要材料		2¼Cr-1Mo鋼	SUS 304鋼

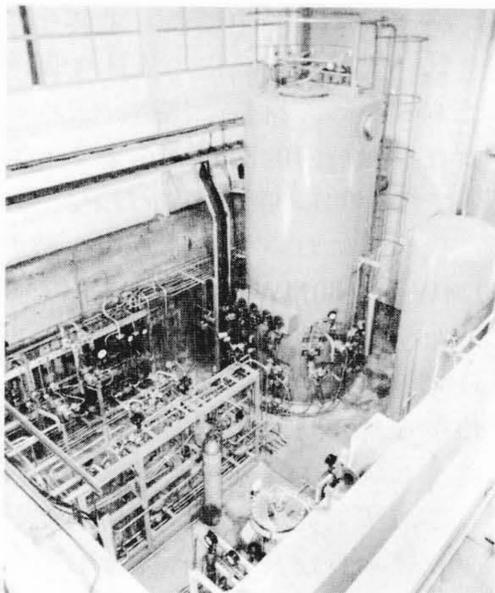


50MW蒸気発生器蒸発器

Kr-85回収装置の開発

高速増殖炉のアルゴンカバーガス中から、Kr-85を回収する技術を開発するために、動力炉・核燃料開発事業団の委託により、Kr-85回収試験装置を製作し、現在、良好な状態で試験運転を実施中である。

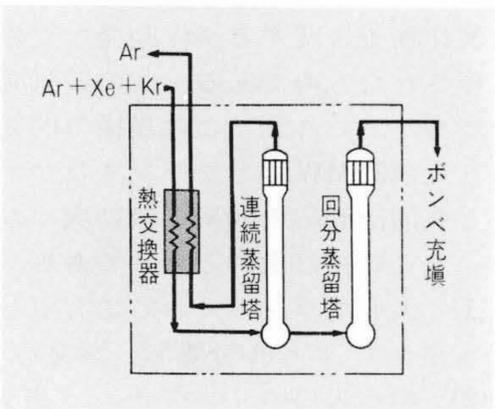
この装置は、希ガス(Xe, Kr)を含むアルゴンガスを熱交換器で冷却後、連続蒸留塔及び回分蒸留塔で、アルゴンと希ガスの沸点の差を利用して希ガスを回収濃縮する装置である。



Kr-85回収試験装置

主な仕様を次に述べる。

- (1) 形式：液化蒸留式
- (2) 処理能力：2.5 Nm³/h
- (3) 処理ガス組成：Ar + Xe + Kr (Kr-85を含む)



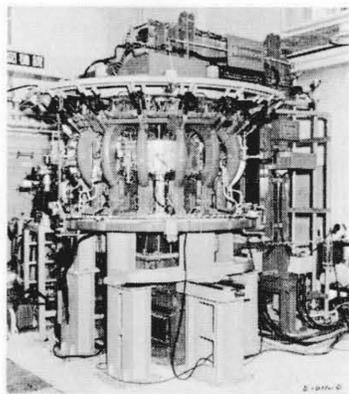
Kr-85回収試験装置系統図

高安定化磁場試験装置 JFT-2aの完成

日立製作所は将来のエネルギー源としての核融合研究設備として、高安定化磁場試験装置(JFT-2a)を完成し、日本原子力研究所に納入した。この装置は非円形(涙滴形)のプラズマ断面をもつトカマク形核融合装置で、磁場によるプラズマ粒子処理装置である軸対称ダイバータを付設する世界初のトラス装置である。

この装置はプラズマの安定性を増すため、涙滴形断面形状の無酸素銅製の導電シェルを、真空容器内に組み込んでいる。更にこの装置では、不純物粒子が少なく純度の高いプラズマを生成するために、導電シェルの表面は、イオンプレーティング法による金蒸着を行なっている。またプラズマと容器などの壁との相互作用を抑えるためのダイバータを構成するダイバータフープをトラス状プラズマの中心側に設けている。ダイバータフープは、真空容器に内蔵されるコイルで、装置製作上からトラス方向に2分割可能の構造で、プラズマ電流に匹敵する大電流通電、及び超高真空に耐え得る特殊なフープコイルである。

この装置は去る昭和49年8月、日本原子力研究所東海研究所に据付完了し、現在、同研究所において核融合研究が進められている。



非円形断面トカマク形JFT-2a

2.2 水力発電設備

高揚程・大容量ポンプ水車運転開始

国内外より受注し、鋭意設計、製作、据付、及び現地調整試験中であった日立高揚程・大容量ポンプ水車合計5台が、昭和49年中に相次いで営業運転に入った。

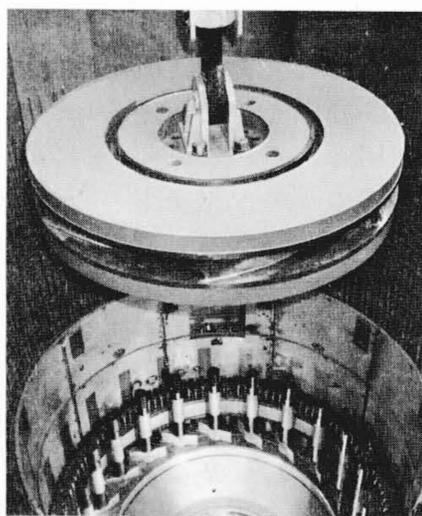
まず、昭和49年6月1日には、我が国における最大容量の関西電力株式会社奥多々良木発電所納め310MWポンプ水車1号機を、引き続いて7月26日には2号機が営業運転に入った。

このポンプ水車は特性面においては、最近開発したランナ内流水計算プログラム“FLANPT”及び模型試験を駆使しポンプキャビテーション性能に優れ、水車部分負荷時水圧振動も少ないランナをもっている。また構造面においては、400m級ポンプ水車では初めて2分割構造のランナを採用し、更に、強度的に均衡のとれたUBEL形スピードリングケーシング構造を採用している。すなわち、このポンプ水車は、ますます高揚程・大容量化の傾向が強まるポンプ水車の開発上、大幅な技術的進歩をもたらした画期的なものと言える。

一方、輸出品としては、まづアメリカ、キャストアイック発電所納め揚程300m級261MWポンプ水車の2号機が同年8月に営業運転に入った。このポンプ水車は、ポンプ起動用電動機をもっておらず、別置の小容量ペルトン水車により、低周波同期起動する方式を採っており、国内では例を見ないものである。

またアメリカ、ベアスワンプ発電所納め揚程200m級320MWポンプ水車の1及び2号機がそれぞれ同年10月、11月に営業運転に入った。このポンプ水車は容量的に世界最大級ではあるが、輸送上の制約から、回転速度を従来のものに比べて、一段高く設定した大容量・高速小形機となっている。またこれには、新方式の案内羽根固定装置を開発し、採用している。

これらのポンプ水車の運転開始は、高揚程・大容量・高速ポンプ水車に関する特性開発及び三次元有限要素法などの強度解析並びに特性、強度に関する各種模型試験の結果に負うところが大きく、今後の高揚程・大容量ポンプ水車発展への技術的な基となるものである。



関西電力株式会社奥多々良木発電所納め310MWポンプ水車

昭和49年中に運転開始したポンプ水車の仕様

ポンプ水車	運転開始	回転速度	水車運転		ポンプ運転			
			最高落差	最大出力	最高揚程	最大揚水量		
会社名など	発電所名	号機	年月日	(rpm)	(m)	(MW)	(m)	(m ³ /s)
関西電力株式会社	奥多々良木	1	昭49.6.1	300	406	310	423.9	72
"	"	2	昭49.7.26	"	"	"	"	"
アメリカ	キャストアイック	"	昭49.8.1	257	327.7	261	351	91
"	ベアスワンプ	"	昭49.10.1	225	228.6	320	240.8	125.4
"	"	1	昭49.11.1	"	"	"	"	"

大容量及び新構造採用フランス水車の製作

(1) カナダ、プリティッシュ コロンビア州電力公社納めマイカ発電所向けフランス水車

フランス水車2台を受注し製作を進めていたが、このほど1号機の水車本体が工場組立を完成した。この水車の出力66万馬力(492MW)は、我が国で設計、製作されたものでは最大の記録機であるとともに、世界最大級の高落差・大容量フランス水車である。

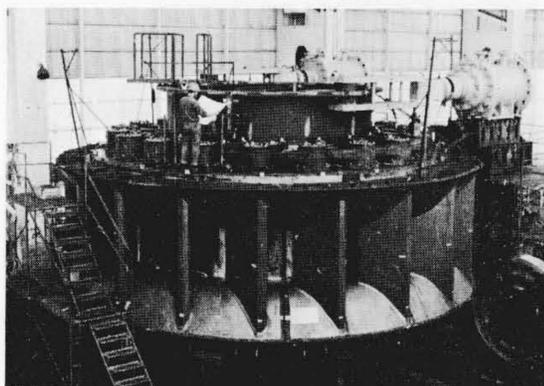
(2) ベネズエラ、カロニ川電源開発公団納めグリ発電所向けフランス水車

発電所第二期工事分の増設機として受注した7台は、既設機と同一仕様で計画されていたが、その後、顧客の要望により、4～6号機は270MW、7号機は340MW、8～10号機は400MWと埋設部の寸法は全く変えずに、回転部寸法をわずかに変えることで出力の増強を図る特殊設計を採用した。

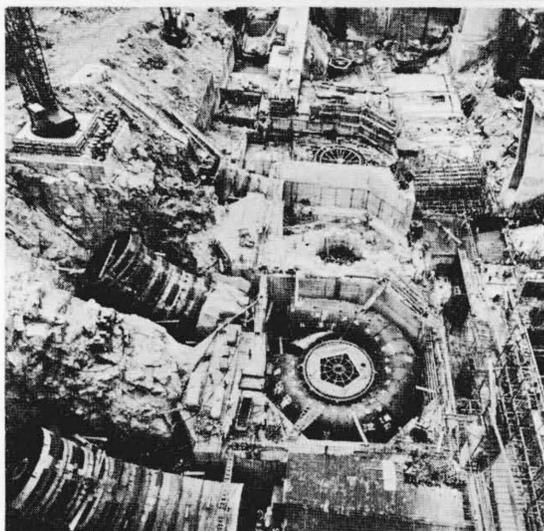
(3) 関西電力株式会社新成出發電所納め60MWフランス水車

この水車は、性能、強度及び保守の面において合理的構造となっている。採用に当たっては計算による解析のほかにも相似モデルなどによって検討を行なった。その主な点を次に述べる。(a)強度的に最も安定した構造のUBEL(Ultra・Bending Less)ケーシングを採用し製作しやすくした。(b)無給油軸受を採用して保守を容易にした。(c)主軸受一軸受油槽内の冷却管を省略し、保守を容易にした。

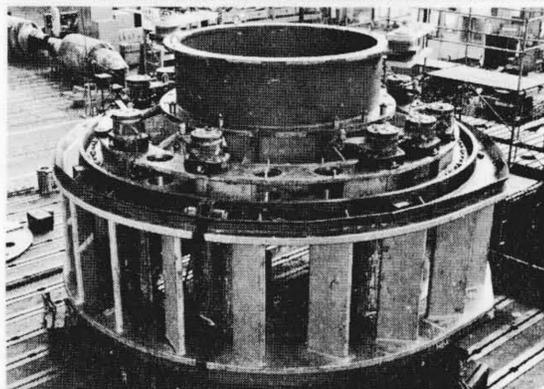
工場組立中のカナダ、マイカ発電所納め492MWフランス水車



ベネズエラ、グリ発電所納めケーシング現地据付作業



工場組立中の関西電力株式会社新成出發電所納め60MWフランス水車

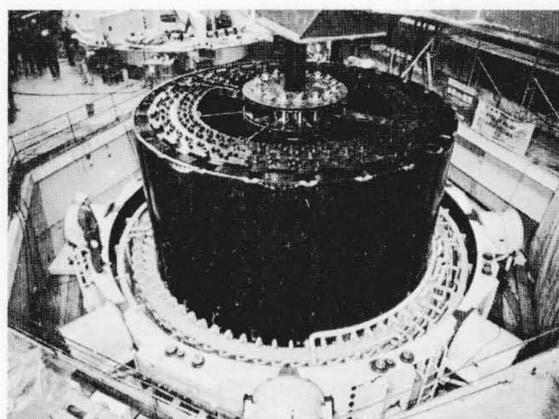


我が国最大容量発電電動機運転を開始

関西電力株式会社奥多々良木発電所納め320MVA/314MW発電電動機2台が完成し、1号機は昭和49年6月、2号機は同年7月に営業運転を開始した。この発電所は京阪神地区への電力供給、特にピーク供給力、及び瞬時予備力を確保するために計画された単機では我が国最大の大容量揚水発電所である。構造は大容量であるうえに回転速度が300rpmと高いため、図示のように軸長の長い機械となっている。高速・大容量機であるために考慮した主な点は次のとおりである。

- (1) 推力軸受は熱絶縁されたシューにセルフポンプからの冷油を直接昇圧給油する方式とした。
- (2) 下部にΔリング形ブラケット、上部に防振ステーを配置して剛性を高め、振動の少ない構造とした。
- (3) 強制冷却ファンを設置した。

工場及び現地における試験結果は良好であり、現在好調に運転中である。



関西電力株式会社奥多々良木発電所発電電動機の回転子つりこみ

2.3 火力発電設備

複合サイクルプラントのシミュレーションモデルの完成と制御特性の解明

ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた排熱回収方式複合サイクルプラントは高効率、低公害、急速起動性などの特長をもち、緊迫した現在の電力情勢に対応してその早期実現が望まれる新発電プラントである。このプラントは構成機器の多様性から信頼度の高い運転制御方式の確立と、その自動化が重要な開発課題となり、そのためには総合的なプラント静・動特性の定量的把握が必要である。

日立製作所ではかねてから高性能、高信頼の複合サイクルプラント用制御システムを開発中であったが、このほど主要機器であるガスタービン、排熱ボイラ、蒸気タービン及びそれらの制御系を含む全プラントのシミュレーションモデルを開発した。

このモデルは、プラント主要機器の特性、モデルの規模、シミュレーション精度を考慮してデジタル計算機1台(HITAC 7250)とアナログ計算機2台(ALS2000, 2000A)から成るハイブリッド方式により構成されている。

このシミュレータを使用することにより複合プラントの起動・停止特性をはじめ、負荷運転時における燃料・蒸気調整弁、ダンパなど主要操作量の変化に対する動特性が明らかになり、これに応じてプラントの起動停止制御、出力制御、ガスタービン台数切り替えによる運転モード変更制御など適切な制御方式、保安方式の確立とその自動化システムの開発が可能となった。更にこのモデルと開発された実制御装置の組み合わせにより、実プラントと同等の制御特性の確認を行なうことができる。

3,000rpm発電蒸気タービン用40in長翼の開発

発電用蒸気タービンの大容量化、高効率化のため、より長大な最終段タービン翼が必要になってきた。日立製作所では多年にわたり最終段長翼の開発を行ってきたが、今回、火力発電用蒸気タービン翼で3,000rpm用としては世界最大級の40in(1,016mm)長翼を開発した。

これによってタービン容量は、従来より30%以上向上することが可能となる。これまで最大の最終段翼は、33.5in(850mm)翼長のもので、これではタービン単機容量は1,000MW程度が限界であったが、40in長翼の開発によって1,300~1,500MW容量が可能となる。

また、1,000MW以下の中・大容量タービンにおいても、40in翼採用によって排気損失が低減でき、高いタービン効率を得られること、あるいは排気流数を少なくすることによりタービンがコンパクト化されるなどの利点がある。

開発した40in翼は国内最大のタービン翼で世界的にもヨーロッパの二、三のメーカーがもつだけであり、今後輸出向け、国内向け、いずれの蒸気タービンにも広く使用されることが期待される。

40in翼の主な仕様

タービン回転数3,000rpm

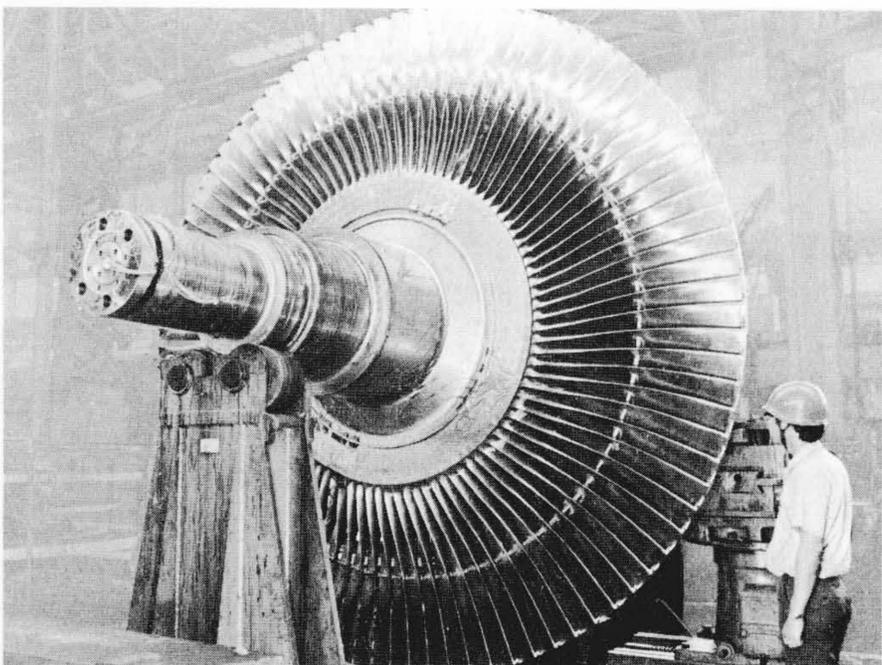
翼長1,016mm(40in)

平均径2,750mm

排気面積8.76m²

主な特長は、翼形は遷音速翼形で高効率を図っている。翼1本当たり280tもの遠心力が作用する固定部は、強固なフォーク溝形とされている。また翼の連結方法は、従来の長翼に比べて2倍の振動減衰特性をもつ独特の方式が採用され、翼の振動特性が改善されているなどである。

図に示す40in翼のロータを試作し回転試験を行ない、すべての信頼性確認を終了している。特にタービン回転中に起こる翼の変形量を実測し、これを翼形の設計に考慮するなど従来の長翼開発に比べて一段と進んだ試験が実施されており万全の考慮が払われている。



発電用蒸気タービン40in長翼ロータ

3車室形500MWタービン営業運転を開始

日立製作所では、昭和49年中国電力株式会社玉島火力発電所3号機用500MWタービン(6月運転開始)、及び中部電力株式会社西名古屋火力発電所5号機用500MWタービン(10月運転開始)をそれぞれ製作納入し、現在稼動中である。

これら2台のタービンは、これまでの500MWタービンが(高压-中圧-A 低压-B 低压)の4車室構造となっていたのに対して、高压・中圧部を一体とした(高中圧-A 低压-B 低压)の3車室構造としたコンパクトな構造となっている。この構造変更は、アメリカ、GE社製のMorgantown No. 2、551MWタービンの新技術を採用することにより初めて可能となったもので、国内の500MW級タービンでは、日立製作所が初めて採用した構造である。

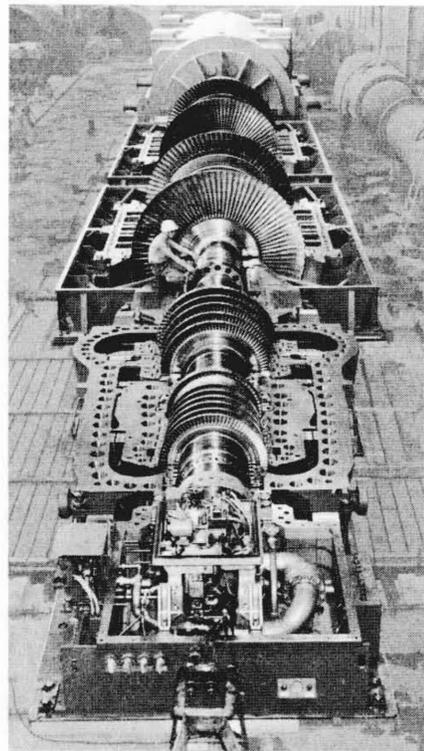
このように、高压、中圧一体形構造としたことにより、次のような利点が得られた。

- (1) タービン全長が短くなり、コンパクトな構造となった。
- (2) 車室数が減少したことにより、運転操作、保守点検が容易になった。
- (3) 高压・中圧部のシャフトパッキンからのリーク蒸気が減少すること、並びに中圧部が1流となったことによりタービンプラント効率が向上した。

なお、中圧部を1流とすることにより中圧部各段の翼長が

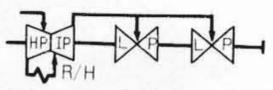
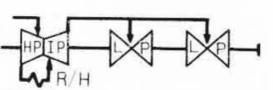
増大しているが、Morgantown No. 2で運転実績のある逆クリスマスツリー形ダブルティルを中圧初段、第2段及び中圧最終段に採用し、ロータの信頼性を向上させている。

また、低压最終段には、玉島3号機の場合には、溶接シュラウドカバー式の新形30in翼を、西名古屋5号機の場合には、全周一リング式組立シュラウドカバー式の33.5in翼を採用してタービン効率の向上を図っている。



中国電力株式会社玉島3号機用500MWタービン

500MWタービン主要仕様

項目	単位	仕様	仕様
タービン	-	中国電力株式会社玉島3号機	中部電力株式会社西名古屋5号機
定格出力	kW	500,000	500,000
タービン形式	-	Tc 4 F・30(3cyl)	Tc 4 F・33.5(3cyl)
主蒸気条件	-	246ATG-538/538°C	246ATG-538/538°C
排気真空	mmHg	722	722
抽気段数	段	8	8
BFP駆動源	-	復水タービン	復水タービン
タービン構造	-		
段数	HP	段	7
	IP	"	5
	CP	"	7×4流
最終段翼	in	30	33.5
タービン全長	mm	24,191	26,464

中国電力株式会社玉島発電所向け500MW用超臨界圧ボイラの完成

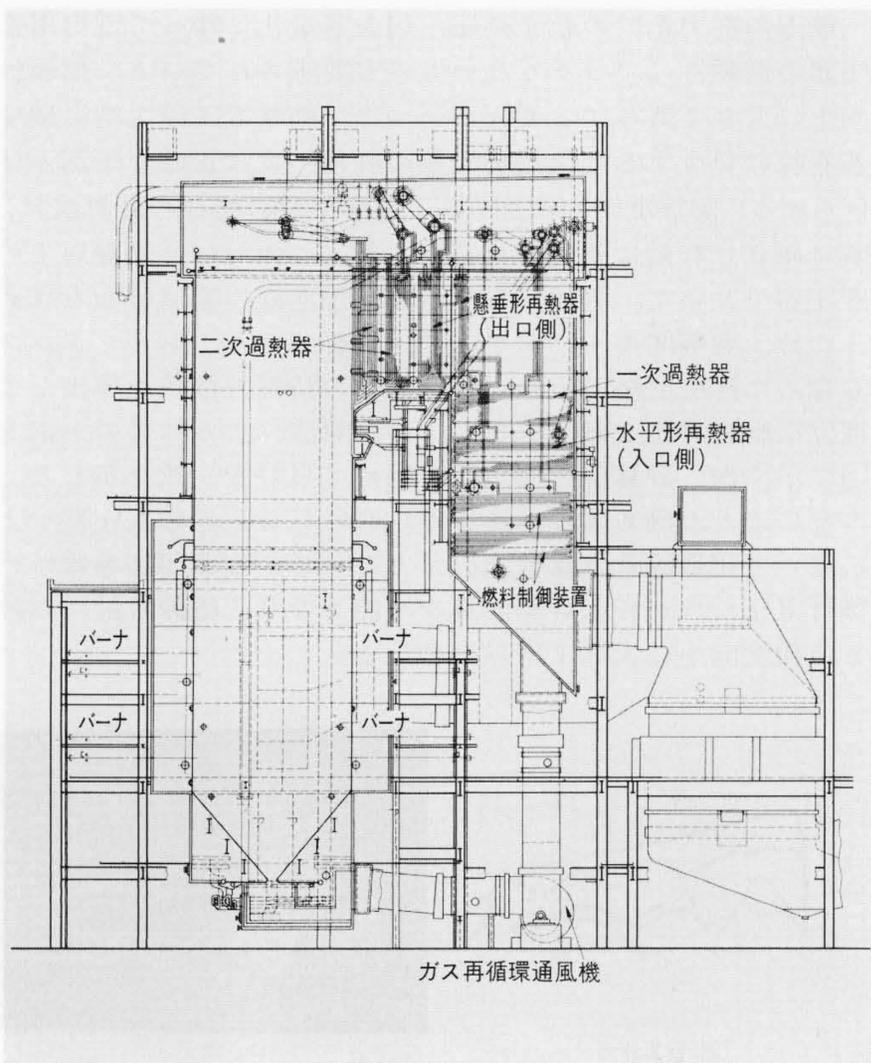
このボイラは中国電力株式会社向け最大の超臨界圧ボイラとして設計、製作され、昭和49年8月より好調裏に営業運転を続けている。

主な仕様を次に述べる。

- (1) 形 式：B&W超臨界圧UPボイラ
- (2) 蒸 発 量(最大連続)：1,710t/h
- (3) 蒸 気 圧 力(過熱器出口)： 255kg/cm²g
(再熱器出口)： 44.4℃
- (4) 蒸 気 温 度(過熱器出口)： 541℃
- (5) 通 風 方 式：押込通風
- (6) 燃 焼 方 式：重油、原油、ナフサ専焼及び混焼
- (7) バーナ形式：蒸気噴霧Y-ジェットN形バーナ

主な特長と成果を次に述べる。

- (1) 多種多様の油種に対応できるように設計され、重油からナフサまでの燃料が使用可能であることが確認された。
- (2) ボイラ排ガス中の窒素酸化物(NOx)を低減させるために、ボイラ構造面からの考慮と特に設計頭初から二段燃焼方式と再循環ガス混合方式の併用を採り入れたため、実用運転では国の定める新設ボイラ基準値180ppmを十分下まわる良好な結果を得た。
- (3) 運転面においては、起動、停止の全自動化が全面的に採り入れられ、この自動化システムの導入により複雑、且つ高度化する運転操作を容易にし、プラントの安全性と運転操作の省力化に役立っている。
- (4) 受取試験においては、ボイラ効率が定格出力保証値の87.58%を1.54%(相対差)上まわる好結果を得た。これはNOx低減対策の成果に対する高い評価と考え合わせると十分性能的にも満足できるものと考ええる。



500MW用ボイラ側断面図

大容量タービン発電機

事業用大容量タービン発電機の記録機である関西電力株式会社姫路第二火力発電所6号機670MVA、3,600rpmの営業運転開始に引き続き、中部電力株式会社西名古屋発電所5号機600MVA、3,600rpm、中国電力株式会社玉島発電所3号機560MVA、3,600rpmなど大容量火力タービン発電機が好調に営業運転に入った。

また原子力タービン発電機においても中国電力株式会社島根原子力発電所1号機520MVA、1,800rpmが営業運転に入り、中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機626MVA、1,800rpm機も試運転中である。大容量機の開発に備え信頼性を第一に考えた種々の事前試作やモデルテスト、更に長期間の工場試験による性能の事前確認の成果により各部の温度上昇、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値に入るいずれも信頼性の高い発電機である。

主な特長を次に述べる。

- (1) 固定子巻線には冷却効果の大きい直接水冷却を採用し、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を採用している。
- (2) 回転子巻線は水素ガスにより直接冷却され、特別のファンを必要としないギャップピックアップ方式を採用している。
- (3) 静止整流機と直結回転交流励磁機とを組み合わせたコンミュテータレス励磁方式であり、直流励磁機に比べ整流子及びブラシの保守が不要である。

昭和49年度中に工場完成、及び据付完了した事業用蒸気タービン発電機の一覧

納入先 会社名・国名	場所	容量×台数 (kVA×台数)	電圧 (V)	極数	回転数 (rpm)	力率	冷却法		水素圧 (kg/cm ²)	備考
							固定子	回転子		
中国電力株式会社	島根1号	520,000×1	18,000	4	1,800	0.9	W	D	3.16	昭49.3.29 運転開始
苫小牧共同発電株式会社	苫小牧3号	278,000×1	15,000	2	3,000	"	C	"	2	昭49.3.30 運転開始
東北電力株式会社	仙台1号	224,000×1	12,000	"	"	0.85	"	C	"	昭49.5.10 運転開始
電源開発株式会社	竹原2号	390,000×1	19,000	"	3,600	0.9	W	D	3	昭49.6.7 運転開始
中国電力株式会社	玉島3号	560,000×1	22,000	"	"	"	"	"	"	昭49.6.28 運転開始
中部電力株式会社	西名古屋5号	600,000×1	"	"	"	"	"	"	4	昭49.10.4 運転開始
東北電力株式会社	秋田3号	408,000×1	20,000	"	3,000	"	"	"	3	昭49.11.29 運転開始
中部電力株式会社	浜岡1号	626,000×1	22,000	4	1,800	"	"	"	3.16	試運転中
カナダ	コールドソンコープ	368,000×2	19,000	2	3,600	"	"	"	"	据付中
中国	某所	156,250×2	13,800	"	3,000	0.8	C	C	2	"
アルゼンチン	コスタネラ	412,000×1	20,000	"	"	0.85	W	D	3	"
シンガポール	セノコ	150,000×3	13,200	"	"	0.8	C	C	2.11	"
四国電力株式会社	新徳島3号	500,000×1	22,000	"	3,600	0.9	W	D	3	試運転中
新潟共同火力株式会社	新潟2号	408,000×1	20,000	"	3,000	"	"	"	"	据付中
北海道電力株式会社	伊達1号	390,000×1	18,000	"	"	"	"	"	"	"
パキスタン	コランギ4号	160,000×1	"	"	"	0.85	C	C	3.16	工場完成

注：冷却方式 固定子 C=普通水素冷却 W=直接水冷却
回転子 C=普通水素冷却 D=直接水素冷却

産業機械駆動用ガス タービンのモデル シリーズを完成

昭和49年9月、32,000HP級2軸ガスタービンMS5002の製作が完了した。

これにより、既に開発済みのMS3002及びMS7002を含めた、出力14,000HP級より65,000HP級までの2軸ガスタービンのモデルシリーズが完成し、広範な需要家の要望に応じられる体制が整った。

各モデルシリーズの仕様を表に示す。

これらの2軸ガスタービンは、液化天然ガス(LNG)プラント圧縮機、パイプライン移送用圧縮機、ポンプなどの産業機械駆動用として広く適用し得るよう設計されている。

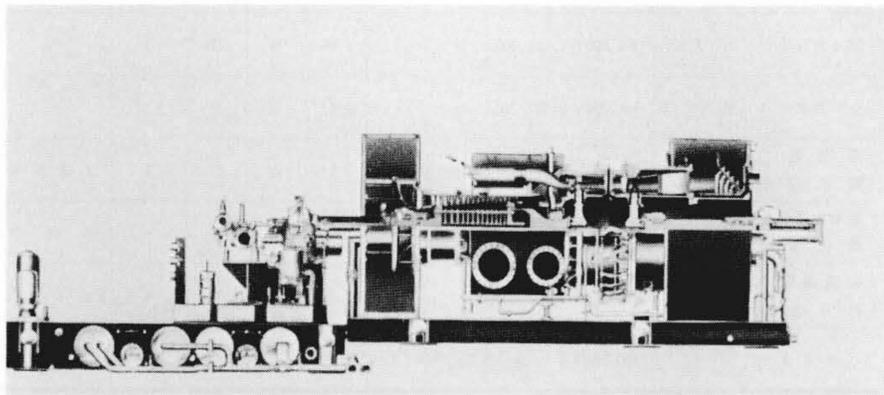
これら産業機械駆動用2軸ガスタービンの特長を次に述べる。

- (1) これまで多数製作された1軸機の運転実績に基づいた設計改善が随所に施されており、信頼性が高く、長時間の連続運転が可能である。
- (2) 負荷軸速度制御範囲が広く、また、起動が容易である。
- (3) 負荷軸タービンノズル開度の制御により、部分負荷時の性能の向上が図られている。
- (4) 制御特性が優れ、信頼性の高いソリッドステート形シーケンス式電子制御方式を採用している。遠隔地からの運転操作も可能である。
- (5) ガス燃料、軽油、灯油などの軽質油はもとより、原油、残渣油などの重質油まで広範囲の燃料を使用することができる。
- (6) 単サイクルだけでなく、再生サイクル、コンバインドサイクルへのアプリケーションが可能な設計となっている。
- (7) パッケージ方式を採用しているので、設置面積が狭くて済み、且つ、据付を迅速に行なうことができる。

産業機械駆動用2軸ガスタービンの仕様

項目	モデルシリーズ		MS 3002		MS 5002		MS 7002		
	ガス	軽油	ガス	軽油	ガス	軽油	ガス	軽油	
出力(HP)	14,600	14,150	32,550	31,750	65,400	63,900			
熱効率(% LHV)	26.4	26.0	27.6	27.1	27.2	26.7			
タービン入口温度(°C)	943	943	927	927	926	926			
タービン排気温度(°C)	532	532	500	500	499	499			
回転数	圧縮機軸タービン(rpm)	7,100	7,100	5,100	5,100	3,600	3,600		
	負荷軸タービン(rpm)	6,500	6,500	4,670	4,670	3,000	3,000		

- 注：1. 外気条件=ISO標準状態(1,033ata, 15°C)
 2. 単サイクル
 3. 吸排気のダクト損失は含まれない。
 4. 出力はガスタービン軸端HPである。
 5. 回転数は定格出力時の回転数である。



2軸ガスタービンMS5002の断面図

2.4 送変電機器

275kV 450MVA負荷時タップ切換変圧器 営業運転を開始

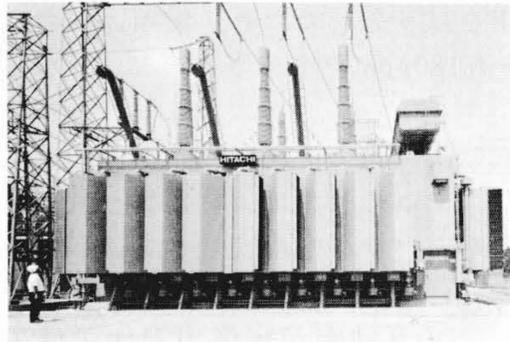
この変圧器は、電源開発株式会社西東京変電所の4号器として納入されたもので昭和49年7月より営業運転に入った。275kV変電所用としては最大容量のものである。

この変圧器の主な特長を次に述べる。

- (1) 構造は単相組合せ三相形とし、各相に負荷時タップ切換器を内蔵して輸送を行ない、現地組立工数の低減を図った。
- (2) 変圧器内部事故時の防災構造を新たに開発、採用し、万一の事故に対する対策を十分に考慮した。

また、主な仕様を次に述べる。

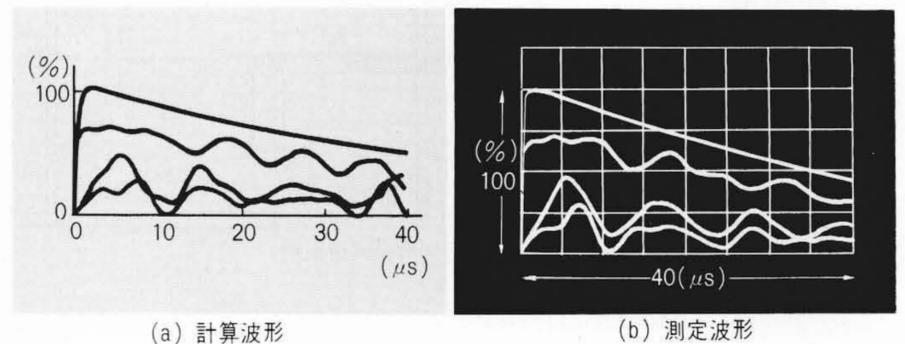
- (1) 容量：450/450/135 MVA
- (2) 電圧：275 ± 27.5 / 147 / 63 kV
- (3) 騒音：65ホン



電源開発株式会社西東京変電所納め275kV 450MVA単相組合せ三相負荷時タップ切換変圧器

多巻線変圧器の電位振動計算法の開発

最近の電力システムの超々高圧、超大容量化に伴って電力用変圧器の信頼性はいっそう高いものが要求されている。信頼性向上に大きく寄与する要因の一つに、衝撃電圧侵入時に変圧器巻線に発生する電位振動現象の詳細、且つ正確な予測が挙げられる。衝撃電圧が印加される巻線単独の場合の計算法は、既に確立し有効に利用されているが、このたび2巻線以上の変圧器において、巻線間電位や非印加巻線の電位分布も求めるため、巻線間キャパシタンス、巻線間相互インダクタンスも含めた等価回路により、電位振動の特性方程式を導出して電位振動計算法を確立した。この計算法による結果の一例を図に示すが、計算値と測定値は極めて良好な一致を示した。これにより、例えば単巻変圧器、高圧二分巻線変圧器などにおいて絶縁設計上重要な因子となっている非印加巻線への移行電圧についても詳細計算が可能となり、絶縁設計における信頼度向上に大きく寄与している。



計算と測定の比較

300kV 50kA 8,000Aパuffers形ガスしゃ断器

近年、電力需要の増大に対処するため、高度の信頼性をもつ超高压・超々高压大容量しゃ断器の開発が要求されている。SF₆ガスの優れた消弧性能、高い絶縁耐力を利用した小形・高性能のパuffers形ガスしゃ断器は、従来の空気しゃ断器や二重圧力形ガスしゃ断器などに比較し多くの利点をもっているが、(1) アーク時間が長く、2サイクルしゃ断が困難、(2) しゃ断容量が小さいなどの問題があった。

今回、新たに開発した定格電圧300kV しゃ断電流50kA 通電電流8,000Aの2サイクルパuffers形ガスしゃ断器は、しゃ断部に軸方向同期吹付方式を採用して、しゃ断性能の向上を図るとともに、アーク時間の短縮を図り、同時に高速度操作器の開発により、定格開極時間を大幅に短縮した。更に大電流通電に備えて外部集電方式を採用し、自然冷却により、8,000A通電を可能にしたもので、部品点数、及び部品の種類の少ない高信頼度の超高压・大容量パuffers形ガスしゃ断器である。

主な特長を次に述べる。

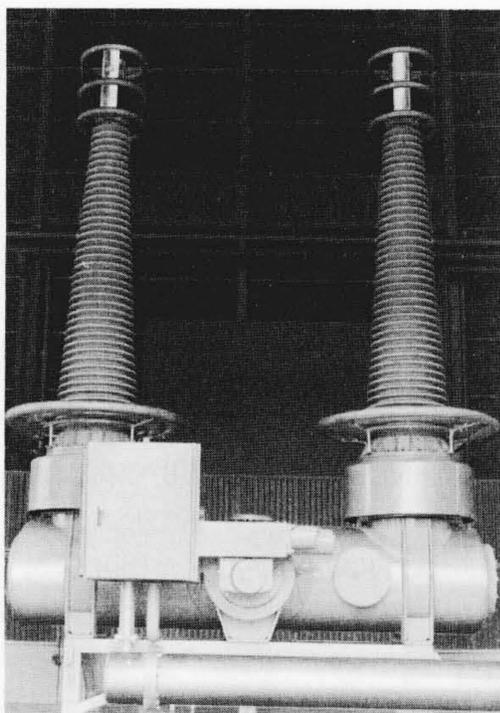
- (1) 2サイクル用高速度操作器として、既に開発を完了している300kV 40kA 2サイクル操作器に更に改良を加え、定格開極時間を15ms (0.9サイクル)としている。
- (2) しゃ断部は、(a)ダイナミックな電界強度分布の解析による電極形状、配置の決定、(b)アーク エネルギーと消弧ガス吹付流量、及び吹付圧力の定量的解析による消弧室の最適構造・諸元の決定、(c)しゃ断性能に悪影響を及ぼさない8,000A通電用外部集電構造の採用により安定したしゃ断性能を確保するとともに、軸方向同期吹付方式の採用により、最大アーク時間を1.1サイクルとしている。
- (3) 定格電流8,000Aの通電容量をもつ通電部は、通電面積の増大と、発生熱量の放散を効果的に行なえる構造とし、自然冷却方式を採用しており、信頼性が高い。
- (4) 部品の標準化により、製品の信頼性を向上させるため、がい子、充電部支持絶縁物、パuffers シリンダなど、主要部品を40kAシリーズと共用化を図るとともに、しゃ断部タンク、架台など全体構造、寸法諸元も40kAパuffers形ガスしゃ断器と同一設計としている。

主な定格、仕様を次に示す。

- 定格電圧：300kV
- 定格電流：8,000A
- 定格しゃ断電流：50kA
- 定格しゃ断時間：2サイクル
- 絶縁階級：200号
- SF₆ガス圧力：5kg/cm²
- 操作空気圧力：15kg/cm²
- しゃ断点数：2点/相
- 消弧方式：単一圧力パuffers式
- 構造：接地タンク形

※ P.4 SF₆ガスの非理想性を考慮したパuffers圧力の理論解析

300kV 50kA 8,000Aパuffers形ガスしゃ断器

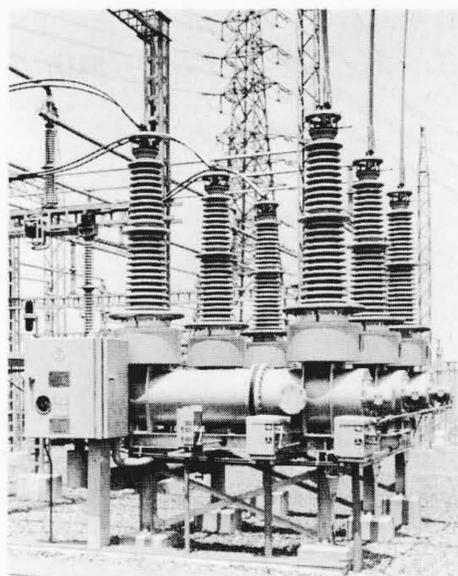


154kV複合開閉器

電力系統の増大とともに、都心に超高压・大容量の変電所が必要とされているが、高騰する土地価格、用地難などから、SF₆ガス絶縁方式の密閉縮小形変電所が開発され、適用されつつある。この方式は用地面積の縮小 (従来形の1/6~1/10)、信頼性の向上、保守点検の省力化など数多くの利点をもつ反面、コストが従来機器に比較して高いため、使用範囲が限定される傾向にある。このため、母線だけは従来形の気中絶縁方式とし、しゃ断器、断路器、接地開閉器、変流器など主要構成機器だけをガス絶縁化した極めて構造簡単で経済的な複合開閉器を開発した。この開閉器は昭和49年2月に中部電力株式会社猪高開閉所へ納入したのをはじめ、中部電力株式会社、

九州電力株式会社などより28台を受注している。主な特長を次に述べる。

- (1) 露出充電部が少ないため、信頼性が高い。
- (2) 据付スペースが縮小できる。
- (3) 一体機器となるため輸送、据付が簡単である。
- (4) 保守点検の省力化ができる。



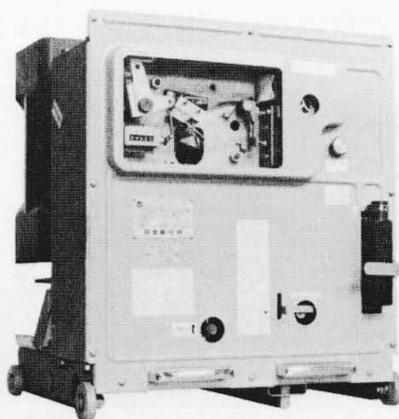
154kV 25kA 3,000A複合開閉器 (形FLE-I40-25 式3P)

コンパクト シリーズ真空しゃ断器

日立製作所は、数千台に及ぶ日立真空しゃ断器「ハイバック ブレーカ」の使用実績及び製作技術を基に、数々の改良を図ったコンパクト(KVG形)「ハイバック ブレーカ」のシリーズ化を進めてきたが、先に完成した7.2/3.6kV 12.5/16kA 600A、1,200A定格の2機種に引き続き、7.2/3.6kV 12.5/16kA 2,000A及び7.2/3.6kV 20/25kA 1,200A、2,000A定格の3機種を完成し、既にこのシリーズ品として500台余を受注納入した。

主な特長を次に述べる。

- (1) 従来の真空しゃ断器に比べて超小形 (容積比60%)、軽量である。
- (2) 操作器が前面に配置されているので保守点検が容易である。しかも前面カバーの透明部より、機構部を直視点検できる。
- (3) 操作器をケース内に収納して、塵埃の付着を軽減し、信頼性の向上を図った。
- (4) しゃ断性能が良く、しかも真空中でしゃ断するため、騒音が小さい。
- (5) インターロックを完備した固定わくも用意され、盤の取りまどめが簡単である。



「ハイバック ブレーカ」(7.2kV 1,200A)

二段積み磁気しゃ断器入りメタルクラッド配電盤

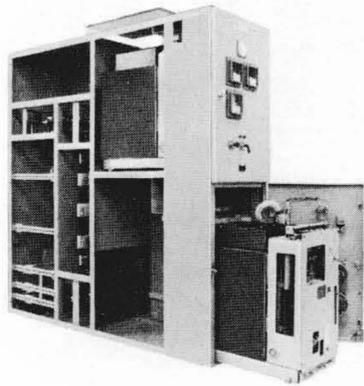
最近、諸設備の自動化に伴い電気設備容量が増大、且つ複雑化する反面、建設費の節減が望まれている。従来、垂直形と水平形の2種類あった磁気しゃ断器入りメタルクラッド配電盤を新しく水平形1種類に統一するとともに、その小形化を図り、1面のメタルクラッド配電盤にしゃ断器を二段積みとし、容積を50%に縮小した。

現在、鉄鋼プラント用をはじめ多数製作中である。

主な特長を次に述べる。

- (1) 6極一体化した断路部などによりJEM-E、F₂、G級の標準系列化
- (2) アーク駆動コイル、磁鉄心不要の高効率アークシュートの採用
- (3) 過電流強度大の小形貫通形変流器(CT)の系列化
- (4) しゃ断器操作機構部点検窓、フルプルフ出入機構、ガイド付

制御プラグ及び余裕あるケーブル室などによる安全・保守性の増大



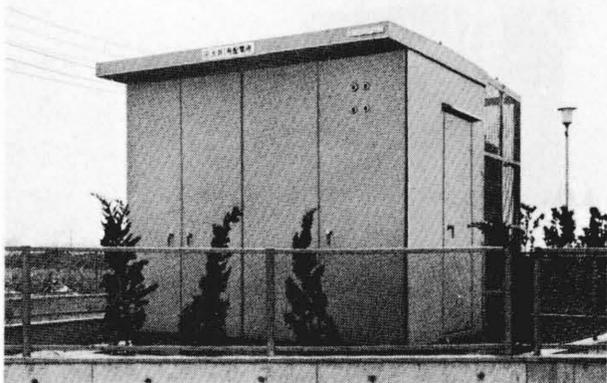
二段積み磁気しゃ断器入りメタルクラッド配電盤

22/6.6kV 5,000kVA配電塔

この設備は電力流通設備近代化技術開発の一環として、東京電力株式会社と日立製作所の共同研究による、重汚損地区適用の大容量配電塔である。この配電塔は21/6.6kV 5,000kVA変圧器、表面接地層付完全固体絶縁の24kV、及び7.2kV真空しゃ断器、6.9kV自動真空開閉器などより構成された全装可搬形である。

主な特長を次に述べる。

- (1) 主回路の完全固体絶縁による耐汚損設計で敷地面積を従来形の22%とした。
- (2) 継電器の全トランジスタ化と二重シーケンスによる常時監視方式を採用した。
- (3) 50ホン以下の低騒音化を図った。
- (4) 地上1mの浸水にも耐え浸水地区への適用を可能にした。
- (5) 各種インターロックを完備した安全設計である。
- (6) 直流電源に変流器二次電流を使用した特殊電源装置とNi-Cd電池を組み合わせ、保守点検の希頻度化を図ったなどである。

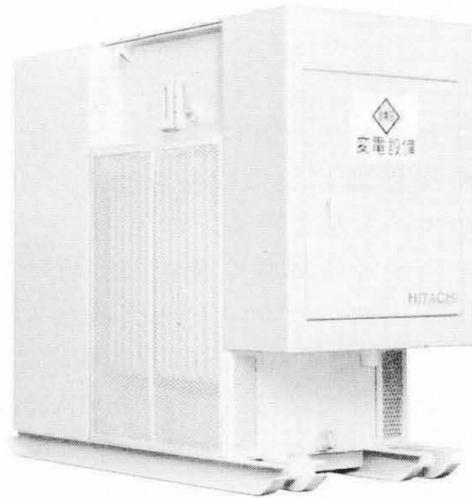


完全密閉固体絶縁方式5,000kVA配電塔

トンネル工事電源用変圧器の開発

最近、主要都市を中心とした交通網の整備に伴い、新しいトンネルの建設が次々と進められている。トンネル工事には近代設備による新しい工法が種々採り入れられているが、今般変電設備においても工事用電源として新しい形の安全、且つ使いやすしいコンパクトな変圧器を開発した。

この変圧器は、一次側に高圧気中負荷開閉器、限流ヒューズ、二次側に漏電引はずし装置付ヒューズフリーしゃ断器をもち、変圧器本体の事故時における一次側電路のしゃ断、及び漏電時、短絡時における変圧器の保護が行なわれる。また、変圧器室は密封形ケース、開閉器室は密閉形構造及びベースは特殊船底ベースを使用し、堅固且つ移動が容易にできる。放熱器は金網でおおい、放熱器の破損及び人体との接触を防ぎ、高圧側充電部分は絶縁板でおおい、保守点検時の安全性に特に留意した構造となっている。



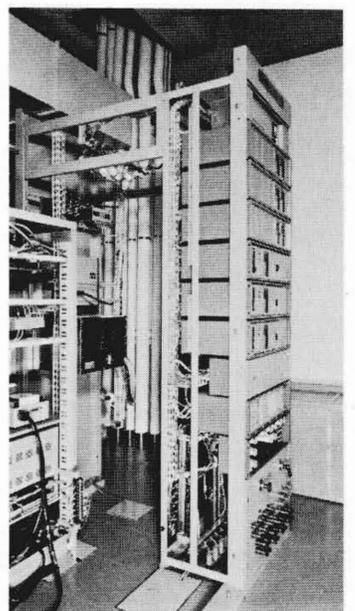
3-φ150kVA50/60Hz 6/3kV-420/210Vトンネル工事電源用変圧器

2.5 系統制御・保護

FM伝送技術を応用した差電流キャリアリレー装置

従来、超高圧送電線(275~500kV)は2端子系で構成されており、保護方式として位相比較キャリアリレー方式を基本としているが、今後、用地難の中で建設が予定される3端子系では、電流の流出を伴う内部事故など、従来方式では十分な保護が不可能なため、これに対処するため中部電力株式会社との共同研究によりこの装置を開発したものである。

この装置の特長を次に述べる。(1)超高圧3端子系など多端子系の保護が可能である。(2)今後急増が予想される実負荷送電線の保護方式として最適である。(3)系統運用の多様化による電源条件の変化にも対応できる。(4)変流器(CT)誤差対策として、新原理の差電流判定方式を採用している。(5)伝送路障害(雑音、瞬断)に対し、高速の検出回路を設けリレーの誤動作を防止している。(6)変復調部をリレー部に内蔵させており、従来、盤外に必要なであった信号伝送部が不要である。



FM差電流キャリアリレー装置

いわき幹線用位相比較キャリアリレー装置

東京電力株式会社新福島変電所と東北電力株式会社南相馬変電所とを連系する275kVいわき幹線用位相比較キャリアリレー装置一式を納入した。

この装置の主な特長を次に述べる。

- (1) 送電線両端子の背後電源が変化しても確実に事故検出できるように、またスピードアップを図るため、1回線当たり電流の正波で動作するものと、負波で動作するものとを併用した両波位相比較キャリアリレー2系列構成の保護継電システムとした。このためいずれの送電線端子が非電源端(背後に電源がなくなる場合)となっても安定した高速度両端同時しゃ断が可能となった。
- (2) 常時潮流を利用し、コンデンサ形電圧変成器(PD)、変流器(CT)回路をも含めた広範囲なりレーシステム内部の自動監視方式を採用した。主保護、後備保護とも装置異常をより確実に検出し、装置の信頼度を大幅に向上させた。
- (3) 従来非電源しゃ断を行なう端子では、送電線を再閉路及び充電する際にその端子を先行して投入することは困難であったが、それを可能とするため今回先行端、後続端を自由に選択できる再閉路方式を開発し採用した。
- (4) 多相再閉路を行なうためには、事故相の判別が必要となる。この連系線は常時潮流が少ないため、電流検出による従来方式に代え、潮流の多少にかかわらず判別できるキャリア信号によるしゃ断相検出方式を開発し採用した。
- (5) 再閉路回路、自動点検回路を含め主要回路を全静止形とし、盤面数を従来の約4割に縮減できた。

以上、この装置の主な仕様を次に述べる。

主保護：正半波、負半波位相比較方式(2系列)

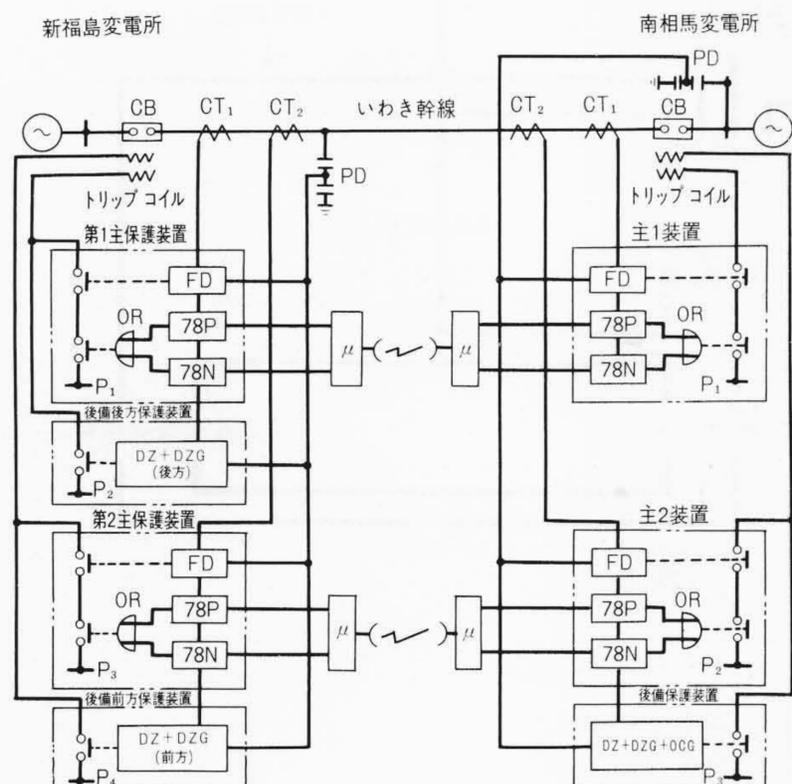
後備保護：距離1, 2, 3, *4段保護方式(前方及び*後方)

**零相過電流リレー方式

再閉路：高速度多相再閉路方式(二相又は三相残り検出)

自動監視：交流点検方式、手動又は*自動起動

(*は、新福島端局、**は、南相馬端局のみ実装)



注：FD 事故検出要素78P(N) 正半波(負半波)比較位相比較リレー
DZ } 距離保護要素 OCG 零相過電流リレー μ 信号伝送装置
DZG }

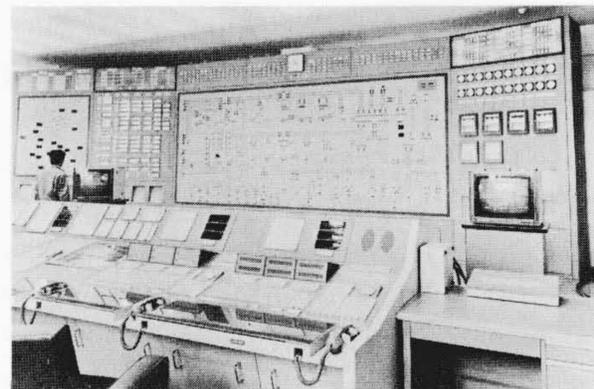
1回線分の装置構成図

東北電力株式会社社会津制御所納め大集中制御システム

このシステムは東北電力株式会社社会津地域において、遠方制御技術、計算機制御技術を導入し、運転の合理化及び安定運用化を図った自動化並びに無人化制御を行ない、只見・阿賀両水系の一貫運用を主体とした電力系統の高信頼度運用を、合理的且つ迅速、確実に処理することを目的とした国内最大規模の集中制御システムである。このシステムの構成に当たっては、次のような新しい考え方が導入されている。

- (1) ロードシェア、タンデム、デュプレックスの複合効果をもった二重系システムの導入。
- (2) 電力系統監視制御、水系監視制御、配電線監視制御、発電機監視制御など機能別制御卓の分割と、制御ラッシュ時の対応並びに高信頼度化をねらった二重化制御卓のマンマシンコミュニケーションシステムの導入。
- (3) 電力系統、水系の出水予測、ダムゲートの自動操作、配電線制御、発電機調整制御を含めた総合システムの確立。

などである。



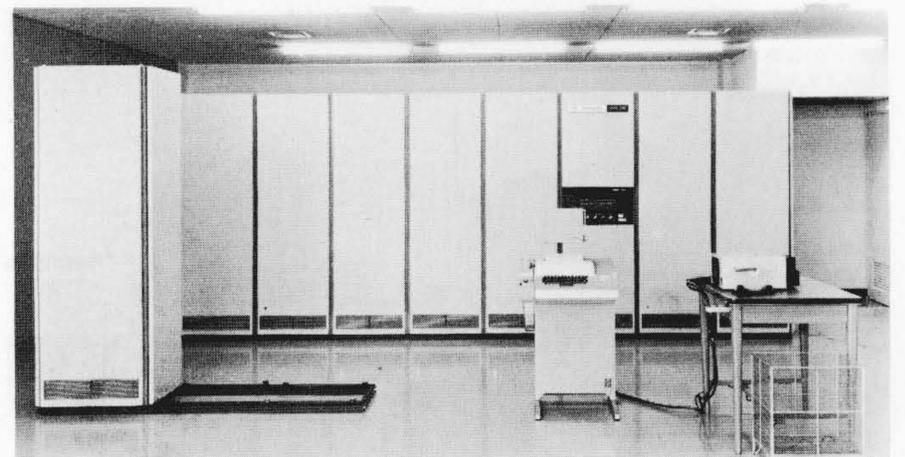
東北電力株式会社社会津制御所のシステム(制御卓とグラフィックパネル)

関西電力株式会社 総合自動化システム運転を開始

近年の電力事情のひっ迫に伴い、電力の安定運用と、電力系統の効率的運用を図るため、関西電力株式会社では、電力系統の各所に電子計算機を配置して階層(ハイアラキ)システムを構成することによって、系統全体にわたる総合自動化を進めている。これに対応して、日立製作所ではこれまでに、地方給電所1個所、水力制御所1個所、負荷制御所5個所に、それぞれHIDIC 350システムを納入し運転に入った(図)。

これらシステムの特長を次に述べる。

- (1) データベース化を進めたことにより、系統の拡大変更にも容易に対処できる。
- (2) ハードウェア、ソフトウェアともに構成が標準化されているので、保守が容易である。
- (3) 情報伝送網によって電子計算機間を有機的に結合し、柔軟性の高い階層(ハイアラキ)システムを構成することができる。



関西電力株式会社大阪北地方給電所のHIDIC350システム

2.6 化学プラント

フィリピン向けニッケル精錬用水素製造装置を完成

日立製作所は、フィリピン向けにニッケル精錬用還元ガス製造プラント一式を納入し、昭和49年末に試運転が完了した。

ニッケル精錬プロジェクトは、Marinduque Mining & Industrial Corporationが従来利用されていなかった比較的lowニッケル含有のラテライト鉱からニッケルを製造する新プロセスを採用して、ラテライト鉱で一面被われた小島(ノノック島)にそのプラントを建設したもので、日立製作所はその中の還元ガス製造部門を受注し、納入したものである。

このプラントは、ナフサを原料として純度93%、98%の水素ガス、並びに純度99.5%の炭酸ガスを製造し、ニッケル精錬プラントに供給するものであり、製造プロセスは下記の五つに分類される。

- (1) British Petroleum社の水添脱硫法を採用した脱硫部門
- (2) I C I社のナフサスチームリホーミングプロセスを採用した改質部門
- (3) COを水蒸気によりH₂とCO₂に転化するCO転化部門
- (4) ベンフィールドプロセスを採用した脱炭酸ガス部門
- (5) 精製ガス中のCO、CO₂をCH₄に変えるメタネーション部門

このプラントは、水素生産量約1,000,000Nm³/dと大容量であり、またニッケル精錬プラントの運転において重要な位置を占めているため、従来、国内外に納入した計18基の炭化水素・スチームリホーミングプラントの技術実績を生かして運転の安定性、並びに装置の信頼性に特に注意が払われており、また廃熱有効利用の面でも新しい試みがなされている。

日立製作所が受注した範囲は、原料ナフサ入口から4種の異なる製品ガス出口までの水素製造装置一式であり、その業務はエンジニアリングから運転指導に至るまでの広範囲にわたっている。このニッケル精錬プロジェクトの全体取りまとめは、アメリカ、Bechtel社が担当したが、日立製作所の技術は顧客、並びにBechtel社から高い評価を得ている。

現在、東南アジア地区にかなりの埋蔵量があるラテライト鉱を使用した同種プロジェクトが計画されており、このプラントの実績から、今後が期待できるとともに、直接還元製鉄用還元ガス製造プラントなど他方面への利用も大いに期待されよう。



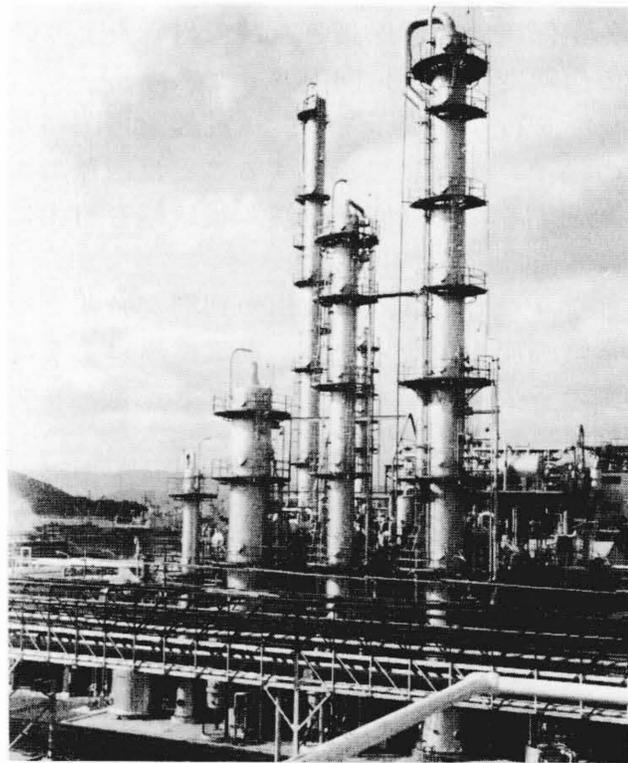
フィリピン、Marinduque Mining & Industrial Corporation納め水素ガス製造プラント

ポリプロピレン製造プラント

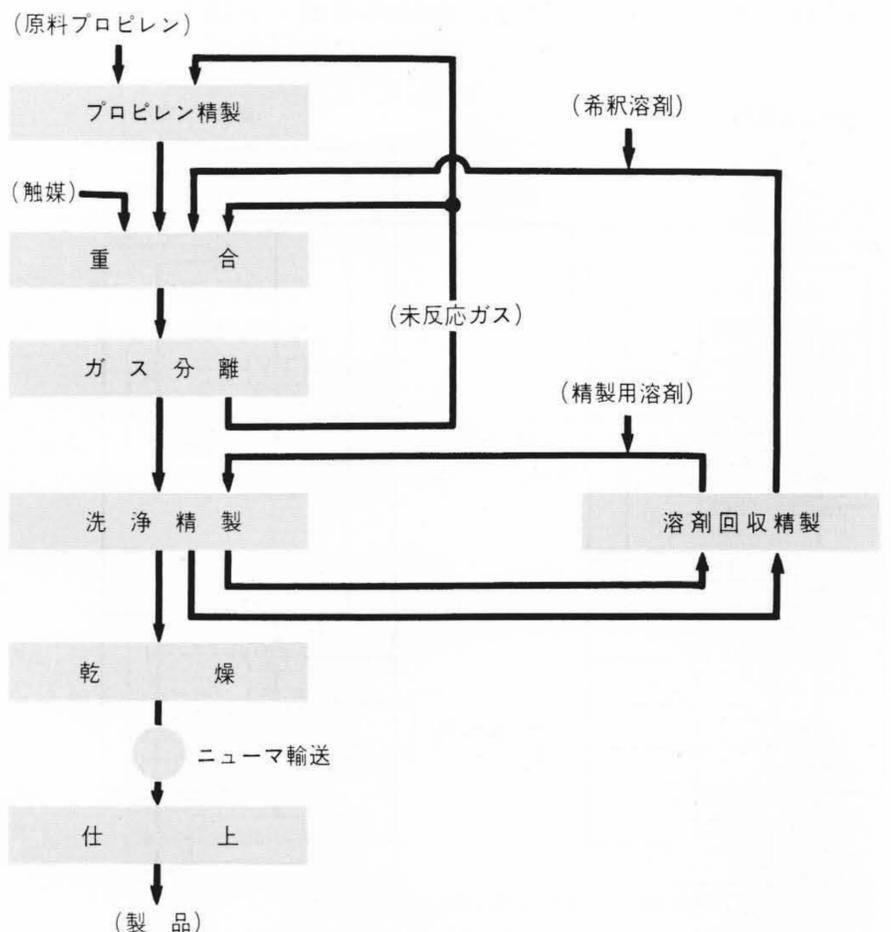
徳山曹達株式会社より受注したポリプロピレンプラントが、昭和49年4月完成し、現在順調に稼動中である。

今回は、ガス精製部門、溶剤回収精製部門のエンジニアリング、主要機器設計、製作、現地工事を行なった。

- (1) ガス精製は蒸留によって行なわれるが、超分留となるため100段以上の棚段塔となる。第1期で、気液平衡データ測定、多くのケーススタディを日立製作所で行なったが、今回は更に、運転しやすさ、安全性を重視した最適プラントとした。
- (2) 溶剤回収精製は、最終製品グレードの広がりに対処するため、高温、高圧操作の日立薄膜蒸発機による高粘度アタクチックポリマー処理を中心に、熱回収を十分検討した省エネルギープラントとした。



徳山曹達株式会社納めポリプロピレン製造プラント



ポリプロピレン製造のプロセスフローブロックダイアグラム

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に各種の新技术を採用した都市ガス製造プラントを、また48年は、同社豊州工場向けに世界最大容量のサイクリック式都市ガス製造プラントを納入し、現在、好調裏に運転されている。これらの成果が認められ、同社大森工場に既納品の増設として、容量が226,000Nm³/d (5,000kcal/Nm³換算)の都市ガス製造プラントを受注、納入した。

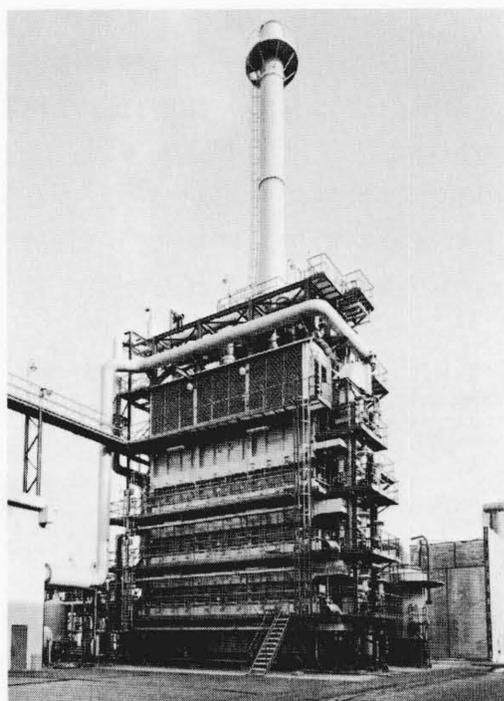
プロセスは、石油精製のオフガスを原料とし、次の三つに分類される。

- (1) 原料中のオレフィン類、及び硫黄を触媒上で処理する水添脱硫部門
- (2) 水添脱硫した原料ガスを蒸気と反応させる改質部門
- (3) 改質部門からの改質ガス中の一酸化炭素を精製するためのガス精製部門

このプラントは、昼夜の需要変動に対する敏速な対応と省力化などの要求により、既納品で好評を得た高度の設計、新技术を再び採用した。すなわち、次のような特長を備えている。

- (1) バーナの自動着火：従来、現場で手動着火していたリホームのバーナ着火を計器室より完全自動化にした。
- (2) プラントの自動負荷変動システムの採用：従来、負荷変動に対し、手動操作により行っていたものをシーケンス的に原料、蒸気、燃料及びリホーム出口温度などを負荷設定器によるカスケード制御させることにより完全自動化した。
- (3) 緊急しゃ断後のクイック リスタート：一時停電などの緊急しゃ断時においてもクイック リスタートに備えた炉温保持機構を採用した。
- (4) シーラス形グラジエーション ヒータの特長を生かした他に類をみない自然通風形リホームを採用した。
- (5) 原料中の大幅なオレフィン濃度変動に対してもプラントをシャットダウンせず連続運転可能にした。

また今回は、プラント本体設備のほかに、原料の昇圧、各種熱調用ガス圧縮機、及び冷水塔などの付帯設備も納入したが、都内に設置されるため都条例の公害対策の一貫として、これら付帯設備も含めたプラント全体の大規模な騒音対策が施工された。この騒音対策には、全建設費の約20%が投入され、すべてを日立製作所が取りまとめた。



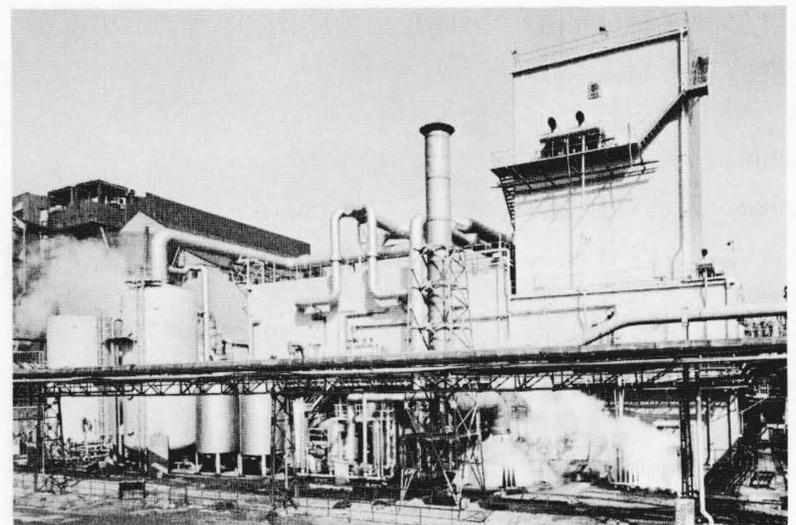
東京瓦斯株式会社納め都市ガス製造プラント

大形酸素製造プラント「TO-プラント」

日立製作所では、このほど47,000Nm³/hという世界最大容量の酸素製造プラントを完成した。このプラントは、高炉に酸素を吹き込み製鉄効率を高めるために使用されるもので、酸素は純度90%と最も経済的な純度で取り出される。

このプラントには、高度の運転自動化が盛り込まれ、プラントの起動から酸素発生供給まで完全に自動化されたワンタッチ起動操作方式となっており、信頼性、安定性の向上、並びに運転員の削減などが図られている。

また、この種プラントは、今後高炉専用以外にも酸素曝気汚水処理用、重質油クラッキング用、石炭ガス化用、及び製紙工業などの酸素プラントとして大いに需要が見込まれている。



高炉用47,000Nm³/h「TO-プラント」

大形連続培養プラント

株式会社興人は、従来、パルプ廃液より酵母を作り、核酸や飼料を生産してきたが、最近に至り原料転換が必要となり、このたび酢酸を原料とする大形連続培養プラントを建設した。

日立製作所は抗生物質などの培養プラント建設の実績と経験を生かし、空気源設備、原料連続殺菌装置、及び200m³培養槽まわりの基本設計、計装システム、機器製作、並びに現地工事を担当した。

主な特長を次に述べる。

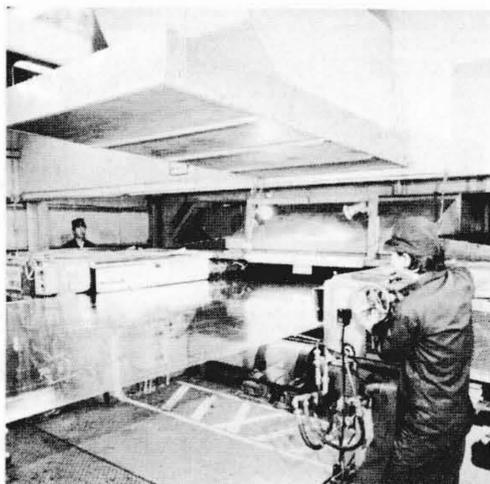
- (1) 従来のものに比較して、酸素要求量が多いので、機械攪拌による加圧培養とした。
- (2) 多量の発酵熱除去のために外部循環冷却方式を採用した。
- (3) 本格的な無菌状態を保つ培養条件が要求されたので、軸封部などのシールには特別の考慮が払われた。
- (4) 大容量連続殺菌装置の最適設計を行ない、熱交換のための伝熱面積をできるだけ多くして、蒸気消費量を必要最小限とした。



200³培養槽

大形フィルム同時2軸延伸装置

延伸プラスチックフィルムは、ポリエステル、ポリプロピレン、塩化ビニルなど、包装資材を主とし、多方面に使用されている。これらの延伸フィルムは、従来のチューブ法、又は2段2軸延伸法（フラット法）で延伸されているのが現状であるが、ナイロンフィルムは、特に熱によってもその強靱さがほとんど低下しないこと、またナイロン特有の水素結合により、延伸時ネックが発生しやすいことなどにより、従来の2段2軸延伸では、高品質の延伸フィルムの製造が不可能とされてきた。日立製作所は、ユニチカ株式会社と共同して同時2軸延伸法（フラット法）によるナイロンフィルムの開発を進め、既に月産70t及び140tの生産設備を完成して、高品質のナイロンフィルムを生産してきたが、延伸機構の複雑さから、2段2軸延伸法に比較し、生産能力（速度、製品幅）にやや難点があった。これに対し目下納入据付中の月産200t設備は、製品幅3,000mm、装置速度120m/minと大幅に改善、改良が加えられており、来る昭和50年2月にはフィルム生産開始の予定でその成果が期待される。



大形フィルム同時2軸延伸装置

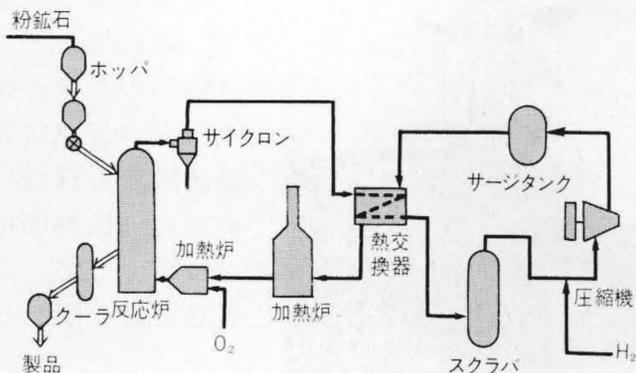
直接製鉄流動還元炉パイロット装置

近年、エネルギー、公害、強粘結炭の不足などの問題により、高炉-LD転炉法に代わる製鉄法として、原子力と結びついた直接製鉄法の研究開発が推進されている。日立製作所は、科学技術庁金属材料技術研究所に、流動層方式直接還元パイロット装置を昭和48年3月に納入し、その後の実験により操業見通しを立て得る段階に至った。この装置の特徴は、(1)反応装置に流動層を採用したこと。(2)多段操業により高効率を図る。(3)高温、高圧操業による生産性の増大を図るなどである。

また、現在までに達成したこの装置の能力を次に述べる。

還元率：98% 生産量：1t/d ガス利用率：8%

(金材技研ニュース 1974-10. p.1)



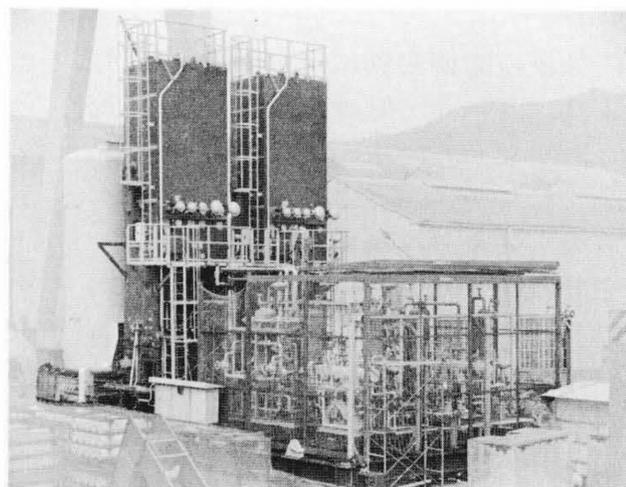
フローシート

輸出用全自動高純度窒素製造装置

高純度窒素製造装置（APNプラント）は、深冷分離により高純窒素を加圧下で採取するプラントであるが、今回輸出用として、プラント全体をコンパクト化した完全パッケージ形プラントを完成した。

このプラントの特長を次に述べる。

- (1) 完全パッケージ形であり、据付、移設が容易である。
- (2) 運転は完全に自動化されている。
- (3) 加圧下で製品窒素を採取できるので、圧縮機は不要である。
- (4) 製品の一部は液体の状態で作成できるので、これを貯蔵しておき、ピーク時に気化して供給すれば需要の変動に応じた幅のある運転が可能である。
- (5) 自社開発の気体軸受式膨張タービンを使用している。

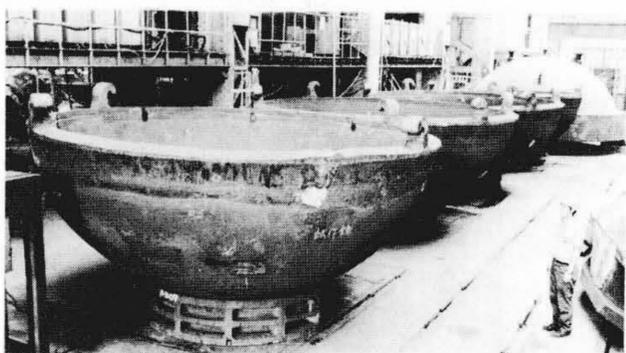


工場内で1パッケージに組み立てられた輸出用窒素製造装置

一体絞りによる大形半球鏡を完成

重油直接脱硫装置に使用されるリアクタは、非常に大形となり、現在工場製作中のものは内径約4,300mm、胴の板厚約280mm、重量約600t、材質はA387GRD（2¼Cr-1Mo鋼）である。今回、このリアクタに使用される半球鏡は一体熱間絞りにより製作された。鏡の製品寸法は、内半径約2,200mm、板厚約190mm、重量約50tである。

従来、この種の大形鏡は、分割板取りした鋼板をプレスにより熱間さら押し成形した後、各セグメントを溶接し一体に組み立てていた。今回の一体絞り鏡は、必要とする鋼板が材料メーカーの製造能力上入手不可能のため、2枚の鋼板を工場にてエレクトロスラグ溶接で接合した後に熱間絞りを行っており、この方法の採用により材料の歩どまりの向上、納期の短縮などメリットは大きい。このような方法による大形鏡の製作は世界にも類がなく、これまで確立されているエレクトロスラグ溶接、プレス型の設計製作、熱間絞り作業などすべての技術が結集された結果と言えよう。



一体絞りにより完成した大形半球鏡