

2. 火力発電用機器

THERMAL POWER PLANT EQUIPMENT

36年度は35年度にまさる躍進の年であった。中国電力株式会社水島発電所納 125,000 kW をはじめとし、東京電力株式会社川崎火力発電所納 175,000 kW など大容量高温高压火力設備が続々好調に営業運転にはいり、さらに 125,000, 156,000, 175,000, 220,000, 265,000 kW などの大容量火力設備を多数製作中である。

火力設備はますます大形化し、かつ急増する需要を満たすため短期日に完成する必要に迫られている。これらの情勢に対処するために日立製作所では日立工場に第1図に示すようなタービン工場を完成し、さらに呉にはボイラの専門工場を建設し、今後ますます増加する貫流ボイラの生産態勢を確立した。現在清水共同発電株式会社新清水火力発電所の1, 2号用 260 t/h ペンソンボイラ2缶を製作中であり、UP ボイラについても以下ボイラの項に述べるように、B & W と技術提携し、国産による設計製作態勢はまったく確立されている。

なおUP ボイラプラントのコンサルティングに関してはアメリカでUP ボイラの豊富な経験を持つベクテル社と技術提携し、現在東京電力株式会社五井火力発電所2号機 265,000 kW の計画設計を強力に遂行している。

なお昨年本誌に紹介した超臨界圧テストプラントはその後順調に運転を続け、数多くの貴重なデータが得られ、今後採用される超臨界圧ボイラについてあらゆる角度から検討を加えている。

大形蒸気タービンを実現するため最も重要な問題は効率ならびに信頼性の高い最終段長翼を開発することである。国内においてはすでに50〜用として23インチ、また60〜用としては26インチまでが実用化されたが、現在計画されている300MW以上のタービンにはもっと大きな翼を使用せねばならない。日立製作所では長翼の設計について理論的研究および翼列風洞による基礎的実験を進め、さらにこの研究結果を集大成して実物大低圧タービンによって実機とまったく同一条件で性能ならびに強度を確認し、実用化を促進するため第26図に示す試験装置の製作を進めてきたが、35年春より運転が開始され大きな成果を収めた。すでに50〜用26インチ翼について予期以上の性能を確認し、強度的にも信頼性の高いことが判明したので引き続き29インチならびに32インチ翼を開発するため準備を進めている。

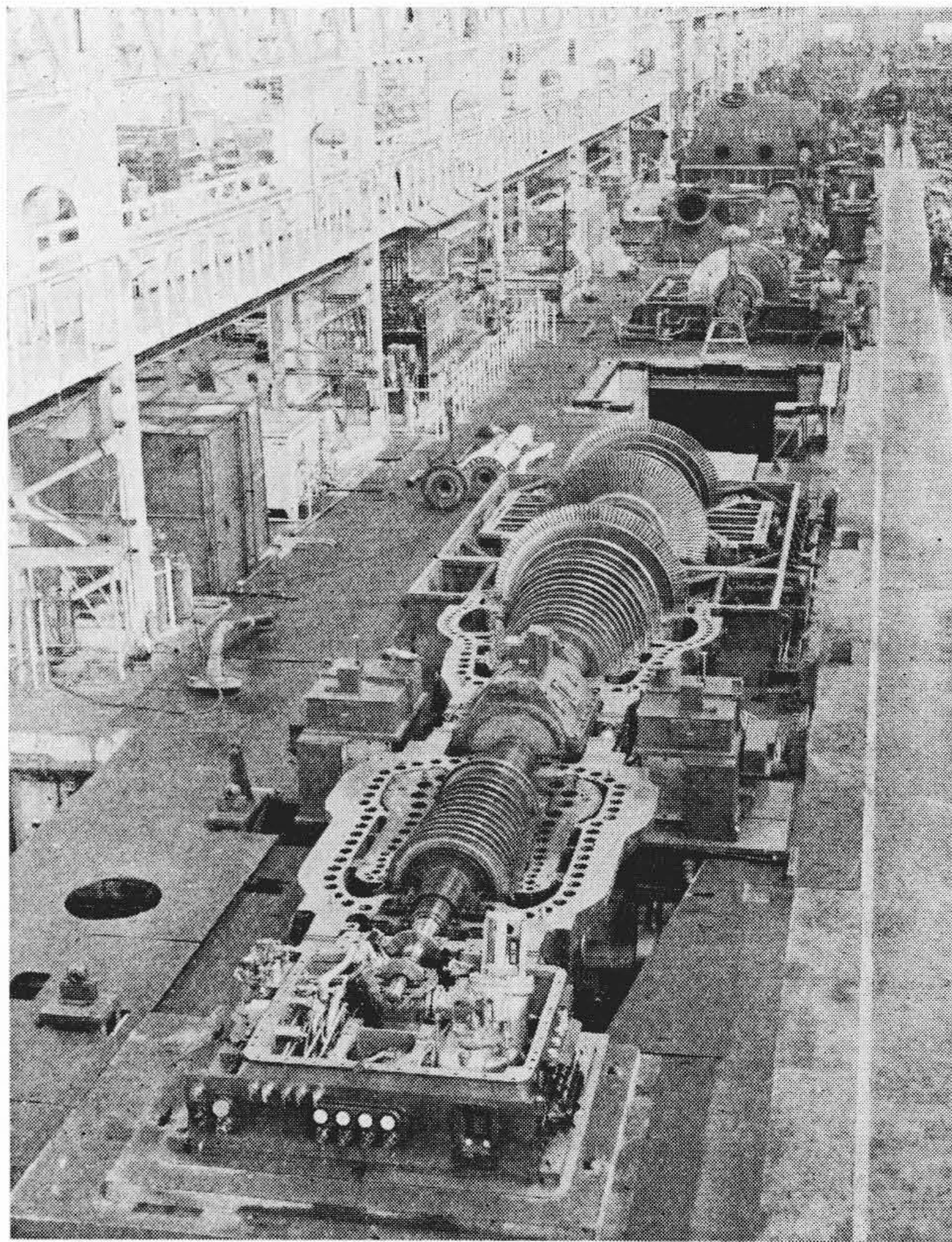
大容量発電機については200,000 kVA 直接冷却発電機を試作した。冷却方式としては固定子線輪は油冷却、回転子線輪はGE社方式のギャップピックアップ直接水素冷却を採用した。この工作技術についてはあらゆる角度より検討して今後ますます採用される直接冷却方式に対して生産態勢を確立した。

ガスタービンに関しても強力に実験を推進しているとともにガスタービンの応用面も従来みられるような単独使用のみでなく、従来の蒸気サイクルと組み合わせて使用するプラントについて大がかりな調査研究を行なった。また525 PS のフリーピストンガスタービンを受注し製作中であり今後の需要が期待される。

2.1 ボイラ

(1) 高温高压化と貫流ボイラへの進展

火力発電所の発電原価低減のために近年、単位出力の巨大化とあわせて設備の高温高压化がますます顕著となってきた。蒸気条件が超臨界圧になると、必然的にドラム式ボイラはその機能を失い、別形式の貫流ボイラを採用せざるを得なくなる。その一段階として、ま



第1図 タービン工場

た以下に述べるような種々の利点のために貫流ボイラが脚光をあびるようになってきた。貫流ボイラの歴史は比較的長く、すでに1800年代において原理的なものが考えられていた。その後第一次大戦後になってズルツァーボイラ、ペンソンボイラ、ラムジンボイラが相ついで発明され、今日の貫流ボイラ主要系列の基礎となった。

日立製作所は欧州にて開発されたB & W ペンソンボイラならびにアメリカB & Wにて開発されたUP ボイラの両形式につき技術提携を行なっている。東京電力株式会社五井火力発電所 907 t/h (265 MW) UP ボイラは主要部をアメリカB & W社より輸入し、そのほかは日立製作所がコンサルタントとしての役割を果し目下建設計画が順調に進められており、今後のUP ボイラの国産化態勢が整えられた。また清水共同発電株式会社新清水火力発電所納260 t/h (75 MW) ペンソンボイラは工場の製作も着々と進み現地据付作業が開始された。B & W ペンソンボイラとUP ボイラの適用範囲は機能的には区別する必要性を生じないが、概してUP ボイラが比較的大容量用として使用される。

今後、蒸気条件の高温高压化に伴い、貫流ボイラが数多く採用されるものと考えられる。以下上記2缶に関してその構造および特長などを述べる。

(2) B & W 貫流ボイラの特長

(i) 臨界圧力以上およびそれ以下において適用できる。特に超臨界圧においては必然的にこの形式によらねばならない。

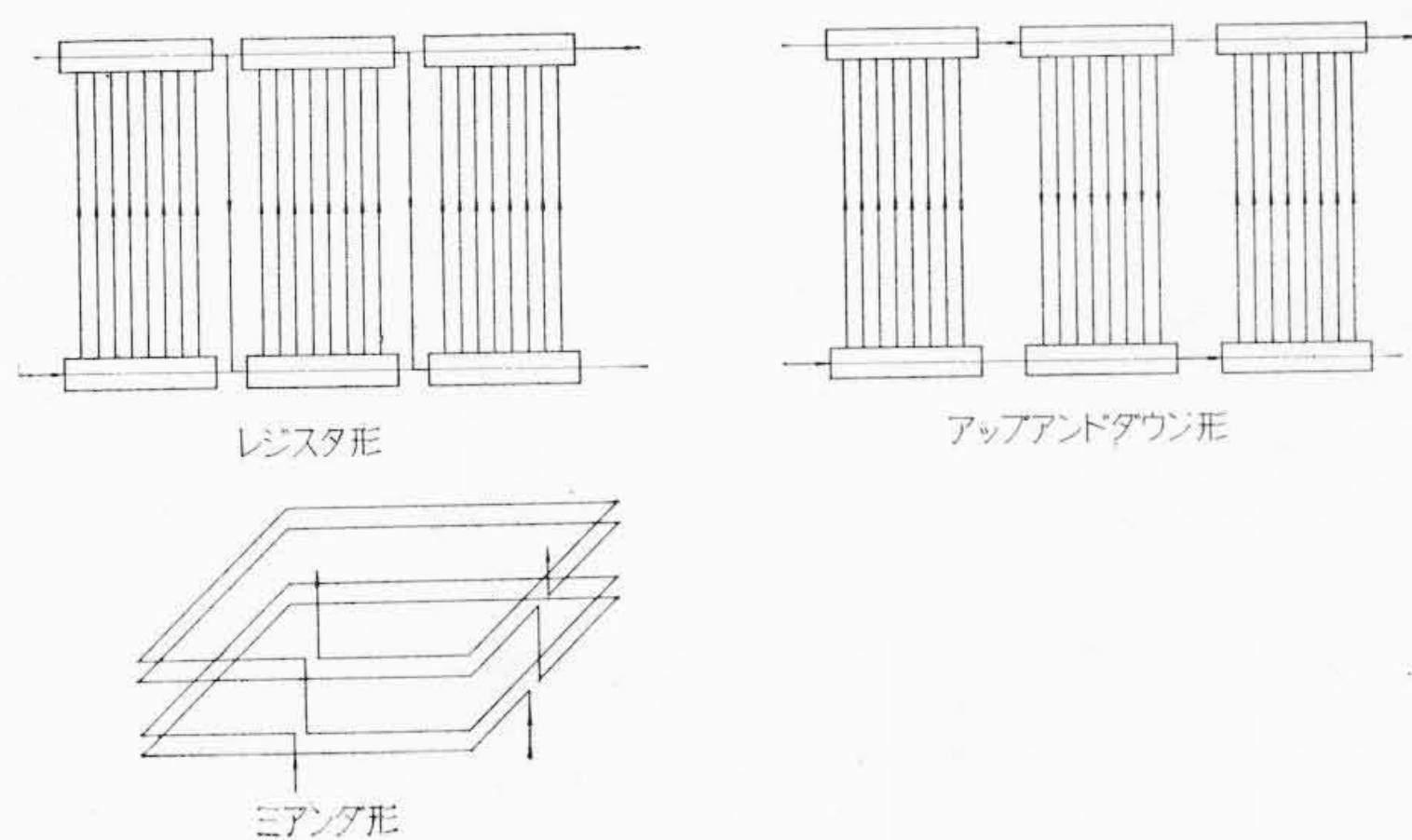
(ii) ドラムおよびその内部装置がなく、各種管寄およびチューブが小径で薄肉となるので重量の減少、したがって価格の低減が可能である。

(iii) 管は小径でかつ肉厚の薄いものを使用しているため、急

第1表 最近納入または製作中の新鋭火力発電用大形ボイラ

納 入 先	発 電 所 名	蒸 発 量 (t/h)	蒸 気 圧 力 (atg)	主蒸気温度 再熱蒸気温度 (°C)	燃 焼 方 式	発電機出力 (MW)	ボイラ形式
東京電力	※千葉 #3	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東京電力	千葉 #4	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東北電力	仙台 #1	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東北電力	仙台 #2	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東京電力	品川 #2	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東京電力	川崎 #2	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
中国電力	水島 #1	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東京電力	品川 #3	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東北電力	仙台 #3	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
関西電力	尼崎 第3 #1	530	174	543/543	重油, 専焼(将来微粉炭)	156	自然循環
東京電力	横浜 #1	590	174	571/543	重油, 専焼	175	自然循環
清水共同発電	新清水 #1	260	131	541/547	重油, 専焼	75	ベソン
清水共同発電	新清水 #2	260	131	541/541	重油, 専焼	75	ベソン
北海道電力	新江別 #1	420	131	541/541	微粉炭専焼(重油助焼)	125	自然循環
東京電力	※五井 #2	907	175.7	571/568	重油, 専焼	265	UP
関西電力	尼崎 第3 #2	530	174	543/543	重油, 専焼(将来微粉炭)	156	自然循環
東京電力	横浜 #3	590	174	571/543	重油, 専焼	175	自然循環
中国電力	水島 #2	520	173	569/541	重油, 専焼(将来微粉炭)	156	自然循環
東北電力	新潟 #2	435	131	541/541	天然ガス, 重油, 専焼	125	自然循環
東京電力	川崎 #4	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環

※は主要部のアメリカ B & W より輸入し日立で取まとめを行なっているもの



第2図 ベンソンボイラの火炉形式

速な起動ならびに停止による熱的变化に耐え、運転上弾力性がある。

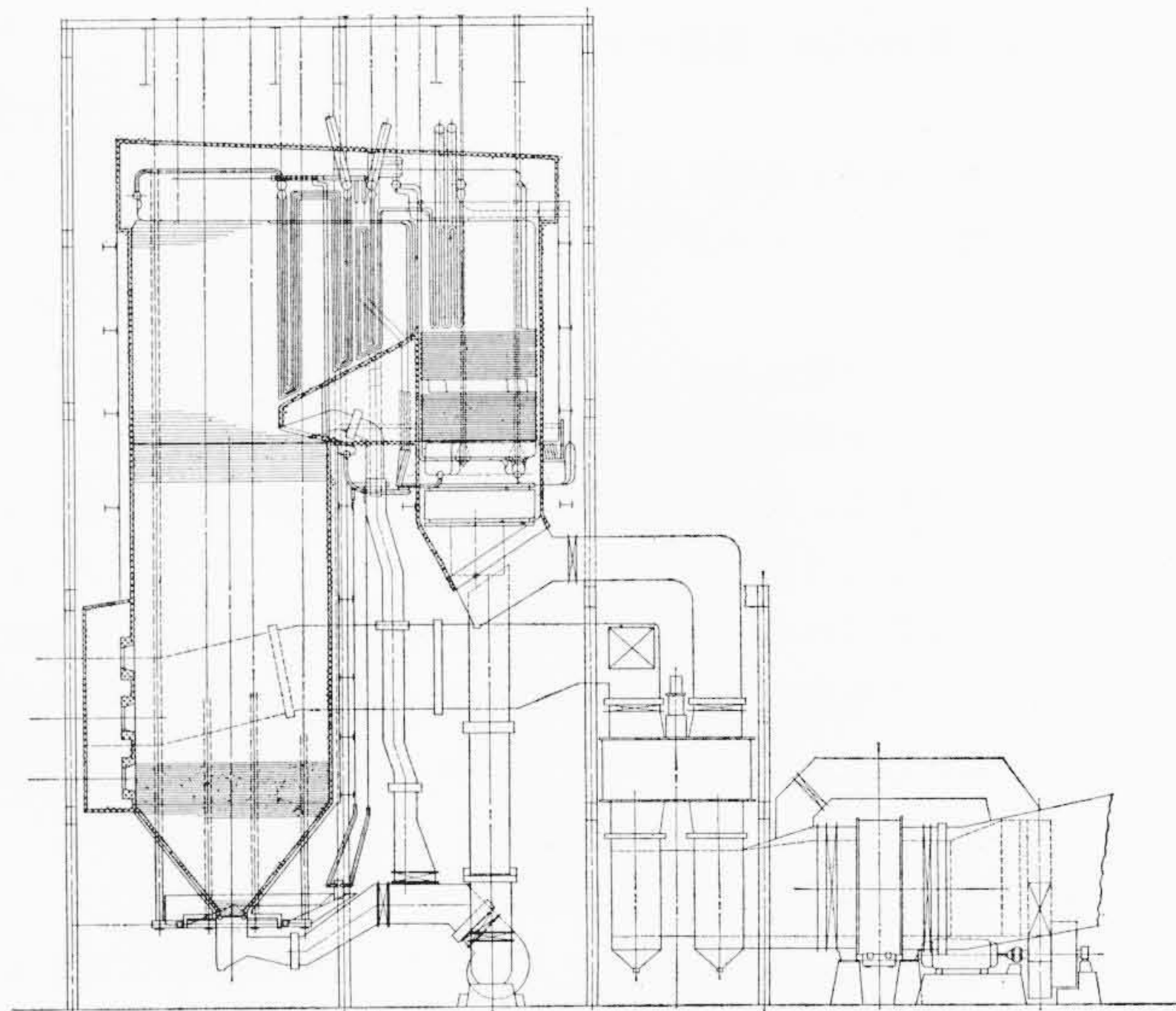
(iv) 主蒸気温度は燃焼割合により調整される。それゆえ燃料の種類、品質、形状に関係なくより広い範囲において一定に保持できる。

(V) 起動に際して時間的な損失が少ない。
など従来のボイラに比べて画期的な利点を有する。

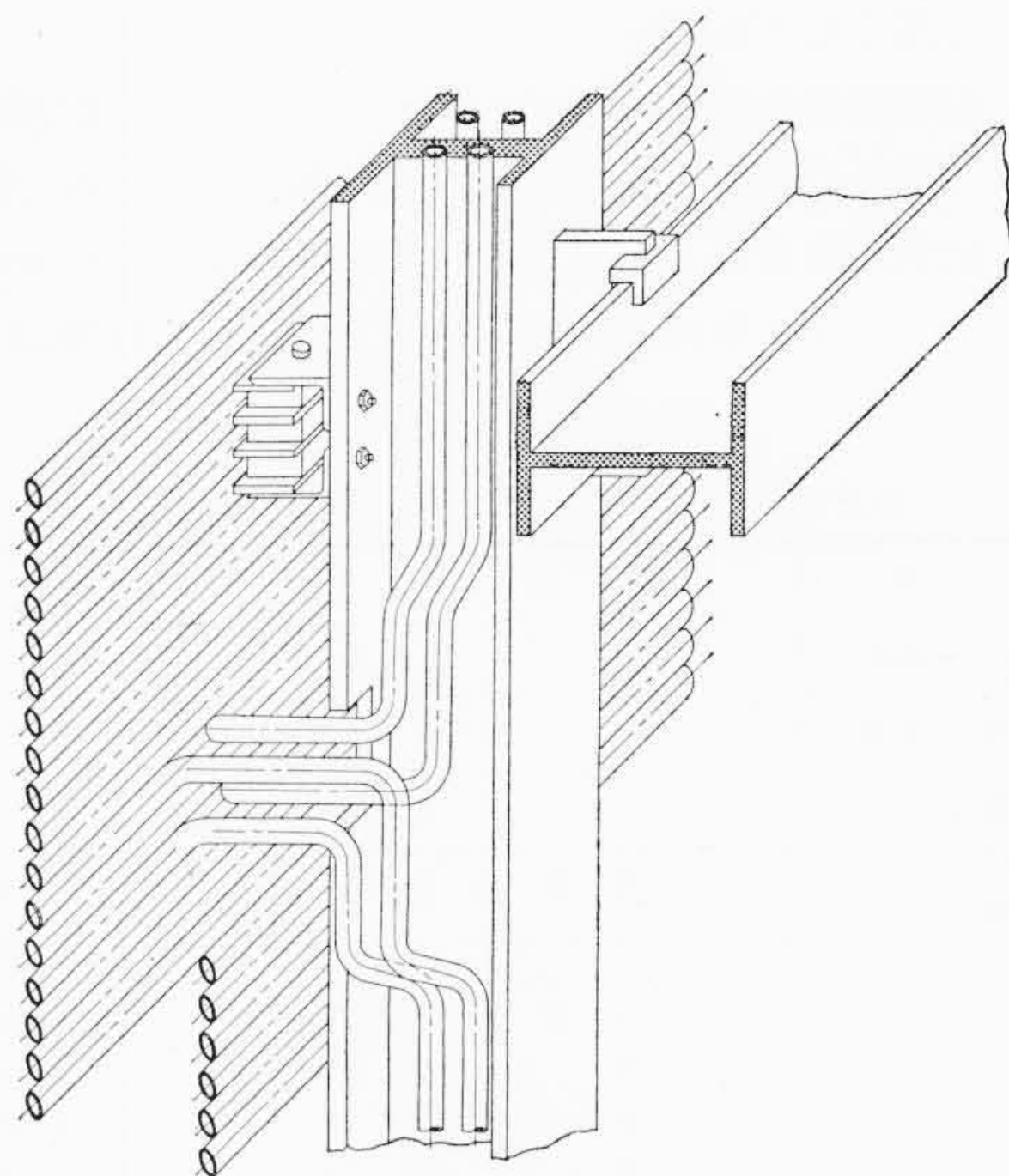
(3) B & W ベンソンボイラ

本ボイラは欧州 B & W にて開発され、火炉の構造によりレジスタ形、アップアンドダウン形、ミアンダ形がある。その差異は第2図のとおりである。第3図は清水共同発電株式会社新清水火力発電所に納入する B & W ベンソンボイラで、火炉はタンジェントペアチューブ式ミアンダ形構造である。このボイラは火炉ノーズ下部までが水壁、その上部はふく射形過熱器となっており、水壁部は4本1組で16組のチューブ群により構成される。またチューブは建屋の頂部はよりより下げられた縦形バックステーにより支持されている。このバックステーは水壁管によって加熱されているのでボイラは自由に下方へ熱膨張できる。地震に対しては従来のボイラと同様にサイズミックタイを備え、きわめて堅固な構造となっている。

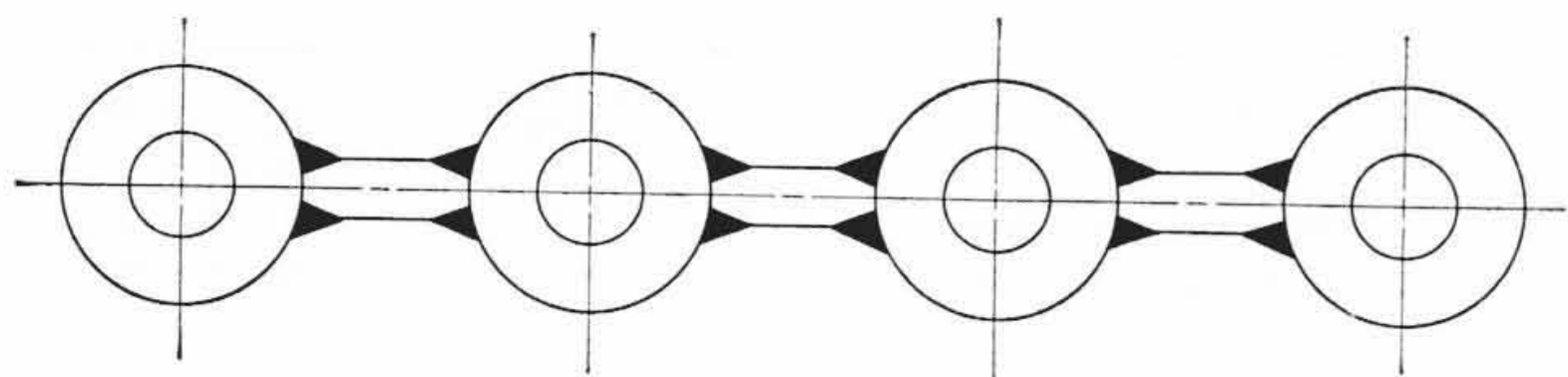
ミアンダ形の特長は火炉内の燃焼ガスの温度分布が万一不均一であっても左右の熱吸収の不均一を避けることができ、またボイラ全体の構造も無理がなく、炉材とチューブの熱膨張の相対変位を少なくすることができる。蒸発終了部は低温ガス域に設置し、火炉上部にはミアンダ形(10本1組, 10組より成る)ふく射過熱器を採用した。



第3図 清水共同発電株式会社新清水火力発電所第1, 2号缶 260 t/h B & W ベンソンボイラ(75 MW 用)



第4図 ミアンダ形チューブ配列とバックステーの関係



第 5 図 メンブレンウォール

起動および停止に対しては過熱器バイパス，タービンバイパスを設置することにより迅速かつ容易に行なうことができる。

(4) UP ボイラ

本ボイラはアメリカ B & W にて開発されたもので，最大の長は壁部に採用されたメンブレンウォール構造である(第 5 図)。

メンブレンウォールの長は，

- (1) ウェブに吸収される熱はチューブの裏側へ伝達され，表裏の温度差の減少により熱応力が小さく，また裏側も伝熱面作用をなす。
- (2) 単位面積あたりの重量がタンジェント壁に比べて軽くなる。
- (3) 壁の剛性が同一径管のタンジェント壁に比べて大となる。
- (4) 建設に要する時間が短くなる。
- (5) 燃焼ガスのシールが完全で保温が単純化される。

などである。ボイラ壁における流体の流動方向は常に垂直上昇流であり，上部管寄と下部管寄とは不加熱下降管によって連絡される。特に各管寄と連絡管との関係は並列管中の流動がバランスするよう細心の考慮が払われている。UP ボイラでも亜臨界圧域で使用される場合には，蒸発終了部は低温ガス域に設置される。バーナの配置は火炉を均一に加熱するために重要で燃焼室の前後に設置される。本ボイラでも起動および停止時用に過熱器バイパス，タービンバイパスを備えている。

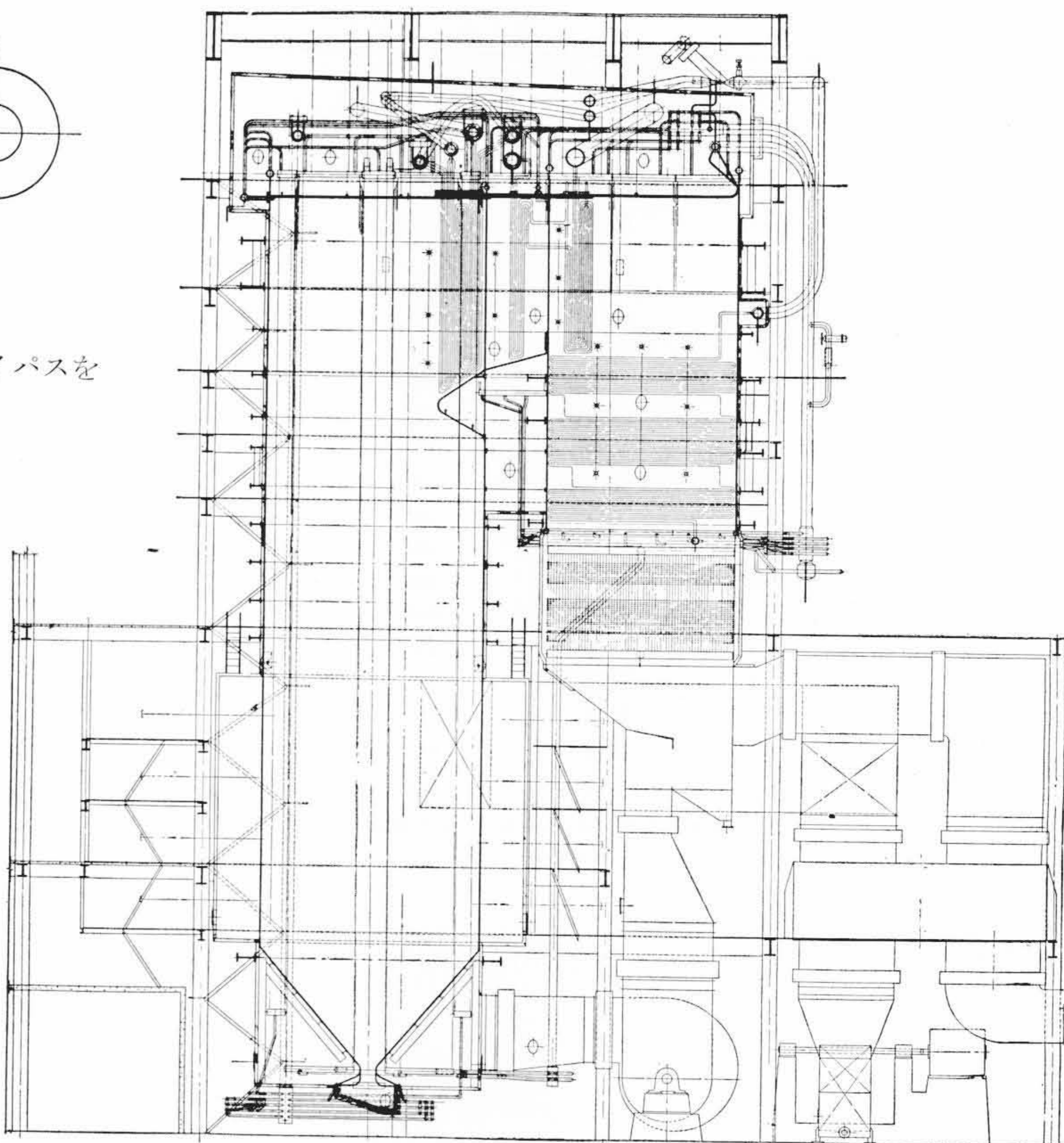
2.1.1 エレクトロスラグ溶接の圧力容器への応用

現在わが国において稼働中のエレクトロスラグ溶接機は 2 機ともベルギー，アーコス社より輸入されたものであるが，今回日立製作所呉工場に据え付けられたものは国産第 1 号機であり 3 電極方式を採用し溶接機本体，昇降装置および電源装置から成り，その仕様は第 2 表のとおりで，輸入機に対してなんらのおとところがなく，むしろ圧力容器製作のため，最大溶接長さを 6.5 m と溶接機昇降コラムの高さを高くしてある。

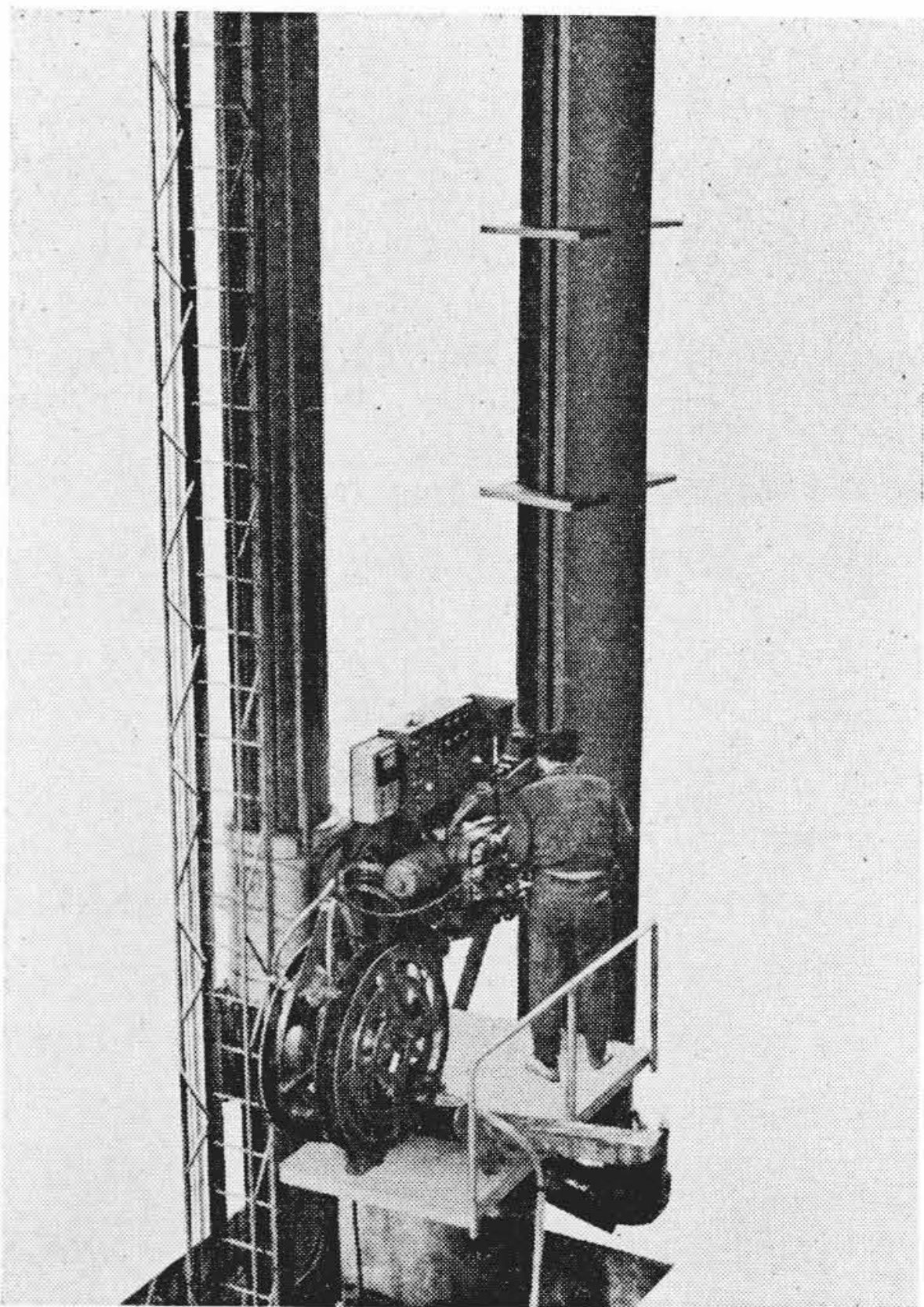
35年に上記溶接機を設置以来ボイラ・ドラム，原子炉用圧力容器など大容量，高圧の容器をさらに能率的に製作する目的で研究，実験を重ねた結果，溶接完了後適正な熱処理を施せば，従来使用されてきたユニオンメルト溶接法による継手と比較して同等以上の成績

第 2 表 エレクトロスラグ溶接機仕様

項 目	仕 様	
最大溶接長さ (mm)	6,500	
最大溶接板厚 (mm)	300	
電 極	3 電極 (3.2 ϕ)	
揺 動 機 構	揺 動 速 度 (cm/min)	20~150
	ス ト ロ ッ ク (mm)	0~100
溶 接 電 源	一 次 電 圧 (V)	200
	周 波 数 (Hz)	60
	2 次 最 大 電 流 (A)	1,000
	使 用 率 (%)	56
	2 次 無 負 荷 電 圧 (V)	45~75



第 6 図 東京電力株式会社五井火力発電所
第 2 号 907 t/h UP ボイラ (265 MW 用)



第 7 図 エレクトロスラグ溶接機による試作品の溶接作業状況

であることが認められた。

すなわち一般に使用されているボイラ鋼板 SB 46 B, SB49B および A 302 B に本溶接法を適用する基礎実験を繰り返した結果SB46B, SB49Bに対してはユニオンメルト溶接に使用されている OXWELD 心線ならびにフラックスの組合せにより，欠陥のない完全な溶接が可能で，溶接後 A₁ 変態点以上に加熱衝風冷却後，同変態点以下に焼きもどす熱処理を施せば良好な強度を保持し，しかも粗粒組織の改善，ひいては良好な切欠靱性が得られることがわかった。

またボイラ鋼板 A 302 B に対しても溶接心線を新しく日立研究所

と呉工場共同で開発したものを使用し、熔接後の衝風冷却の速度は変わるが、やはり同様の熱処理を施せば組織、切欠靱性の改善はより顕著であることが認められた。

これを実際製品に使用するため抗張力 49 kg/mm² 以下の材料については通産省の熔接施行認定試験を受験中であり、A302Bについても受験の準備中である。

第7図は主降水管、ヘッダなどの製作に本熔接法を適用するため、SB 49 B 材を板曲げ、試作熔接中の状況を示す。

なお東北電力株式会社仙台発電所、清水共同発電株式会社新清水火力発電所および八幡製鉄株式会社戸畑工場などに納められた空気槽の製作には本熔接法を適用した。

2.1.2 UP ボイラの国産化態勢

火力発電ボイラの大容量化は最近急速に進められつつあるが重量軽減、建設費の低減、運転上の利点そのほかから、すう勢は従来の自然循環式ボイラから強制貫流式ボイラへ移行しようとしている。日立製作所呉工場は大形火力発電ボイラの製造を専門とする工場として、昭和 34 年日立工場から分離し、逐次生産能力の拡大増強を遂げてきたが、さらにこの方面の要望にこたえるため UP ボイラの国産化態勢を着々と整えつつある。すなわち UP ボイラ生産計画の一環として工事を進めてきた約 5,000 坪の建屋増築をほぼ完成、設備的にはメンブレンウォールを熔接する高能率熔接装置、パネルベンダ、そのほか特殊機械装置の製作手配を完了し、37年春には稼動状態にはいる予定である。製作技術的には模型による細部検討、試作研究による工作技術の確立はすでに終っており、技術者の海外派遣による実情調査などから設計製作上の指針も決定し、UP ボイラ国産化態勢は万全である。

2.1.3 原油 燃 焼

ボイラの燃料としては、従来石炭が最も多く使用されてきたが、漸次石炭と重油の併用だきが多くなり、最近では重油専焼のものが多く計画製作されつつある。さらに運転費の引下げをねらって重油より価格の安い原油をたくことの研究計画が進められている。日立製作所においても東京電力株式会社との共同研究として、工場内に実験炉を建設し、ボイラ燃料としての原油の適否および重油との比較などについて実験を行なった。

(1) 原油の性状

原油は中東産、南方産および北南米産など種々あるが、わが国輸入の大部分を占める中東産のクエート原油を主として検討し、あわせて南方産のジュリー、リリックの2種についての性状分析を行なった。一般重油との比較および上記3種のおもな性状を第3表、また粘度特性を第8図に示す。表に示すように中東産のク

第3表 原油 性 状

	クエート原油 (中東産)	ジュリー原油 (南方産)	リリック原油 (南方産)	C 重油 (一例)
比 重 (15/4°C)	0.8693	1.092	0.849	0.959
比 重 API 度	31.19	21.64	35.08	
引 火 点 (°C)	-12>	31	29	110
粘度 RW No.1 (50°C)	43.2	377	69.1	590
流 動 点 (°C)	-15>	5.0	—	5
泥 水 分 (容量 %)	0.05	0.2	1.4	—
水 分 (重量 %)	こ ん 跡	0.1	0.14	0.1
硫 黄 分 (重量 %)	2.45	0.12	0.20	2.65
残 留 炭 素 (重量 %)	4.3	6.8	2.8	9.7
灰 分 (重量 %)	0.01>	0.01	0.01	こ ん
ロ ウ 分 (重量 %)	3.9	11.8	42.9	
バナジウム分 (重量 %)	0.0017	0.0017	0	
リード蒸気圧 (kg/cm ² 37.8°C)	0.51	0.06	—	
発 火 点 (°C)	2	83	63	
酸 価 (mg HO k/g)	1.83	0.97	0.05	
発 熱 量 (kcal/kg)	10,600	11,240	10,840	10,360
初 留 出 温 度 (°C)	21	65	57	
5% 留 出 温 度 (°C)	80	180	145	
10% 留 出 温 度 (°C)	118	236	189	
15% 留 出 温 度 (°C)	148	—	226	
20% 留 出 温 度 (°C)	179	—	—	
25% 留 出 温 度 (°C)	208	—	—	
留 分 の 性 状	初留 ~5% 留分	初留 ~15% 留分	初留 ~15% 留分	
収 率 (容量 %)	2.6	2.67	5.67	
比 重 (15/4°C)	0.6264	0.7539	0.7309	
成 分	芳香族炭化水素	2.5	3.3	2.2
	不飽和炭化水素	0.1	0.4	0.4
	飽和炭化水素	974	96.3	97.4

エート原油は比重も小さく、かつ粘度の低いことが特長で、ジュリーおよびC重油は燃焼に際してオイルヒータを用いる必要があるが、クエート原油、リリック原油はそのまま使用できる利点がある。ただし引火点が低いので取扱いには十分注意を要する。

(2) 原油の噴霧燃焼特性

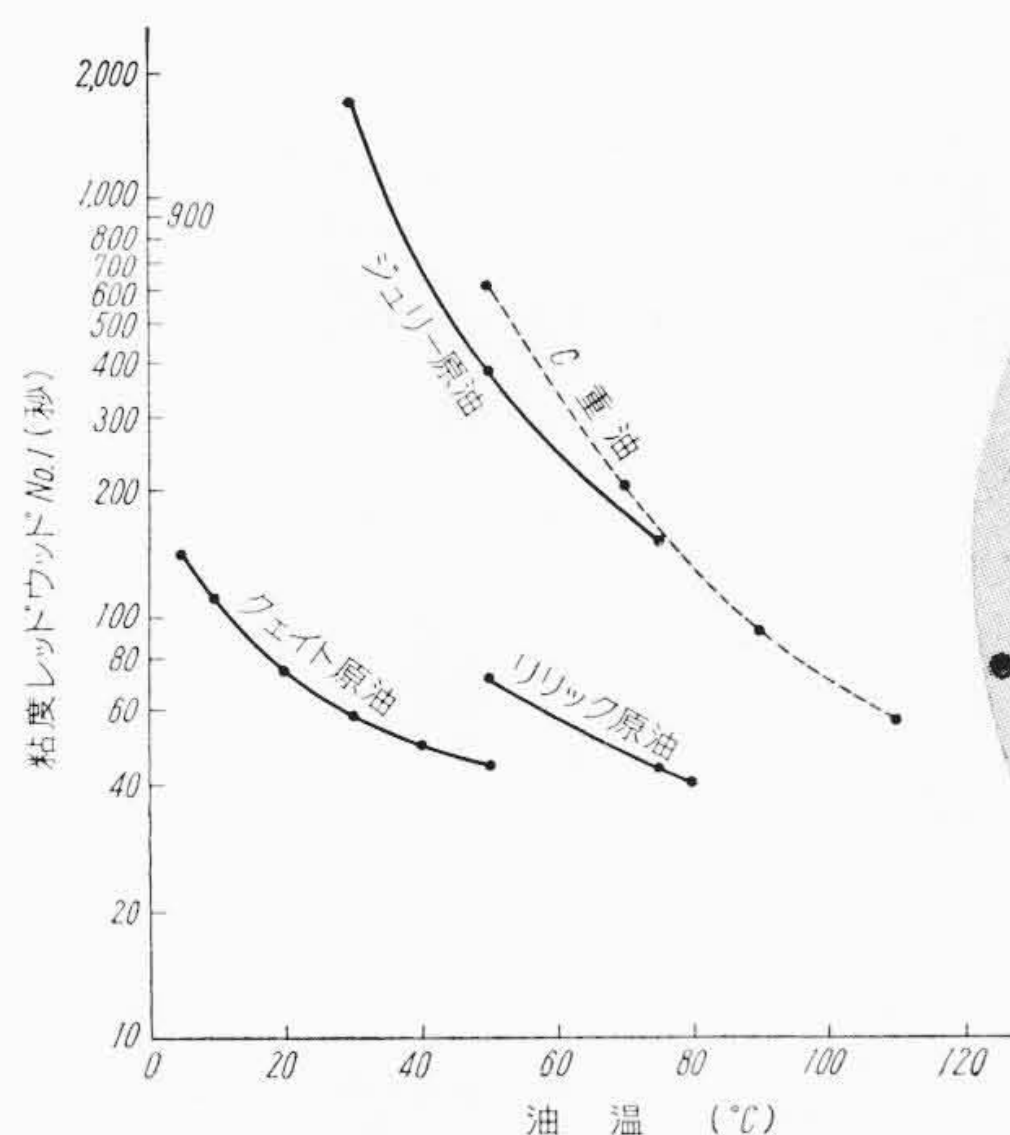
実験は従来日立製作所で数多く納入の実績ある B & W ストレート形、リターンフロー形およびYジェット形のバーナを用い、クエート原油で行った。

(a) 噴霧粒径特性

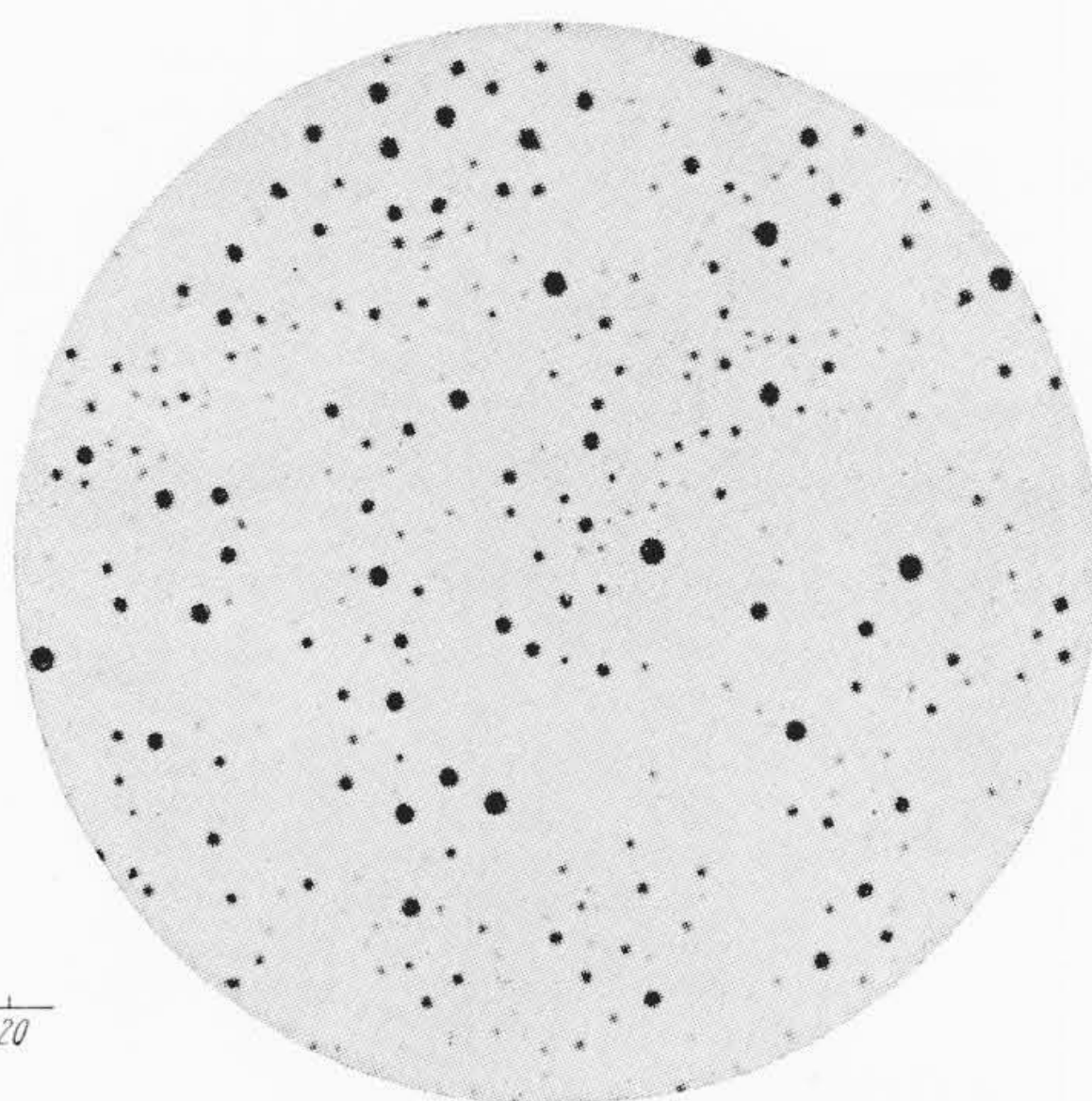
第9、10図に空気噴霧式Yジェット形バーナおよびリターンフロー形バーナの噴霧粒径顕微鏡写真の一例を示しているが、非常に良好で、ボイラ燃焼に十分適する粒径範囲にはいっている。Yジェット形バーナで蒸気噴射の場合にはさらに良好となることが予想される。

(b) 噴霧角特性

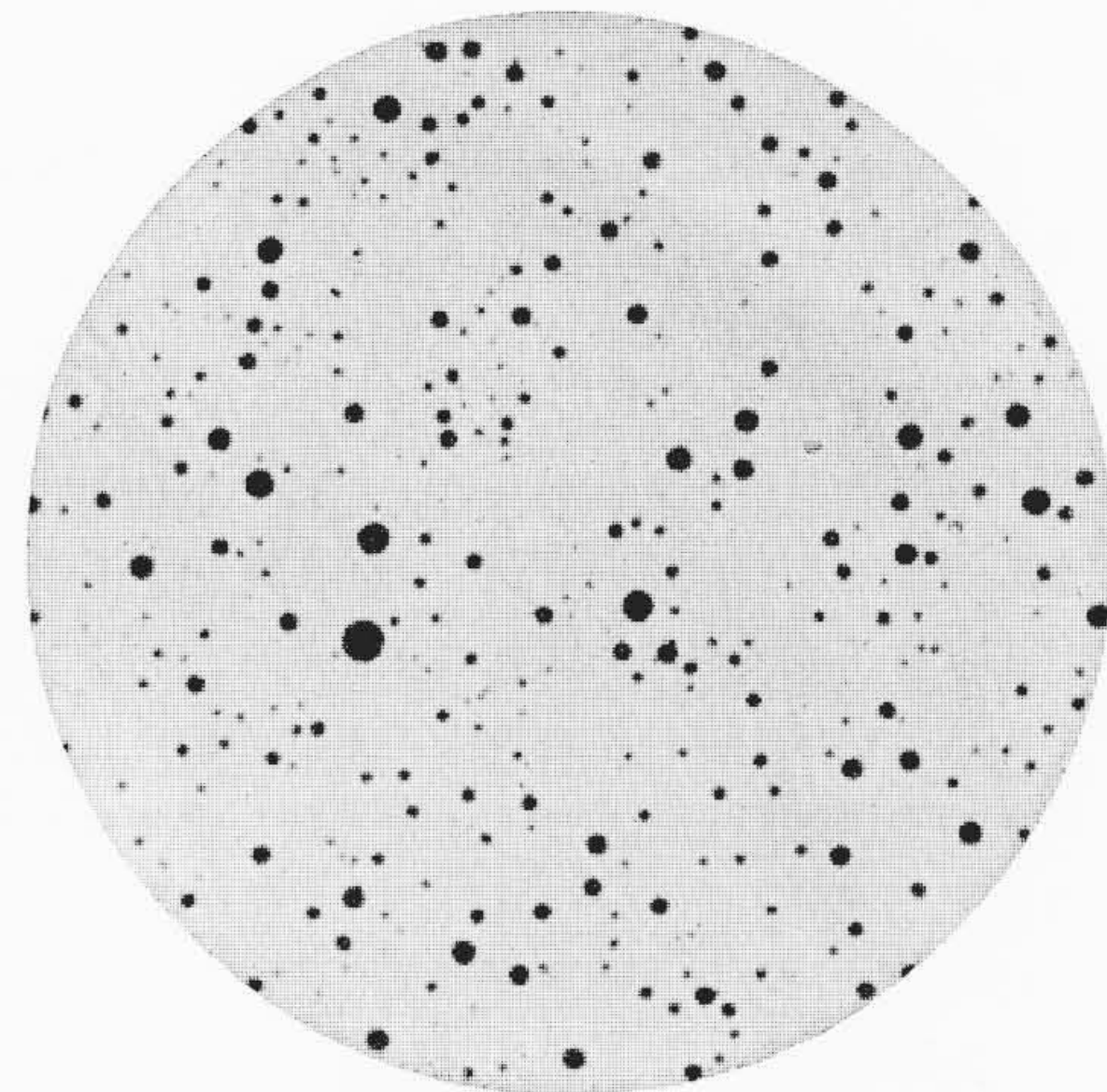
ストレートおよびYジェット形バーナは容量が変わっても当然噴霧角は一定であるが、リターン形は第11図のような変化を示す。



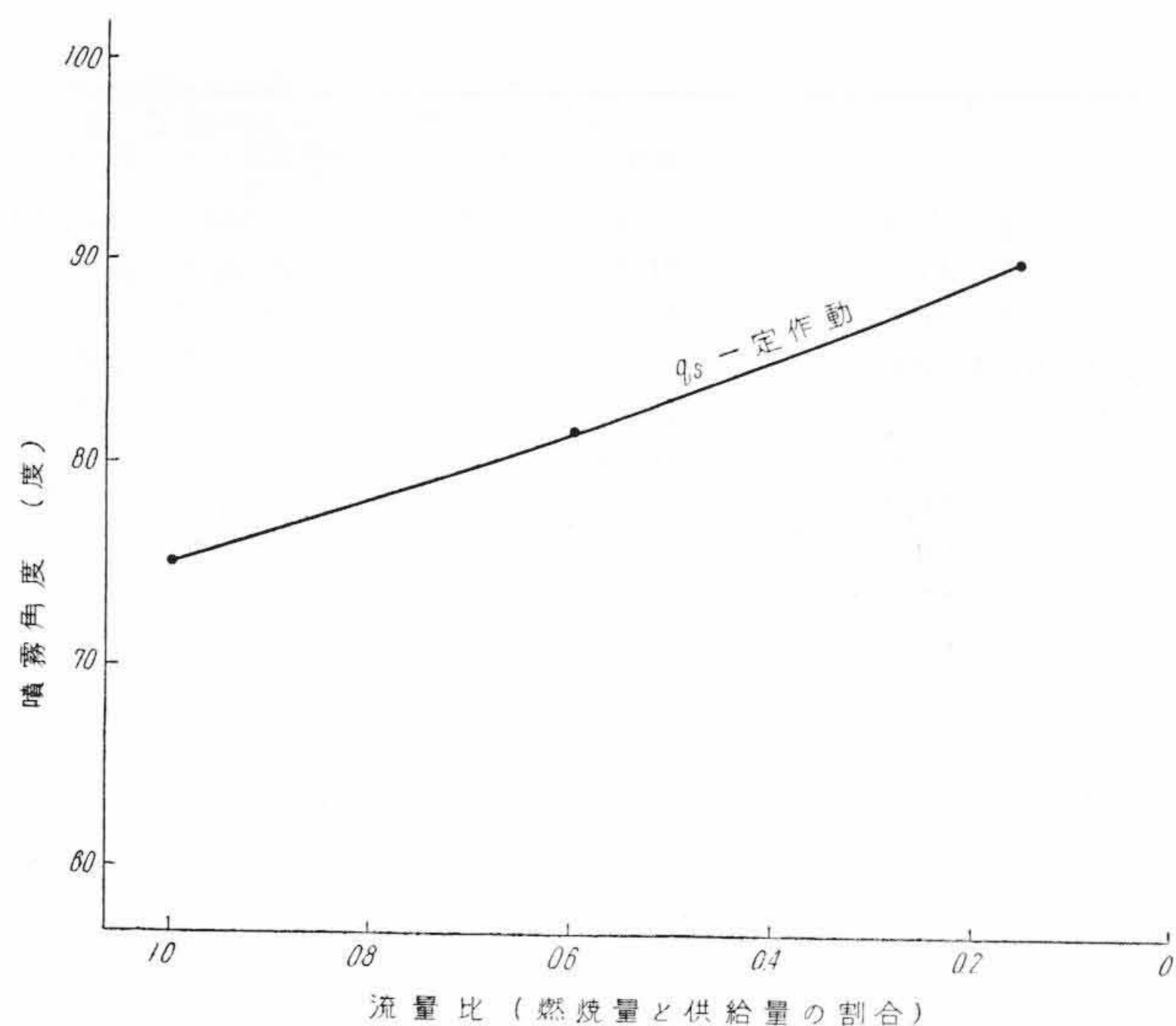
第8図 原油の粘度特性



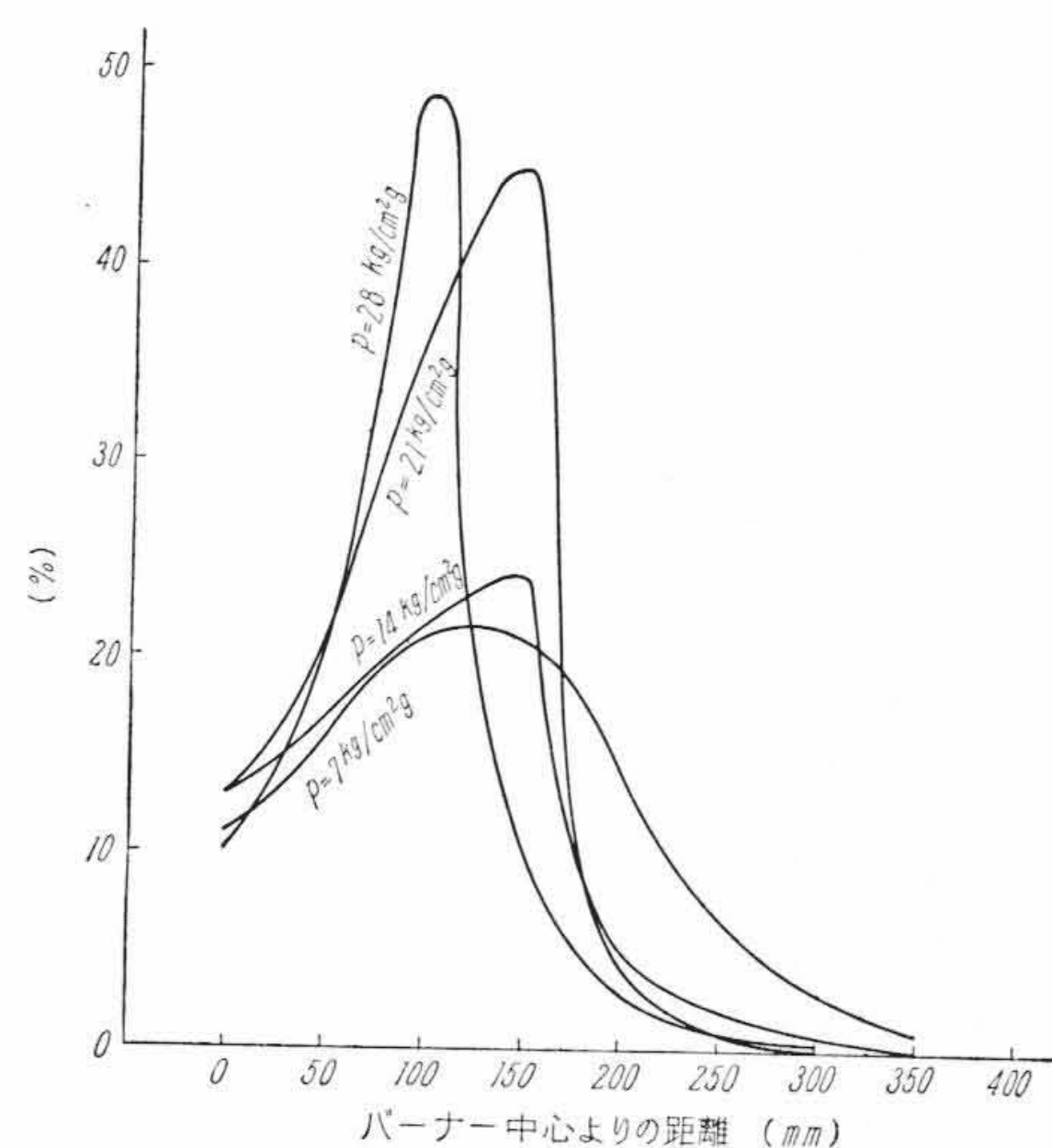
第9図 空気噴霧式Yジェット形バーナ噴霧粒径 (倍率17) 空気圧 7 kg/cm²g 油圧 3 kg/cm²g



第10図 リターンフロー形バーナ噴霧粒径 (倍率17) 供給圧力 22.5 kg/cm² 戻り圧力 12.5 kg/cm²



第 11 図 リターンフロー形バーナの噴霧角特性



第 12 図 ストレート形バーナ分散度特性

しかし重油使用の場合と差はなく良好な特性を示している。

(c) 分散度特性

第 12 図 にストレート形バーナの一例を示すが、油圧が上昇するほど分散度が集中してきて空気との接触混合を早め、燃焼に好都合である。リターン形もほぼ同じである。Y ジェット形バーナは多数のノズルから放射状に噴射するのでさらに良好な特性を示す。

(d) 流量特性

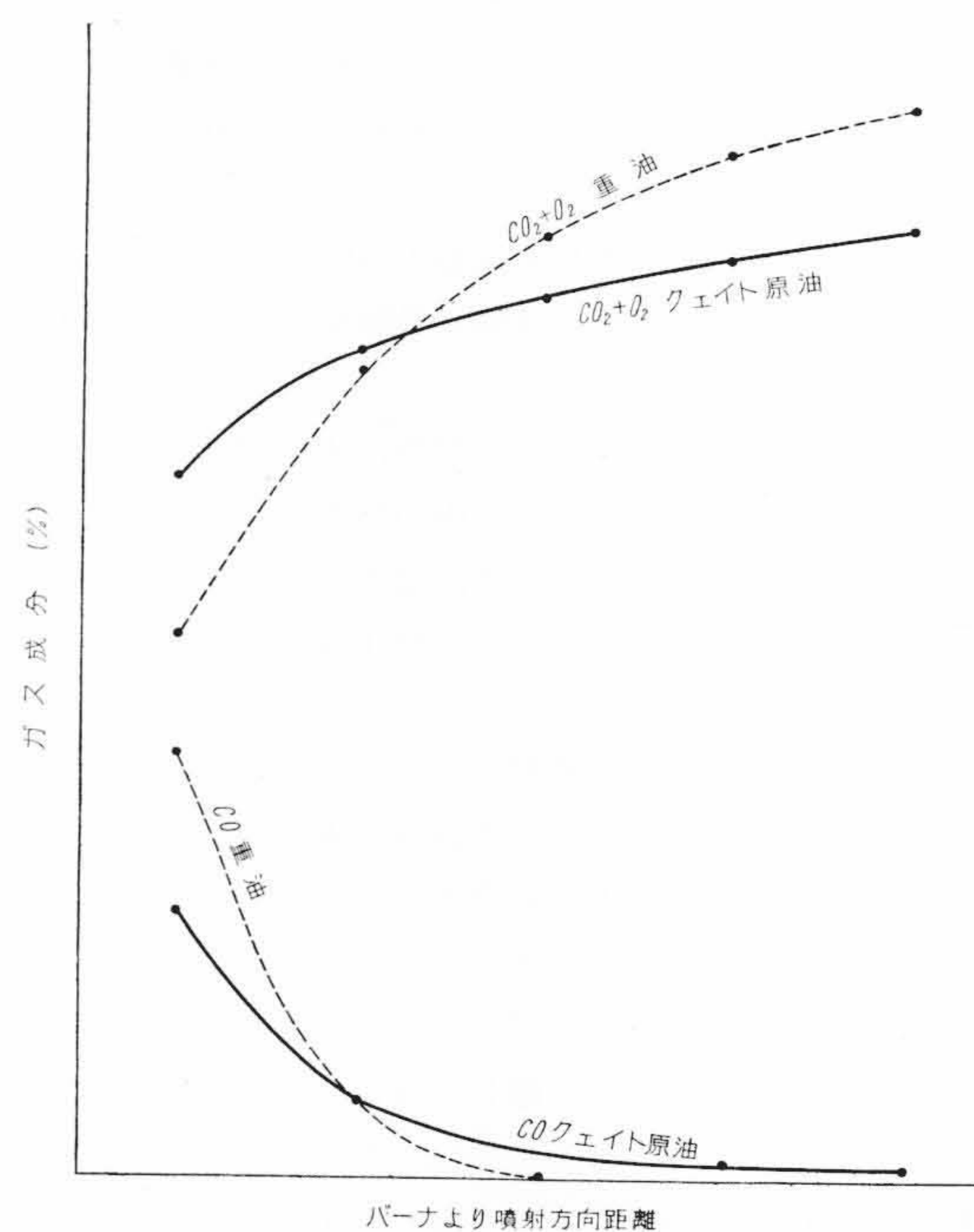
原油中揮発分の多いクエイト原油使用でも所定の容量特性を示した。ただし粘度、比重が異なるのでその差を考慮した設計とすることが必要である。

(e) 燃焼特性

重油燃焼に比べてどのように異なるかを見るため屋外の炉を用い、同一のバーナで同じ条件で原油と重油の比較燃焼をし、ガスを吸引測定した結果の一例を第 13 図に示す。原油を燃焼した場合のほうがわずかに CO% の減少度合がおそいように見受けられるが、そのほかは特に特性上の差は認められず、また揮発分が多いための振動の心配もなく十分良好な燃焼をうることがわかった。

(3) 実際ボイラへの応用

上記のようにバーナ自体にはなんら問題ないが、引火点の低いこと、揮発分の多いことで設備上種々注意を要する。たとえば配管、タンクなどは極力全熔接形を採用、フランジネジ式を使用

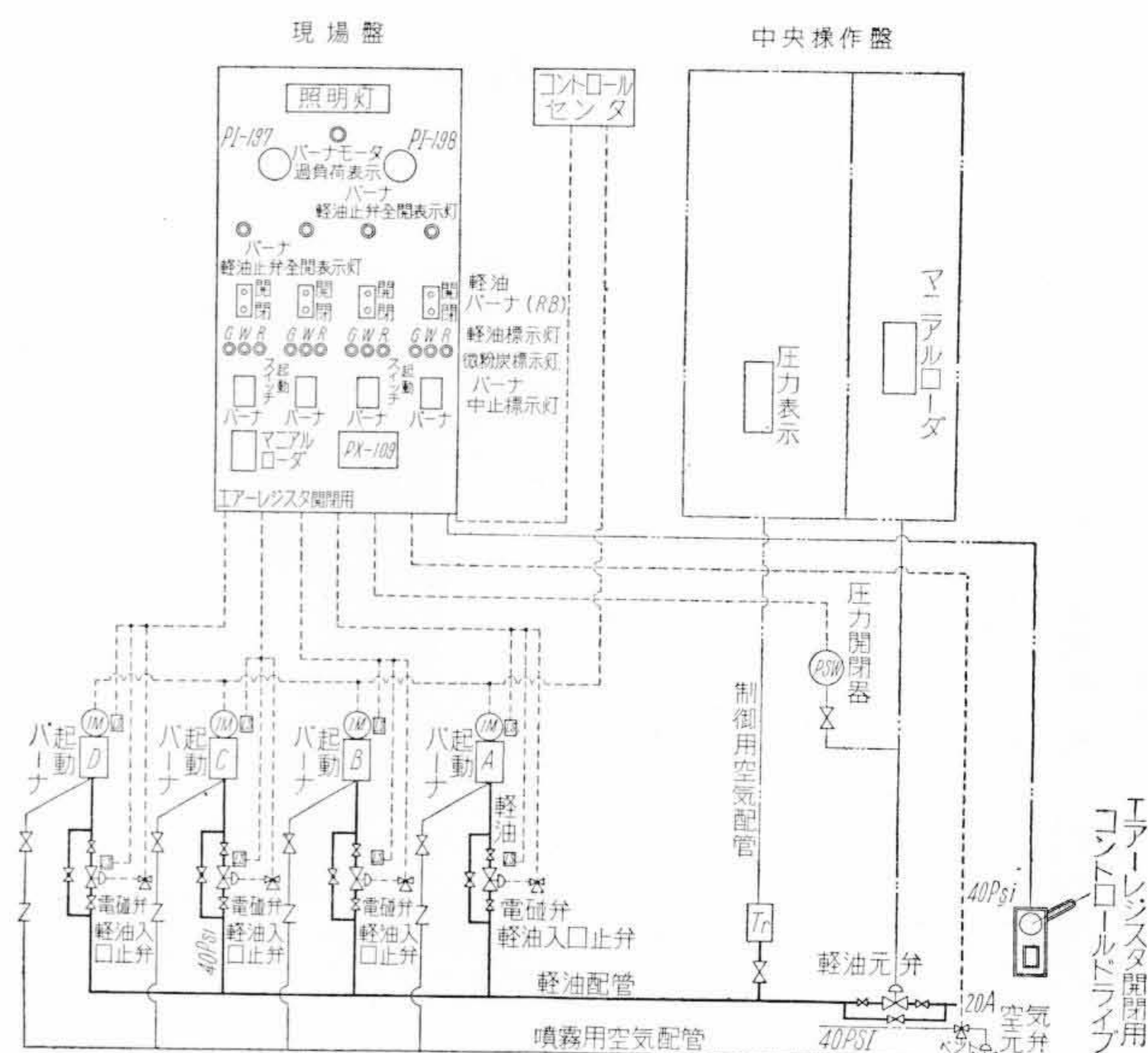


第 13 図 Y ジェット形バーナ火炎中ガス分析結果

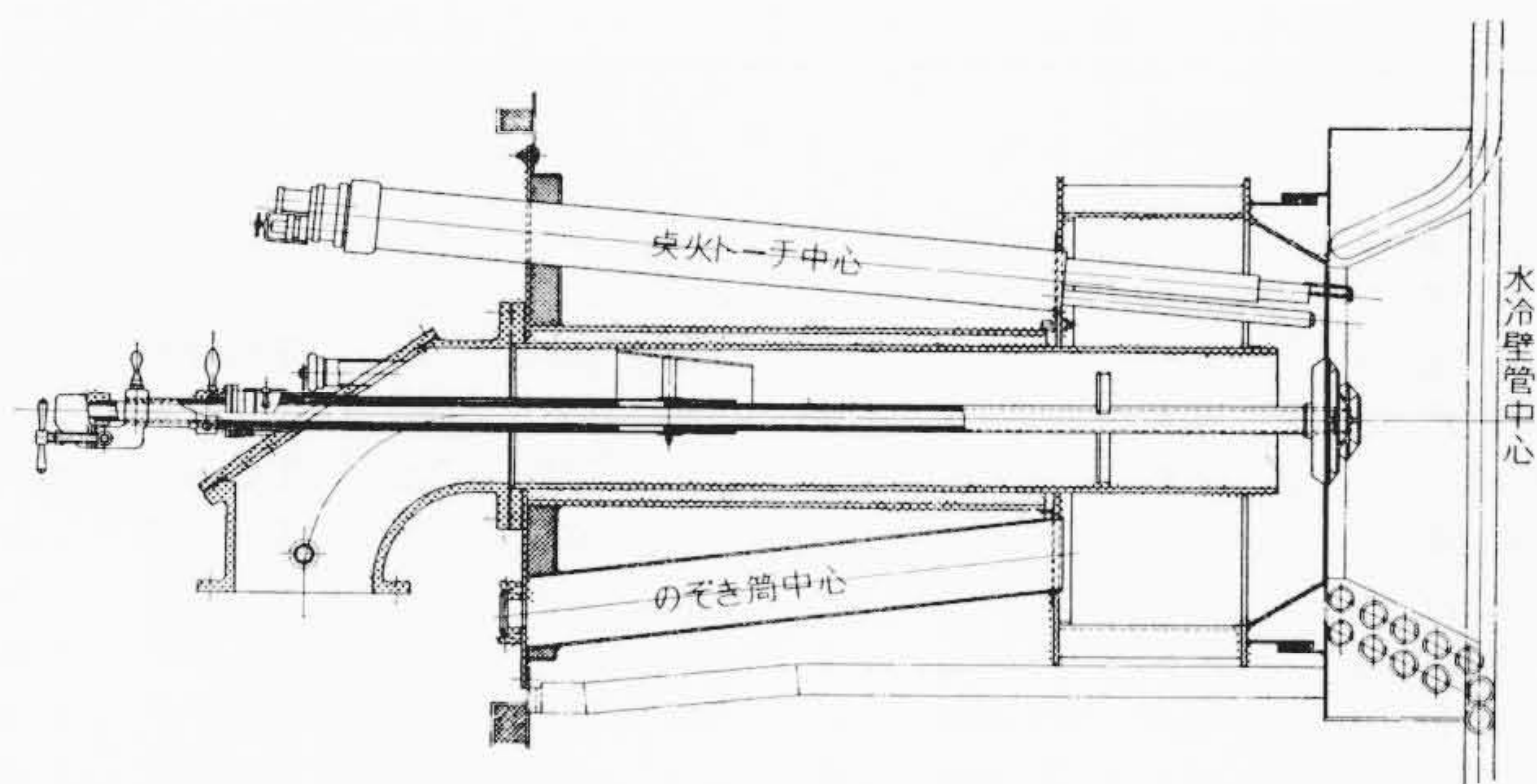
するときはパッキングおよび揮発性塗料の考慮をし、またアースの完備も行なう。さらにタンクに対してはフローチングルーフ式の採用と、静電気発生防止のくふうを要する。そのほか機器についてはストレーナパージの設備、ポンプのリーク防止、揮発性に対する材質の選定に意を用いる。モータ、スイッチ類は防爆に対する考慮をし、ガスリーク感知器などを設けることが必要である。以上日立製作所の屋外実験炉において中東産原油を使用し、噴霧燃焼せしめた結果であるが、ボイラに原油を使用することについては設備に対する十分な考慮を払うことのほかは特に問題なく、重油の場合と大差なく使用することができる。

2.1.4 遠方操作起動バーナ

最近のボイラ用オイルバーナは運転操作の簡易化そのほかの点から自動化の傾向にあり、日立製作所でも点火トーチのスパークからメインバーナの燃焼まで中央操作室のスイッチで自動的に操作できるよう設計中で、某発電所に納入予定となっているが、今回中国電力株式会社水島発電所用として起動バーナに遠方操作方式を採用し、製作納入した。これは容量 1,200 kg/h の B & W 空気噴霧式 Y

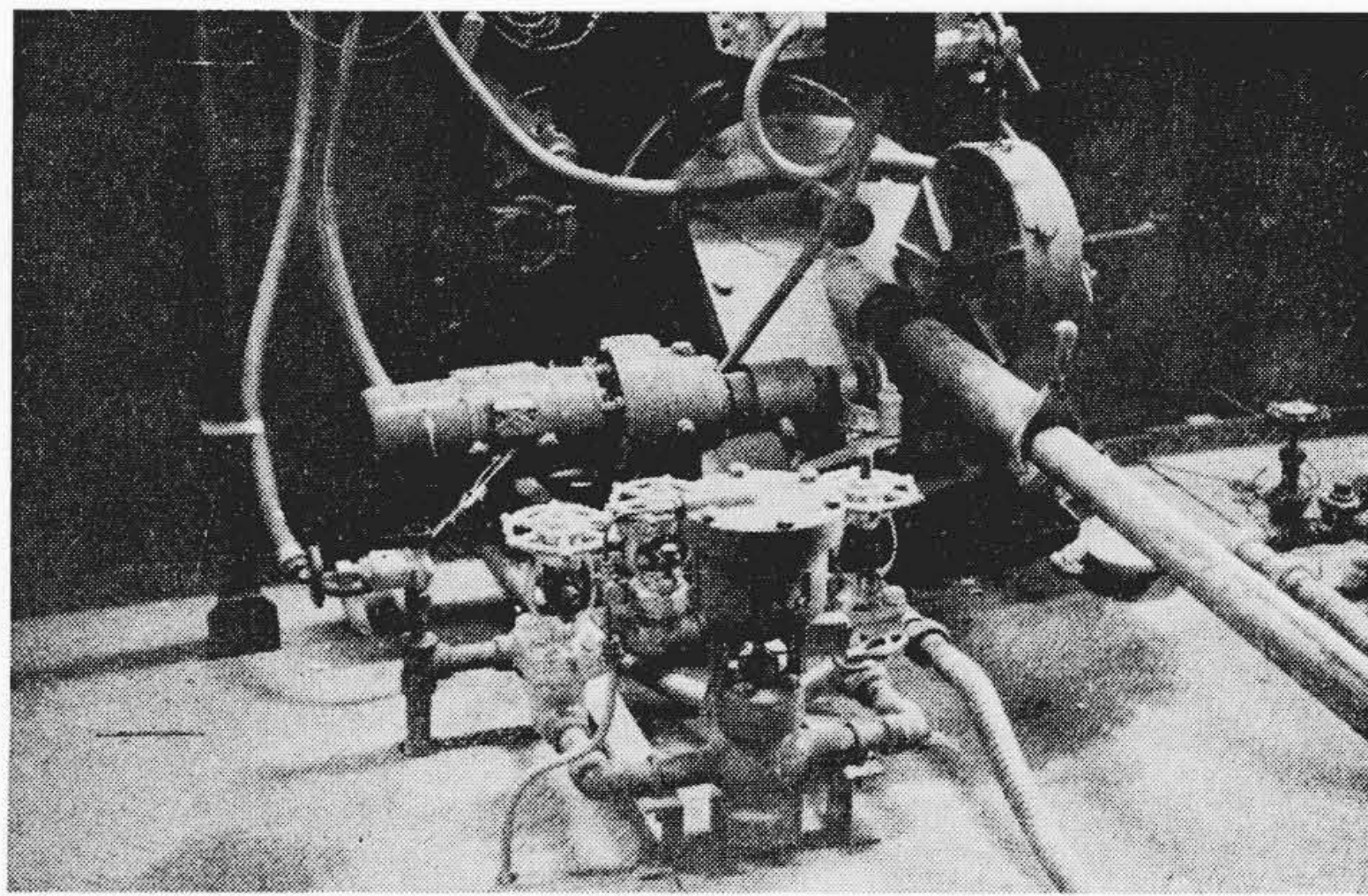


第 14 図 起動バーナ運転系統図



第15図 起動バーナ取付断面図

ジェット形バーナにサイクロ減速モータを取付けた電気式のものであるが、これを微粉炭のバーナ口と共用させて燃焼せしめるもので、軽油燃焼の場合、微粉炭燃焼の場合および停止の場合と、おのこのバーナ位置を遠方から操作できるものである。すなわち現場設置起動盤のスイッチによってサイクロ減速モータを運転し、これをラックとピニオンの運動に変え、所定位置への停止はリミットスイッチで行なわしめる。バーナの出し入れ操作ならびに軽油元弁などは電磁弁を使用し、またエアレジスタは、コントロールドライブを動かして、中央のマニアルロードから開閉可能としている。第14図は起動バーナ運転系統図、第15図はバーナ取付断面図、第16図は完成後の外観を示す。



第16図 起動バーナ

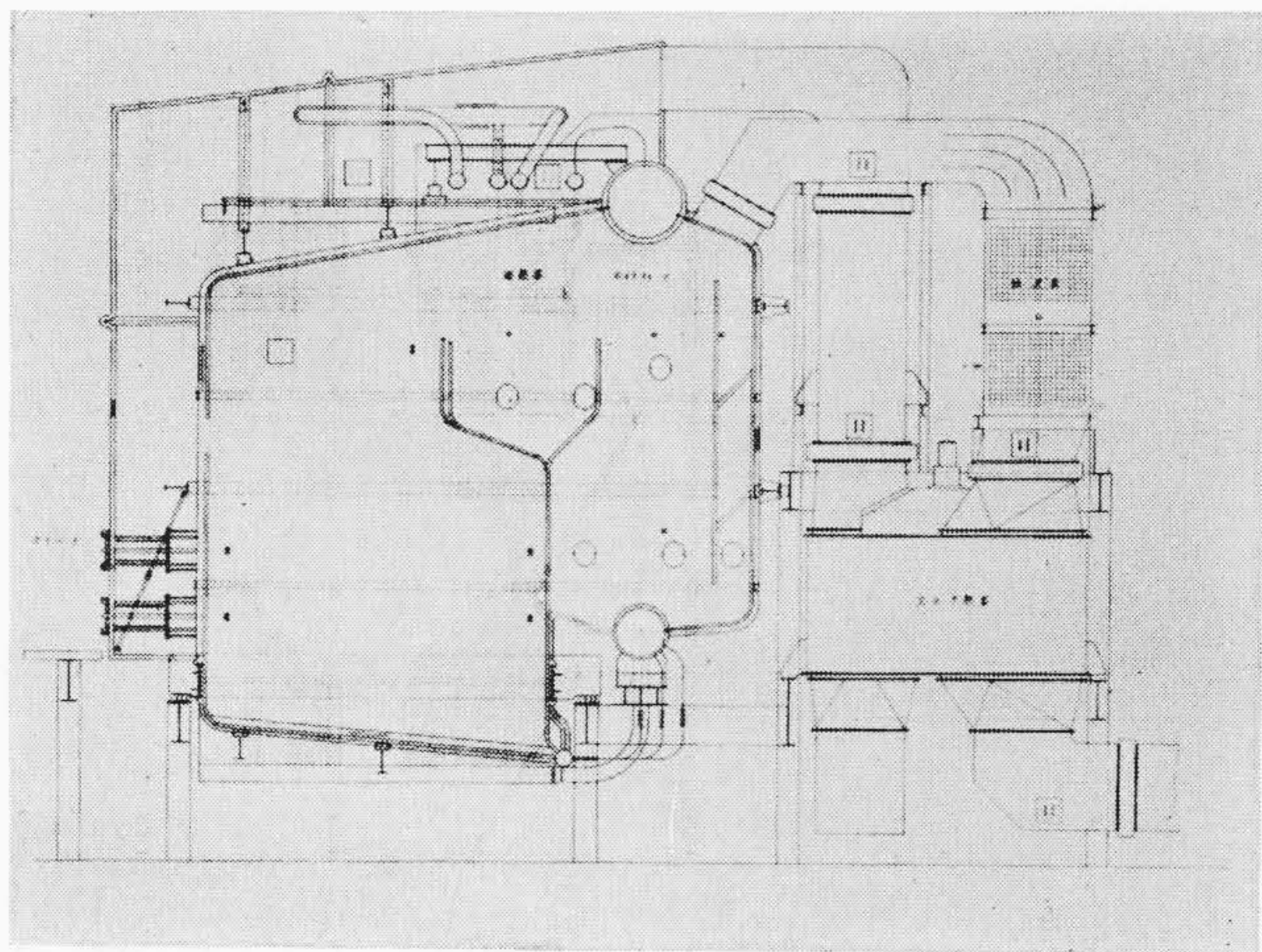
2.1.5 産業用ボイラ

産業用バブコック日立ボイラの実績は、納入基数45基、総容量1,591 t/hに達し、前年の32基735 t/hを大幅に上回っている。これを形式別にみると、二胴放射形11基959 t/h、単胴放射形5基340 t/h、FH形1基30 t/h、BH形12基198 t/h、FM形6基64 t/hとなっている。

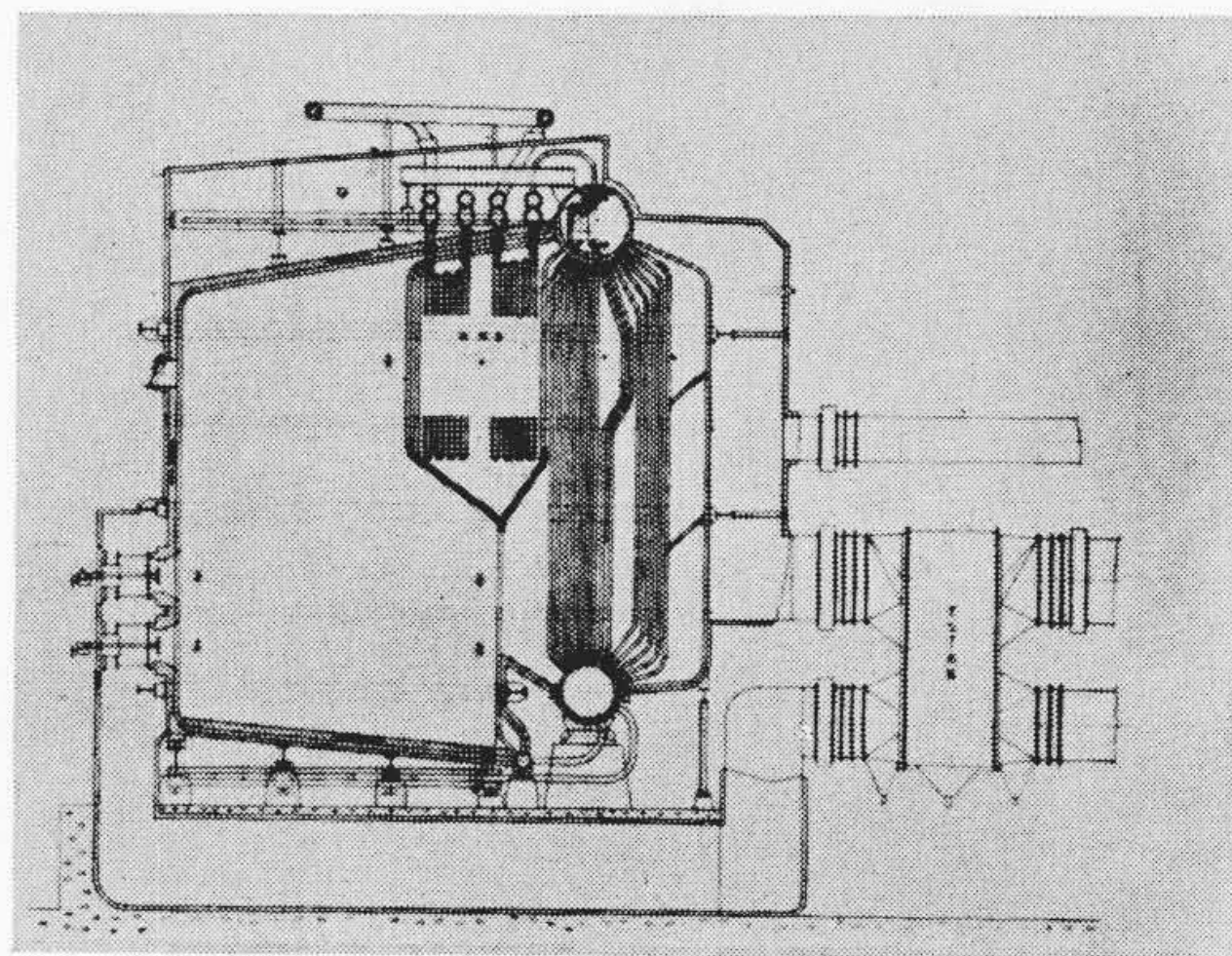
なお二胴放射形の中には、インド向輸出の4基254 t/hが含まれている。次に主製品の一部を紹介する。

(1) 昭和電工株式会社市原火力発電所納75 MW ボイラ

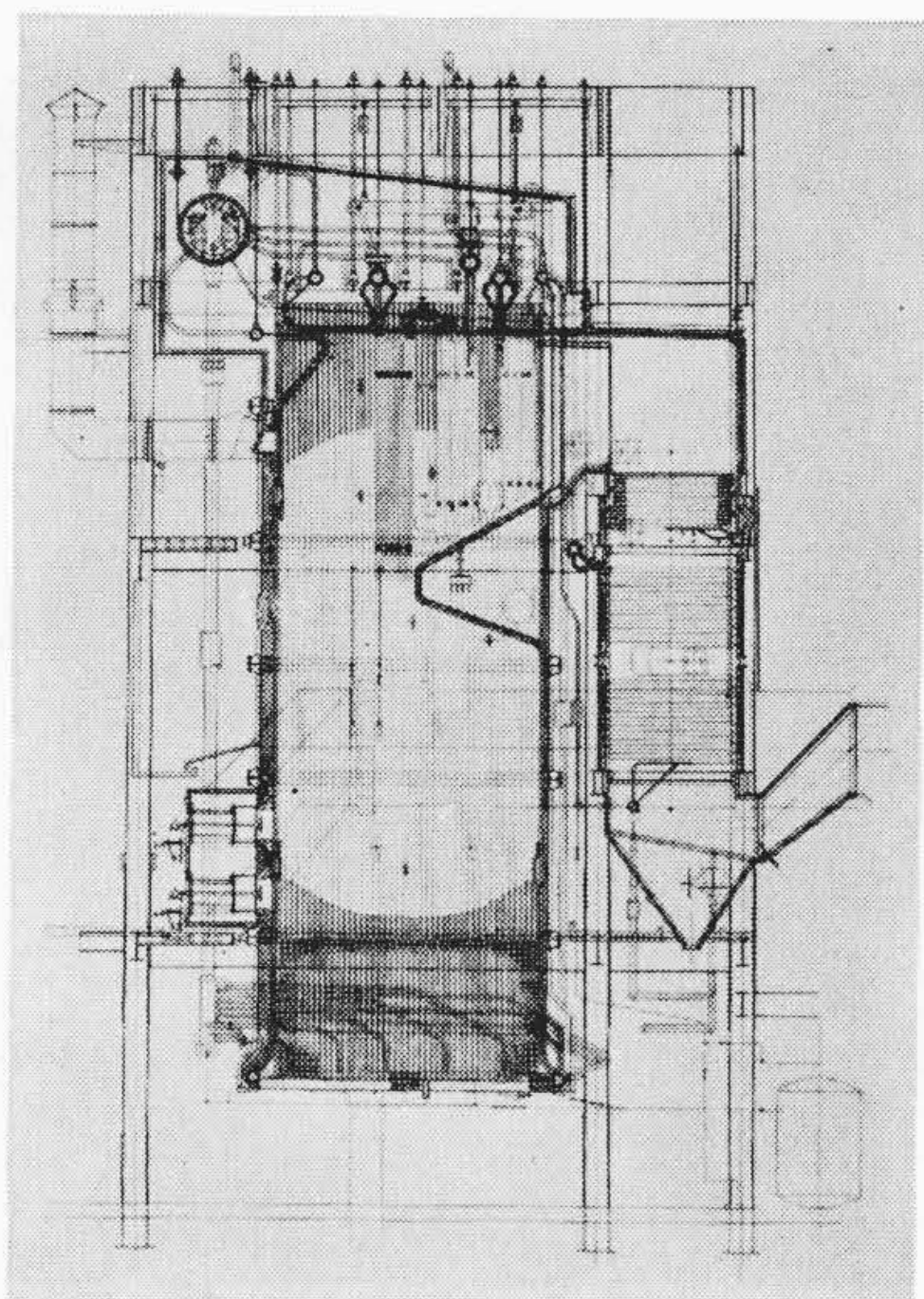
タービン発電機と組み合わせたボイラで現在第1号罐より、第4号罐迄を受注、設計製作中である。産業用ボイラに属するが用



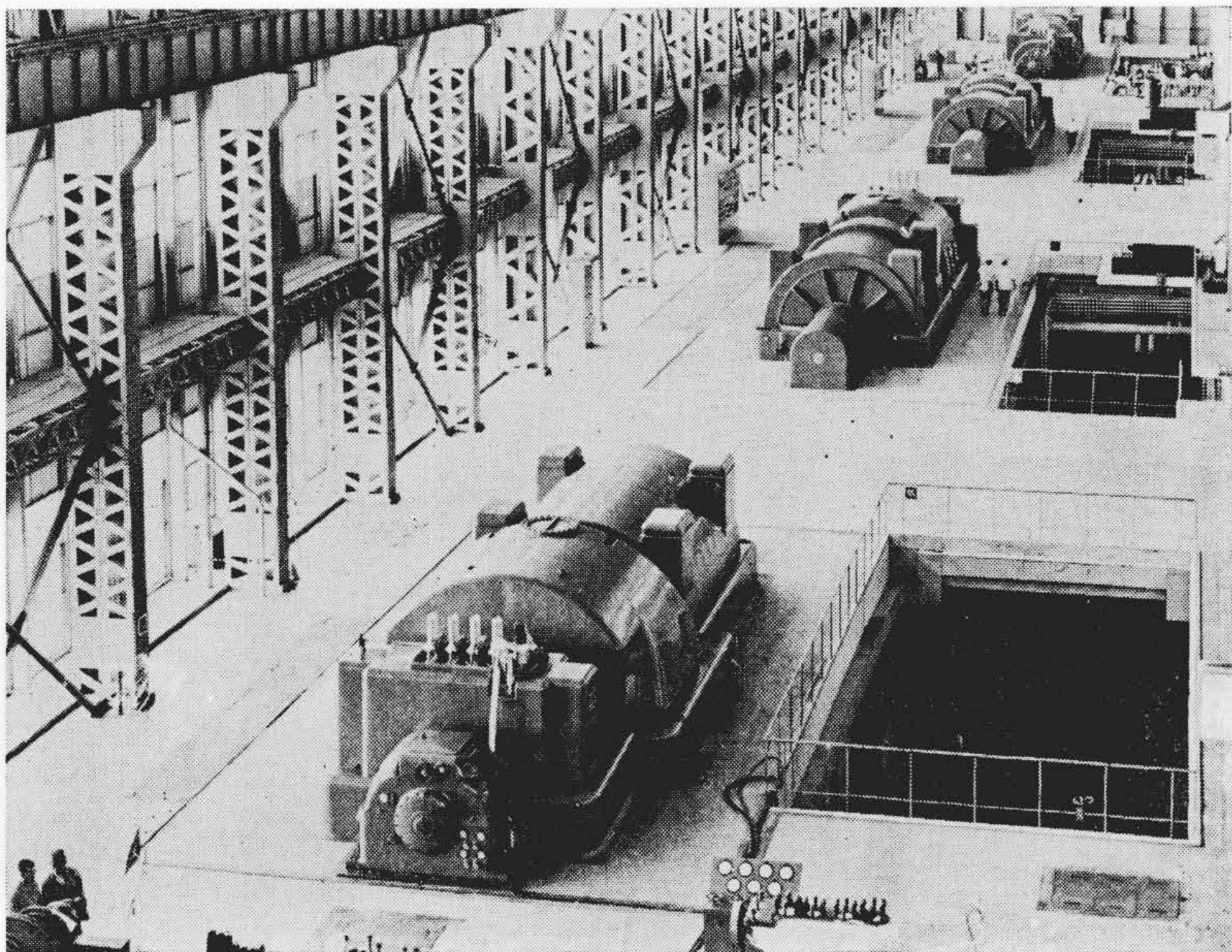
第17図 信越化学工業株式会社直江津工場納25 MW ボイラ



第19図 丸善石油株式会社関東製造所納5,800 kW ボイラ



第18図 帝国人造絹糸株式会社松山工場納10.7 MW ボイラ



第20図 常磐共同火力株式会社納勿来発電所75,000 kW 再熱タービン

途は、他の発電用ボイラと全く同一である。

仕様 260 t/h×106 kg/cm²g×541°C 再熱式単胴放射形

(2) 信越化学工業株式会社直江津工場納 25 MW ボイラ

ガス体燃料専焼ボイラとしては、わが国最大容量である。工場用蒸気および電力を得る為、25 MW 抽気復水タービンに送気するボイラで第17図はこれを示す。

仕様 160 t/h×92 kg/cm³g×485°C 二胴放射形

(3) 帝国人造絹糸株式会社松山工場納 10.7 MW ボイラ

10.7 MW 自家発電用として受注したものであるが中容量でありながら、高温高压であることが特長である。第18図はこれを示す。

仕様 80 t/h×143 kg/cm²g×541°C 単胴放射形

(4) 丸善石油株式会社関東製油所納 5,800 kW ボイラ

5,800 kW 自家発電用ボイラで背圧タービンの排気をプロセス用としている。第19図はこれを示す。

仕様 104 t/h×83 kg/cm²g×445°C 二胴放射形

2.2 タービン

2.2.1 事業用大容量タービン

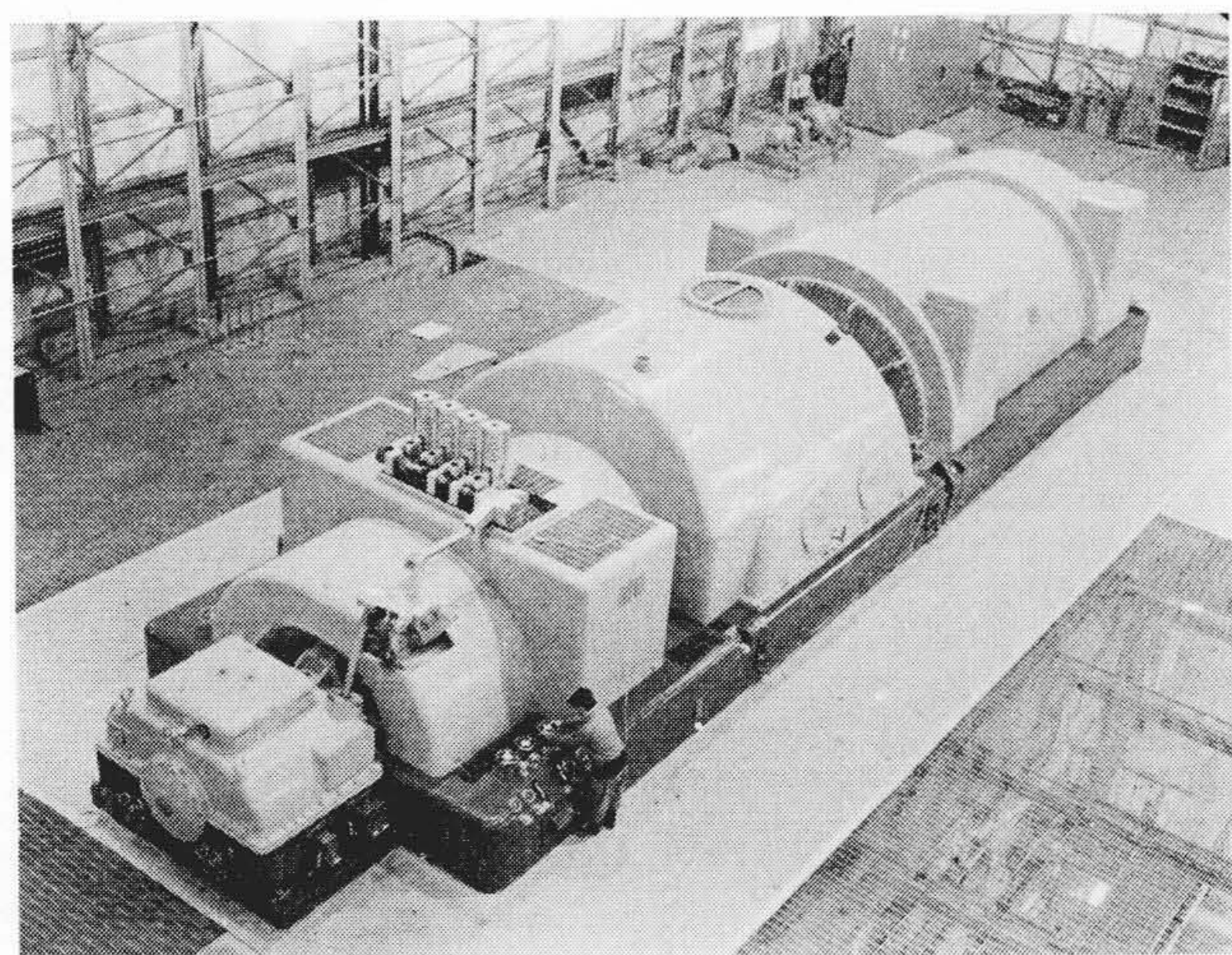
激増する電力需要にこたえて、大容量再熱タービンの生産態勢規模も一段と増強され、新たに多数の汽機が完成納入された。

すなわち、常磐共同火力株式会社納勿来発電所第4号機および第5号機(第20図)、ならびに北海道電力株式会社納滝川火力発電所

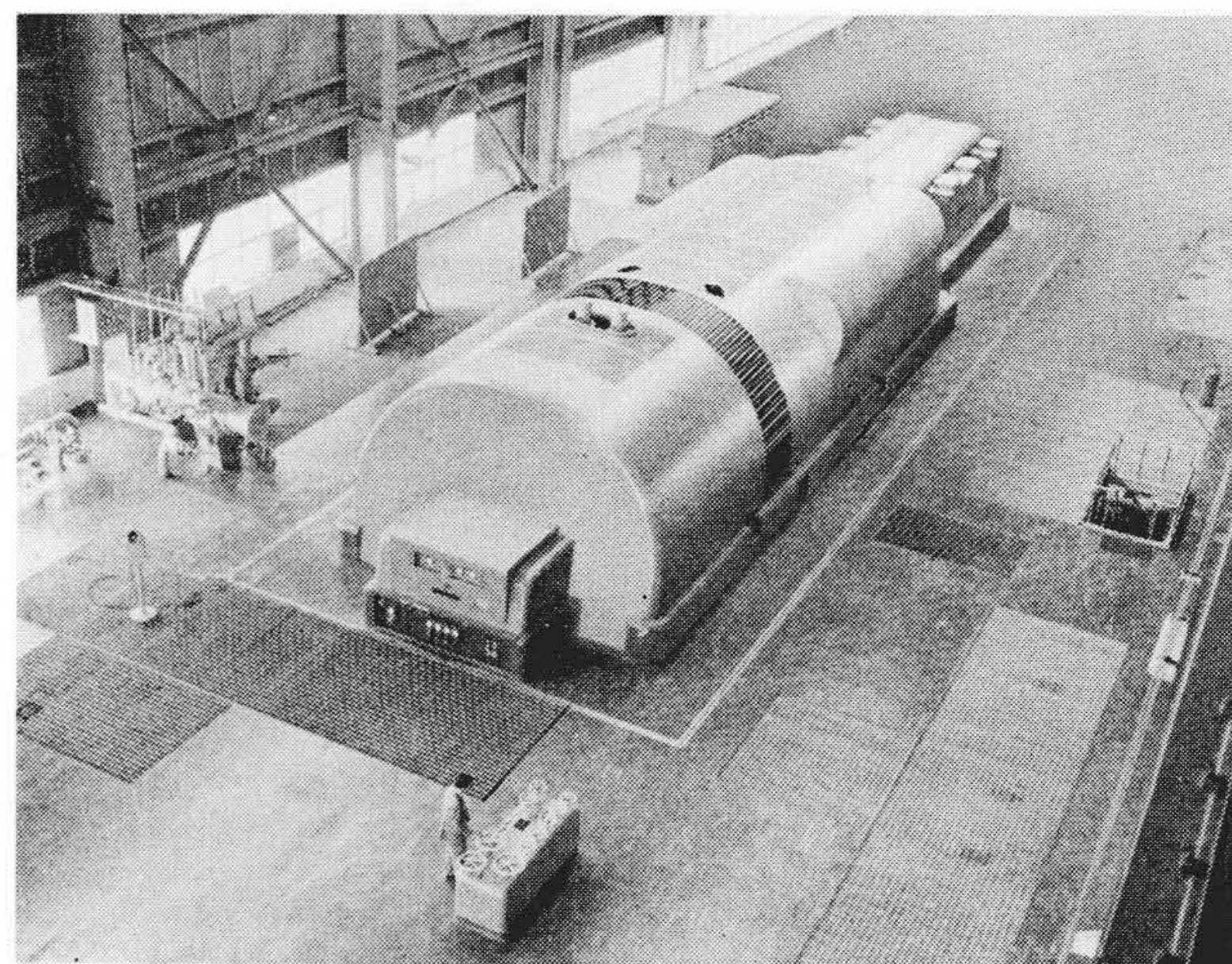
第4表 最近納入または製作中の再熱タービン

納入先	発電所名	出力(kW)	主蒸気圧力(kg/cm ² g)	主蒸気温度(°C)	再熱温度(°C)	排気圧力(mm Hg)	タービン形式	回転数rpm
東京電力	新東京#3	75,000	102	538	538	722	TCDF	3,000
東京電力	新東京#5	75,000	102	538	538	722	TCDF	3,000
東北電力	八戸#1	75,000	102	538	538	728	TCDF	3,000
国有鉄道	川崎#2	75,000	102	538	538	722	TCDF	3,000
北海道電力	滝川#1	75,000	102	538	538	722	TCDF	3,000
東北電力	仙台#2	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
東京電力	品川#2	125,000	127	538	538	722	TCDF	3,000
常磐共同火力	勿来#3	75,000	102	538	538	727	TCDF	3,000
東京電力	川崎#2	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
常磐共同火力	勿来#4	75,000	102	538	538	727	TCDF	3,000
中国電力	水島#1	125,000	127	538	538	722	TCDF	3,600
東京電力	品川#3	125,000	127	538	538	722	TCDF	3,000
常磐共同火力	勿来#5	75,000	102	538	538	727	TCDF	3,000
北海道電力	滝川#3	75,000	102	538	538	722	TCDF	3,000
東北電力	仙台#3	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
東京電力	横浜#1	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
清水共同発電	新清水#1	75,000	127	538	538	722	TCDF	3,600
清水共同発電	新清水#2	75,000	127	538	538	722	TCDF	3,600
東京電力	五井#2	265,000	169	566	566	722	CC4F	3,000
北海道電力	新江別#1	125,000	127	538	538	722	TCDF	3,000
東京電力	横浜#3	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
中国電力	水島#2	156,250	169	566	538	722	TCDF	3,600
東北電力	新潟#2	125,000	127	538	538	728	TCDF	3,000
東京電力	川崎#4	175,000	169	566	538	722	TCTF	3,000
関西電力	春日出#2	156,250	169	566	538	722	TCDF	3,600

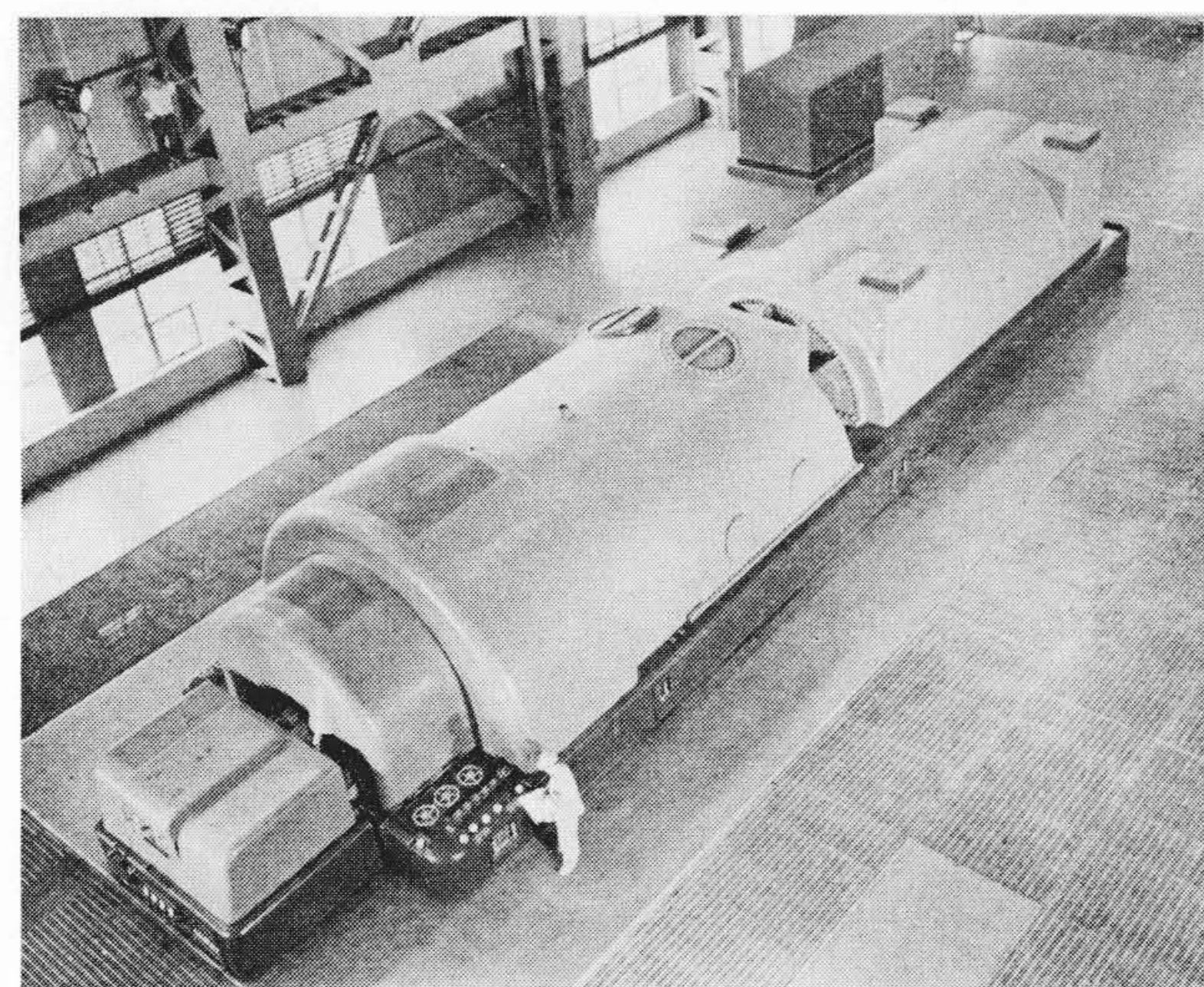
第3号機(第21図)の各75 MWタービン、東京電力株式会社納品川



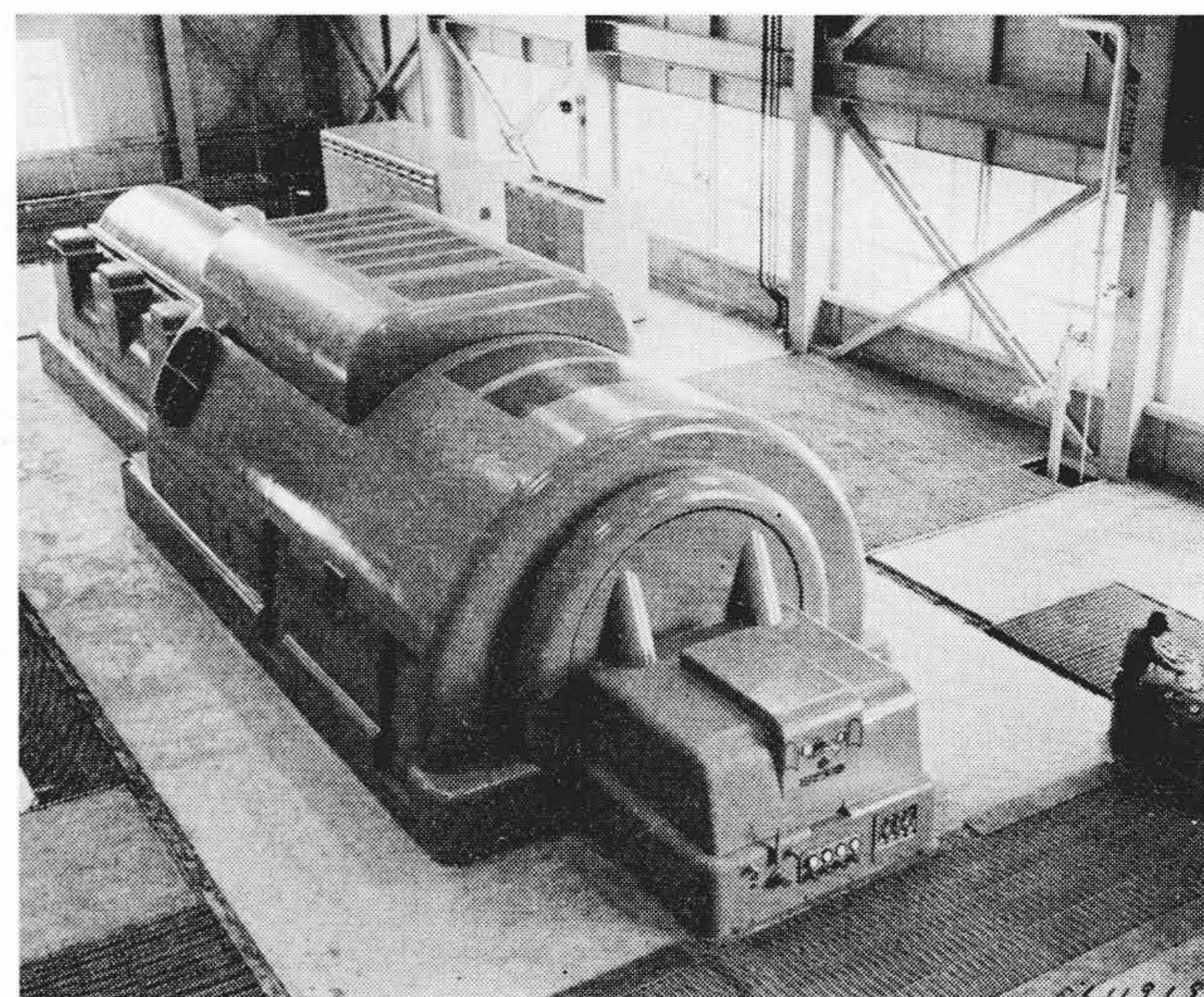
第21図 北海道電力株式会社納滝川発電所
75,000 kW 再熱タービン



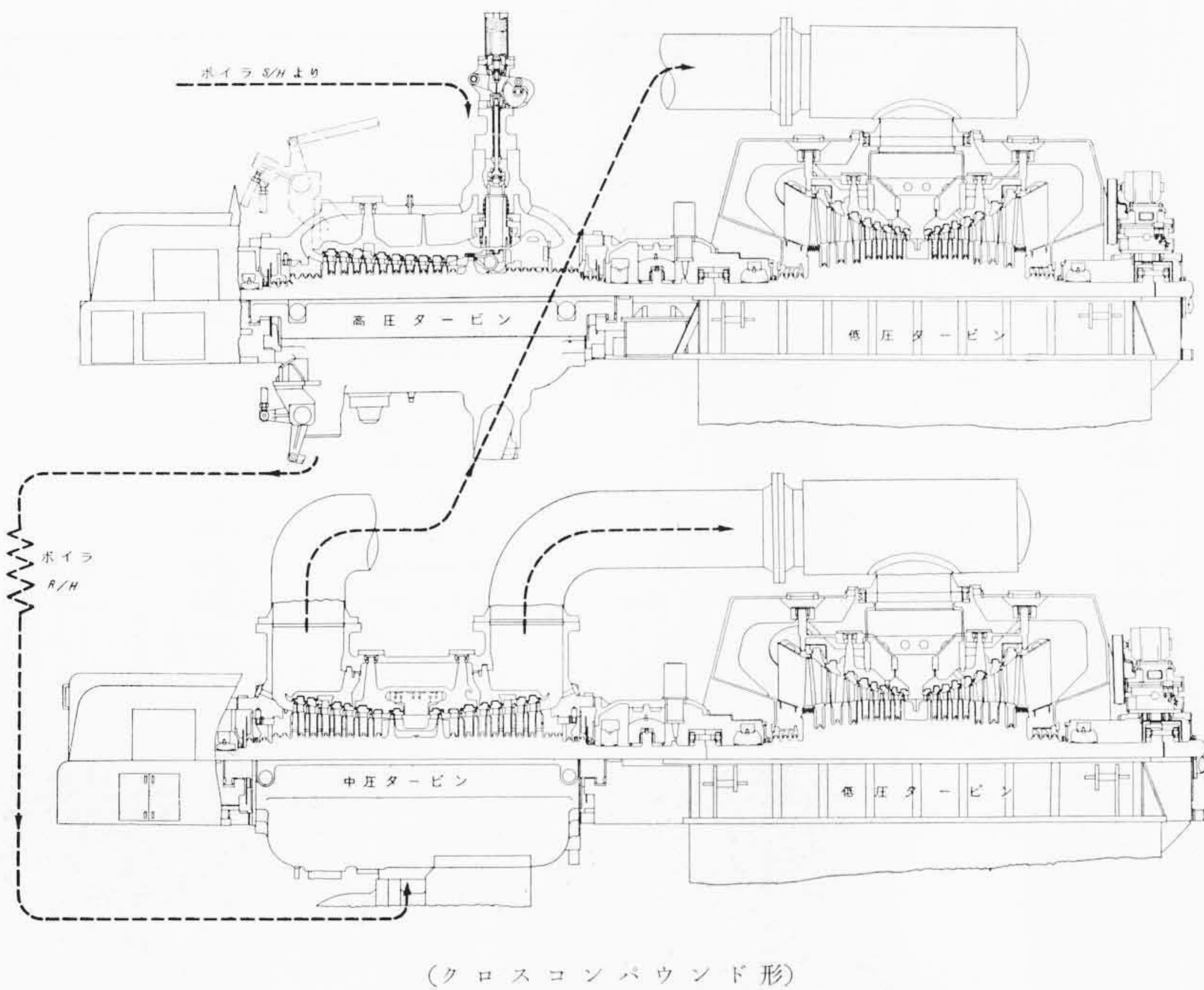
第23図 東京電力株式会社納川崎火力発電所
175,000 kW 再熱タービン



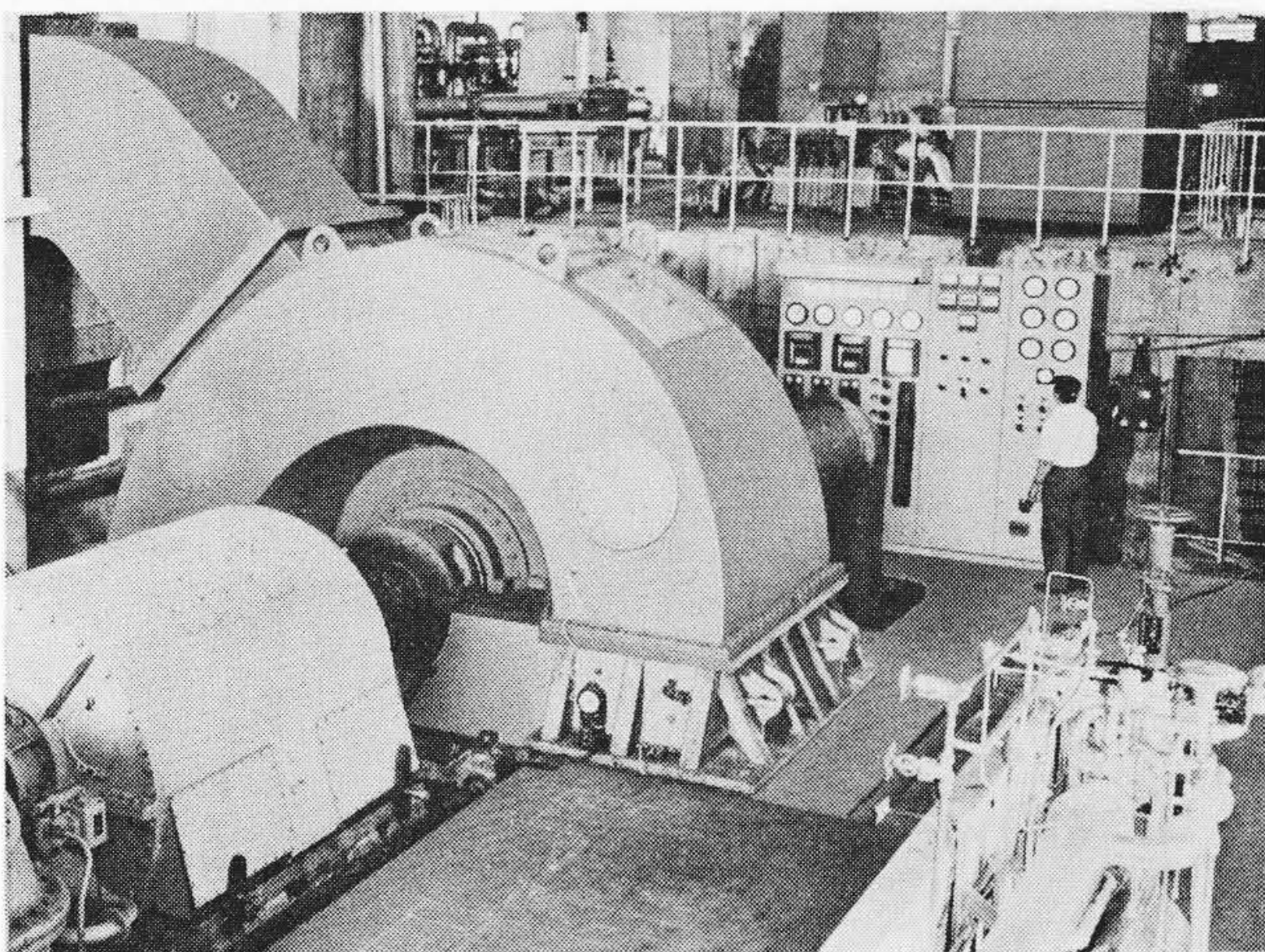
第22図 東京電力株式会社納品川火力発電所
125,000 kW 再熱タービン



第24図 中国電力株式会社納水島発電所
125,000 kW 再熱タービン



第 25 図 東京電力株式会社納五井火力発電所 265,000kW 再熱タービン



第 26 図 長翼試験用の実物大低圧タービン試験装置

火力発電所第 3 号機の 125 MW (第 22 図) および東京電力株式会社納川崎火力発電所第 2 号機 175 MW (第 23 図) のようにすでに同形機がすぐれた実績をあげている汽機のほかに、60 用新鋭機として中国電力株式会社納水島発電所 125 MW (第 24 図) の各タービンがそれぞれ現地運転にはいり、いずれも優秀な性能を発揮している。

これら大容量再熱タービンは第 3 表に見るようになお多数受注済であり、特に単機容量においては大幅に記録を更新し、東京電力株式会社納五井火力発電所 265 MW などの汽機を加えて、目下製作ならびに据付試運転中の汽機の総出力は 2,000 MW に達している。

なおタービン形式についても、従来のタンデムコンパウンド形(単軸)汽機ばかりでなく、265 MW では第 25 図に示すように、クロスコンパウンド形(2軸)汽機が新しく採用されており、今後、汽機容量および発電所の配置計画条件に応じて検討されるべき形式として注目されている。

またこれらの多数の設計製作実績に基いて、引続き単機容量増大の需要に呼応して、250, 325, 350, 375 MW などの汽機の標準設計を完了し、さらに 400 MW 以上の汽機についても基本計画をまとめて超大容量汽機製作への態勢を固めている。

このような相つぐ発電プラントの大容量高温高压化の動きに対応

する新鋭タービン開発への基盤としての研究面では、各種耐熱材料に関する総合的研究をはじめとして、タービン翼の高速翼列風洞による研究および第 26 図に示す超大形タービン用の低圧最終段長翼に関する実物大低圧タービン試験装置による研究のほか、将来の発電所運転の自動化のためのプログラム制御についても検討を進めるなど、多彩な研究を有機的に推進させている。

2.2.2 輸出用タービン

前述のように、国内にて多数の大容量汽機の製作実績をあげた技術が国際市場においてもその真価が認められ日立タービンは海外各地に進出を見せている。

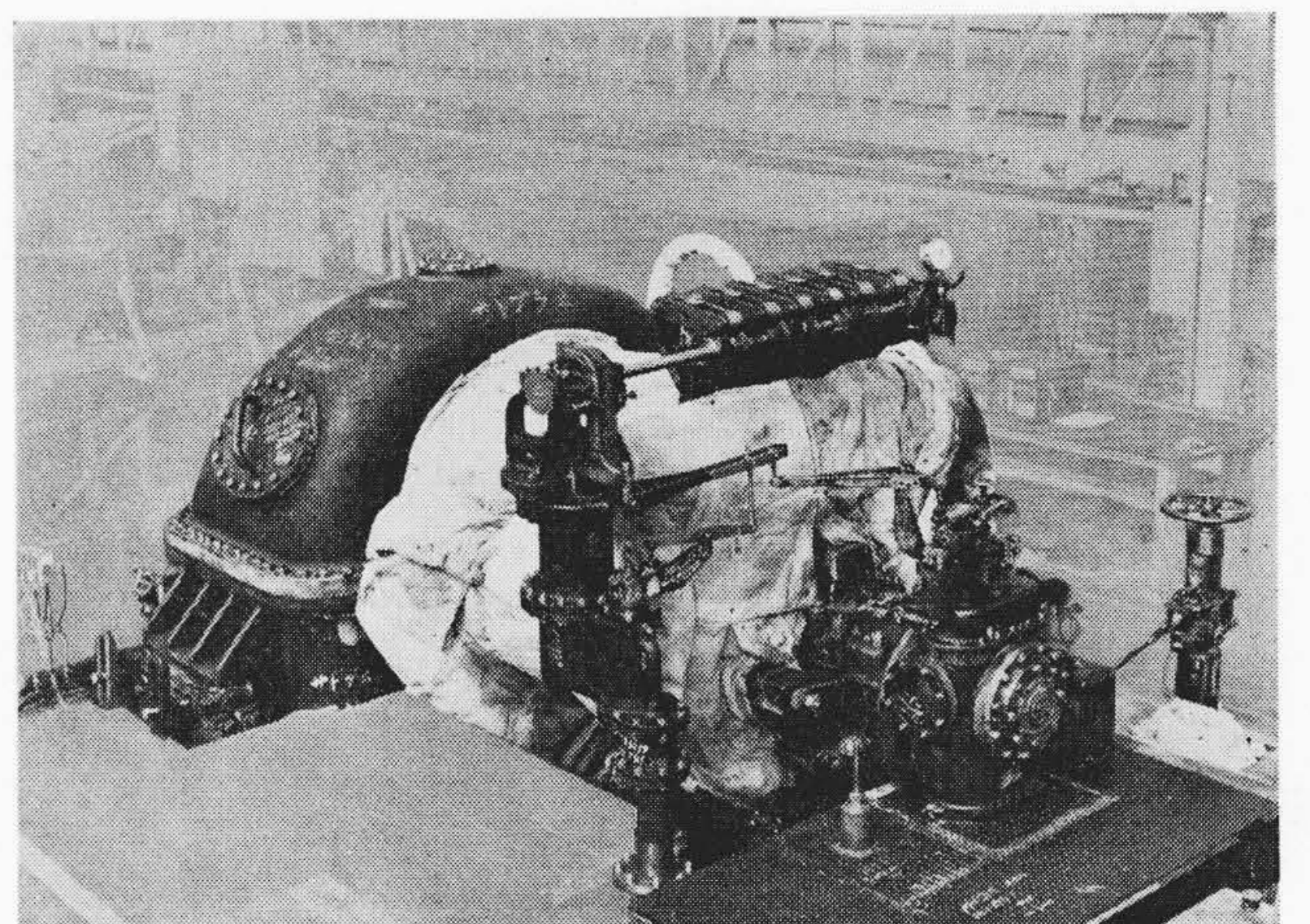
すなわち第 5 表に示すように 10~30 MW の発電用復水式タービンをインド向け 3 台、アルゼンチン向け 3 台、韓国向け 1 台をそれぞれ受注し、各地の国情に応じて慎重な計画のもとに設計製作を行ない、そのうちインド、サトプラ発電所納 10 MW タービン(第 27 図)はすでに好調に工場試運転を終了し、目下現地据付調整

中である。

なお今後予想される貿易の自由化に対処して、ますますその国際市場開拓を進めるため研究を重ねている。

第 5 表 最近納入または製作中の輸出用タービン

納入国名	発電所名	定格出力(kW)	台数	タービン形式	主蒸気圧力(kg/cm ² g)	主蒸気温度(°C)	排気圧力(mm Hg)	回転数(rpm)
インド	サトプラ	10,000	1	復水式	28.1	399	679	3,000
インド	ネロール	30,000	1	復水式	60	482	705.4	3,000
インド	ハルドアガンチ	30,000	1	復水式	60	482	702.8	3,000
アルゼンチン	バランケラス	10,000	3	復水式	40	435	722	3,000
韓国	サムチョック	30,000	1	復水式	60	482	722	3,600



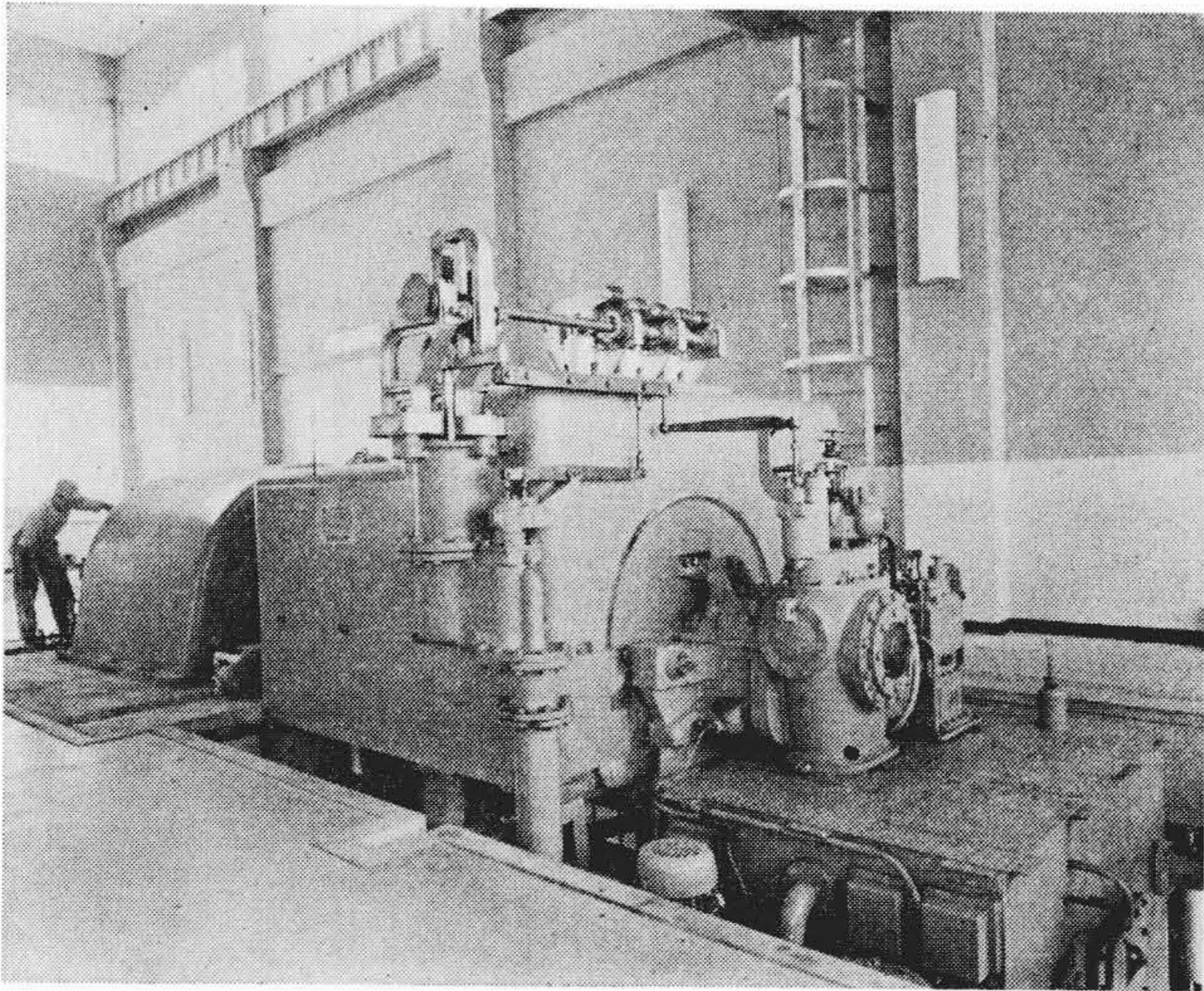
第 27 図 インド、サトプラ発電所 10,000 kW 復水タービン

2.2.3 産業用タービン

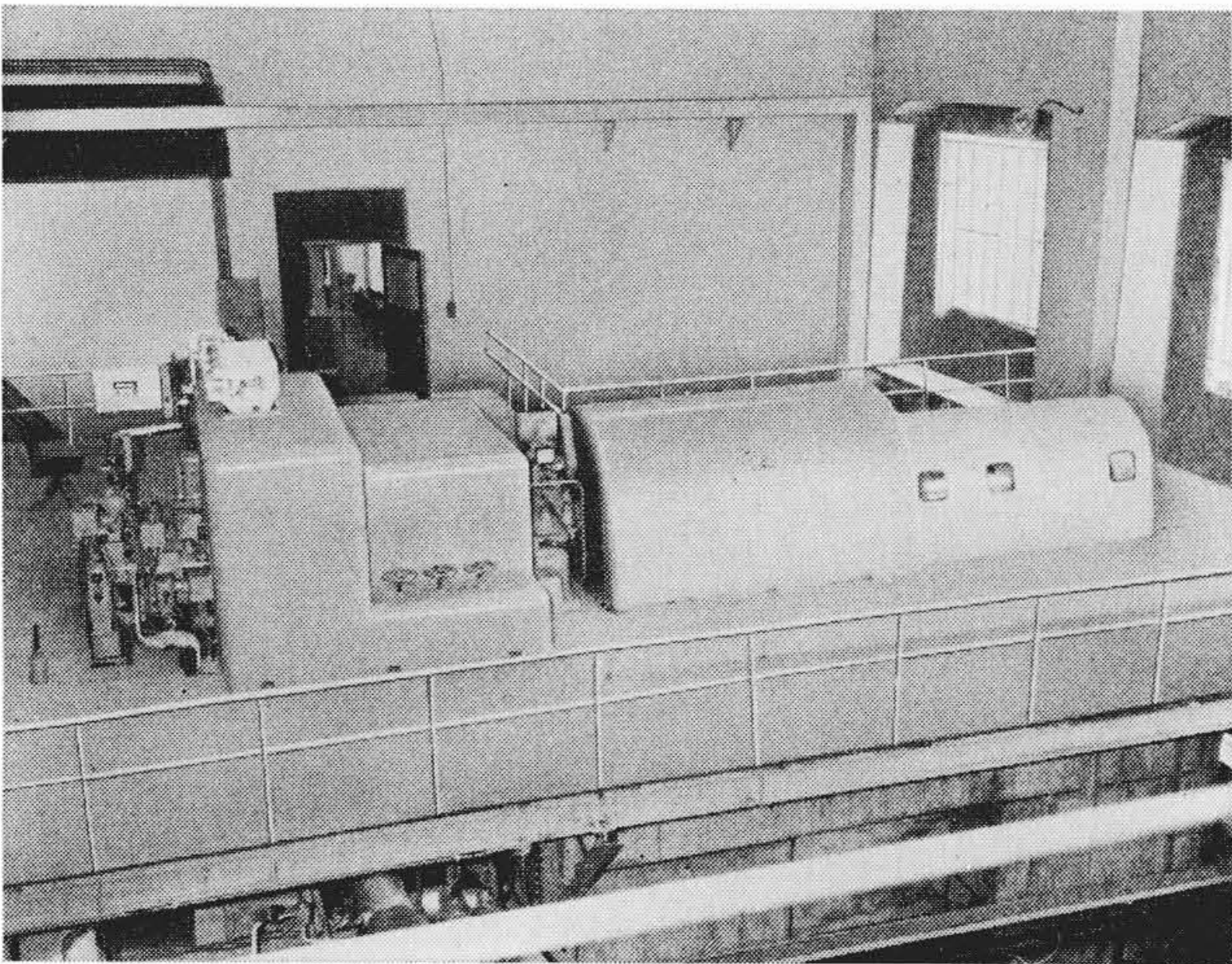
近年、産業界の発展と設備の近代化に伴い、効率の良いタービンの需要が急激に多くなってきた。産業用タービンは産業の種別により使用条件が異なるので、これに適した効率のよい信頼性のあるタービンを第 6 表に示すように製作した。このうち 36 年度に完成し、すでに営業運転にはいつているものとして、日本レイヨン株式会社岡崎工場納 1,700 kW 抽気背圧タービン、日本鉱業株式会社水島製油所納 2,500 kW 背圧タービン、昭和電工株式会社横浜工場納 3,600 kW 背圧タービン、十条製紙株式会社八代工場納 7,500 kW 抽

第6表 最近完成ならびに製作中の産業用タービン

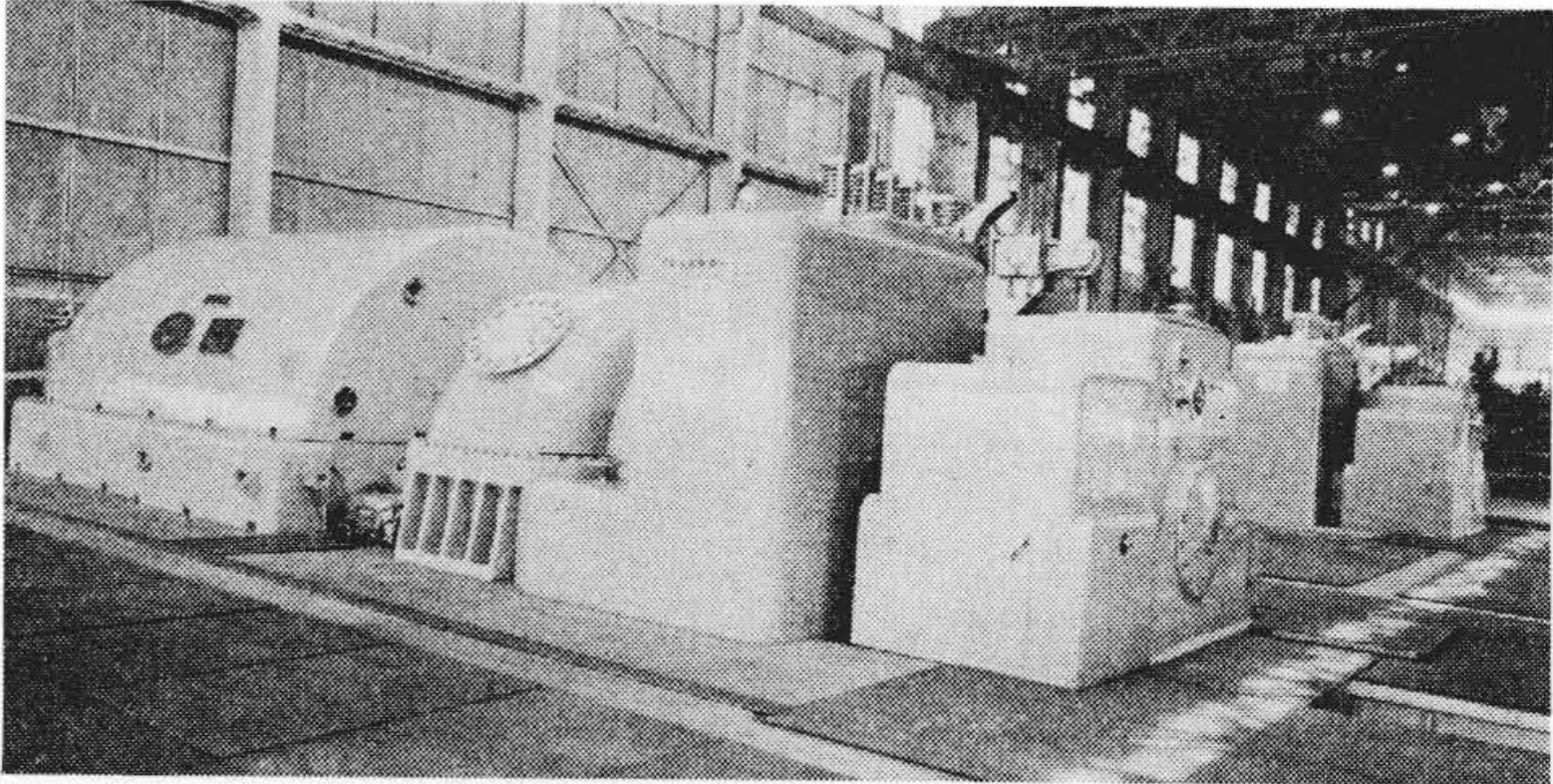
納 先	発 電 所 名	形 式	出 力 (kW)	主蒸気圧力 (kg/cm ² g)	主蒸気温度 (°C)	抽 気 圧 力 (kg/cm ² g)	排 気 圧 力	回 転 数 (rpm)	台 数
日 本 レ イ ヨ ン	岡 崎	抽 気 背 圧	1,700	27	370	10.4	3.3 kg/cm ² g	3,600	1
日 本 鋳 業	水 島	背 圧	2,500	75	480	—	16.5 kg/cm ² g	3,600	1
日 本 電 工	横 浜	背 圧	3,600	60	400	—	10.5 kg/cm ² g	3,000	1
昭 和 電 機	室 蘭	復 水	9,000	60	480	—	730 mmHg	4,000	2
富 士 製 鉄	麻 里	復 水	1,050	36	365	—	63.5 mmHg	4,246	3
興 亜 石 油	八 代	抽 気 背 圧	7,500	44	440	12.0	2.7 kg/cm ² g	3,600	1
十 条 製 紙	春 日	抽 気 背 圧	16,500	88	475	12.78	2.57 kg/cm ² g	3,600	1
王 子 製 紙	日 井	抽 気 背 圧	25,000	88	482	10.0	722 mmHg	3,000	1
信 越 化 学	直 江	再 熱	75,000	102	538	—	722 mmHg	3,000	4
昭 和 電 機	市 賀	復 水	3,000	35	410	—	722 mmHg	3,600	1
日 本 鋳 石	佐 賀	背 圧	5,800	80	440	—	13.5 kg/cm ² g	3,000	2
丸 善 製 糖	関 分	背 圧	2,800	29	380	—	3 kg/cm ² g	3,000	1
日 本 甜 菜	磯 室	復 水	9,000	60	480	—	730 mmHg	4,200	1
富 士 製 鉄	松 山	抽 気 背 圧	10,700	140	538	16.0	3.0 kg/cm ² g	3,600	1
帝 国 人 絹	十 条	背 圧	10,000	80	530	—	2.5 kg/cm ² g	3,000	2
十 条 海 製 鉄		復 水	12,800	88	510	—	722 mmHg	3,970	1



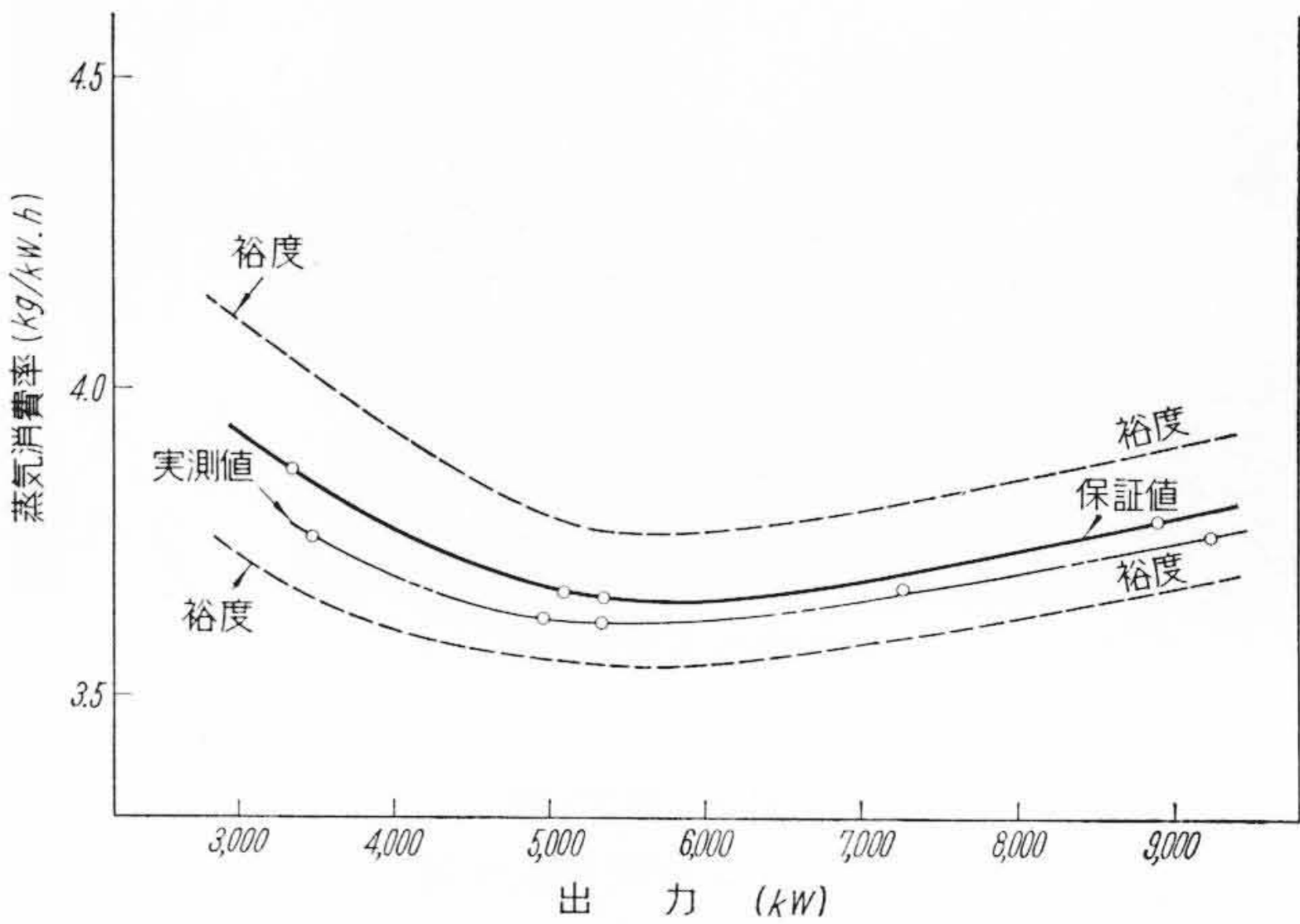
第 28 図 日本鋳業株式会社納水島製油所
2,500 kW 背圧タービン



第 29 図 昭和電工株式会社納横浜工場 3,600 kW 背圧タービン



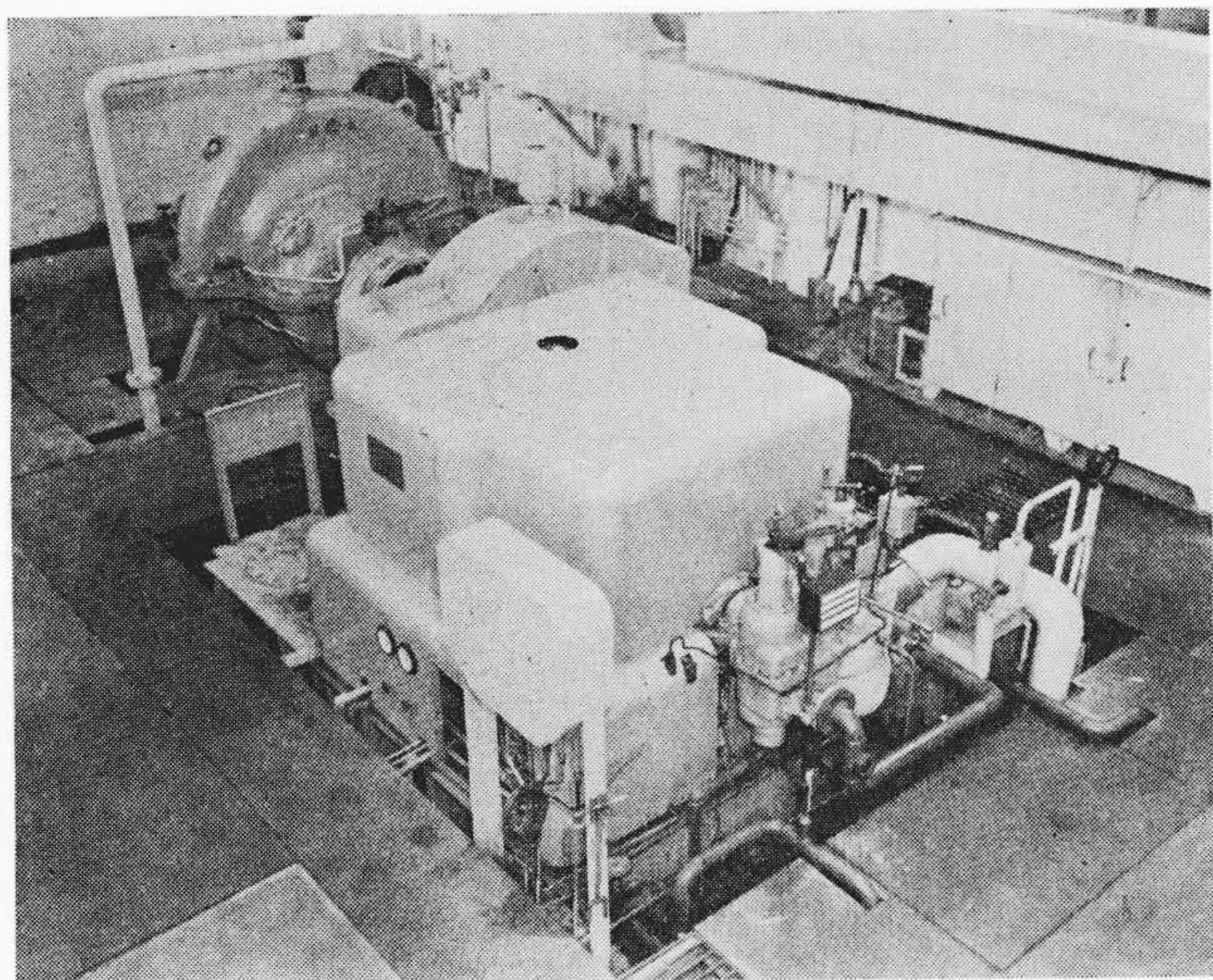
第 30 図 富士製鉄株式会社納室蘭製鉄所
9,000 kW 復水タービン



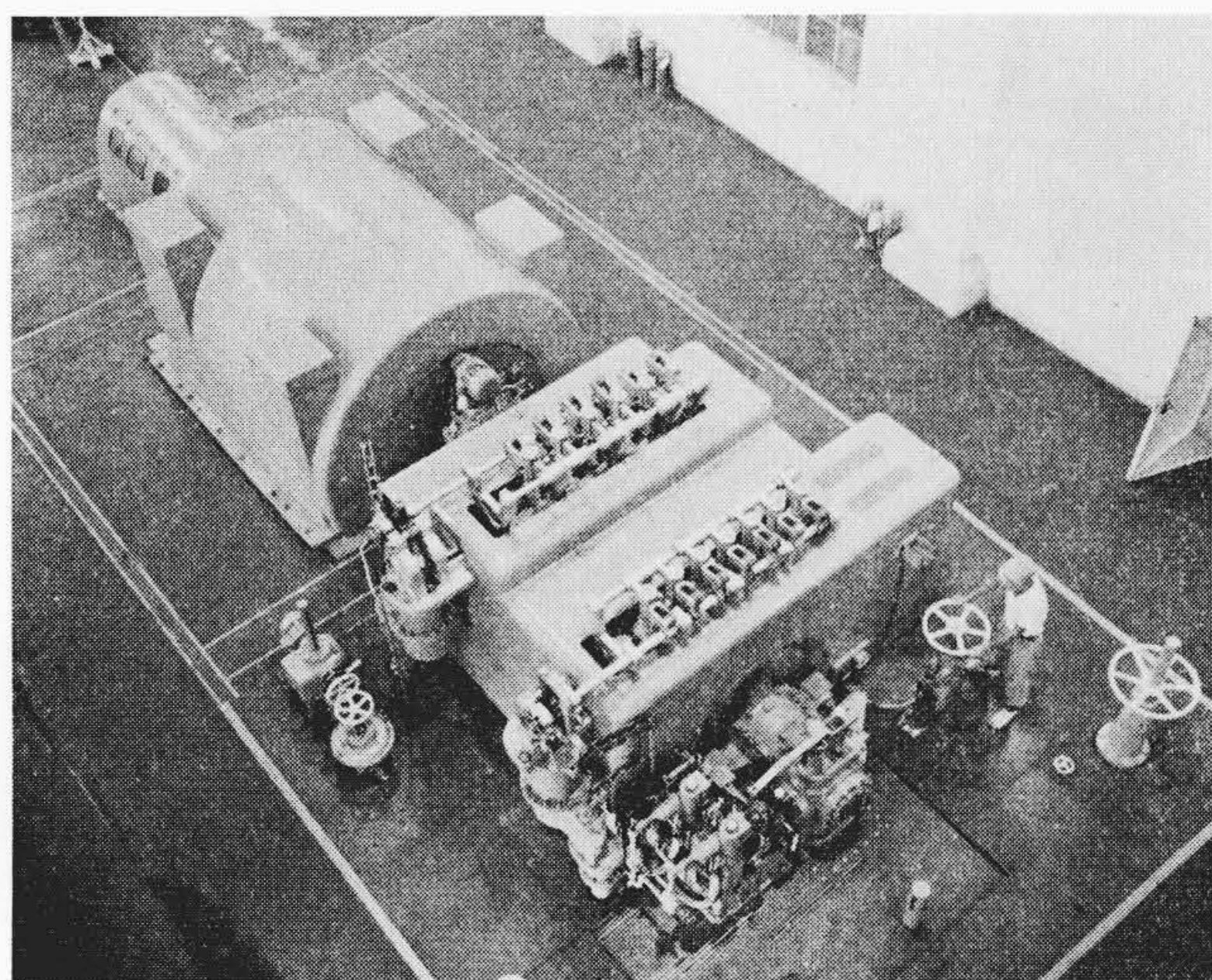
第 31 図 9,000 kW 送風機駆動用復水タービン性能試験記録

気背圧タービン、王子製紙株式会社春日井工場納 16,500 kW 抽気背圧タービン、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 9,000 kW 復水タービン 2 台、興亜石油株式会社麻里布製油所納 1,050 kW 復水タービン 2 台などがあり、いずれもすぐれた運転成績を示し好評を博している。これらタービンの代表的なものを第 28～30 図および第 32、33 図に示す。最近産業用タービンプラントでも効率の増進が大きく取り上げられる結果、事業用大容量タービンに匹敵する蒸気を使用するタービンが使用されはじめている。35 年帝国人絹株式会社松山工

場へ 1 号機として納めた 10,700 kW 抽気背圧タービンは主蒸気圧力および温度各々 140 kg/cm²g、538°C という産業用タービンとしては高効率の画期的な高温高圧のタービンで、運転成績はきわめて良好であり、この実績に基きさらに改良を加えた同一蒸気条件の第 2 号機を現在製作中である。また現在製作中の昭和電工株式会社市原火力発電所納 75,000 kW 再熱タービン 4 台のように大容量の発電設備を持つところも現われてきた。第 31 図は富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 9,000 kW ブロワ駆動用タービンの性能試験結果を示す。このタービンは 35 年富士製鉄広畑製鉄所へ納めた 7,800 kW タービンに引続き完成したもので、高温高圧の蒸気を使用したわが国でも記録品であり、発電用タービンと異なり大幅に変る使用回転数に対し十分安全な運転ができるよう各部の応力、振動、調速機の精度などについて十分考慮した設計となっている。現在さらに高温高圧の東海製鉄株式会社納 12,000 kW ブロワ駆動用タービンを製作中である。興亜石油株式会社麻里布製油所納 1,050 kW タービンは 35 年に



第 32 図 興亜石油株式会社納麻里布製油所
1,050 kW 復水タービン

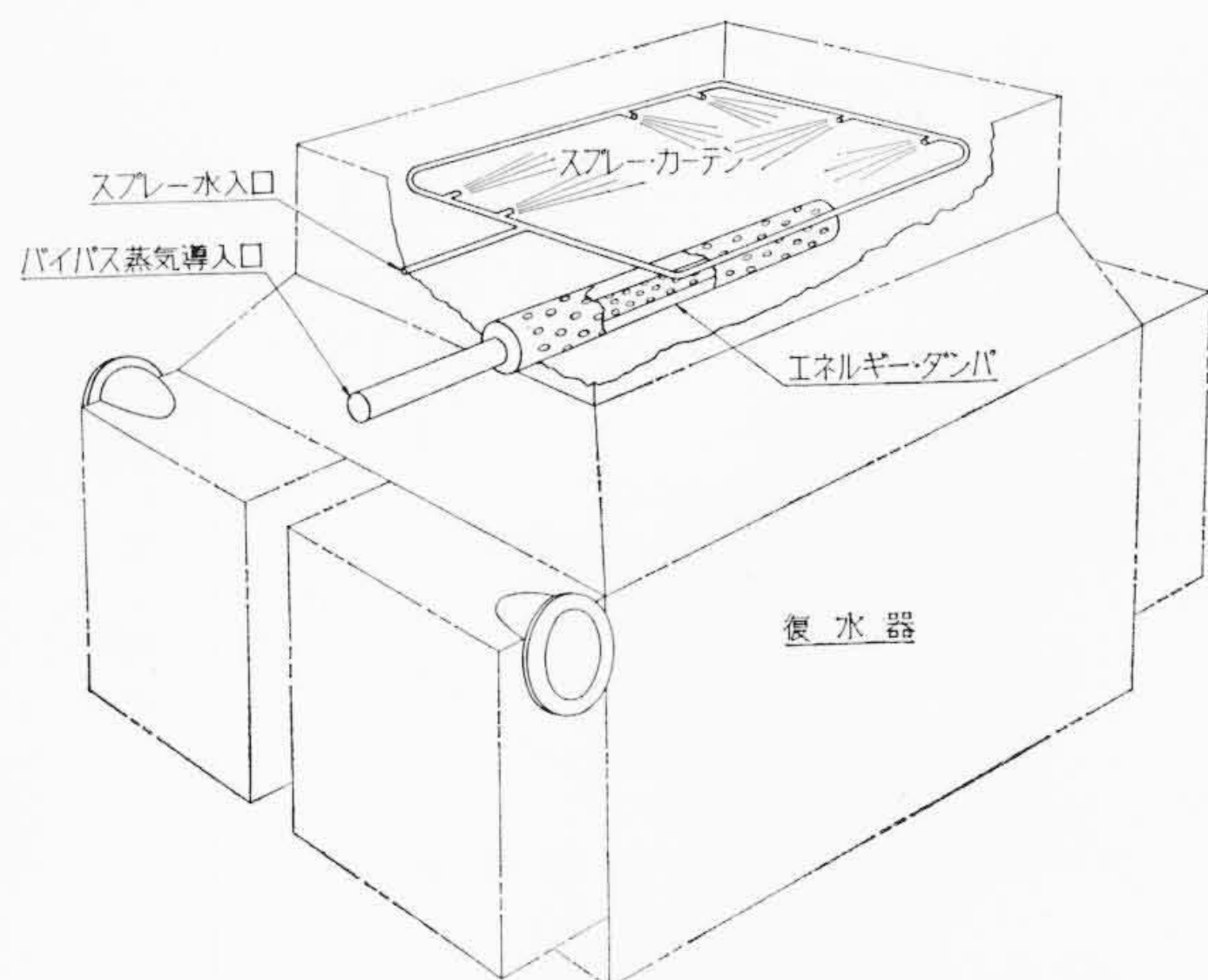


第 33 図 十条製紙株式会社納八代工場
7,500 kW 抽気背圧タービン

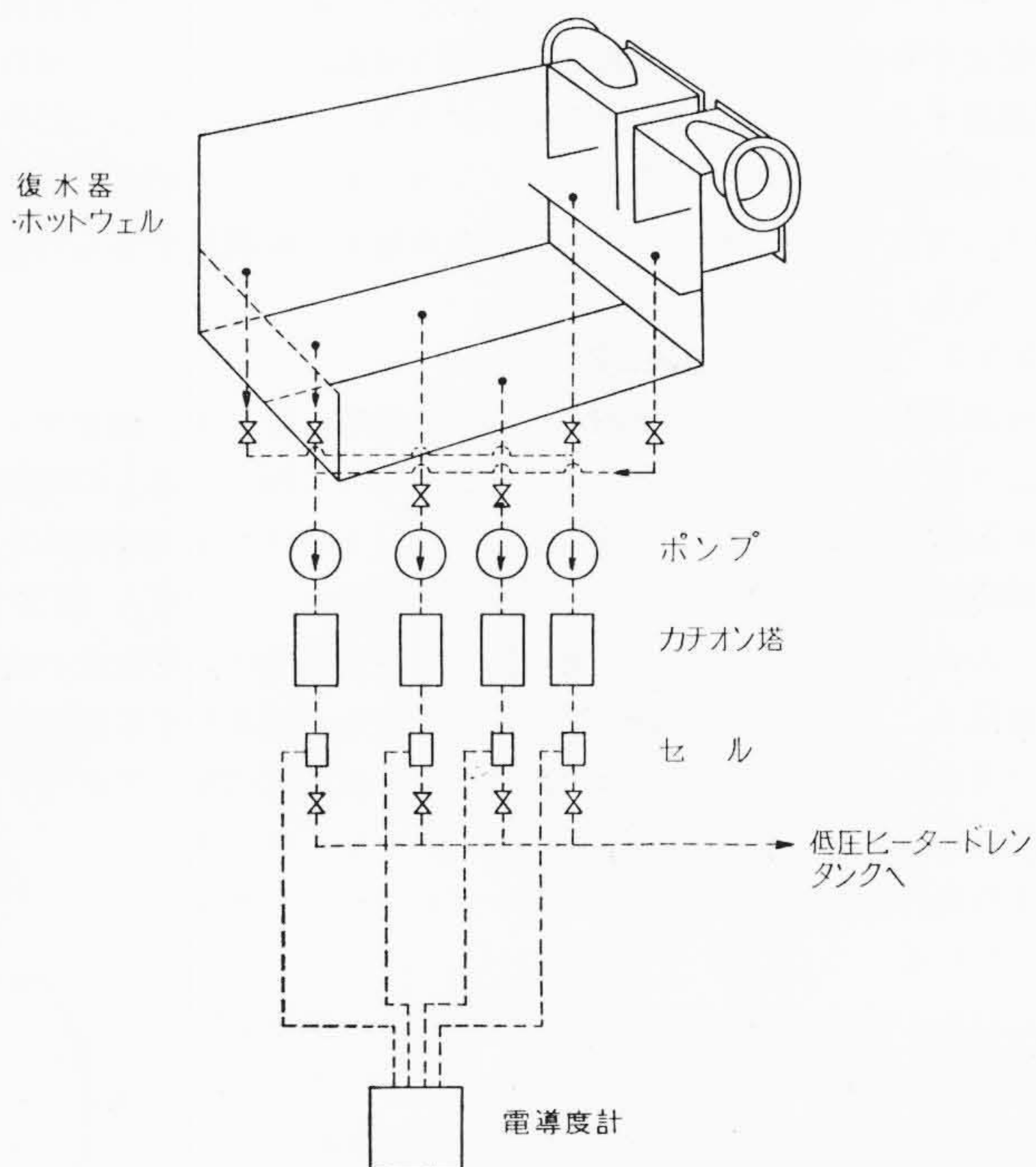
納めた 450 kW タービンと同様に、石油プラントの海水ポンプ駆動用で、石油工業の発展とともに 3 台受注したもので、ギヤカップリングで接続された減速装置を介し、海水ポンプを駆動するもので主さい止弁、調整弁を 1 箇所を集めた非常にコンパクトな構造とした多段復水タービンである。この種小出力のタービンは量産化を考えて各部に標準設計を用いているため、受注から完成まで 7 箇月という短納期で完成されたことが大きな特長である。以上のようにおもに発電に重きをおく復水タービン、工場作業用蒸気と発電にその目的をおく抽気背圧および背圧タービン、高炉送風用に用いられる復水タービンおよびポンプ駆動用として用いられるタービンなど、その使用目的により異なる形式の蒸気タービンが納入されている。最近特に叫ばれている納期の短縮、コストの低減、産業界の発展に伴う数多くの需要に応じよう工場設備の増強を行いその体制を確立した。この増強設備と、従来の数多くの実績、たゆまざる研究および試験などからさらに信頼性のある高性能のタービンの製作が可能となった。

2.3 プラントおよび補機

貫流式ボイラの採用と、より高度のプラント計画上の要請に伴い復水装置ならびに給水加熱装置もこれに適合した改変がなされ、さらに復水バイパス脱塩装置および起動装置など数種の新製品が開発



第 34 図 バイパス蒸気導入装置



第 35 図 海水リーク検出装置

された。

2.3.1 復水器

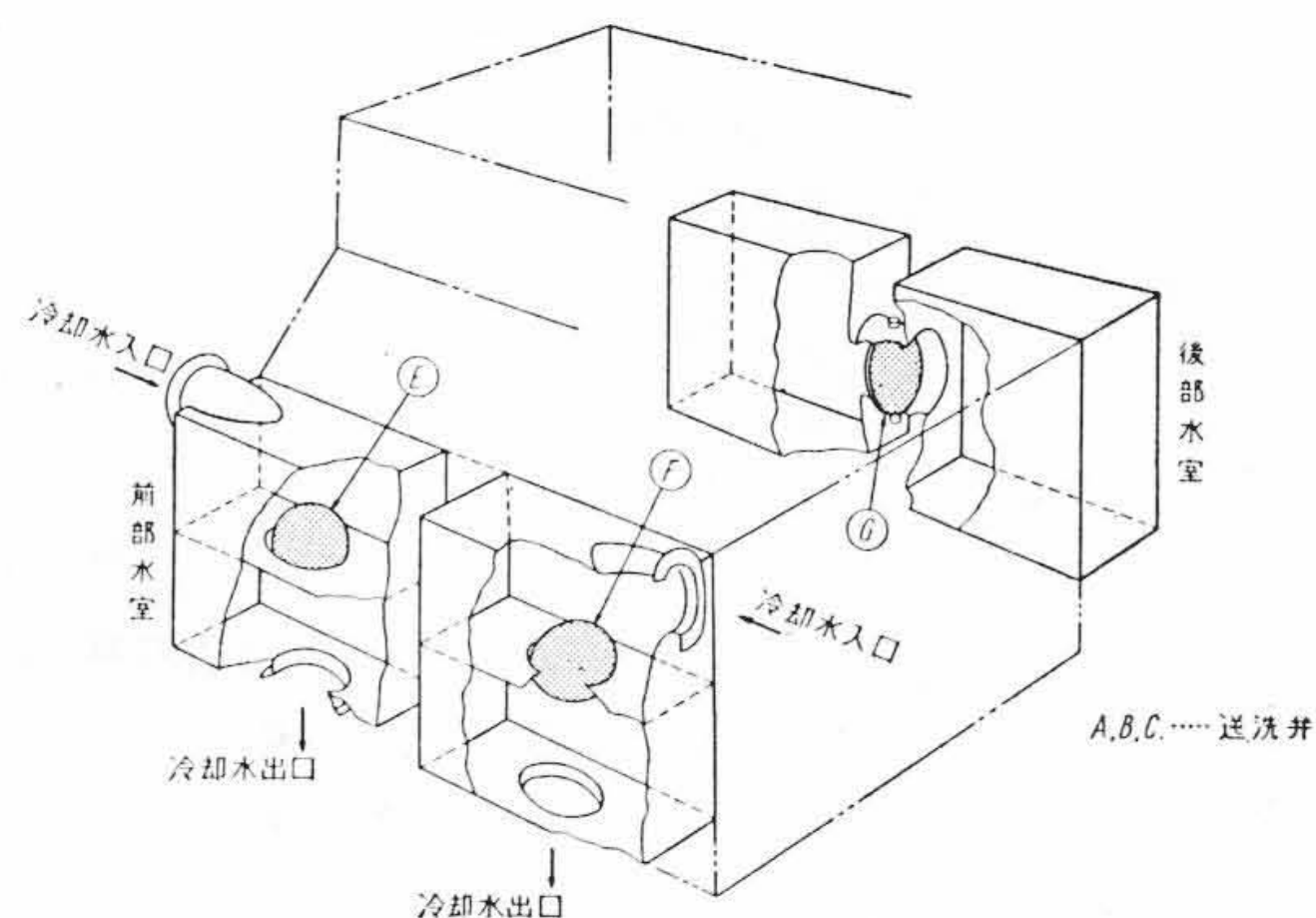
貫流式ボイラプラント用復水器の第一の特長は過熱器およびタービンバイパス蒸気の導入装置である。第 34 図は本装置の原理を示すもので、エネルギーダンパによってバイパス蒸気を減圧、減速して冷却管を損傷しないよう、またエネルギーダンパの上部にスプレーカーテンを張りタービン排気室の温度過上昇を防止するように考慮されている。

またボイラ給水の高純度保持のため冷却水の漏えいを早期に検出できるよう復水だめを数個の区画に区分し、それぞれの区画に電気伝導度計を装備する方式が開発された。

一方、据付面積の縮小を図るため逆洗弁を復水器内部に装備したものも作られた。第 36 図は内蔵式逆洗弁の原理を示すもので、二折流式復水器の冷却水入口、出口および左右水室隔壁に設けた蝶形弁の順次開閉によってその目的を達するものである。

2.3.2 高圧給水加熱器

ボイラ給水にアンモニア、ヒドラジンなどの注入される傾向の増加と、給水中の銅の制限が過酷であることなどにより給水加熱器の加熱管材質に再検討を加え、キュープロニッケルやモネルなどの銅



第36図 復水器内蔵逆洗弁

系合金に代って鋼管を採用した高压给水加熱器が製作された。このため慎重な予備研究が行われたが、熱貫流率は 90/10 キュープロニッケルよりも若干すぐれ、十分に処理された給水に対しては腐食は問題とするにあらず、連続運転を行う高温高压プラントにはなはだ適当するものであることが明らかにされた。欧州においては早くから鋼管が使用されていたが、アメリカにおいてもその有利性が認識されてきており、わが国においても今後大いに発展するものと考えられる。

2.3.3 貫流ボイラ起動装置

強制貫流ボイラはボイラ内部での水の循環を行わず、給水ポンプにより送り込まれた水がそのまま蒸気となって出てくるものであるため起動時、ボイラ出口の蒸気温度が十分上昇するまで外部的な水の循環を行わせる特有の起動バイパス系統を有している。第37図はこの系統を示したもので、常に炉の安定な運転に必要な最小流量を確保し、しかも起動時過熱器に水を通さない働きをする過熱器バイパス弁と、2次過熱器入口の流体が完全に蒸気になってから2次過熱器をとおり、さらに温度を上げてタービンローリングの条件に適合させるためのタービンバイパス弁を持っている。

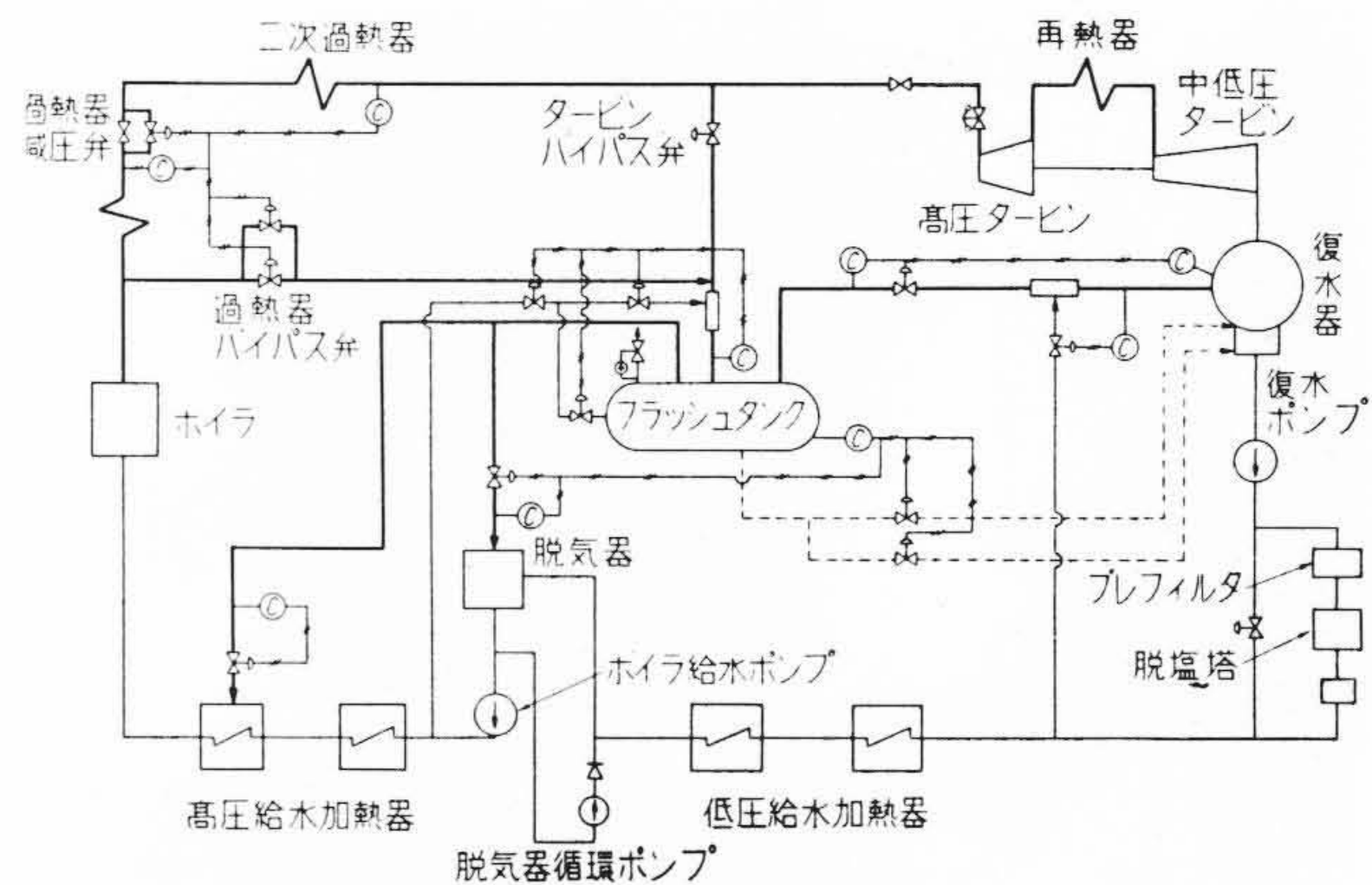
これらの弁は第38図に示すように特殊な構造を持ったアングル形の減圧弁でその入口圧力は非常に高く、流体の性質も完全な水から汽水混合物を経て完全な蒸気にまで変るから、この過酷な使用条件に耐えるよう十分注意が払われており、弁直後の配管の曲がり部には高速流体による摩擦を防ぐため特殊構造のターゲットが備えられている。フラッシュタンクは第39図に示すように十数個のサイクロンセパレータをもった従来のボイラドラムに類似する容器で過熱器およびタービンバイパス弁より流入する汽水の分離を行い、発生蒸気を有効に利用して熱経済および起動時間の短縮を図っている。起動時フラッシュタンクに蒸気が発生しはじめるとまずこれを脱気器に導き、さらに圧力が上昇すれば高压加熱器に蒸気を導く、これらの加熱器で消化する以上に蒸気量が増大すれば復水器へダンプするようになっている。

2.3.4 復水バイパス脱塩装置

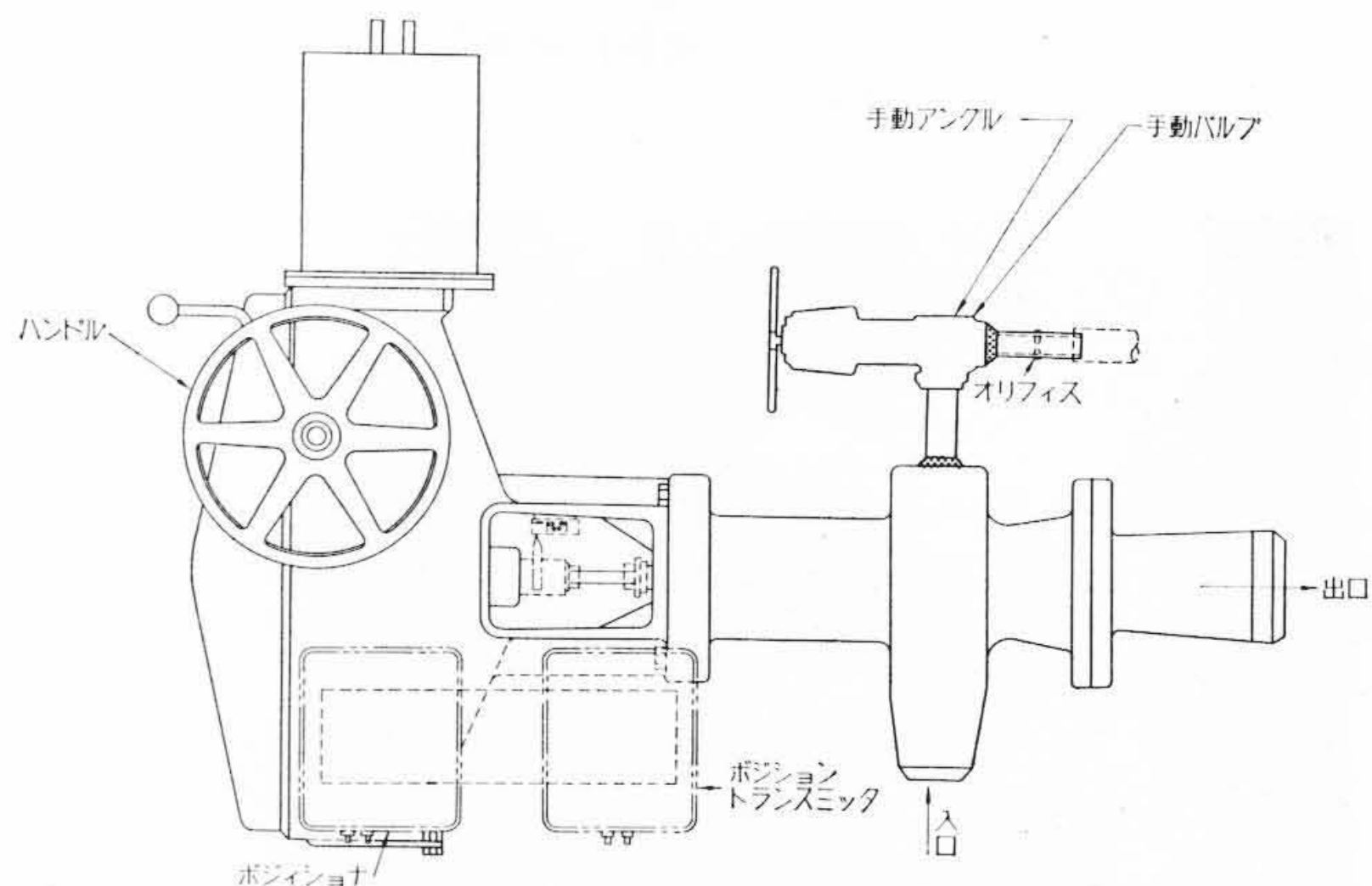
強制貫流ボイラにおいては従来のようなドラムがなくブローができないので給水に高純度の水が要求され、必然的に復水系統中にバイパスして脱塩する装置が必要となる。しかしアメリカでは180kg/cm²級の自然循環ボイラにも使われる傾向にあり、強制貫流ボイラ特有のものではなくなりつつある。東京電力株式会社五井火力発電所、清水共同発電株式会社新清水火力発電所の各発電所に本装置を納入することになりすでに設計製作中である。

復水脱塩装置は第41図に示す各機器より構成される。

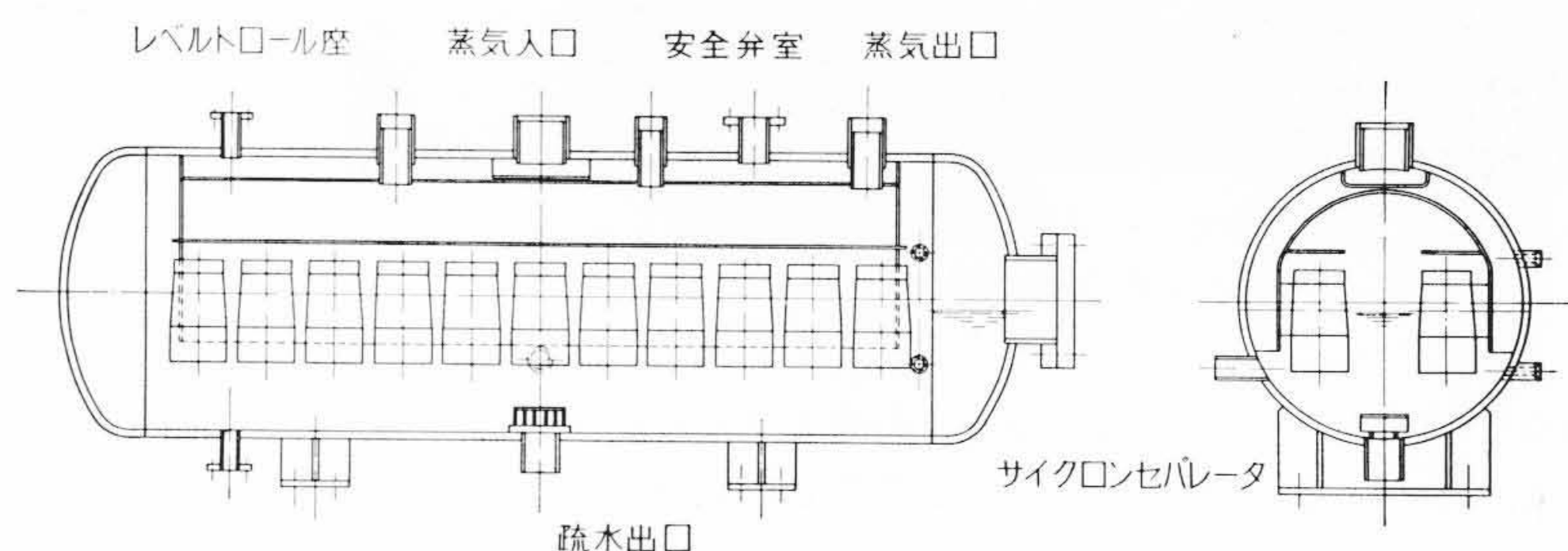
前置ろ過器：復水中の微細な懸濁物を取除くためのものでセル



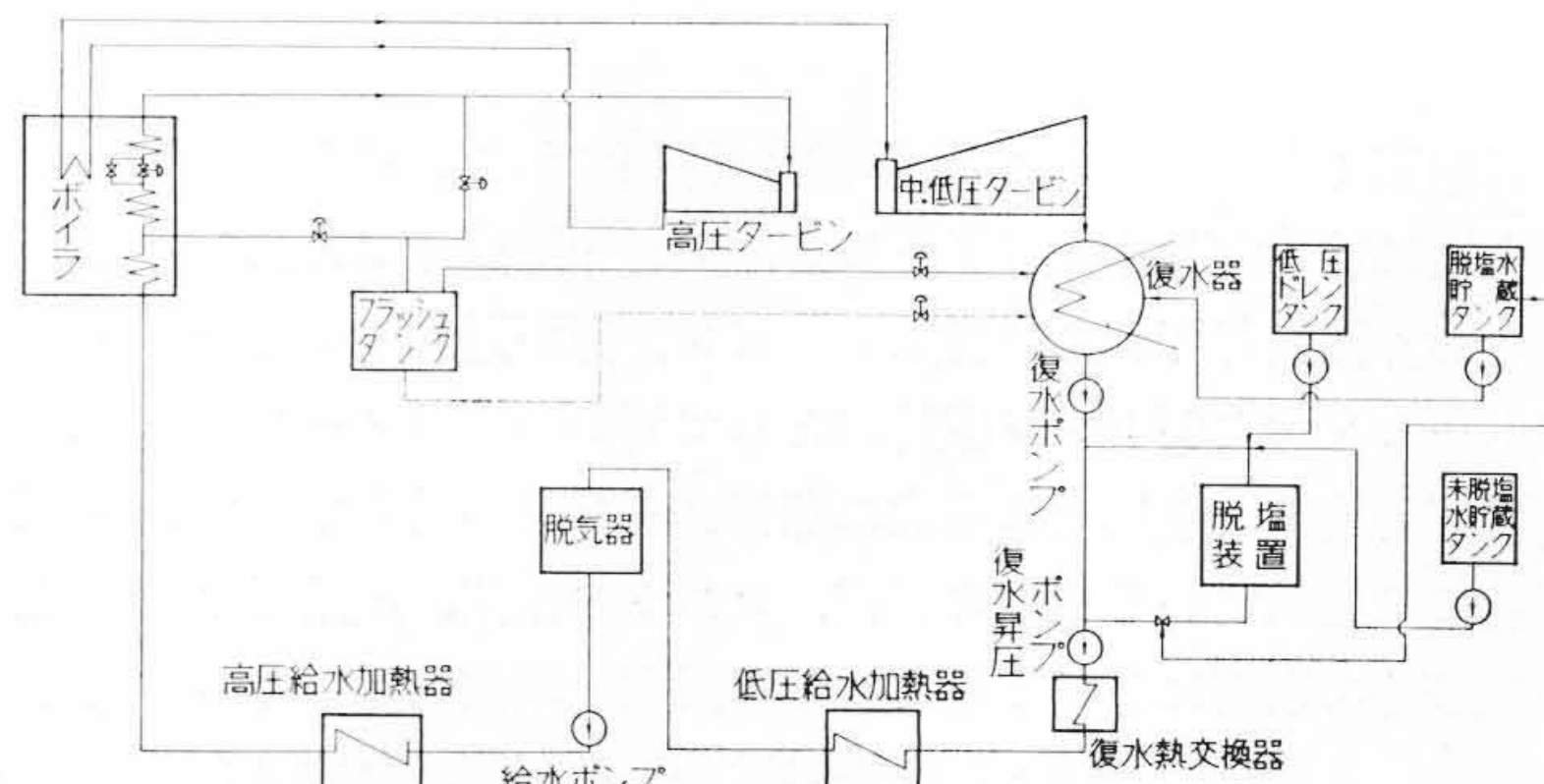
第37図 強制貫流ボイラ起動系統図



第38図 過熱器およびタービンバイパス弁



第39図 フラッシュタンク断面図

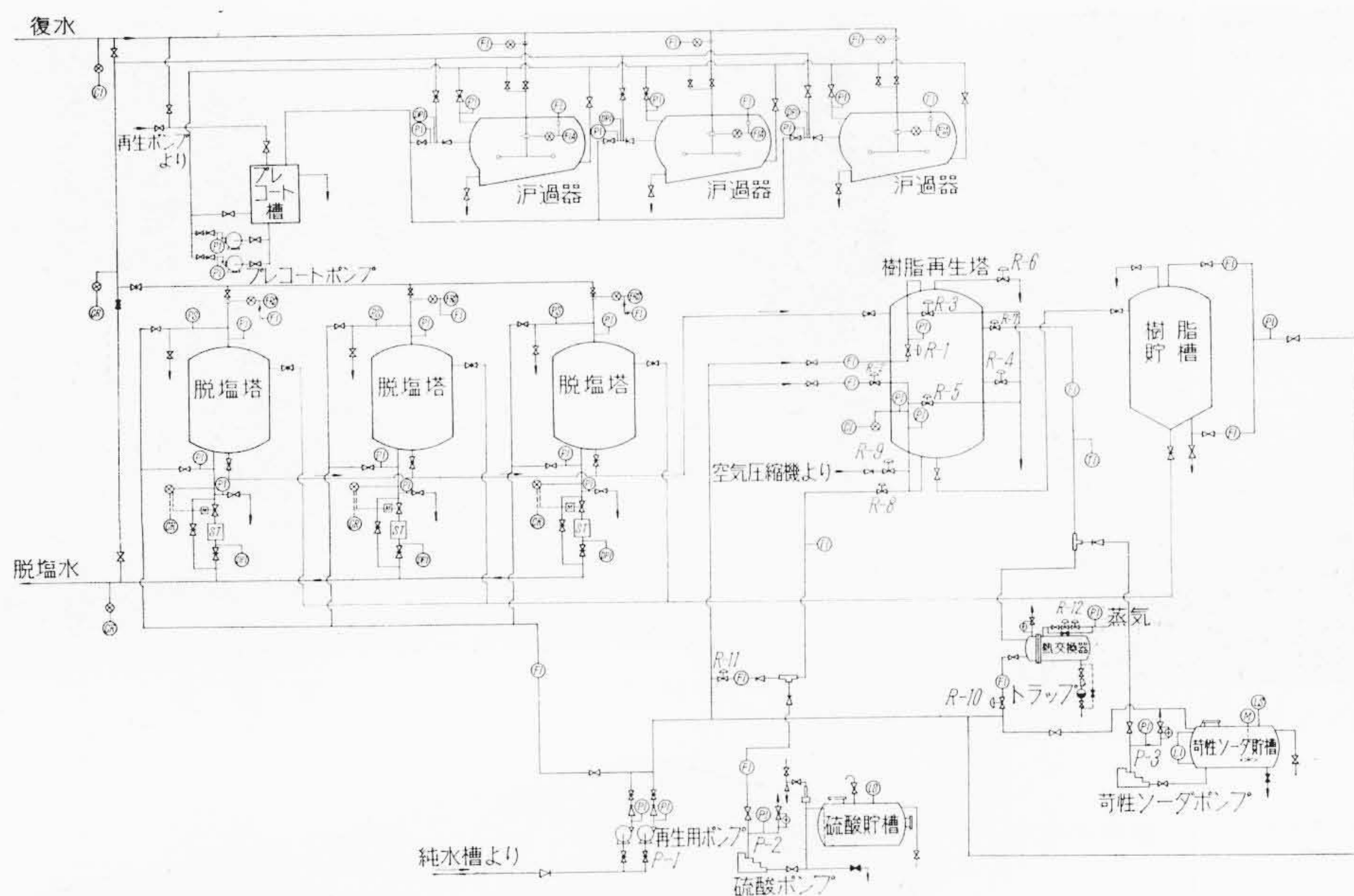


第40図 復水脱塩系統図

ローズのブロックをプレコートした1ミクロン以下までろ過可能なフィルタである。

脱塩装置：イオン交換樹脂を主体とした装置で、処理水純度は最大 0.2 μV まで落すことができる。

後置ろ過器：粉碎した樹脂の流出を防止するためのストレーナ



第41図 復水脱塩流路図

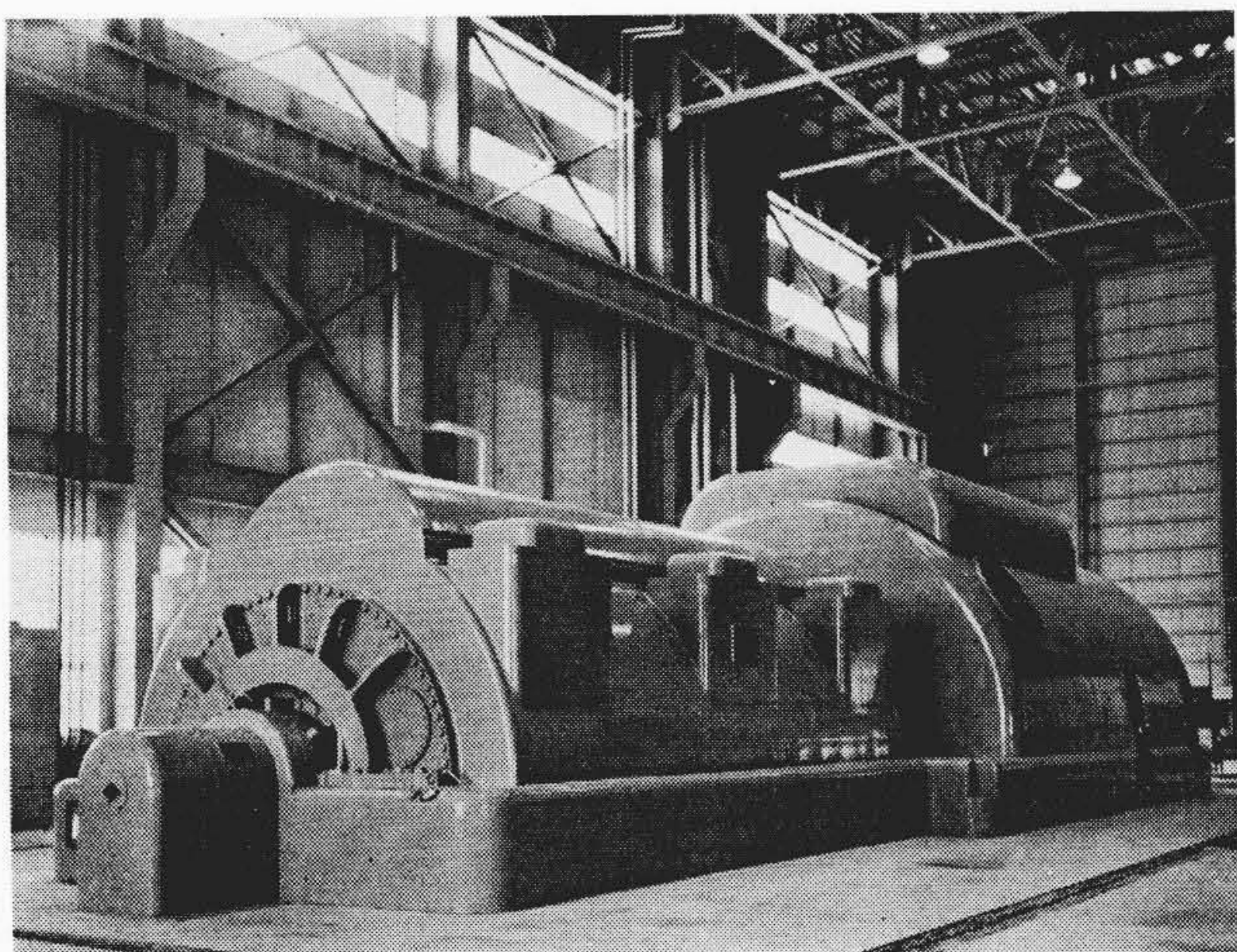
である。

特 長： 外部再生式で再生薬品が主系統に漏入しないよう考慮し安全、確実な運転ができる。

2.4 タービン発電機

2.4.1 大容量タービン発電機

火力需要の増大に伴って、昭和36年には総容量において前年をはるかに上回る発電機を完成した。おもな製品としては東京電力株式会社川崎火力発電所および東北電力株式会社仙台火力発電所（3号機）用224,000 kVA 3,000 rpm 機各1台、中国電力株式会社水島発電所用160,000 kVA 3,600 rpm 機1台、東京電力株式会社品川火力発電所用160,000 kVA 3,000 rpm 機（3号機）1台がある。224,000 kVA 機は前年完成した仙台火力発電所用2号機と同一設計のもので3,000 rpm 機としてはわが国における最大容量の記録品であり、なお現在さらに3台を製作中である。上記のうち川崎火力発電所、水島発電所、品川火力発電所用のものはすでに現地において据付完了し好調に運転中である。特に水島発電所用160,000 kVA 機は3,600 rpm 大容量機の新鋭機であるが、慎重に設計製作した結果振動もきわめて少なく良好な成績を納め得ており、さらに大容量機



第42図 中国電力株式会社水島発電所納
160,000 kVA 水素冷却タービン発電機

に対する製作の大きな基礎となった。

250, 325, 375 MW などの大容量くし形タービンに直結される発電機は直接冷却方式が採用されるが、これに対してはすでに固定子および回転子の中空導体線輪の試作、液体供給装置との接続部構造の検討、固定子および回転子線輪の冷却効果の確認、各部工作法の検討など細部にわたった試作研究を終え、固定子線輪に対しては液体冷却、回転子線輪に対してはギャップピックアップ方式を採用した200,000 kVA 直接冷却発電機を製作中で、近く完成の予定である。なお回転子線輪のみを直接冷却方式とした281,600 kVA 機1台も製作中であり、今後予想される大容量直接冷却発電機に対する生産態勢を確立している。

第7表 に昭和36年に完成あるいは製作中の発電機の一覧表を示す。

2.4.2 産業用タービン発電機

各種産業界の活況により産業用タービン発電機製作の伸展も大きくなってきた。第8表はこれら発電機の一覧表である。

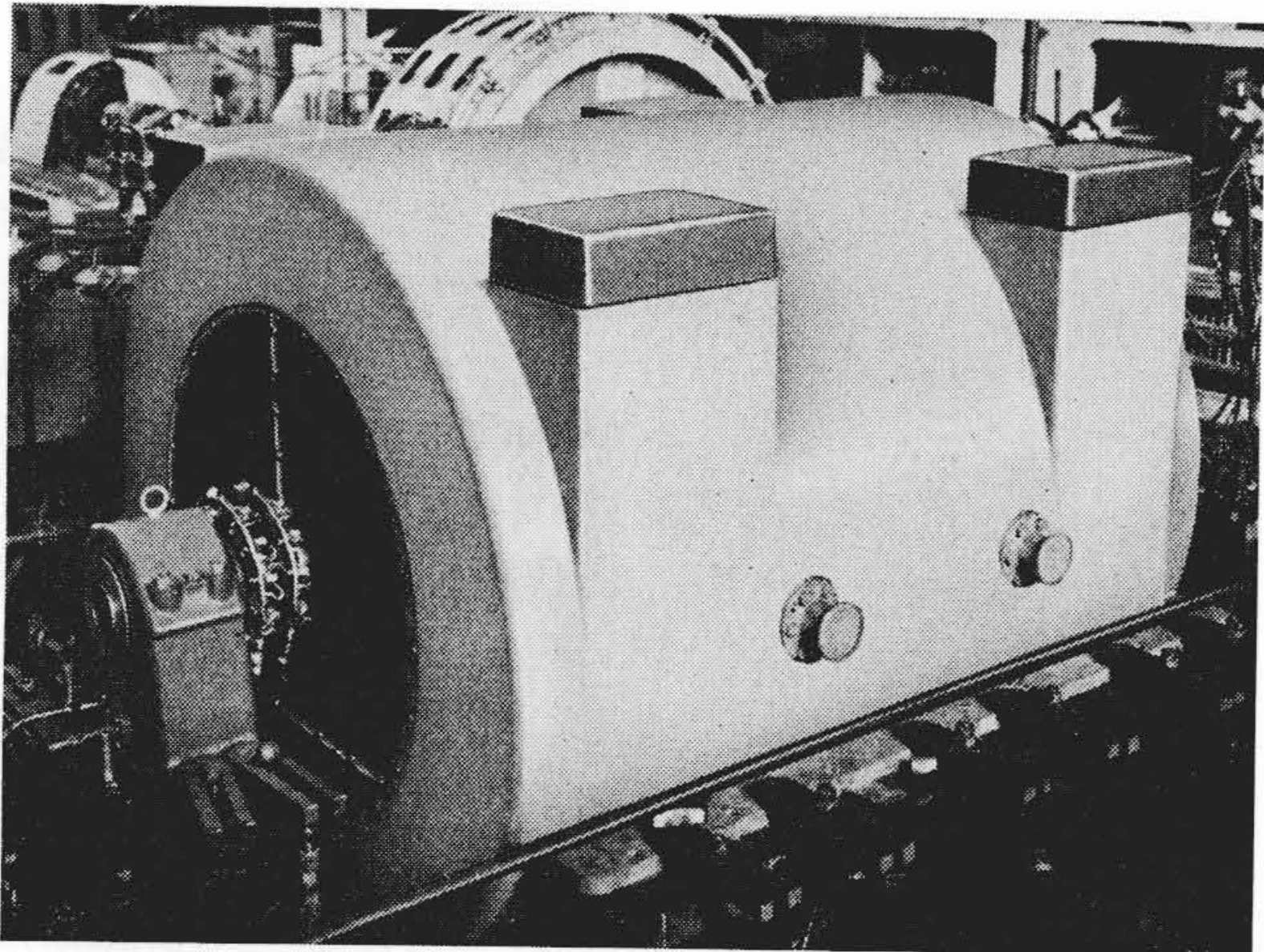
昭和電工株式会社納 92,000 kVA 機4台は従来各電力会社に納入

第7表 事業用タービン発電機

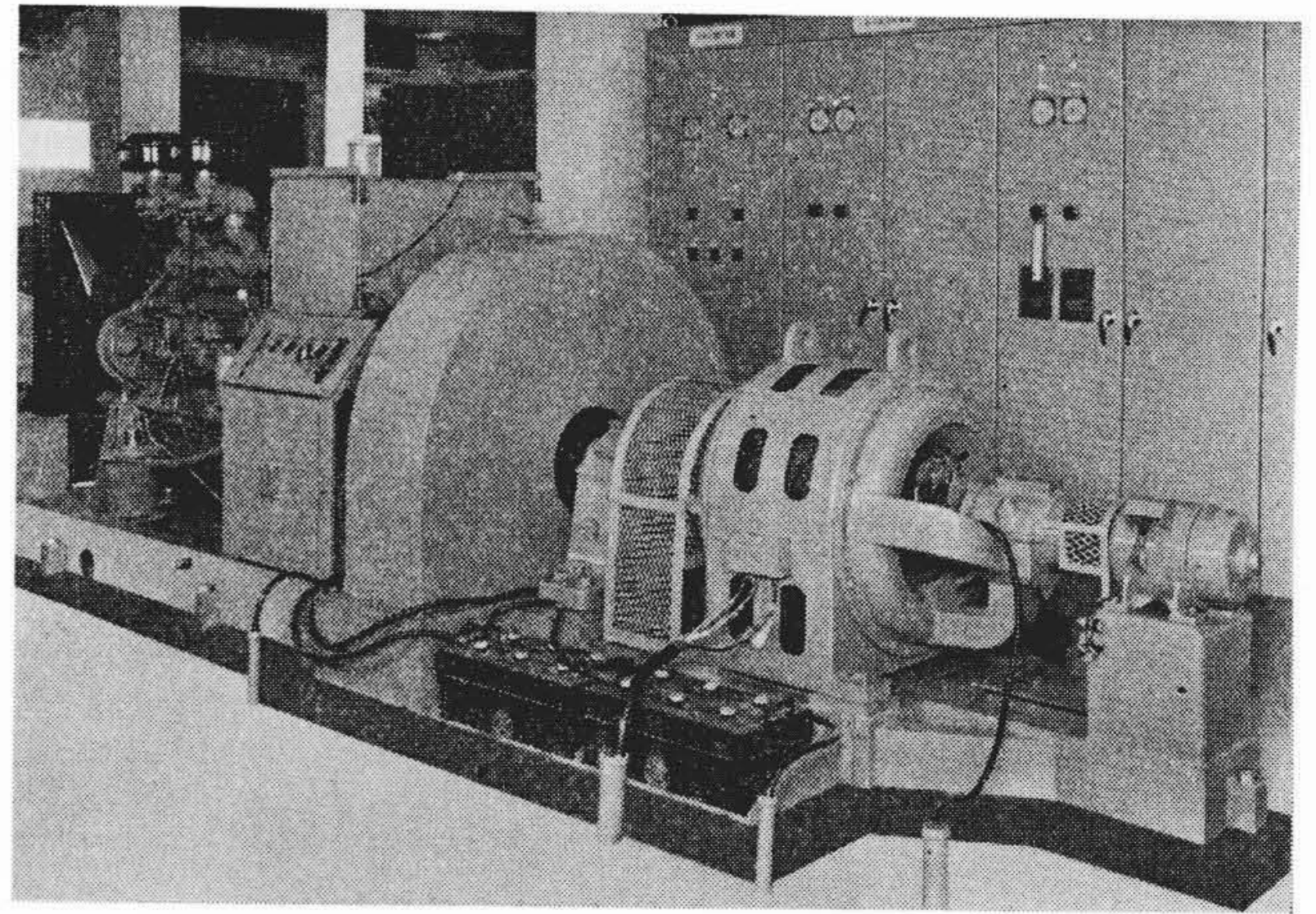
納 先	発電所名	容 量 (kVA)	電 圧 (V)	回転数 (rpm)	台数	備 考
東京電力	五 井	169,600×2	15,000	3,000	2	クロスコンバウンド形2号機および4号機製作中
中部電力		281,600	12,600	3,600	1	製作中
東京電力	川 崎	224,000	12,000	3,000	1	2号機
東北電力	仙 台	224,000	12,000	3,000	1	3号機
東京電力	横 浜	224,000	12,000	3,000	2	1号機および3号機 製作中
東京電力	川 崎	224,000	12,000	3,000	1	4号機 製作中
中国電力	水 島	192,000	18,000	3,600	1	製作中
関西電力	春 日 出	192,000	18,000	3,600	1	製作中
東京電力	品 川	160,000	15,000	3,000	1	3号機
北海道電力	新 江 別	160,000	15,000	3,000	2	1号機および3号機 製作中
東北電力	新 潟	160,000	15,000	3,000	1	製作中
中国電力	水 島	160,000	15,000	3,600	1	製作中
清水共同発電	新 清 水	95,909	13,200	3,600	2	製作中
常磐共同火力	勿 来	92,000	13,200	3,000	2	4号機および5号機
北海道電力	滝 川	92,000	13,200	3,000	1	3号機

第8表 産業用タービン発電機（輸出用を含む）

納 先	容 量 (kVA)	電 圧 (V)	回転数 (rpm)	台数	備 考
昭和電工	92,000	13,200	3,000	4	水素冷却 製作中
信越化学工業	31,250	11,000	3,000	1	製作中
王子製紙	19,412	11,000	3,600	1	自励式 製作中
帝国人絹	13,150	3,300	3,600	1	自励式 製作中
十条製紙	12,500	6,900/3,450	3,000	1	製作中
十条製紙	9,375	6,600/3,300	3,600	1	
丸善石油	7,250	3,300	3,000	2	自励式 製作中
昭和電工	4,240	3,300	3,000	1	
日本甜菜糖	3,530	3,000	3,000	1	製作中
日本鋳業	3,440	3,300	3,600	1	製作中
日本鋳業	3,125	3,450	3,600	1	自励式
日本レーヨン	2,000	3,300	3,600	1	自励式
韓 国	44,118	13,800	3,600	1	水素冷却 製作中
イ ン ド	37,500	11,000	3,000	1	製作中
イ ン ド	35,295	11,000	3,000	1	製作中
アルゼンチン	14,286	13,200	3,000	3	製作中
イ ン ド	12,500	6,900	3,000	1	



第 43 図 十条製紙株式会社納 9,375 kVA タービン発電機



第 44 図 50 kVA 無 停 電 装 置

したものと同一仕様のもので、本機を入れて 12 台となり標準の水素冷却機である。

十条製紙株式会社納 9,375 kVA 機は空気冷却機であるが、固定子わくの両端部に 4 本の空気冷却器を立形に設置した構造で、別置の風道もいらず、据付も容易なものとなっている。

輸出においても最近活発化し、韓国向 44,118 kVA 機 1 台、インド向 37,500 kVA 機、35,295 kVA 機、12,500 kVA 機おのおの 1 台およびアルゼンチン向 14,286 kVA 機 3 台を完成あるいは製作中である。

2.5 ディーゼル発電機

36年度納入のディーゼル発電機の主要納入先を第 9 表に示す。表中その他の用途として研究所、学校および病院などの非常用電源が含まれており、一般産業施設の合理化、近代化によりディーゼル発電機の需要は今後も増加すると考えられる。

第 9 表 ディーゼル発電機の主要納入先

用 途 別 納 入 先	延 台 数	(内可搬式台数)
ポンプ所電動機用	27	(11)
ビルディング所内非常電源用	15	(3)
工場非常電源用	13	(6)
土木工事用電源	15	(15)
そ の 他	22	(13)
計	92	(48)

工場やビルの非常用発電機はディーゼルの高速化により 625kVA 600 rpm、375 kVA 750~900 rpm が大略の標準回転数となり、これにより電源の設備費はかなり節減された。このほか防振ベットの振動の遮断、自励方式による突入 kVA の増加および自動起動方式による自動化が最近の特長である。

可搬式ディーゼル発電機はディーゼル、発電機および制御装置を共通スキッドベースにまとめたもので土木工事用電源として好適のものであるが、第 9 表に示すようにその取扱いが簡単なために、一般の非常用電源としても納入され、定置式としても広く使用されている。

ゼネラル石油株式会社川崎製油所に石油プラントの計器および非常灯用電源として 50 kVA 無停電装置を納入した。本装置はディーゼル、電磁クラッチ、蓄勢輪、発電機および速度検出用発電機を同軸上に直結し常時は買電により発電機を同期電動機として蓄勢輪とともに運転し、停電時は蓄勢輪により負荷に電力を供給し、停電後 5 秒でディーゼルにより給電するものであり、切替時の周波数降下 3% 以下電圧回復時間 10 秒の性能を持つ。なお発電機の静止励磁装



第 45 図 米軍朝霞基地納ディーゼル発電機用配電盤

置をそのまま同期電動機の励磁に使用できるように設計された新製品である。

2.5.1 ディーゼル発電機用配電盤

ディーゼル発電機は主として非常電源用のものが多く、買電停電時すみやかに起動し確実に発電できるよう配電盤は自動起動装置を備え、励磁装置は大部分自動式が採用されるようになった。

第 45 図は米軍朝霞基地納入の 3.3kV、500/600kVA、50/60Hz ディーゼル発電機 4 台の監視制御盤を示す。これらは通信機用非常電源設備としてのきびしい要求を満足し次の特長を持っている。

(1) 買電停電時、4 台中あらかじめ選択された任意の 3 台の発電機は 45 秒以内に自動並列できる。

(2) EFC 形電子管式周波数継電器と DG-10 形日立ディーゼル機関用ガバナにより発電機周波数は 50/60±0.2% に保つことができる。

(3) 励磁装置は自動式で発電機電圧は定格値の ±0.5% に保つことができる。

2.6 配電盤および制御装置

大容量火力発電所の中央盤および制御装置が相ついで完成納入されたが、最近の中央制御は自動化、保護連動の完備、保守のいっそうの簡易化、盤占有面積の縮小が特に考慮されている。

自動制御としては従来のボイラ ABC、発電機の電圧調整(AVR)のほかに、タービン発電機の負荷調整装置(ALR)と無効電力調整装置(AQR)が新たに開発された。特に ALR は常時発生電力を一定に保持しつつ、主機の許容限界内で変動負荷を負担させて系統周波数保持に貢献させ、かつ中央給電指令に迅速に応じ得て合理的な系

統運営を可能とした。ボイラ、タービン、タービン発電機の各主機間の保護連動はあらゆる角度から検討して、常に主機を安全に処置する標準方式を確立した。発電機の保護には IGV 形発電機接地継電器、FG-C 形発電機界磁接地継電器を新たに開発し、保護をより確実なものとした。火力発電所のデーターロガーによる合理化は北海道電力株式会社滝川火力発電所ほか 3 箇所採用されている。

一方、最近産業用自家発電設備の中央制御の発達も著しいものがある。すなわち受電設備、ボイラ、タービン、発電機、工場蒸気負荷、工場動力負荷いっさいを中央制御するもので、中央盤としてはグラフィックまたはセミグラフィック様式を採用し運転操作がやりやすくなっている。

日立空気式自動燃焼制御装置 (ACC) は前年に引続き約 30 台納入した。蒸気温度制御装置、重油の圧力、温度制御装置、燃料のミニマムストップ、燃料制限リレー、遮断弁インターロックなどの一連のボイラ制御装置も新しく開発され、所期の性能を発揮している。特に日本ビール株式会社大阪工場納の強制循環式蒸気温水ボイラの自動制御装置および日本鉱業株式会社水島製油所納 52 t/h, 2,500 kW 発電用ボイラの ACC は大幅に変動する特殊な負荷条件に対してすぐれた性能を発揮している。

2.6.1 東京電力株式会社川崎火力発電所中央制御盤

東京電力株式会社川崎火力 175,000 kW 発電所用中央制御盤は、ボイラ、タービン、発電機、主変圧器および所内変圧器など発電所全設備を中央制御室にて監視制御するもので、昭和 36 年 3 月納入、以来好調な運転を続けている。

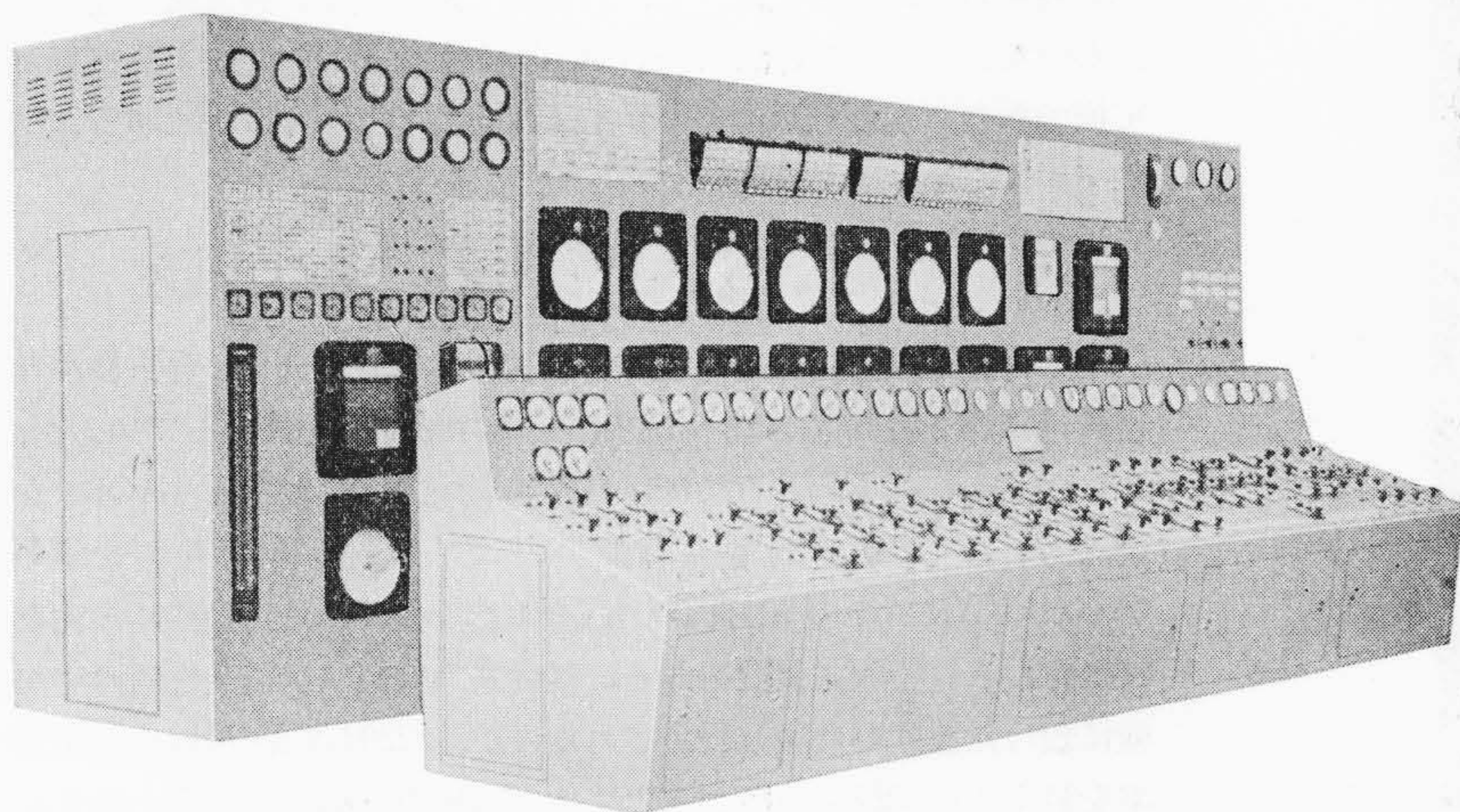
この制御盤はボイラ、タービン、発電機、主変圧器、所内変圧器および補機関係を含めて総計 14 面から成り、おもな特長は次のとおりである。

- (1) ボイラおよびタービン制御盤は、多数の大形記録計および調節計を使用しており、その監視制御を容易にするために直立盤 3 面の幅は 7,100 mm、操作盤 2 面の幅は 5,250 mm とし十分余裕のある設計を行い、かつ厚鋼板を使用して振動、ショックに対しても影響を受けないようにしている。
- (2) 電気盤の模擬母線はアクリル製を採用し、電圧に従って色別し色彩効果を上げている。
- (3) 制御盤上の運転および警報表示窓は、大形の照明式のものを採用し、監視および制御を容易にしている。

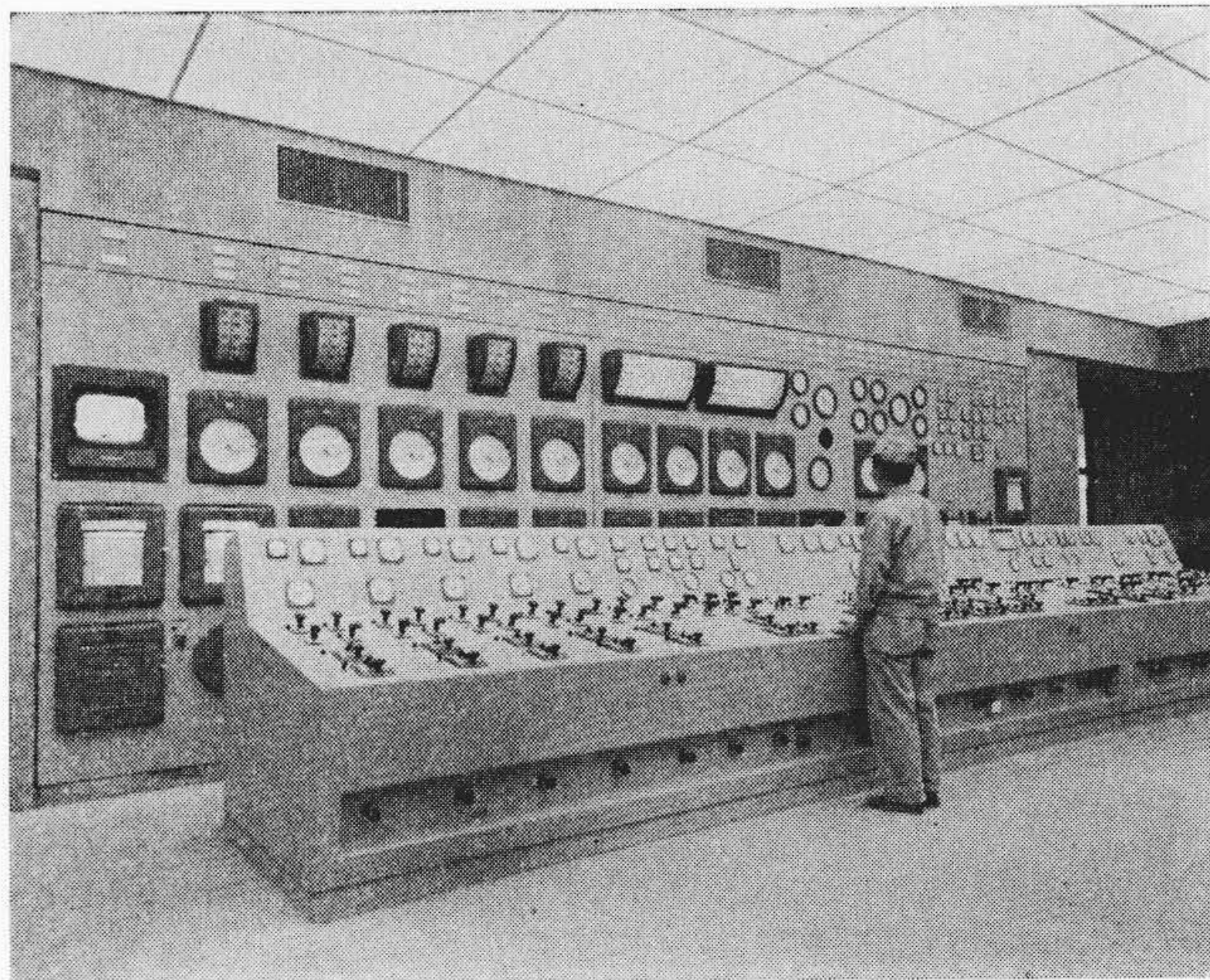
第 46 図はボイラおよびタービン中央制御盤を示す。

2.6.2 中国電力株式会社水島発電所中央制御盤

中国電力株式会社水島発電所は第一期 125,000 kW の大容量発電所にふさわしく中央制御に種々斬新な構想を採り入れている。第 47



第 46 図 東京電力株式会社川崎火力発電所中央制御盤



第 47 図 中国電力株式会社水島発電所中央制御盤

図は中央制御盤の外観を示し、おもな特長は次のとおりである。

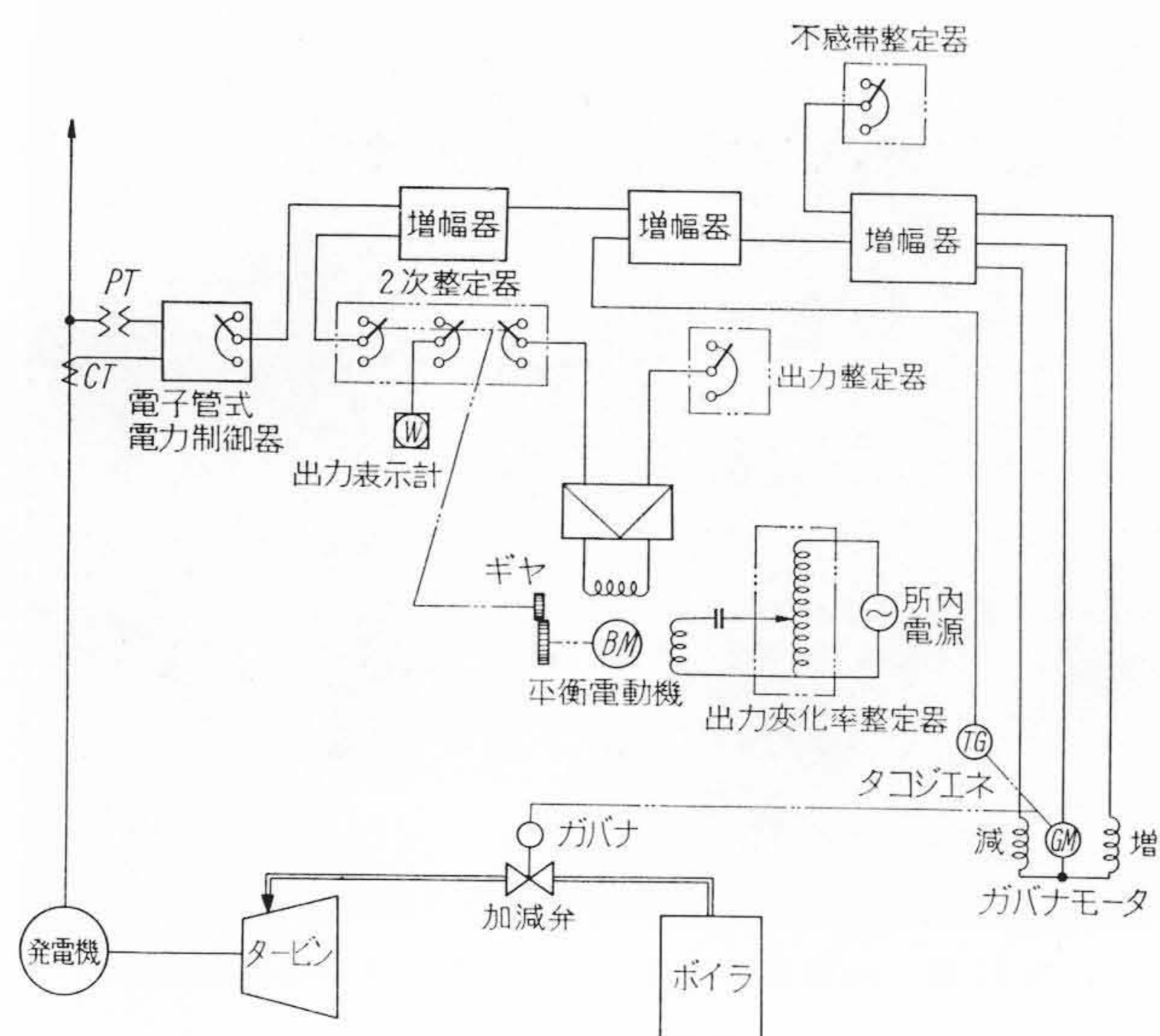
- (1) ボイラに対しては従来のボイラ自動制御装置のほかに起動用軽油バーナを遠方操作できる方式として運転の便を計っている。
- (2) 復水器には内蔵形逆洗弁を使用し、中央盤の 1 個の操作開閉器により出口弁、入口弁、逆洗弁を運転中に連動して正逆切替え可能である。
- (3) 自動負荷調整装置を設けて発電機出力を所望の値に合理的に制御できるようにしている。
- (4) 発電機の無効電力調整装置を設備し、系統の要求に合致した無効電力を中央制御盤または中央給電からの指令により調整できるものとしている。
- (5) 発電機接地保護に高調波抑制付きの IGV 形継電器、発電機界磁接地保護に不感帯なく高感度の FG-C 形継電器を新しく開発使用し発電機保護に万全を期した。
- (6) 110kV の二重母線保護にラインスイッチによる自動切替方式を採用した。
- (7) データーロガーを装備してプラントの合理的な運転、保守を計っている。

自動負荷調整装置 (ALR) は常時運転中は設定出力の上下に不感帯を設けその範囲内ではガバナ運転とし、変動分負荷が不感帯を越えると発電機出力一定となるように自動調整し、また負荷調整に際しては出力設定器を急激大量に操作しても常に主機の決める許容出力変化率で負荷を増減させる装置で、ブロック図を第 48 図に示す。装置は無接点連続制御方式で出力変化率、不感帯の設定も任意に連続調整できる。

2.6.3 日本鉱業株式会社水島製油所中央制御盤

日本鉱業株式会社水島製油所納自家発電用中央制御盤は 52 t/h ボイラ、2,600 kW タービン、発電機、工場内蒸気および動力負荷いっさいを中央制御するもので、その特長は次のとおりである。

- (1) 自動燃焼制御、蒸気温度制御、重油温度および圧力制御をすべて日立空気式で制御している。
- (2) 発電機は自励式でかつ自動同期装置を設けている。
- (3) 中央制御盤はアクリル使用のセミグラフ



第 48 図 ALR ブロック

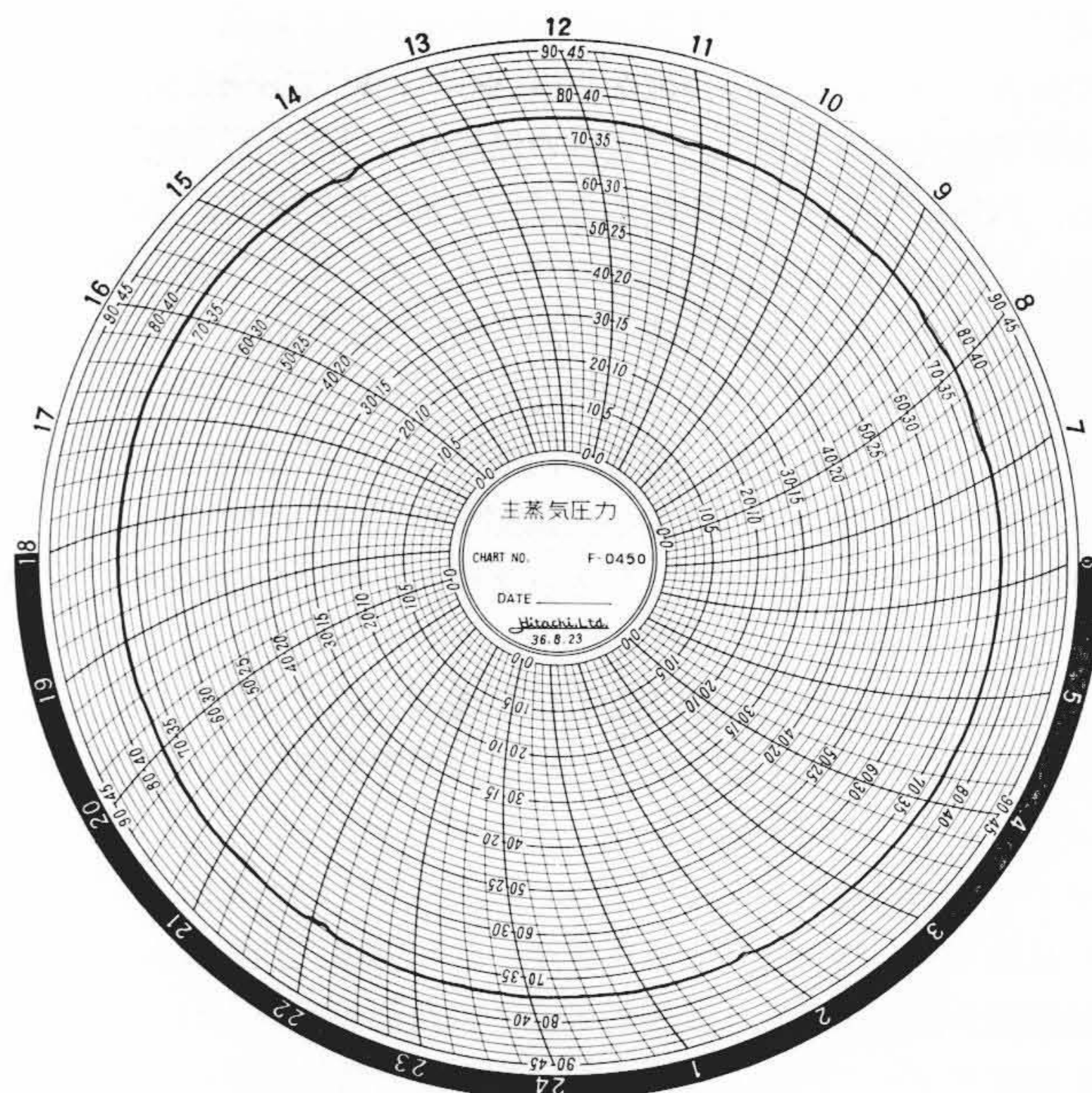
ック様式とし、運転監視を容易にしている。

自動燃焼制御は重油専焼ボイラであるので、重油制御は重油流量を検出しき還するカスケード方式とし、ミニマムストップ装置を備え、第 49 図のチャートに示すように主蒸気圧力変動 $\pm 2\%$ 以内に抑えている。蒸気温度制御は主蒸気流量と主蒸気温度による二要素式を採用し、蒸気温度の変動を $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内に収めるようにした。

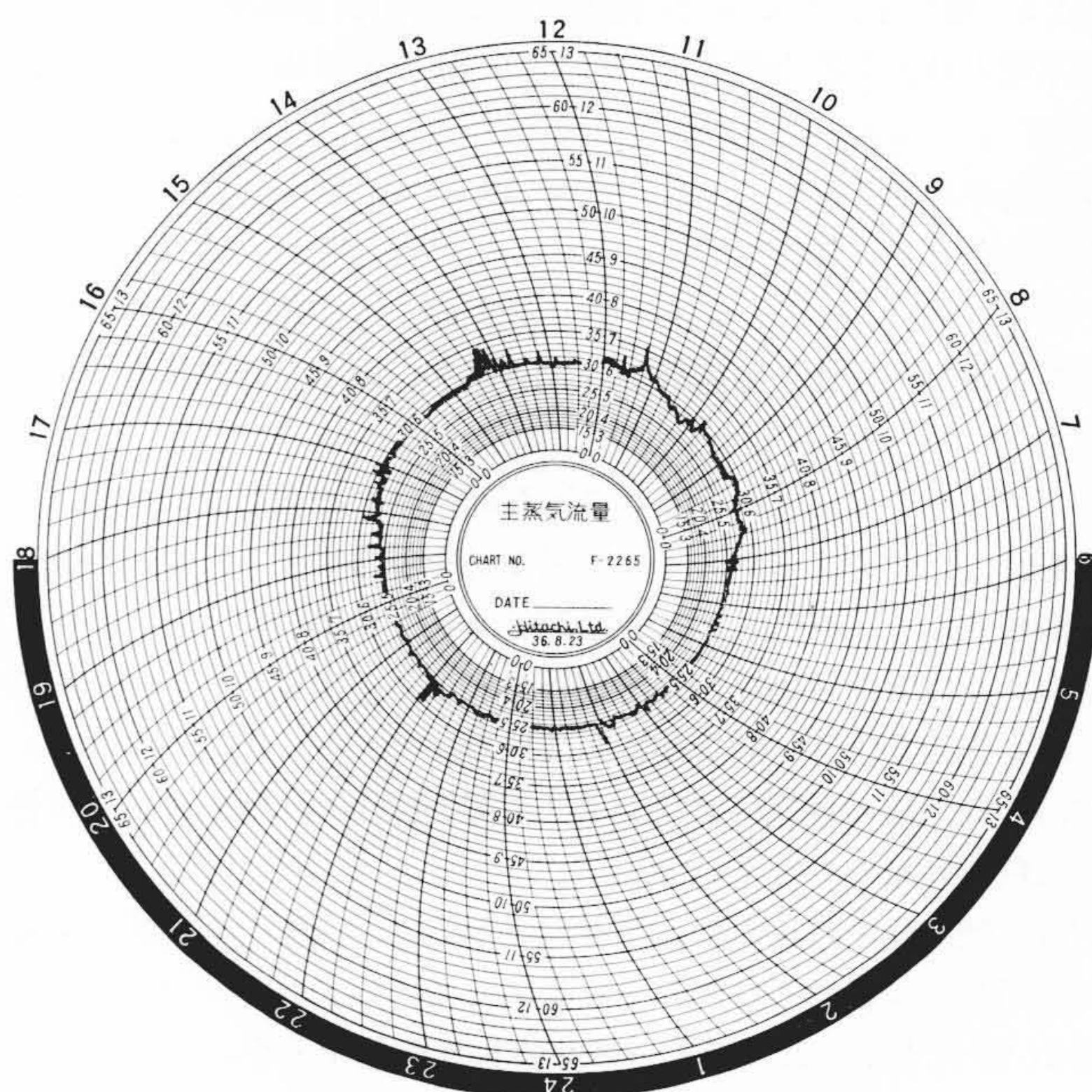
2.6.4 日立空気式自動燃焼制御装置 (ACC)

日立空気式 ACC は、この 1 年間に自家発電用および産業用ボイラに約 30 組納入されたが、さらに大容量ボイラにも適用を広げて現在 160 t/h, 92 kg/cm²g, 485°C の自家発電ボイラ用 ACC まで製作されている。

特に日本ビール株式会社大阪工場納ボイラ自動制御装置は、ボイラが前例のきわめて少ない強制循環式蒸気温水ボイラ 2 缶の並列運転であること、保有水量が少ないことおよびビール工場の負荷が、30~50% 程度急激に変動することのために、自動制御は本来はなはだ困難なものであるが、ボイラの特長および制御系統の検討を重ねて主蒸気圧力、空燃比、炉内圧、給水などのほかに温水流量、自動

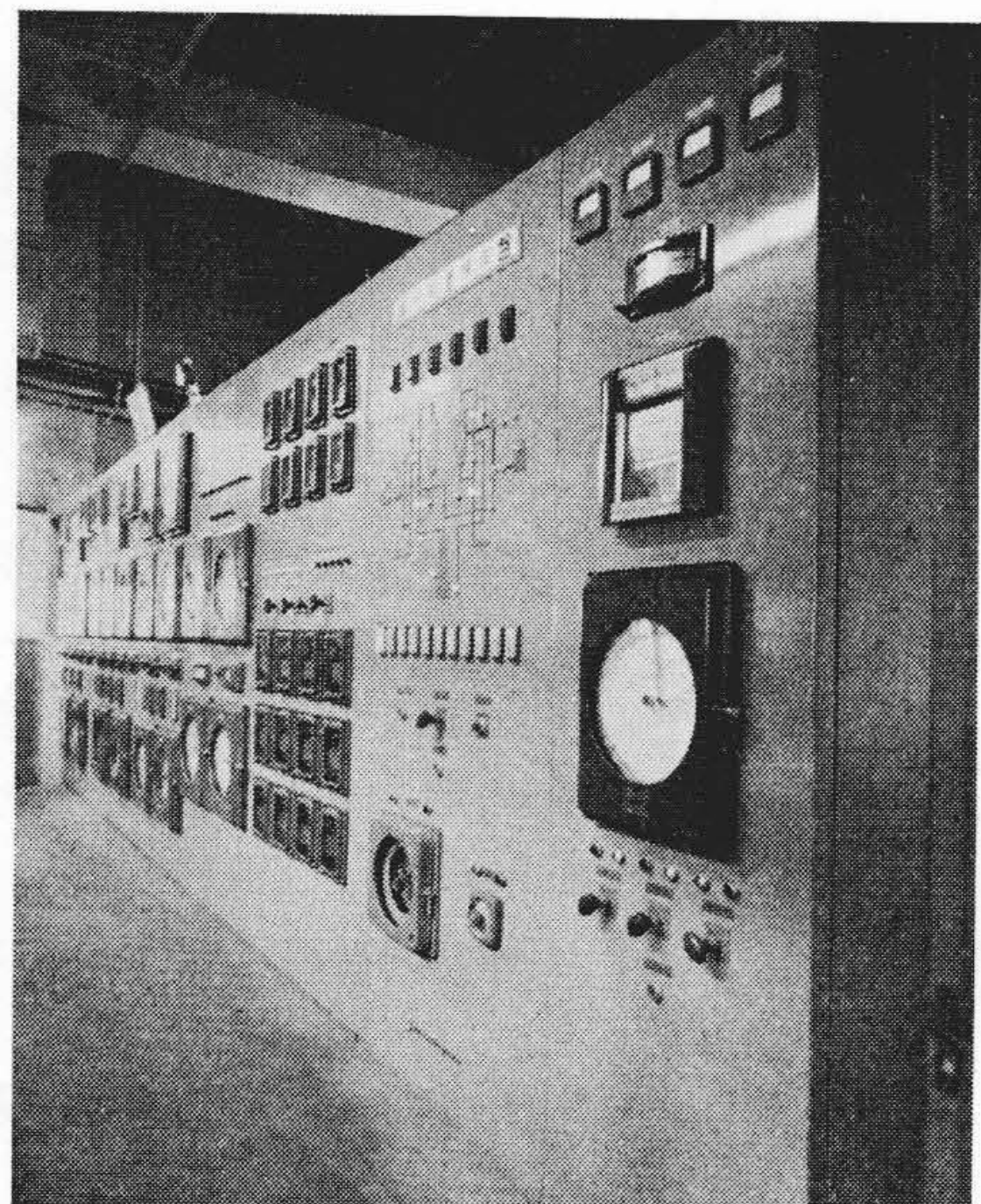


(a) 主 蒸 気 圧 力



(b) 主 蒸 気 流 量

第 49 図 日本鉱業水島製油所 ACC チャート



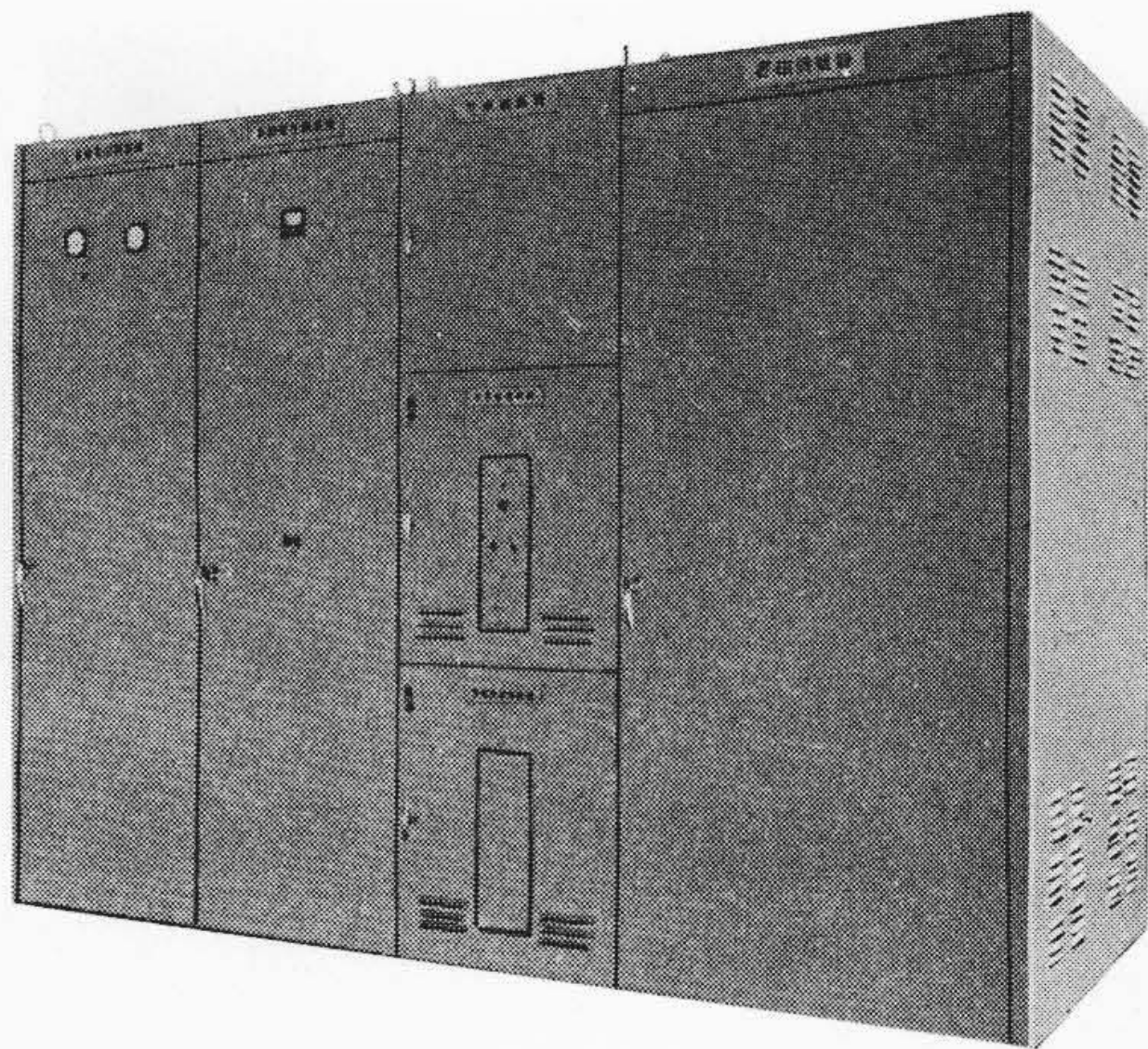
第 50 図 日本ビール大阪工場納 ACC 盤

点火消火の制御装置を設けて、わが国で最初の全自動運転を達成したものである。その特性は無負荷から全負荷までの連続自動運転が可能であり、また蒸気圧力の変動値は 50% 負荷変動に対し 4% 以内のすぐれたものである。

ボイラ自動制御盤の外観を第 50 図に示す。

2.6.5 タービン発電機の励磁調整装置

中国電力株式会社水島発電所納 160,000kVA タービン発電機用の自動電圧調整装置は、420~ 高周波磁気増幅器形を採用しているが、さらに高能率送電を計るために自動無効電力調整装置 (AQR) を備えている。自動無効電力調整装置は、発電機無効電力を進相 30,000 kVAR から遅相 70,000 kVAR までの間の任意の値に一定制御を行なう電子管式装置である。無効電力の値は水島発電所の中央盤に設けた設定器により設定されるほか、220 kV 送電線の送電効率を最もよい関係に保持させるよう、直接中央給電指令所からテレメータによっても調整できる方式となっている。第 51 図は自動電



第 51 図 中国電力水島火力発電所納高周波磁気増幅器形
自動電圧調整装置キュービクル

圧調整装置の外観を示す。

東京電力株式会社川崎火力発電所納 224,000kVA タービン発電機用の HTD 形自動電圧調整装置は、分巻励磁機の分巻界磁と直列に HTD をそう入して電圧調整を行なう方式で、主励磁機および予備励磁機の両方に共用できる利点がある。現地における全負荷遮断試験では発電機の電圧上昇を 6.7% に抑制し、速応性の高い制御特性を示した。

日本鉱業株式会社水島製油所納 3,125kVA タービン発電機用として納入した自動式励磁調整装置は、自動電圧平衡装置を設けて同期並列を簡単迅速にした点が特長である。全負荷遮断試験の結果では、発電機電圧上昇 6%, 2.8 秒で定格電圧を復帰しており、自動式励磁調整装置の高い速応性を発揮している。

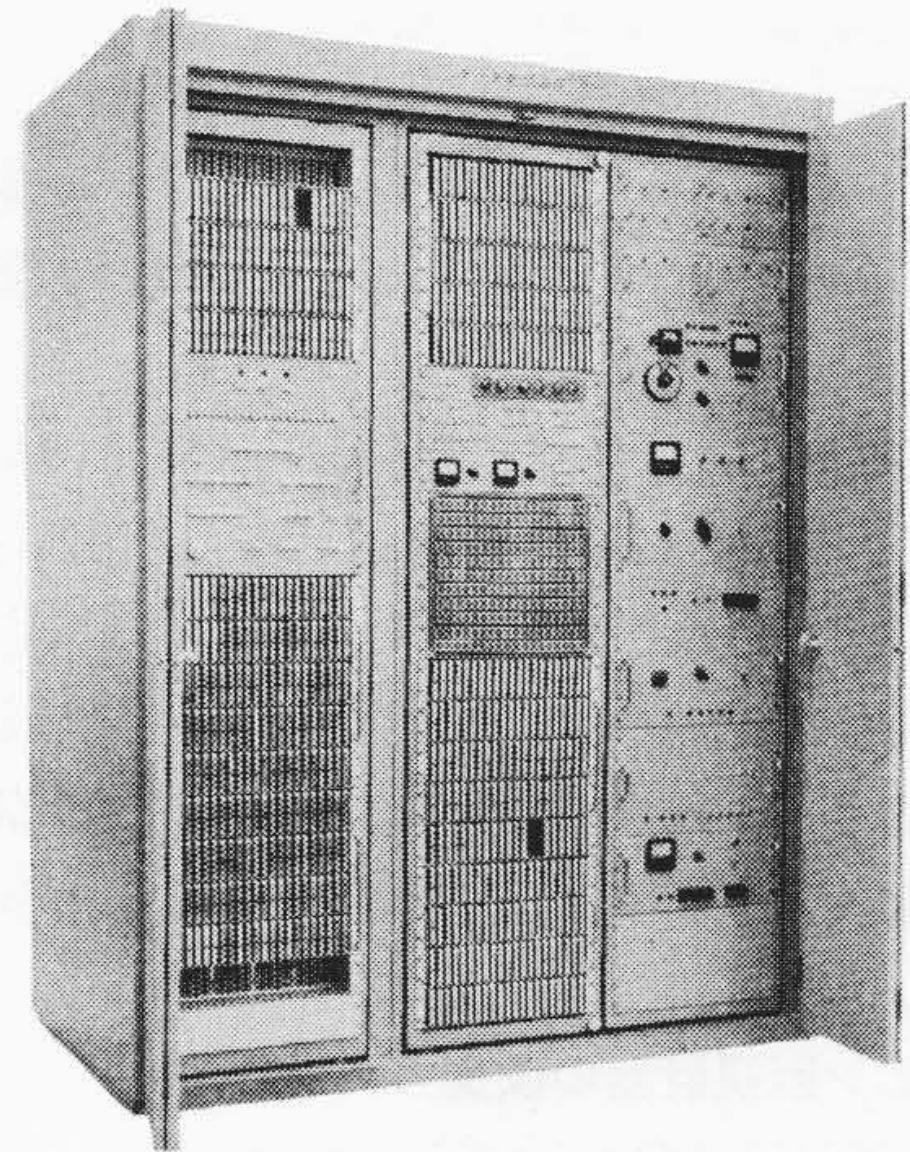
2.6.6 火力発電所用データロガー

火力発電所の中央計測管理はデータロガーの適用により大きく進展する傾向にあり、このたび北海道電力株式会社滝川火力発電所(1号機)用を完成納入した。これは火力プラントのボイラ、タービン、発電機などのプラント変量を所定の印字用紙に自動的に計測記録し、火力発電所を合理的に運転するための指針を与えるものである。本装置は本体キュービクルのほかプリンタ機、圧力変換器盤、MGなどで構成されており、本体キュービクルには電子計算機 HITAC-501 を内蔵している。本装置の仕様は下記のとおりである。

- (1) 処理対象 第 10 表記載の 82 入力
- (2) 印字周期 5, 15 分(起動停止時) 30, 60 分(平常時)
- (3) 走査速度 2 秒/CH
- (4) 処理内容 計測, 上下限監視, 積算, 平均, 温度差, 温度こう配, 領域判定
- (5) 制御方式 トランジスタティック方式
- (6) 演算装置 電子計算機 HITAC-501
- (7) 出力装置 アンダウッド プリンタ
- (8) 付属装置 テーブリーダ
- (9) 電源装置 MG (5 kVA)

この装置では構成機器単独の故障表示はもとよりシステムチェックが行えるよう考慮して信頼度の向上を図るとともに、保守点検についても十分な考慮を払っている。なお引続き中国電力株式会社岡山火力発電所(1号機)ならびに北海道電力株式会社滝川火力発電所(3号機)用装置の調整を行なっている。

第 52 図は北海道電力株式会社滝川火力発電所(1号機)用データロガーの本体キュービクルである。



第 52 図 北海道電力株式会社滝川火力発電所用データロガー

第 10 表 処 理 対 象 一 覧 表

No.	プ ラ ント 変 量	平 常 運 転	急 速 運 転
1	圧 力	20	2
2	温 度	22	16
3	流 量	4	
4	伸 び		1
5	伸 び		1
6	偏 心		1
7	振 動		6
8	回軸数およびカム軸開度		1
9	周 波 数	1	
10	電 力 量	2	
11	電 力 量		1
12	石 炭 量	4	
(小 計)		53	29
(計)		82	

第 11 表 コントロールセンター適用表

ユニット 種 類	運 転 方 式	F F B	接 触 器	電動機(kW)		概略重量
				220V	440V	
A	非 可 逆	100AF	K 25-P ₂	3.7	5.5	約 25 kg
	非 可 逆	100AF	K 50-P ₂	11	19	約 30 kg
B	可 逆	100AF	K 25-R ₂	3.7	5.5	約 40 kg
	非 可 逆	100AF	WF-3S100A	19	37	約 50 kg
	非 可 逆	225AF	WF-3S200A	37	75	約 60 kg



第 53 図 コントロールセンター外観

2.6.7 火力発電用コントロールセンター

火力発電所の膨大な補機用電動機の制御装置をコンパクトにまとめ、美麗にして保守、点検の容易ならびにケーブル節約など多くの利点を有するコントロールセンターは火力補機制御装置に欠くことのできない機器となっている。

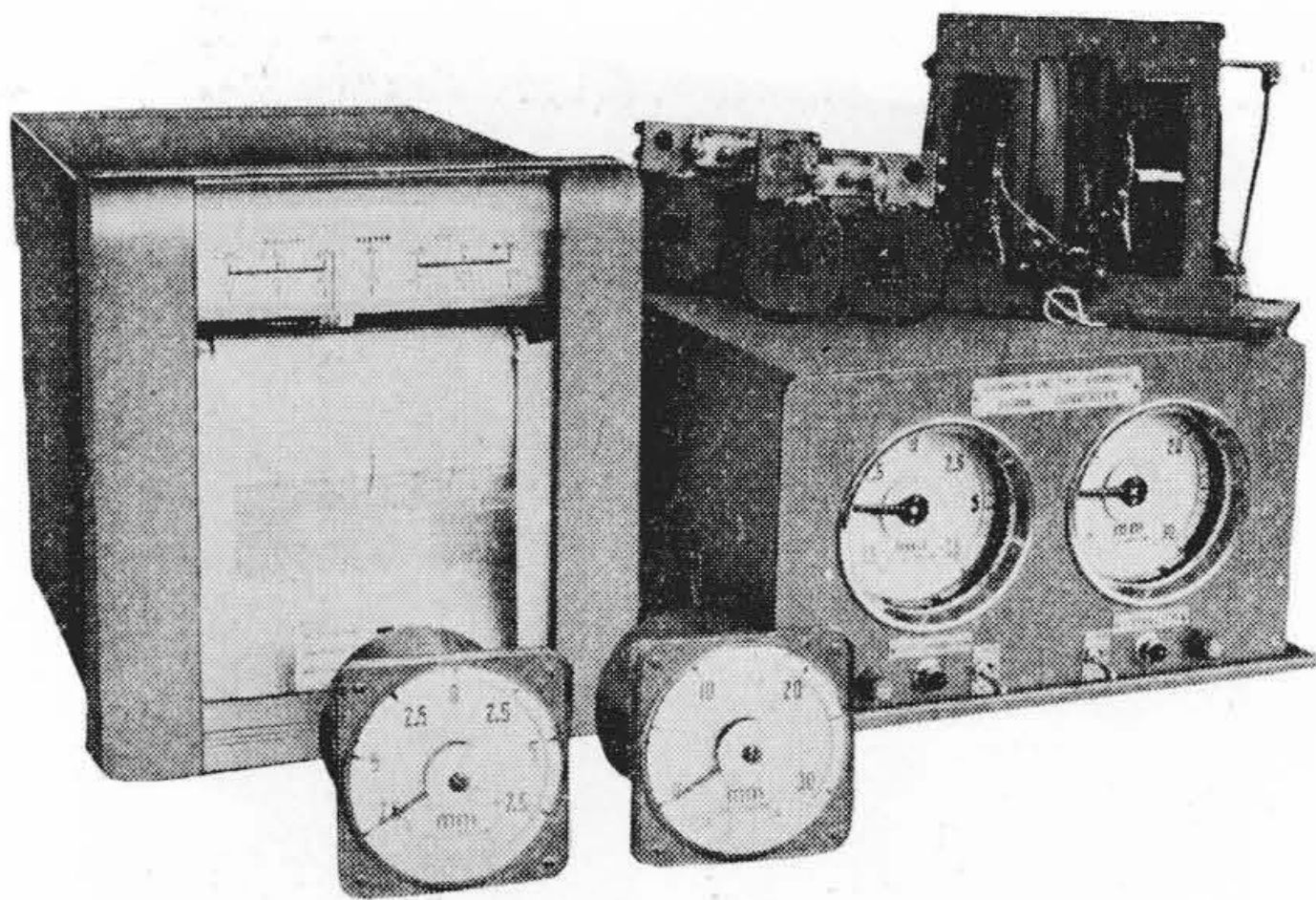
その構造は電動機1台の制御装置を1ユニット内に収納し、4段または5段に積み重ねたもので、各ユニットは引出可能である。要求に応じ操作回路をプラグ式と端子さし込み方式とがある。寸法は前者が幅 600 mm、奥行 600 mm、高さ 2,300 mm、後者が幅 550 mm、奥行 550 mm、高さ 2,300 mm である。ユニット内部には FFB、電磁接触器、熱動継電器および補助接触器を収納しており、FFBの遮断容量は 440 V、15 kA 以上である。

2.6.8 タービン監視計器の改良

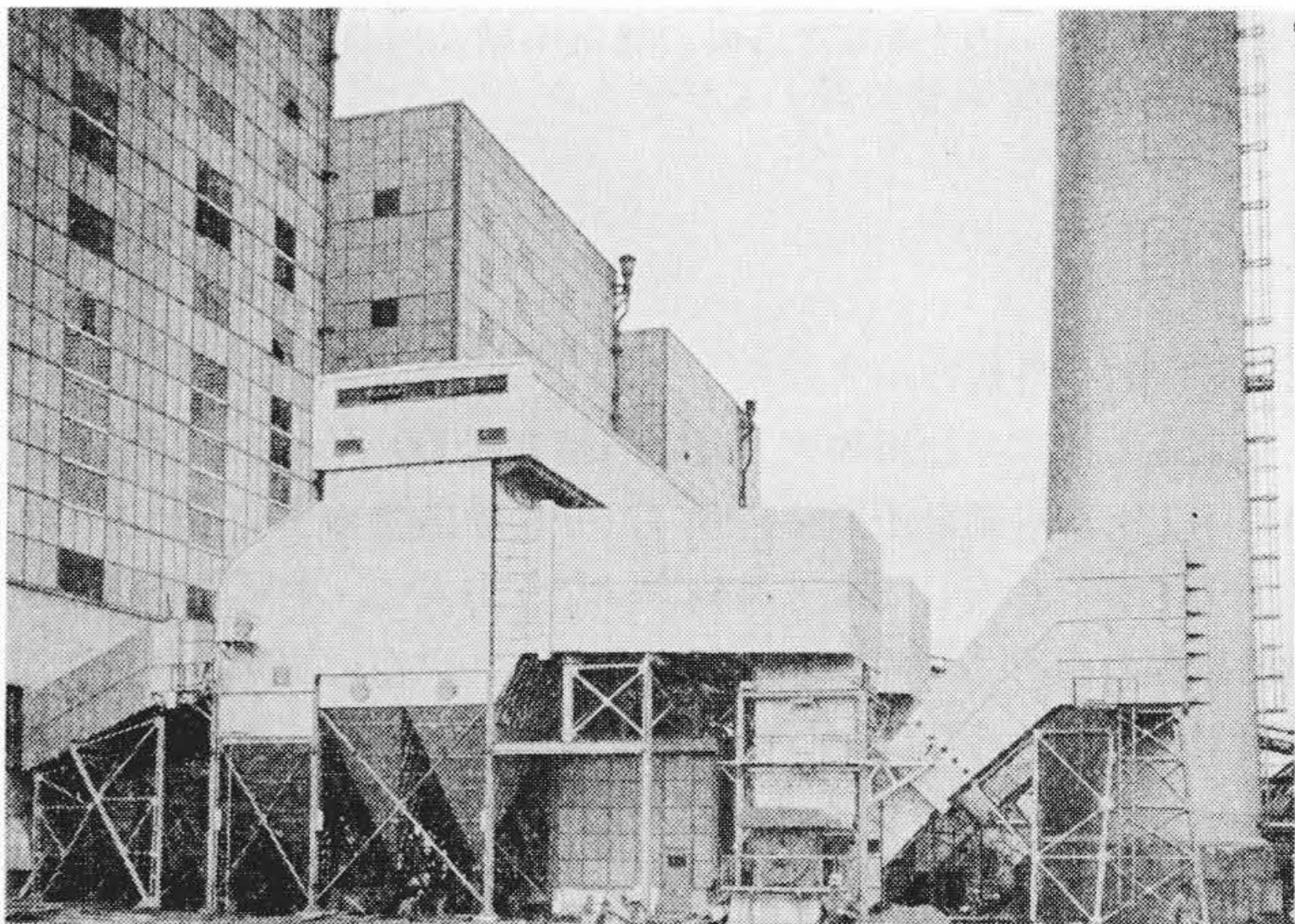
タービン監視用記録計器としてはカム軸回転計、伸びおよび伸び差計、偏心計、振動計などがある。これらの記録計の外観を、近代的感覚を有する VKX シリーズに合わせ、すべての記録計が同一外観を有することになった。

伸びおよび伸び差計は従来2台の記録計によりそれぞれ記録していたが、変換器を使用して伸びおよび伸び差用2台の検出器の出力を直流電圧に変換し、1台の記録計で切替打点記録ができるように改良した。変換器は自動平衡の原理により検出器のインダクタンス変化を測定し、内蔵するスライド抵抗器により測定値に比例した直流電圧をうるものである。この方式の採用により記録計1台分の盤面積が節約でき、全体としてのまとまりが良くなった。

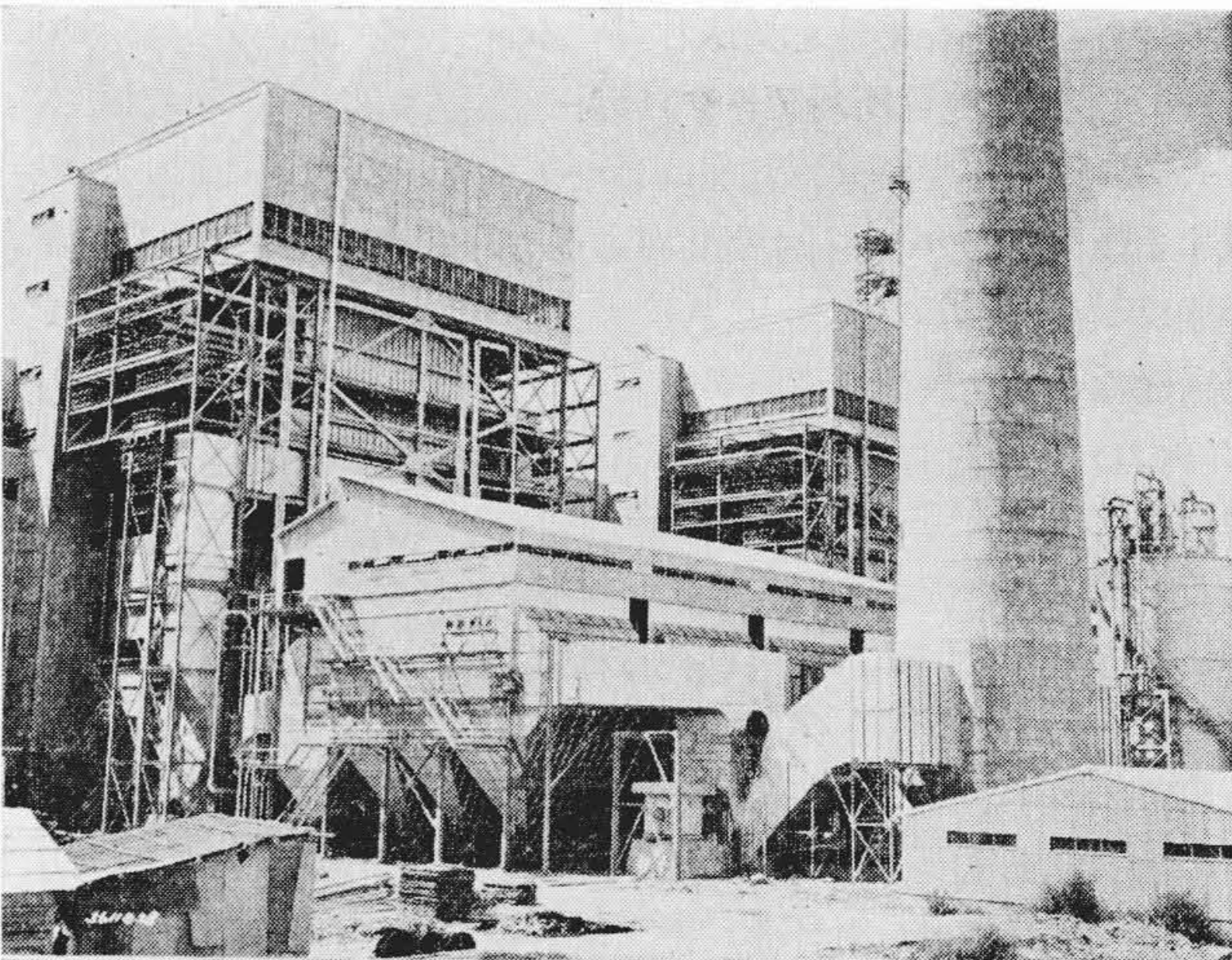
また検出器は高温蒸気にさらされるものがあるので、その使用材料、処理方法などの改良が加えられた。



第 54 図 伸びおよび伸び差計



第 55 図 東京電力株式会社品川火力発電所納
3号塵用 MC-EP 形集じん装置



第 56 図 東北電力株式会社仙台火力発電所納
3号塵用 MC-EP 形集じん装置

2.7 電気集じん装置

2.7.1 火力発電用集じん表置

36年度に納入された火力発電所用集じん装置は前年度と同様煙害防止用のものが大部分で、36年度に完成された基数の90%強を日立製作所が納入した。最近の重油使用量の増大に伴い、ボイラが重油専焼で運転されることが多くなったが、この場合に未燃物と SO₃ によりいわゆるスノーフューム煙害が問題になっている。東京電力株式会社品川火力発電所納微粉炭燃焼用 MC-EP 形集じん装置は、重油専焼時においてこのスノーフューム除じんに有効に活用できることが立証された。

第 55 図 は東京電力株式会社品川火力発電所納 3号缶用 MC-EP 形集じん装置である。

第 56 図 は東北電力株式会社仙台火力発電所納 3号缶用 MC-EP 形フライアッシュ回収装置である。

なお、36年度に納入した火力発電所用集じん装置の仕様一覧は第 12 表 のとおりである。

第 12 表 36 年度納入および製作中の新鋭大形火力発電用電気集じん装置一覧

納 入 先	発 電 所 名	集 じ ん 器 形 式	処理ガス量 (km ³ /h)	計画集じん率(%)	用 途
九州電力	新 小 倉 #1	VZ-MC-EP (SO-HP ₄₃)	867	98	フライアッシュ回収
東京電力	品 川 #1 #3	MC-EP (SO-HP ₄₂)	644	96.6	煙 害 防 止
東京電力	川 崎 #2	MC-EP (SO-HP ₄₂)	813	96.2	煙 害 防 止
東京電力	横 須 賀 #2	MC-EP (SO-HP ₄₂)	1,240	96	煙 害 防 止
三菱造船	常 磐 共 同 #3	MC-EP (SO-HP ₂₃)	403	98	煙 害 防 止
三菱造船	常 磐 共 同 #4	MC-EP (SO-HP ₂₄)	403	98	煙 害 防 止
三菱造船	常 磐 共 同 #5	MC-EP (SO-HP ₂₄)	403	98	煙 害 防 止
東北電力	仙 台 #3	MC-EP (SO-HP ₄₃)	842	97	フライアッシュ回収
中部電力	新 名 古 屋 #3	MC-EP (SO-HP ₄₂)	1,075	96	煙 害 防 止
北海道電力	滝 川 #3	MC-EP (SO-HP ₄₂)	382	96.5	フライアッシュ回収
北海道電力	新 江 別 #1	MC-EP (SO-HP ₄₃)	612	97	フライアッシュ回収

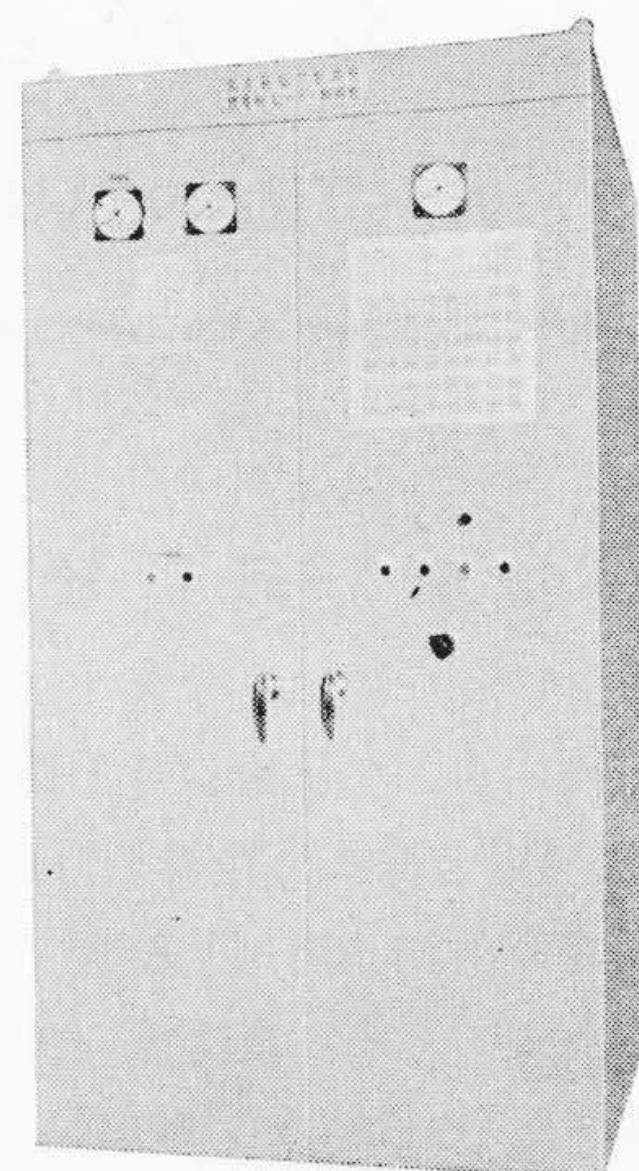
2.7.2 電気集じん装置用つち打制御装置

電気集じん装置用つち打制御装置には電動機による機械的方式と電磁式とがある。いずれも順序自動操作を行なう方式である。

電動式は各室各セクションごとにタイムリレーを介して自動的に順序つち打を行う運転表示、故障表示付(つい打力調整不可)である。

電磁式は水銀整流器により電源を供給，格子制御を行い接触器寿命を長くするとともに，電圧調整することによりつち打力を 3 kg/cm^2 より最大 6 kg/cm^2 まで調整することができる。つち打方式は電動式と同様タイムリレーによる順序つち打方式である。

第 57 図は東京電力株式会社川崎火力発電所納電気集じん装置の電磁式つち打制御盤である。



放電極	0.4kW, 3φ, 1M×6台
集じん極	マグネットハンマ×64台

第 57 図 東京電力株式会社川崎火力発電所納
電磁式，つち打制御盤

昭和 36 年度における日立製作所の社外講演の成果 (件数)

(昭和35年11月～昭和36年10月)

[illegible]