

2. 火力発電用機器 THERMAL POWER PLANT EQUIPMENT

昭和32年度は火力プラント関係にとって最も多彩な年であつたといえよう。すなわち、製作面においては東京電力株式会社の 75 MW 再熱プラントが完成して営業運転を開始したのを初めとし、同級プラントが陸續として製作されつつあり、他方計画設計面においては、さらに一段と圧力、温度、容量の大きい 125, 175 MW 級のプラントの計画ならびに設計が進められ、この間の技術の進歩はまことにめざましいものがあつた。

わが国において 88 atg, 510°C, 66 MW の国産機が各界の注目をあびて運転を開始したのは、今から 3 年前のことであるが、火力界における 3 年の歳月は、すでに当時の最新鋭機を旧型機にしてしまった。これはいうまでもなく燃料資源のさしせまつた情勢と、先進国の実績の刺激によるものであるが、機械の製造者ならびに使用者共に高度の技術を急速に消化し、なおも先進国の最高水準に肉迫する努力が続けられている。

這般の趨勢を、その具体的内容に立ち入つてながめて見ると、火力発電による発電原価の主要構成要素は第 1 に燃料費、第 2 に建設費であるが、蒸気圧力、温度の上昇と単機の発電容量の増加とがもつ意味を具象的な例によつて示せば次のごとくである。

蒸気圧力、温度の上昇と再熱再生サイクルの適用によるプラント熱効率向上の様相は第 1 図に示すとおりであるが、これはとりも直さず kW あたりの燃料費の低減を意味する。

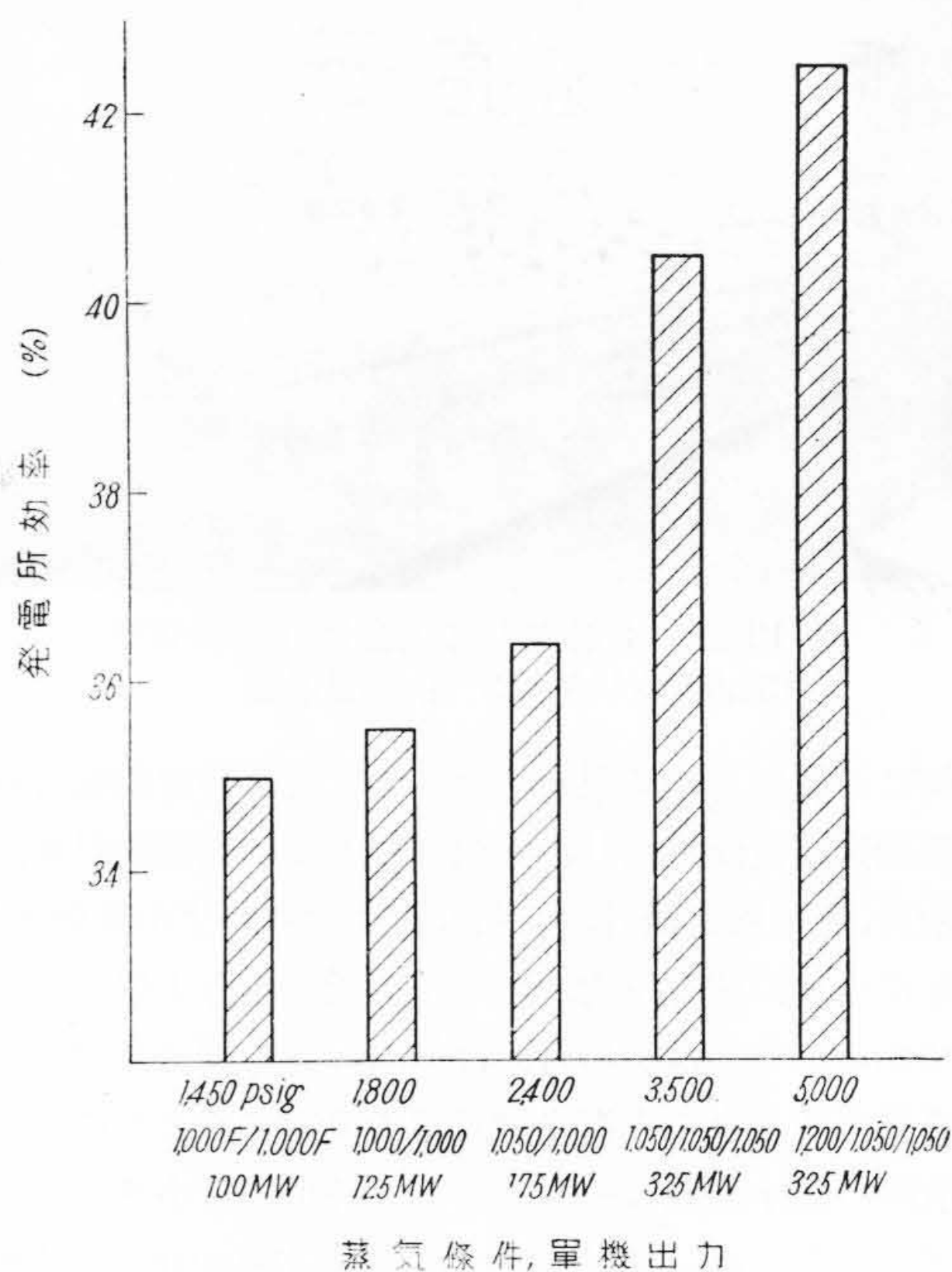
また、気圧気温の上昇に伴う単機の大容量化はいかなる意味をもつであろうか。第 2 図は単機の発電容量と、それに相当する建屋の大きさを対比したもので、単機の発電容量の増加は kW あたりの建設費に重要な関係のあることがわかる。

今後の進歩の方向を含めて新鋭プラントの性能上の特長は、蒸気の圧力、温度が高く、再熱または二重再熱を行い、その上発電容量が大きいということであるが、これら三つの事がらは独立のものではなく、3 者の組合せは経済性の必然的な要請に基くものである。蒸気の圧力、温度はついに臨界点をこえ、米国においては超臨界プラントが多数計画されており、その最初のユニットはすでに運転に入っている。第 3 図は、わが国ならびに米国の事業用発電所の各種蒸気条件に対する建設台数を比較表示したものである（計画中のものを含む）。

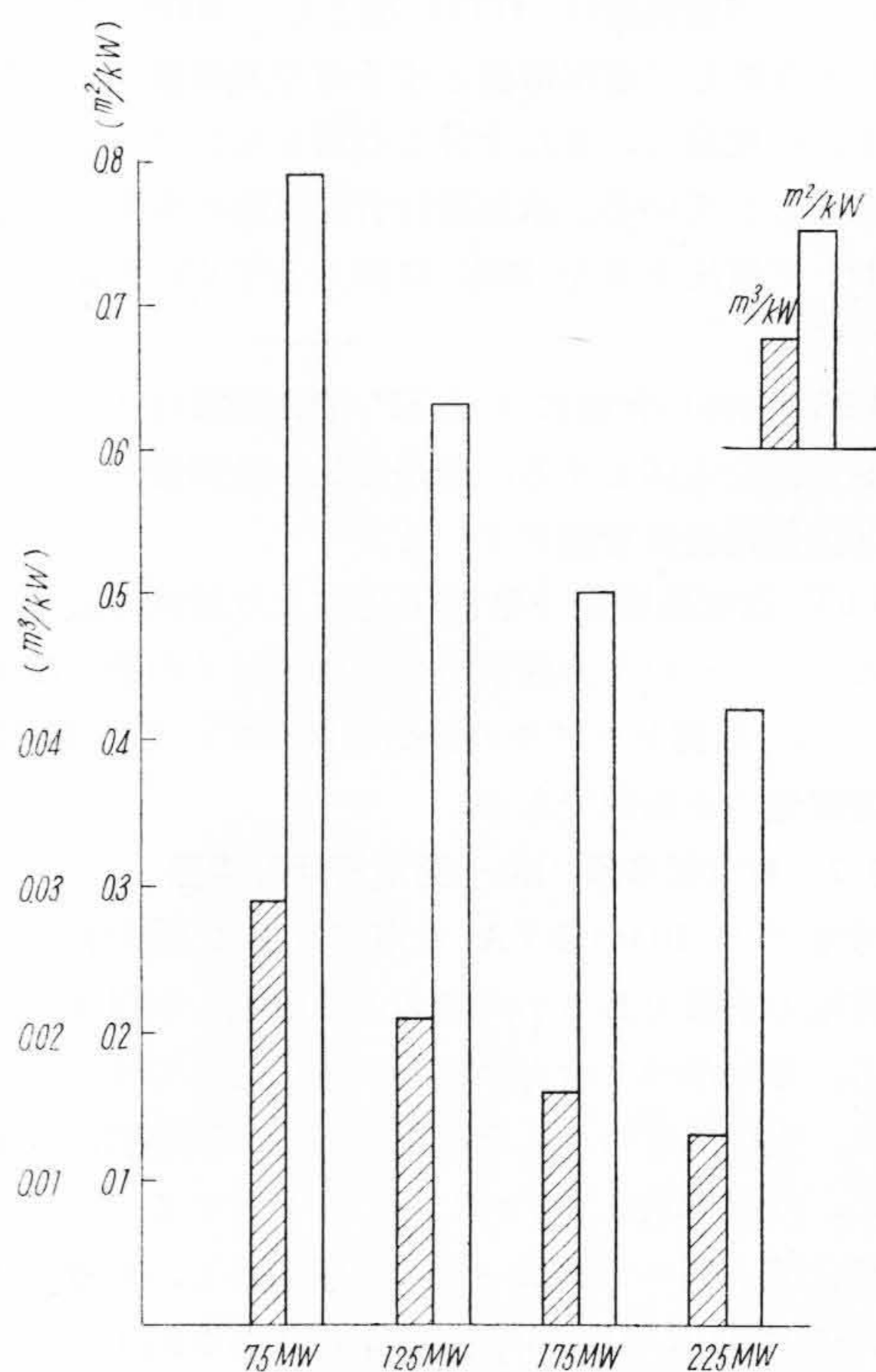
2.1 ボイラ

2.1.1 大型発電用ボイラの標準計画

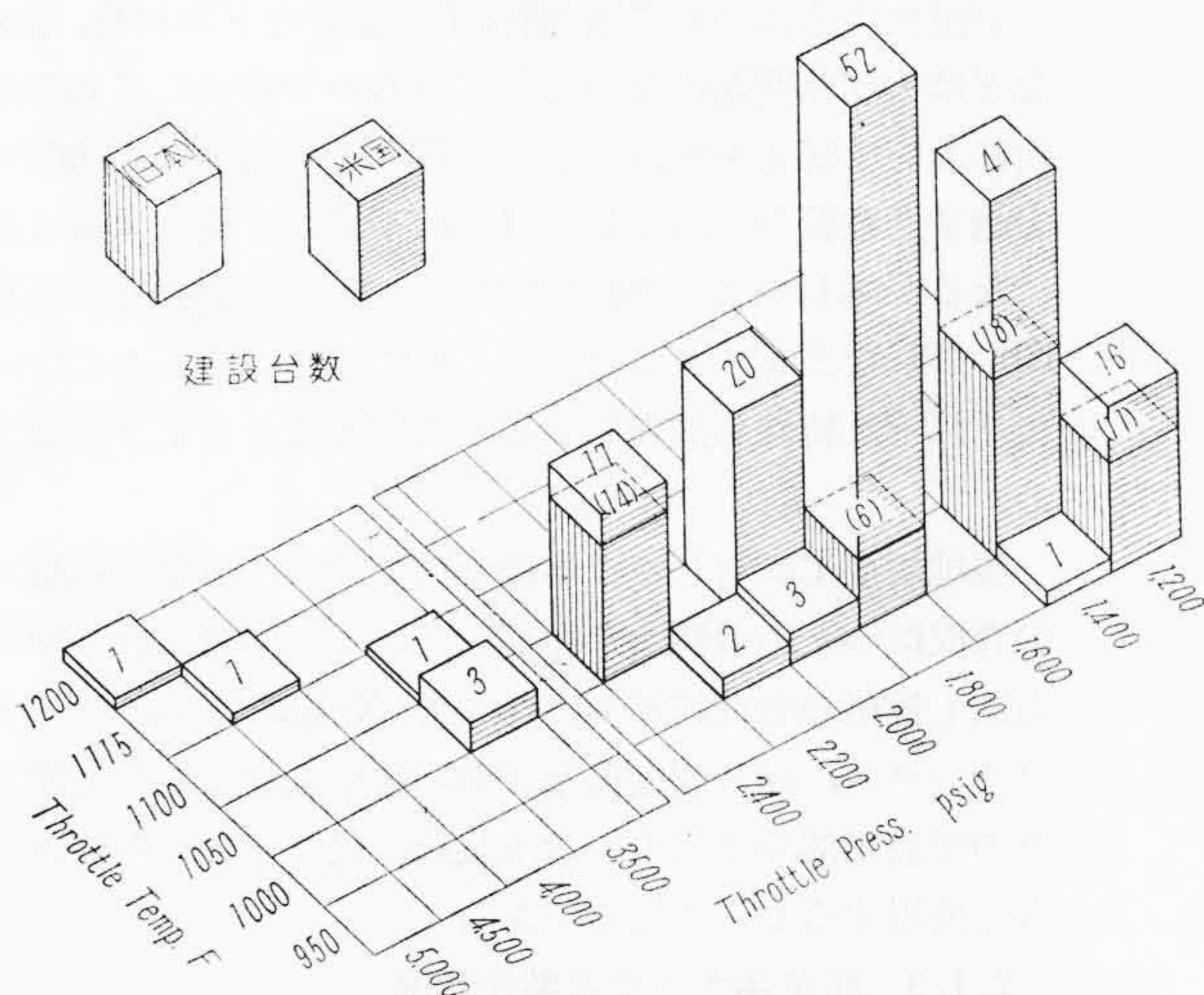
戦後にあいついで計画された大型発電用ボイラの蒸気



第 1 図 蒸気条件ならびに単機出力に対する発電所効率



第 2 図 単機容量に対する発電所の建屋の kW 当り据付面積および kW 当り容積



第3図 大容量発電所、蒸気条件の傾向

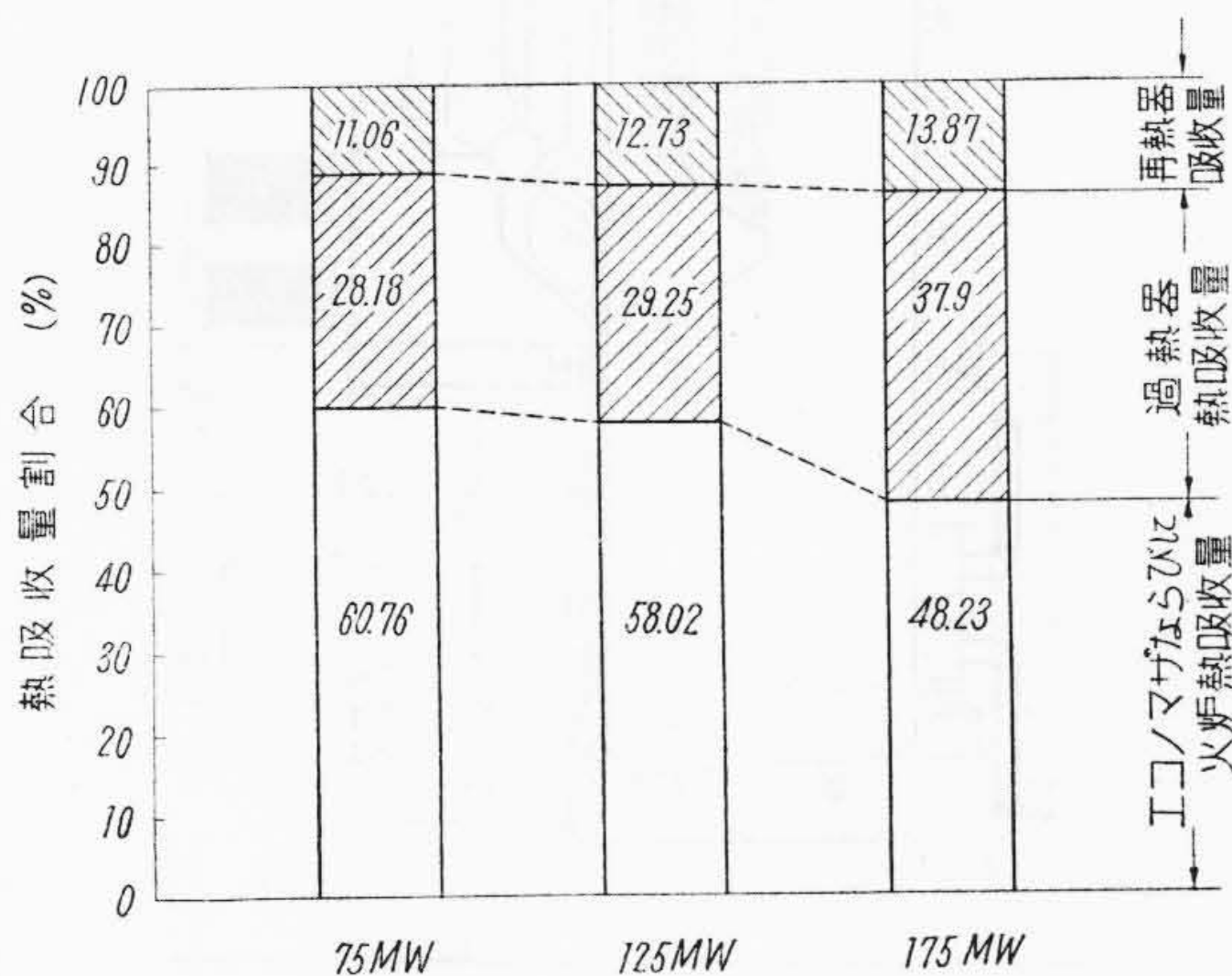
注：日本：1957年8月まで設置認可済のもの。

米国：1956年9月現在計画中のもの。(既設を含まず)

第1表 大型標準ボイラの仕様

タービン出力 (MW)	75	125	175
ボイラ蒸発量 (最大) (t/h)	260	435	590
ボイラ設計圧力 (kg/cm ² g)	121	149	190
過熱蒸気温度 (過熱器出口で) (°C)	541	541	571
再熱器設計圧力 (kg/cm ² g)	36.5	38.5	42
再熱蒸気温度 (°C)	541	541	541
給水温度(節炭器入口で) (°C)	239	241	282
燃 料	石炭4500 kcal/kg~5500 kcal/kgまたは重油		

状態はアメリカの A. I. E. E. (American Institute of Electrical Engineering) の標準によるもので 75 MW, 125 MW, 175 MW 級の再熱ボイラは今後しばらくの間はこのまま国内の標準として計画されてゆくことになる。また国内の発電用燃料もしばらくの間は発熱量 5,000 kcal/kg 前後の現在使用しているような石炭と重油を併用して行くことになるものと思われる。したがって現在

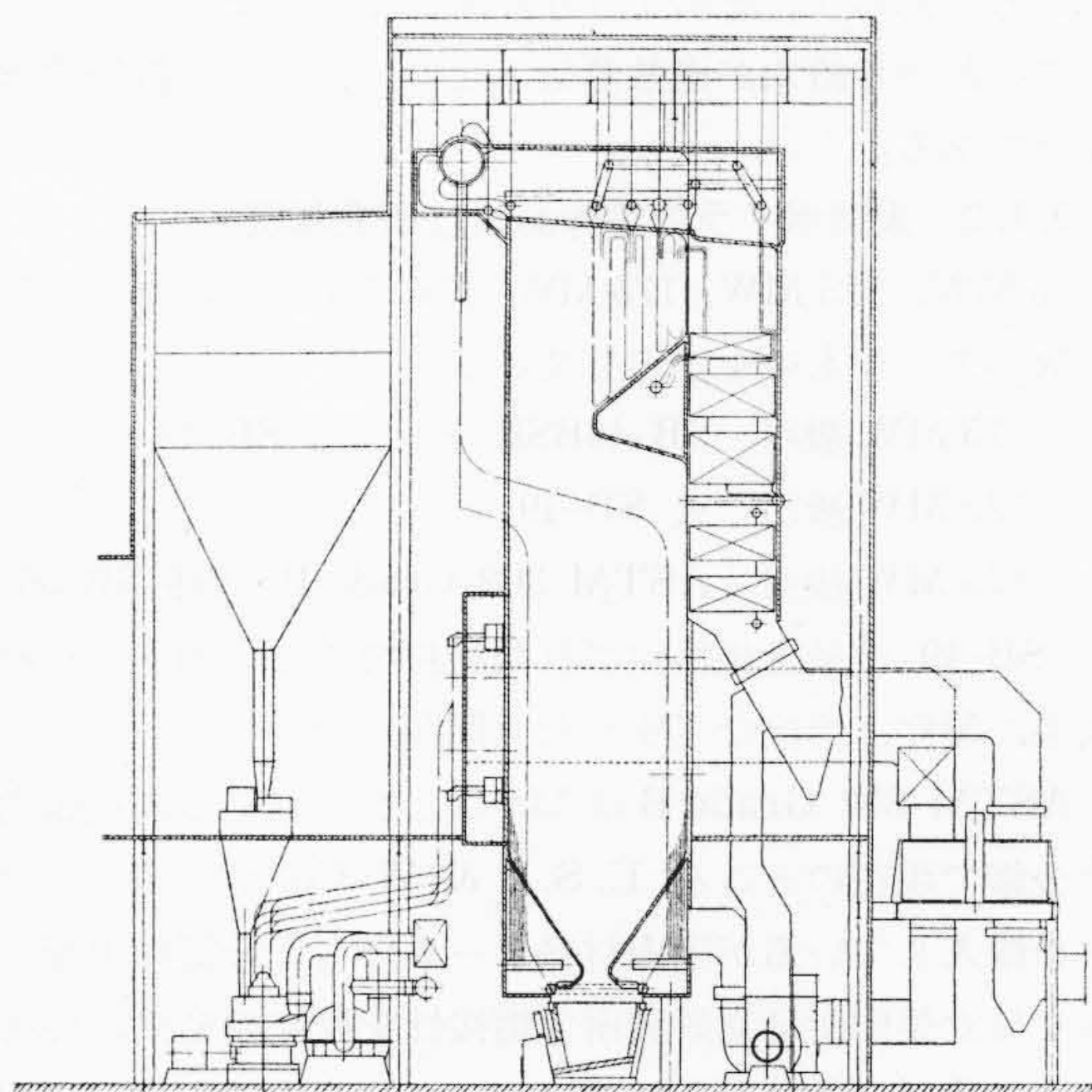


第4図 高圧高温ボイラの熱吸収割合の比較

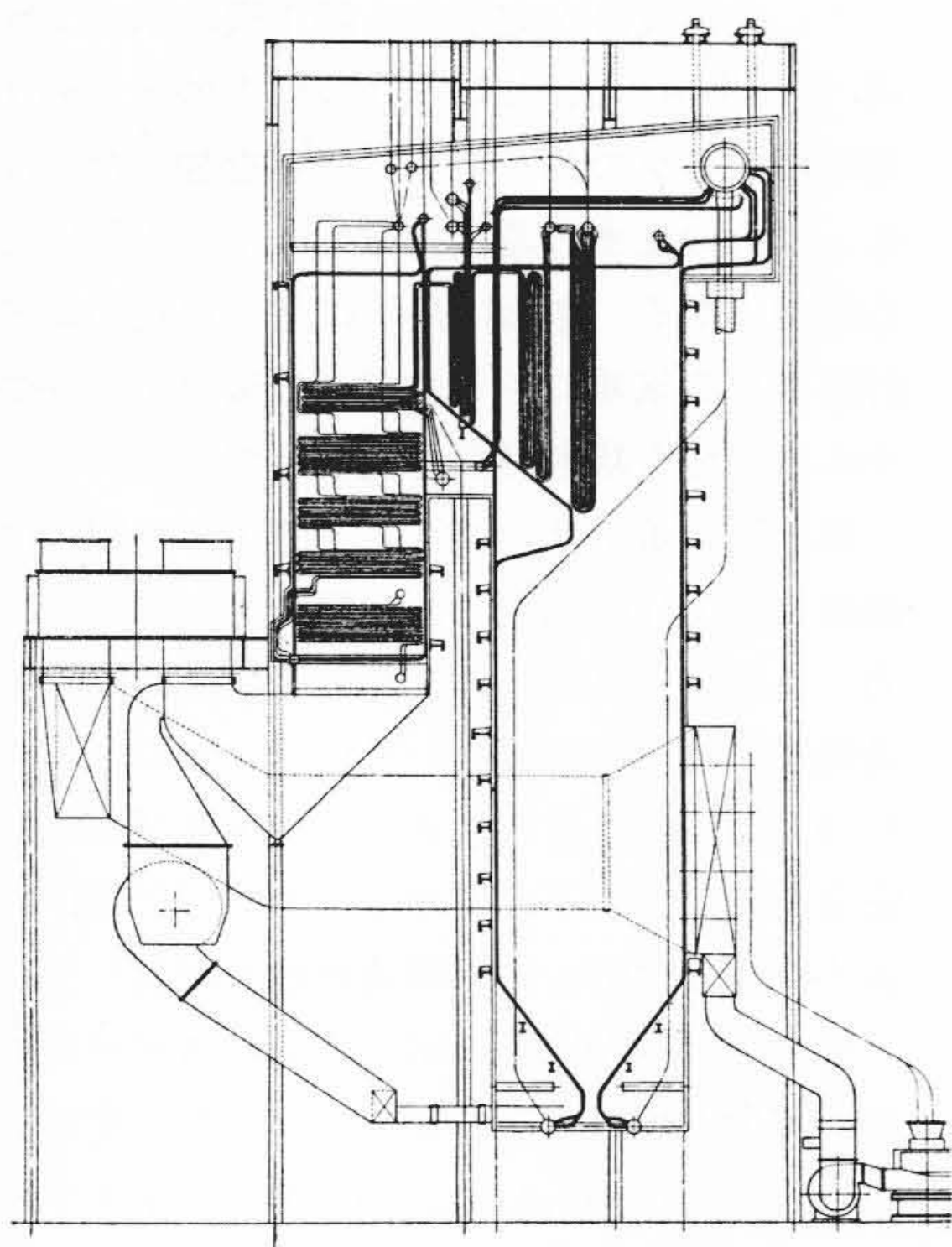
までに計画設計を完了せる第1表に示すような石炭、重油併用の大型ボイラは、標準型とも称すべき発電用ボイラであり多少の変更を加えただけであるいはそのままの設計で国内各地の需要に応じうる態勢にある。さらに最近では重油専焼のボイラも計画される気運にあるのでこの級の重油専焼ボイラについても基本計画を完了している。

高圧高温ボイラの特長として大きな問題は各部熱吸収量配分の問題であり第4図に示すごとく圧力、温度の上昇につれて熱吸収の主体は水壁から過熱器、再熱器に移行していくことになる。したがって火炉出口温度をスラッグトラブルに対して安全な限界まで下げてやるために 125 MW 級のボイラから火炉に放射型過熱器を配置している。

また 125 MW 級のボイラからスペースファクタの減少と炉幅方向のガス温度の均一化を計る意味で分割壁を挿入した。75 MW 用ボイラでは過熱器、再熱器の配置により並行配置と直列配置の二型式があり顧客の要望によりどちらでも製作可能である。またこれらボイラはB&Wの特長としてまったく自然循環方式を採用しドラムにサイクロンセパレータを装備して循環の安定と蒸気純度の保持を計っている。第5図および第6図はそれぞれ 75 MW, 175 MW 日立標準型ボイラの計画を示すもので 125 MW 用ボイラは 175 MW ボイラとほとんど似たような型式なので省略する。以上三つの標準型ボイラの計画上の主な相異点を述べたわけであるが、さらに比較して示せば第2表のとおりである。190 kg/cm²g 571°C/541°C の 200 MW, 250MW 級のボイラも第6図に示すように 175 MW の型で計画



第5図 75MW 用ボイラ横断面図 (直列配置)



第 6 図 175 MW 用ボイラ横断面図

第 2 表 大型標準ボイラの比較

級	75MW	125MW	175MW
循環方式	自然循環	自然循環	自然循環
分割壁	なし	あり	あり
放射型過熱器	なし	あり	あり
蒸気温度制御方式	ガス再循環}併用 スプレー(直列) ガス再循環}併用 分配ダンプ(並列)	ガス再循環}併用 スプレー	ガス再循環}併用 スプレー
蒸気洗滌装置	なし	なし	あり

可能であり、さらに $190 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ を越すようなボイラとして次の段階に国内に採用されるものは超臨界圧ボイラとなるであろう。そのような超臨界圧ボイラはドラムなしのいわゆる給水が過熱蒸気となつて出てゆく貫流式ボイラである。

2.1.2 大型ボイラの製作および研究状況

75 MW, 125 MW, 175 MW ボイラ用ドラム材料として次のようなものを予定している。

75 MW 級用 SB-46BSR または火 SB-49

125 MW 級用 火 SB-49

175 MW 級用 ASTM-302 Grade B (仮称SB-56)
火 SB-49 は最近規格化された材料であるが国内の材料入手、製作、熔接などまったく問題はない。

ASTM-302 Grade B は Mnなどを添加せる高抗張力合金鋼で現在のところ U. S. B & W Co から完成ドラムを輸入しているが国内材料メーカーでも十分製作可能であり日立製作所日立研究所で熔接性を研究の結果、現場作業に移せる段階にあるのでちかぢか完成予定の 8,000 t プレスが稼働し始めれば国産化も可能な状態にある。

高温化するにつれて過熱管、主蒸気管などの材料、熔接などは大切な問題になつてきているので着実に日立研究所において研究を続けてきた。175 MW 級から約 600°C を越す過熱管の一部として 18-8 不銹鋼を使用することになるが本材料も国内で十分まかないうる状況にあり Cb, Tiなどをスタビライザとして添加せるものについてそれぞれ特性も調査し安心して作業できるようになつた。

現地熔接工に対しては熔接学校を設立するなど熟練工の育成につとめ遺憾なきを期している。熔接部分の検査方法も規格の合理的進歩に伴つて X-線, γ -線, マグナフラックス, 超音波探傷などの非破壊試験設備が完備したので高圧部品は従来の水圧試験に代つてこれら装置を広く使用することになるであろう。

2.1.3 産業用ボイラの製作状況

最近諸産業設備の拡張に伴つて製鉄、セメント製造、製紙、石油製精関係プラント用などの産業用ボイラ受注も増加している。これらの代表的なボイラを簡単に紹介する。

(1) ガス焚ボイラ

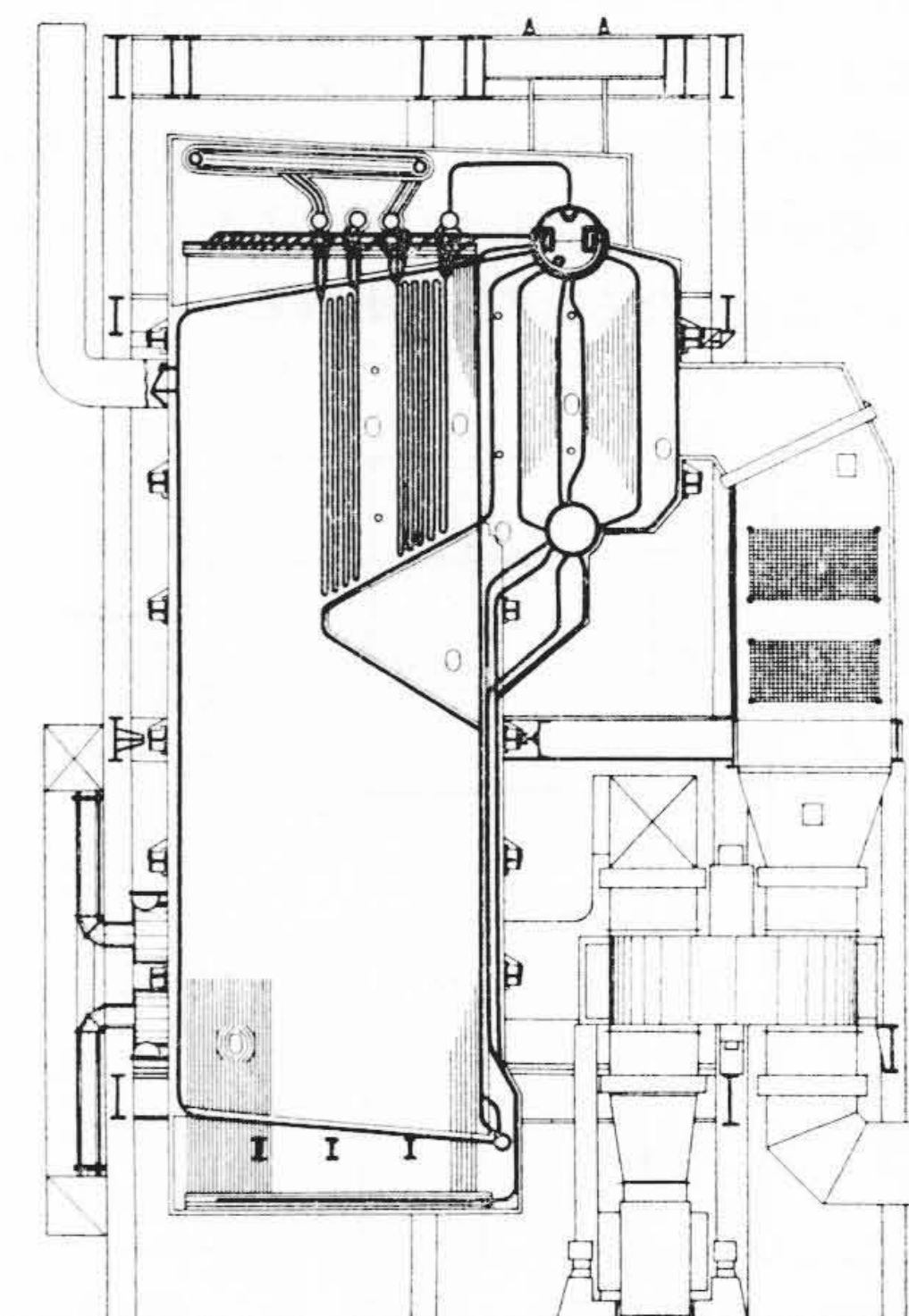
八幡製鉄株式会社戸畑工場納用として記録的な下記仕様ボイラを受注し製作中である。

蒸発量(最大連続負荷時) 100 t/h

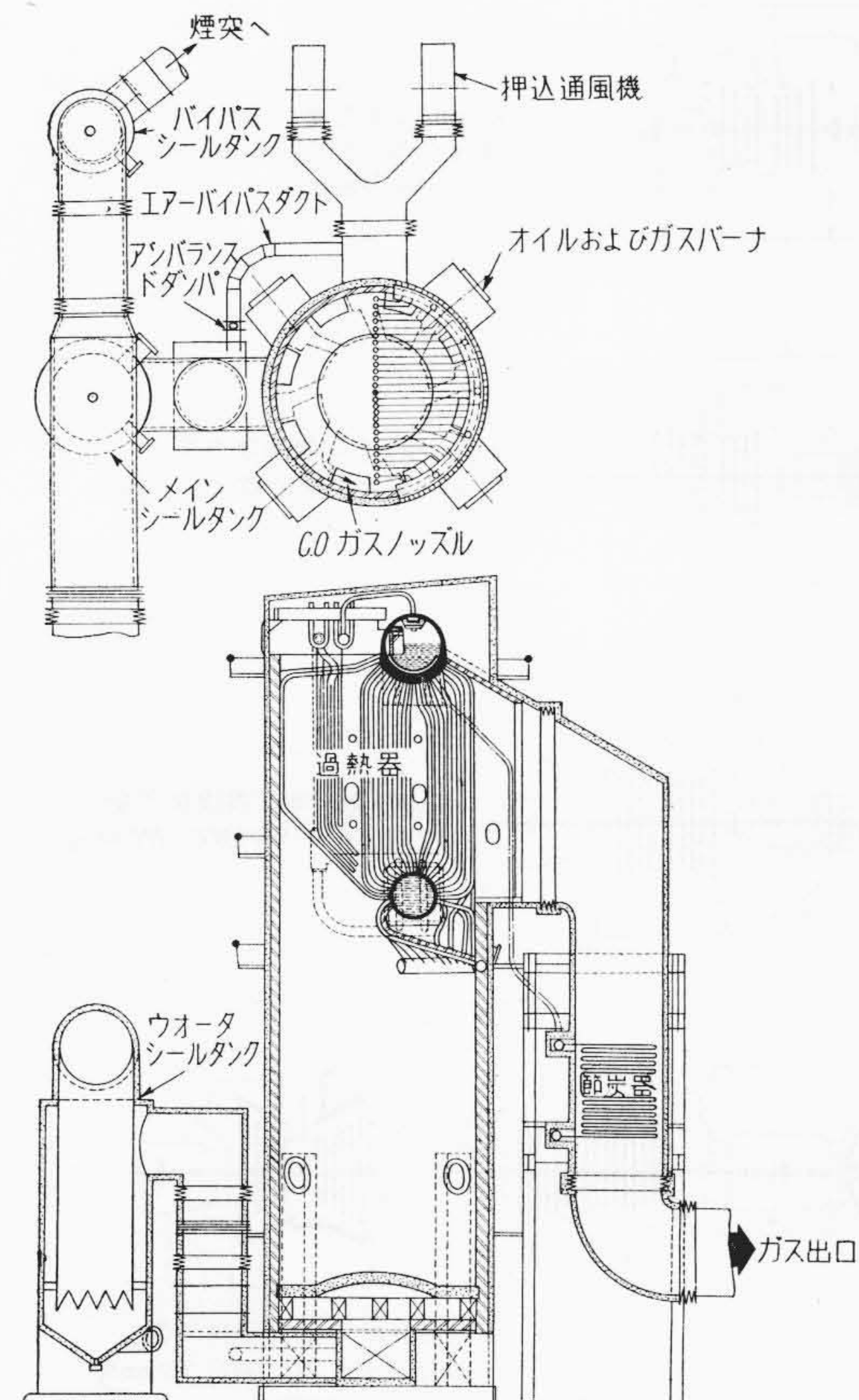
蒸発圧力(於過熱器出口) $65 \text{ kg/cm}^2\text{g}$

蒸気温度() 485°C

燃料 高炉ガスとコークスガス混焼(2:1)
高炉ガス専焼



第 7 図 100 t/h ガス焚ボイラ



第8図 CO ボ イ ラ

重油専焼 (50%負荷以下)

通風方式 平衡通風

第7図はその概略構造を示す。本ボイラは燃料の急変に伴う激しい負荷変動が考えられるので保有水量の多い2胴型として負荷の変動に耐えられる構造とするとともにボイラ自動制御装置にも特別な考慮を払って速応性あるものとした。なお本ボイラは全室外式なのでボイラ主要部は中央制御室で遠方操作可能なように計画するなど近代的なガス焚ボイラである。

(2) トムリンソンボイラ

パルプ廃液燃焼用としてB & W 式トムリンソンボイラの進歩にも見るべきものがある。この種ボイラの蒸気状態も逐次向上し今回北日本製紙株式会社納として製作中のものはパルプ生産量 220t/d 蒸発量 41.3 t/h, 蒸気圧力 65 kg/cm²g, 蒸気温度 480°C という記録的なもので今後信頼度が高まるにつれてますます

高圧, 高温大容量化の傾向をたどるであろう。

(3) CO ボイラ

国内初めての CO ボイラを出光興産株式会社より受注, まもなく試運転開始の段階にある。本ボイラは石油接触分解法による精製過程に発生せる CO ガスを含む高温ガスの顕熱および CO ガスの燃焼熱を利用するものである。

第8図は概略構造を示すもので, 仕様は下記のとおりである。

蒸 発 量	43.6 t/h
蒸 気 圧 力	42 kg/cm ² g
蒸 気 温 度	315°C
CO ガス量	最大 83.6 t/h
補 助 燃 料	重油およびリッチガス

今後この種石油精製工業はますます増加の傾向にあるので本ボイラの前途が注目される次第である。

2.2 蒸気タービン

最近の火力発電は往年の尖頭負荷用としての観念を完全に脱却し, 基底負荷用として考えられるにいたつたため, 単機の容量はますます大型化し, しかも効率の高い高温高圧蒸気を使用する再熱タービンが一般化せられるに至っている。昭和32年の暮より営業運転を開始した東京電力株式会社納新東京発電所用 75 MW 再熱タービンは約2年前, 同じ発電所に納入せられた 66 MW 復水タービンに比べて約7%も高い効率を発揮しており, 現在これと同型のタービンの5台目を受注製作中で, 文字どおり大容量再熱タービンが量産化に移つた観がある。またさらに容量の大きい 125 MW および 175 MW 再熱タービンも目下設計製作中である。

一方, 産業用タービンも卓越せる技術による数種の標準設計を整え, 短期間に製作納入できる体制を確立している。

2.2.1 量産化に入る再熱タービン

さきに東京電力株式会社鶴見第二および新東京66MW

第3表 最近製作ならびに製作中の新鋭発電所用蒸気タービン

納 先	発電所名	容 量 (MW)	蒸気圧力 (kg/cm ² g)	蒸気温度 (°C)	再熱温度 (°C)	排汽圧力 (mmHg)	型 式
※東京電力	鶴見第二	66	88	510	—	730	T.C.D.F.
※東京電力	新東京	66	88	510	—	730	T.C.D.F.
※国鉄	川崎	60	88	510	—	730	T.C.D.F.
※東京電力	新東京	75	102	538	538	722	T.C.D.F.
※常盤共同火力	勿来	35	60	482	—	727	T.C.D.F.
東北電力	八戸	75	102	538	538	728	T.C.D.F.
東京電力	新東京	75	102	538	538	722	T.C.D.F.
北海道電力	砂川第二	35	60	485	—	730	T.C.D.F.
北海道電力	滝川	75	102	538	538	722	T.C.D.F.
国鉄	川崎	75	102	538	538	722	T.C.D.F.
東京電力	品川	125	127	538	538	722	T.C.D.F.
	某	175	169	566	538	722	T.C.T.F.

※印 納入営業運転中

復水タービンを製作し、わが国における高温高压大容量タービン製作の先鞭をつけたが、今回さらに大容量の75MW再熱タービンを新東京発電所第三号機用として製作し、現在続いて数台製作中である。さらに引続き125MWの製作ならびに175MWの設計に入っているが、これらは今後わが国火力発電の標準となるべきものであろう。ここに75MWを主に非再熱と再熱タービンとの計画上の相違を見ると、

(1) 容量および蒸気条件：一般に75,000kW以上は再熱を行うことが有利であり、第3表の例に示すように容量の増大とともに蒸気条件も上昇せしめる。

(2) 熱効率：熱落差の増加は約20%もあり、再熱を行うことによる熱効率の上昇は約5%程度であり日立で現在、設計製作せられている各種タービンの熱消費量の比較は第10図に示すとおりである。

(3) 段落数：熱落差の増加分だけ多くし、高压段、再熱段、低压段の3セクションに分けられる。

(4) タービンの構造：(A)第9図および第11図に見られるように主蒸気および再熱蒸気を高压車室中央部より導入することに、非再熱タービンと大きな相違がある。その理由を要約すると、

(i) 高压車室の高温部を中央に集めることにより車室に加わる熱応力を減ずる。

(ii) 水封グランドおよび軸受部が高温の熱影響を避ける。

(iii) ロータに作用する推力をつりあわせる。

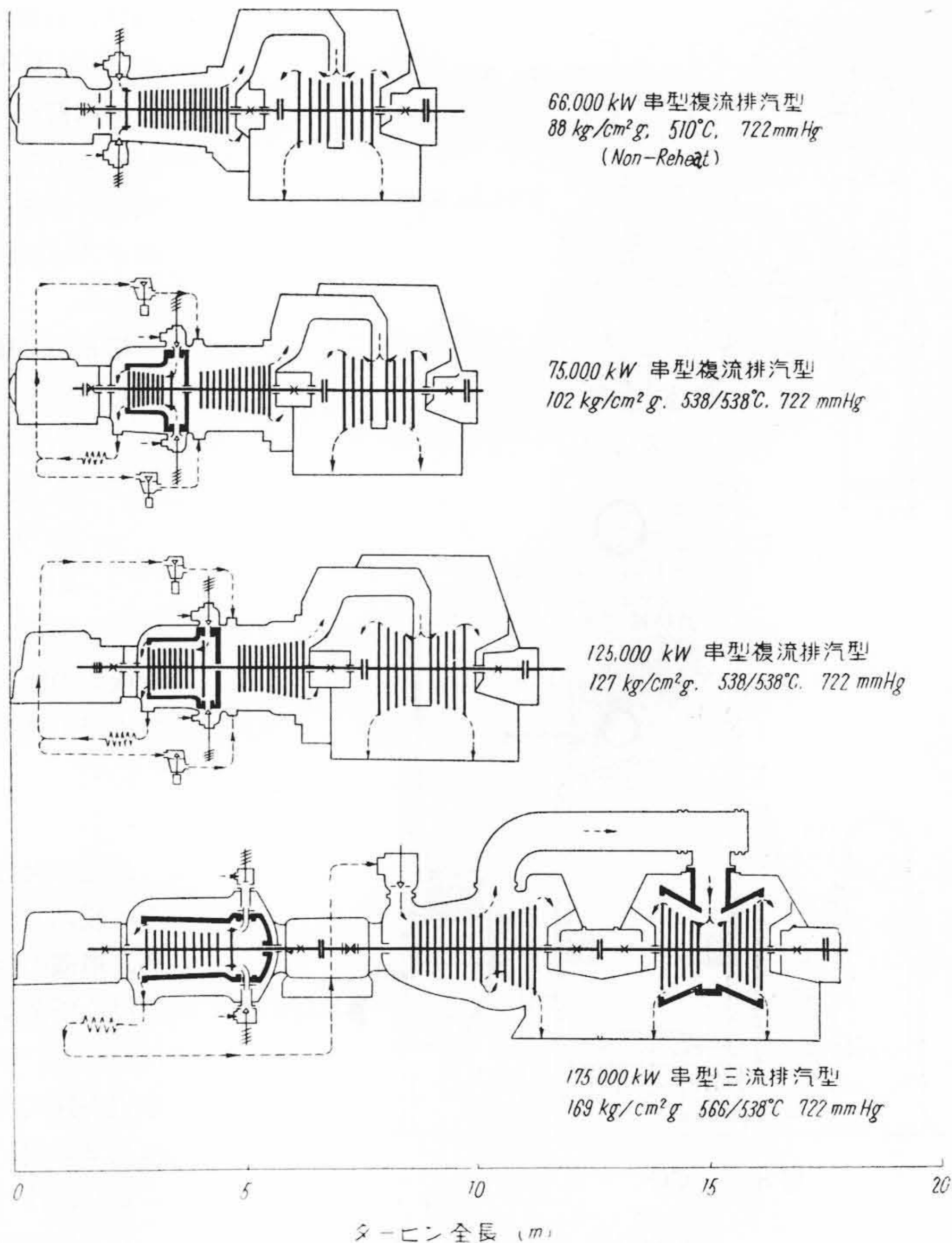
(B) 再熱タービンでは無負荷時低压タービン入口の温度が高くなるため高低圧連絡部にエキスパンションを設け、同時に排汽室温度の上昇を防ぐために5%以下の負荷においては排汽室に水噴射を行う。その理由は、

(i) 低压車室にある軸受のセンタリングが熱膨脹によつて変化し振動事故の原因となることを防止する。

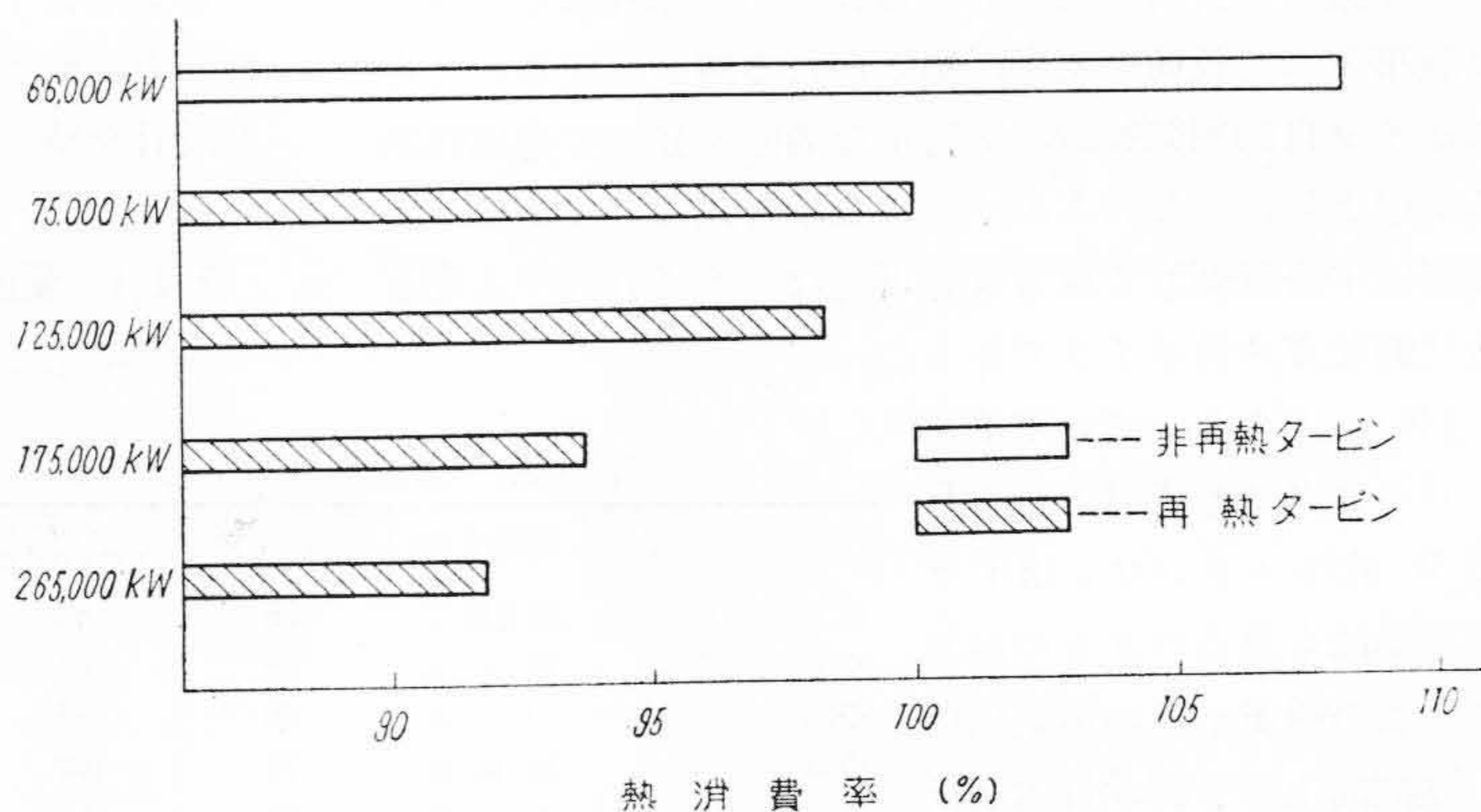
(ii) 排汽室の熱変形による回転部と静止部の接触を

防止する。

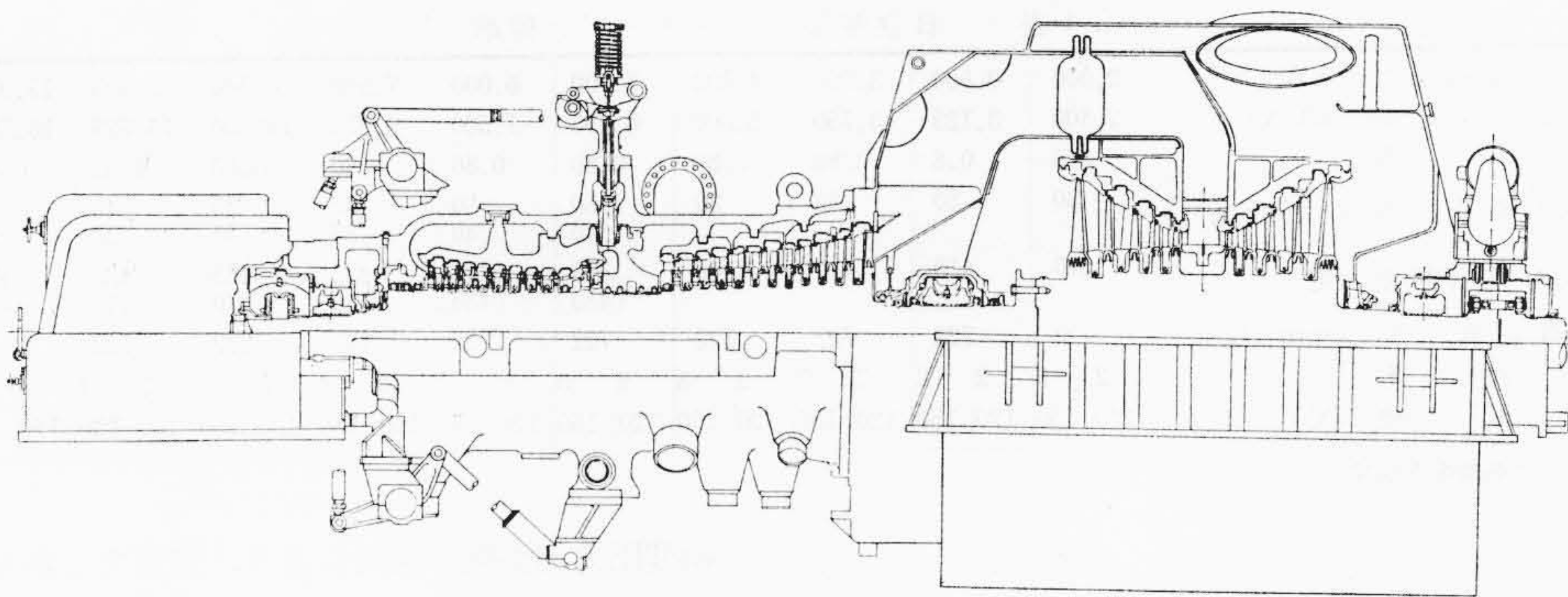
(5) 材料：(A) 高压ロータは高温強度の高いCr-Mo-V鋼を使用しているが、本材料は蒸気条件549°Cまで使用可能である。



第9図 大容量復水タービンと再熱タービンとの形状ならびに大いさの比較



第10図 大容量復水タービンと再熱タービンとの熱消費量の比較



第 11 図 125 MW 再 熱 タ ー ビ ン

(B) 高圧車室ならびに弁体は高温強度, 黒鉛化防止, 鋳造性熔接性の点できわめてすぐれている Cr-Mo-V 鋳鋼を使用しているが, 本材料は蒸気条件 541°C まで使用可能である。

(C) 特殊材料として初段噴口, 車室締付ボルト, 高温部ラビリンスパッキンには高温強度の高いアスコロイ材を用いているがいずれも日立製作所にて供給できるものである。

(6) 制御ならびに保安装置: 再熱タービン特有の装置としては再熱塞止弁, 中間阻止弁, 先行非常調速機, 滞停蒸気非常排出装置, 回転数自動復帰装置, 排汽室減温装置, タービン, ボイラ危急連繫装置が完備されている。

以上 75 MW 再熱タービンを主に非再熱タービンとの計画上の相違点について概要を述べたもので, 125 MW はほとんど類似であり, 175 MW についても構造, 材料, 工作などに対する基礎的研究を完了し, 設計に入っており, さらに 200 MW あるいは 265 MW クロスコンパウンドタービンについても基礎研究を進めており, 大容量再熱タービンの量産化に十分自信のある体制を整えている。

2.2.2 125 MW 再熱タービンの概要

今回東京電力株式会社品川火力発電所第二号機用として製作中の 125 MW 再熱タービンは, さきに東京電力株式会社千葉火力発電所第一号機として GE 社より輸入せるものと同一仕様でその計画の概要を 75MW と相違するところをあげると

- | | | |
|------------------------|--------------------------|---------|
| (1) 定格出力..... | 125 MW | |
| (2) 定格蒸気圧力 | 127 kg/cm ² g | |
| (3) 段 数 再熱前 (高圧) | 10段 | } 合計27段 |
| 再熱後 (") | 12段 | |
| 低圧部..... | 5 段× 2 | |
| (4) 熱 消 費 量..... | 1,925 kcal/kWh | |
| (5) 最終段翼長および平均径..... | 23 in, 72.5" P.C.D. | |

(6) 構造: 第 11 図に示すとおり (a) タービン軸受函を熔接鋼板製とし, ラッギングにより前側をキャビネット型とした優美な外観である。

(b) 推力軸受に #1 Brg より離れた Separate type の採用。

(c) ブレードの円周方向フィンの取付け位置をダイヤフラムからとし, 間隙調整および取替に便ならしめた。

(d) 低圧排汽端フランジをボルト締タイプとした。

以上 125MW の計画上の概要を 75MW との相違点について述べたものであるが, その他細部にわたり最新の設計を取り入れたものである。

2.2.3 熱経済性の高い自家発電用タービン

(1) 産業用タービンの特長と日立標準仕様

一般産業界の活況とともに, 工場電力の確保および作業用蒸気発生の一両目的をもつた産業用タービンの需要がますます増加しているが, 興国人絹パルプ株式会社納 4,250 kW 抽気背圧タービンに引続き, 八幡製鉄株式会社枝光工場納 12,500 kW 復水タービンおよび鐘ヶ淵化学株式会社高砂工場納 2,500 kW 背圧タービンを完成した。

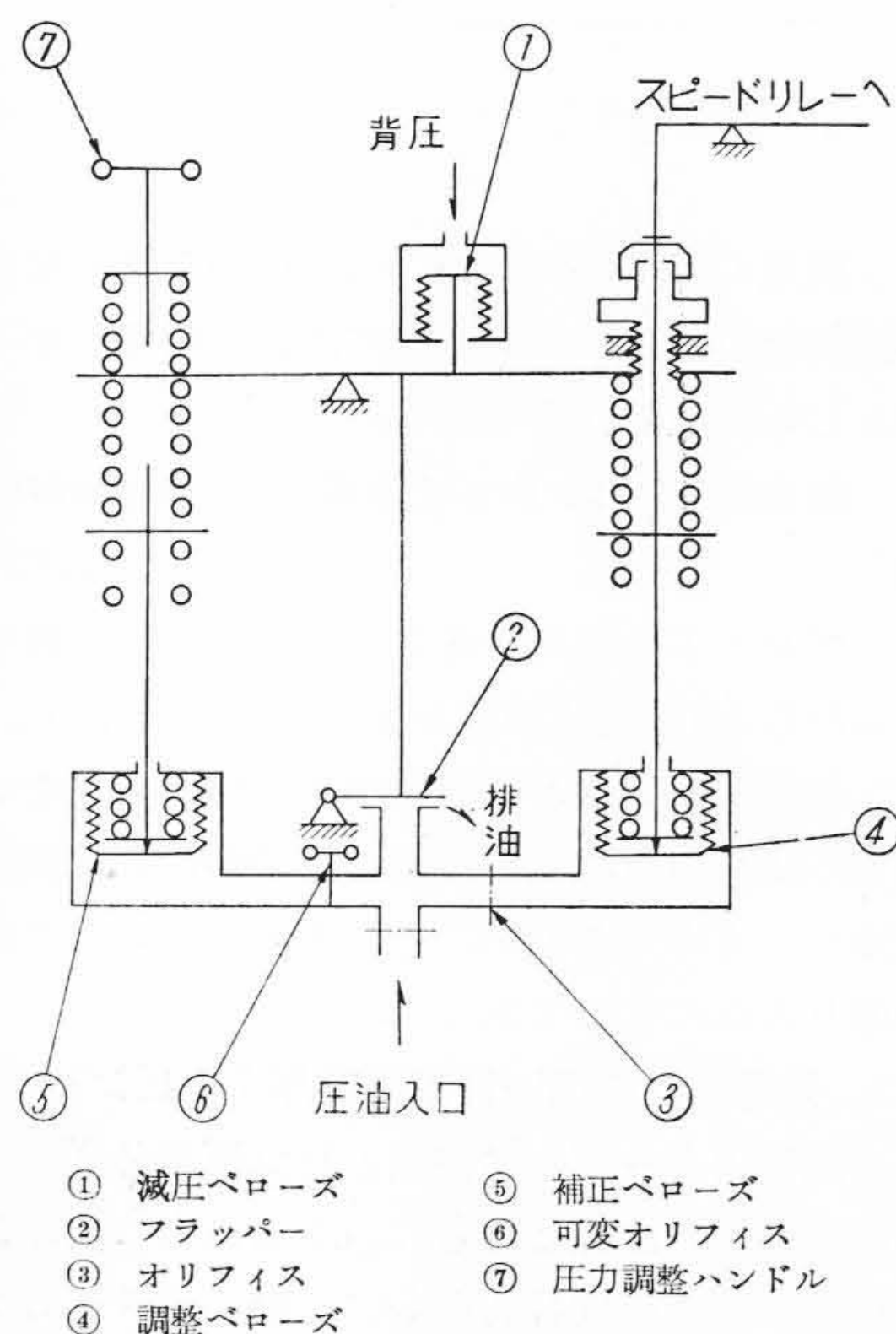
近年進歩のめざましい化学関係の工場では, 多量の作業用蒸気を必要とするが, 蒸気源としてタービンの排気を用いれば, 熱経済の点から理想的なプラントとすることができる。通常の復水タービンでは, 復水器冷却水に持去られる熱量が最大損失であることを考えれば, 排気保有熱量を作業用蒸気として完全に利用することにより, 非常に安価な電力が得られることは自明の理で, このような自家発電設備を設けることは, 必要な自家電力の確保とあいまち, 一石二鳥の効果がある。

産業用タービンとしては多種多様の型式が採用されているが, 日立製作所はこれらすべての標準設計を完了している。一例として復水タービンの標準仕様を第 4 表に示す。他種のタービンも, 出力および蒸気条件

第 4 表 日立産業用復水タービン標準

蒸気タービン定格出力 (kW)	2,000	2,500	3,000	4,000	5,000	6,000	7,500	10,000	12,500	15,000	20,000
発電機容量 (kVA)	2,500	3,125	3,750	5,000	6,250	7,500	9,375	12,500	15,625	18,750	25,000
力率	0.8	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
タービン入口蒸気圧力 (kg/cm ² g)	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40	60
タービン入口蒸気温度 (°C)	410	410	410	410	410	410	435	435	435	435	485
復水器真空 (mm-Hg)	722	722	722	722	722	722	410	410	410	410	435
抽気段数	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	3
給水温度 (°C)	120	150	120	150	120	150	120	150	150	180	150

注：() 内は標準を示す。



第 12 図 背圧調整機説明図

はこれに準じている。標準化によりブレード、軸受、ラビリンスブロック、調整装置などの各部品は互換性を有しているから、これらの組合せにより多種多様の産業用タービンの需要に応ずることができる。

(2) 鐘ヶ淵化学株式会社納 2,500 kW 背圧タービン

本タービンは 2,500 kW, 3,600 rpm, 25 kg/cm²g, 350°C, 4.0 kg/cm²g で通常外部電力網と並列に入れて調速機を調整系統から除外し、背圧調整機によつて工場蒸気量のいかんにかかわらず一定の背圧を得るよう制御され、単独運転を行う場合には調圧機を調整系統から除外し調速機によつて負荷調整運転を行う。運転条件によつて運転法をスムーズに切り換えるのが背圧タービンの運転上重要な問題であるが、本タービンはこれを自動的に行うことによつて運転の簡便さと同時に安全性を確保している。背圧調整運転を行う場合には、工場使用蒸気量のいかんにかかわらず一定の背圧を保つよう要求されるが、本機では次に述べるような

新型圧力調整機の採用により、安定でしかも圧力変動率を小さくすることに成功した。

(3) 新型コレクタ付圧力調整機

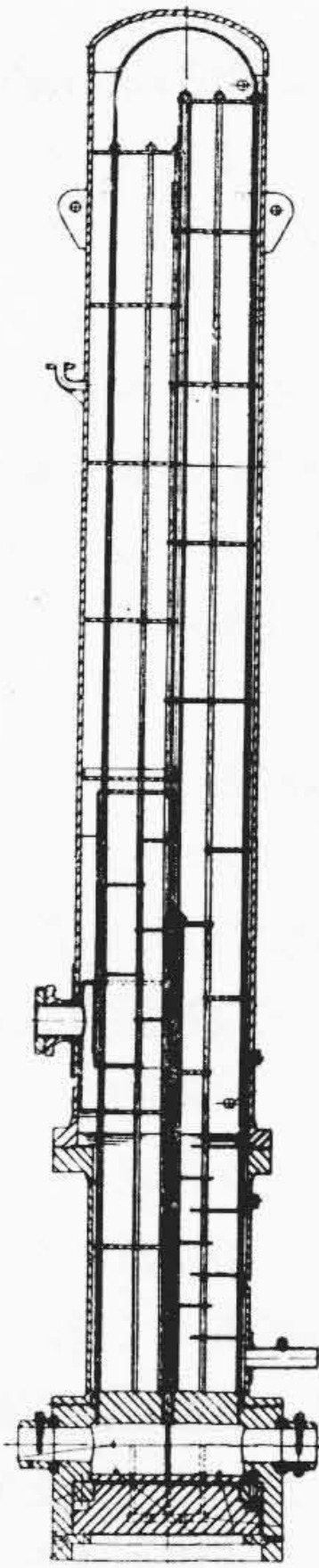
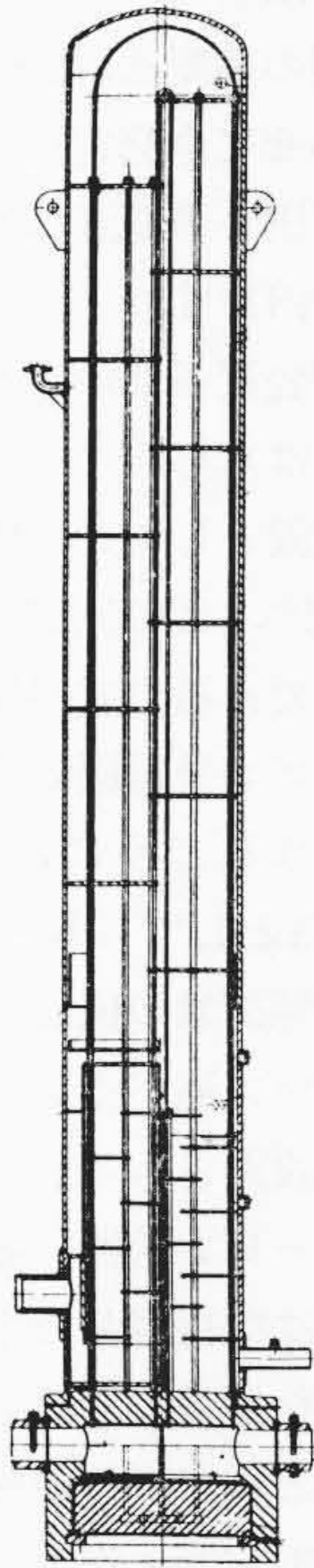
本調圧機のスケルトンを第 12 図に示す。背圧調整にあつては、被制御点すなわち排気蒸気配管の直径、容積などが工場によつて一定せぬため、安定にしてしかも敏感な調整を行うことははなはだ困難であるが、本機では第 1 段の調整動作を、圧力変動率の大きい (約 50%) 安定な調整ベローズ④によつて行い、その後補正ベローズ⑤によつて圧力変動率を補正し、最終圧力変動率を 10% に押えるようになってゐる。なお第 1 段動作と第 2 段動作の間の時間的關係および圧力変動率の値を必要に応じて大幅に調整できるのも本調圧機の特長で、今後の産業用タービンに一大威力を発揮するものである。

2.3 プラントおよび補機

復水ならびに給水加熱装置機器に関しては、さきにフォスターホイラー社との技術提携により、日立製作所の伝統技術に清新の気を導入することとなつた。フォスターホイラー社の導入技術による 125 MW 発電設備用プラント機器はすでに製作に着手し、さらに大容量の 175 MW 設備関係は設計中である。火力発電設備の発展に伴つて、プラント諸機器の圧力温度などの設計製作条件はますますきびしくなつてきたが、一方さらに高い信頼性が要求されている。

この一例として、高圧給水加熱器の最近の構造を取り上げ紹介する。高圧給水加熱器の水室はボイラ給水ポンプの吐出圧力を受けるので 125 MW 級において 200 kg/cm² の水压に耐えるものとしてあり、さらにこの水室をできるだけコンパクトにし、そのうえ水室蓋の着脱を容易にするため独特の構造としている。第 13 図はロックヘッド型水室の構造ならびに分解組立の要領を示す。図において給水の水圧荷重はダイアフラム・パッキンと厚い丈夫な蓋を介して、シャー・ピースで受け、水密は比較的小さいダイアフラム・パッキン締付荷重によつて得られる。

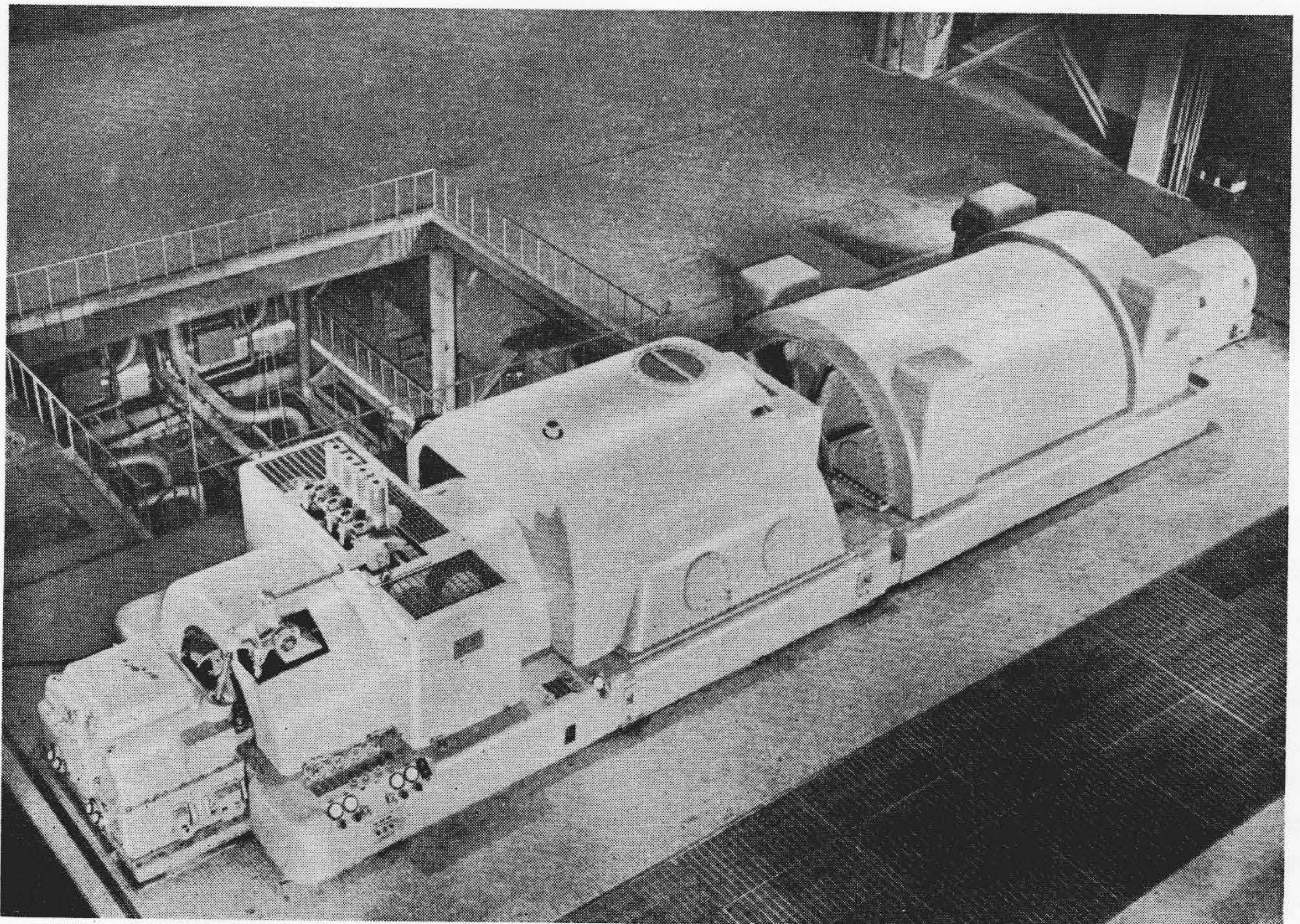
ところが、さらに主蒸気の圧力、温度が高まると、ボ

第 13 図 ロックヘッ
ド型高圧加熱器第 14 図 全熔接型高圧
加熱器

イラ給水ならびにタービン抽気の圧力，温度の上昇を伴う結果，高圧給水加熱器は前述のごとき構造ではまにあわなくなり，175 MW 以上級として新機軸が生み出された。第 14 図に示す全熔接式高圧給水加熱器がこれである。前述の設計と比較して加熱管の材質はモネルとなり，管板への取付方はエキスパンド法によらず，モネル・クラッドした管板に熔接によつて取り付ける。ダイヤフラム・パッキンも水室に熔接される。また，加熱蒸気圧力は温度が高く，デスーパー・ヒータ，ドレン・クーラを内蔵し胴体内の温度差が大きいいため，フランジ構造が無理となり胴体のフランジもその姿を消してしまう。ちなみに 175 MW プラントにおける最終段高圧給水加熱器の加熱蒸気圧力，温度は定格運転条件において 60kg/cm^2 ， 425°C となり，加熱器の胴体はさながらボイラ・ドラム級，水室は大砲の砲身のごとくになる。

加熱管の熔接取付法もフォスター・ホイラー社から導入された新技術であるが，確実性はもちろん，作業の能率なども含めて，基礎的研究から器具の試作試験まで着々と態勢を固めている。

また，使用条件がますますきびしくなる主配管については，応力の分布ならびに振動の様相を，理論解析と模型実験によつて詳細に調査し，研究結果を逐一実地に適用して安全を期している。



第 15 図 東京電力株式会社新東京発電所納 75,000 kW 再熱タービンおよび 92,000 kVA タービン発電機

2.4 タービン発電機

32年度に完成納入した水素冷却タービン発電機には次のものがある。

- (1) 東京電力株式会社新東京発電所納 92,000 kVA
- (2) 日本国有鉄道川崎発電所納 63,157 kVA
- (3) 常磐共同火力株式会社勿来発電所納 41,200 kVA

これらの構造概要は従来製作したものと大差ないが常磐共同火力株式会社納 41,200 kVA は三軸式を採用しタービン発電機セットの全長を短く設計したものであつて、かかる容量の機械における新しい方式として注目される。

火力機器の活発な開発とともに単位容量はますます増大しておりこれら要求に対して 160,000 kVA は製作を開始し、224,000 kVA の大容量機も出現しようという現状である。このような大容量水素冷却発電機の製作にあつては回転子軸材が最大の問題であるが国産優秀品入手の見通しもたち、きわめて明るい将来が期待されている。

発電機自身の大型化とともに励磁機容量も増大するが、今後の大型機に対しては電動機駆動の励磁機が採用される傾向にある。この場合、励磁機は発電機主軸に直結されないため 3,000 rpm, 3,600 rpm とする必要はなく、高速のための大容量励磁機の製作限界もなくなり、また信頼度の高いものが製作できる。電動機駆動方式は設置場所も任意に選定できるので発電所計画上からも好ましくまた大型発電機回転子の起動時の予熱もでき運転上の利点もある。将来発電機単位容量の増加とともに大発展を期待されるクロスコンパンド式タービン発電機セットの起動などに電動機駆動方式は好つごうなので今後はますます使用されるものと考えられる。

2.5 配電盤および制御装置

大容量火力発電所の中央制御方式は合理的に簡素化されてきた。中央盤面の簡素化としては調整機器の数を減じ、中央に集中する制御計測器具を必要限度内に制限し、中央盤上の計器も多点記録計を採用して、個数を少なくするなどして従来より盤面を縮小し保守能率を上げてきている。この例は新東京 3 号機タービン中央盤に見られる。かく合理化が行われるようになったのはすでに相当長期の運転実績をつんだ新鋭火力発電所の経験の賜である。

中央盤簡素化に伴い、起動停止時のみ制御の要ある補機類は簡単な制御函かあるいは同種類の補機群をまとめた現場制御盤から制御し、盤自身も簡単なものでその数も少なくなつていく。

補機の開閉器具は 3 kV 高圧用がメタルクラッド型で

あるのはもちろんだが、200 V または 400 V の低圧用も引出型の遮断器、接触器類を内蔵する単位式の函型とし、組合わせて全発電所用を 3～4 群にまとめている。こうして高圧より低圧に至る器具類を安全でまとまりよくし、所内をすつきりとさせている。

制御装置各部の自動化がより信頼度高いものに改善されたのはもちろんであるが、重要補機の試験を簡単に行える装置としていわゆるジョグスイッチを現場制御盤に取り付け、この制御によりほかとの連動を断ち単独に起動停止できる方式が採用されてきた。

タービン発電機の自動電圧調整装置として増幅器型が採用されるようになり日本国有鉄道川崎発電所 63,157 kVA 用として 1 kW HTD 型が納入されている。

中央制御盤の例として東京電力株式会社新東京 3 号機用について述べる。これは 4 号機用と対称的に一つの中央室に設置される。盤は壁にそいボイラ補助、ボイラ計器、タービン計器、発電機用がコの字型に置かれる。この配置は監視容易で主機相互の連絡が密にでき、中央室の面積を節減できる。そのため複雑大規模な送電線制御盤はまとめて別個の配電盤室に納めた。このまとめかたは、発電装置と送配電設備が多数で大規模の場合制御しやすく、経済的である。

日本国有鉄道川崎発電所用中央制御盤はすべて直立盤と分離機型の制御盤の組合わせで直線配置である。また直立盤は前面計器盤背面継電器盤の二重型とし、全幅は約 6.5 m に縮小して、ボイラ、タービン、発電機用を納めている。

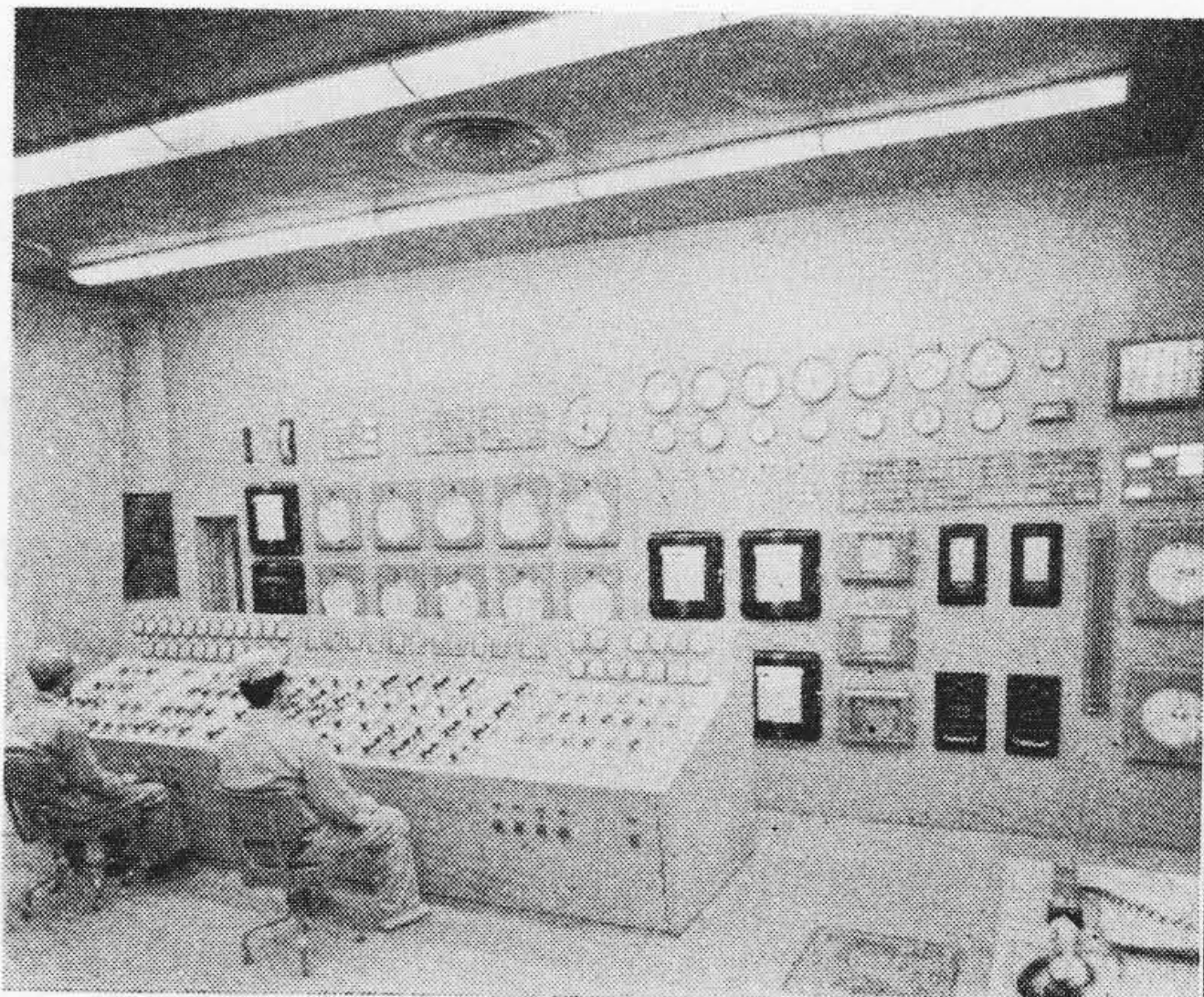
この発電所は将来増設分をも含め発電装置 2 組で、送電線も簡単であるため、これらの制御盤を一つの中央室に集める計画である。この集中方式は 2 機程度であり規模も大きくない火力発電所に適用して有利である。

2.5.1 ボイラ中央盤

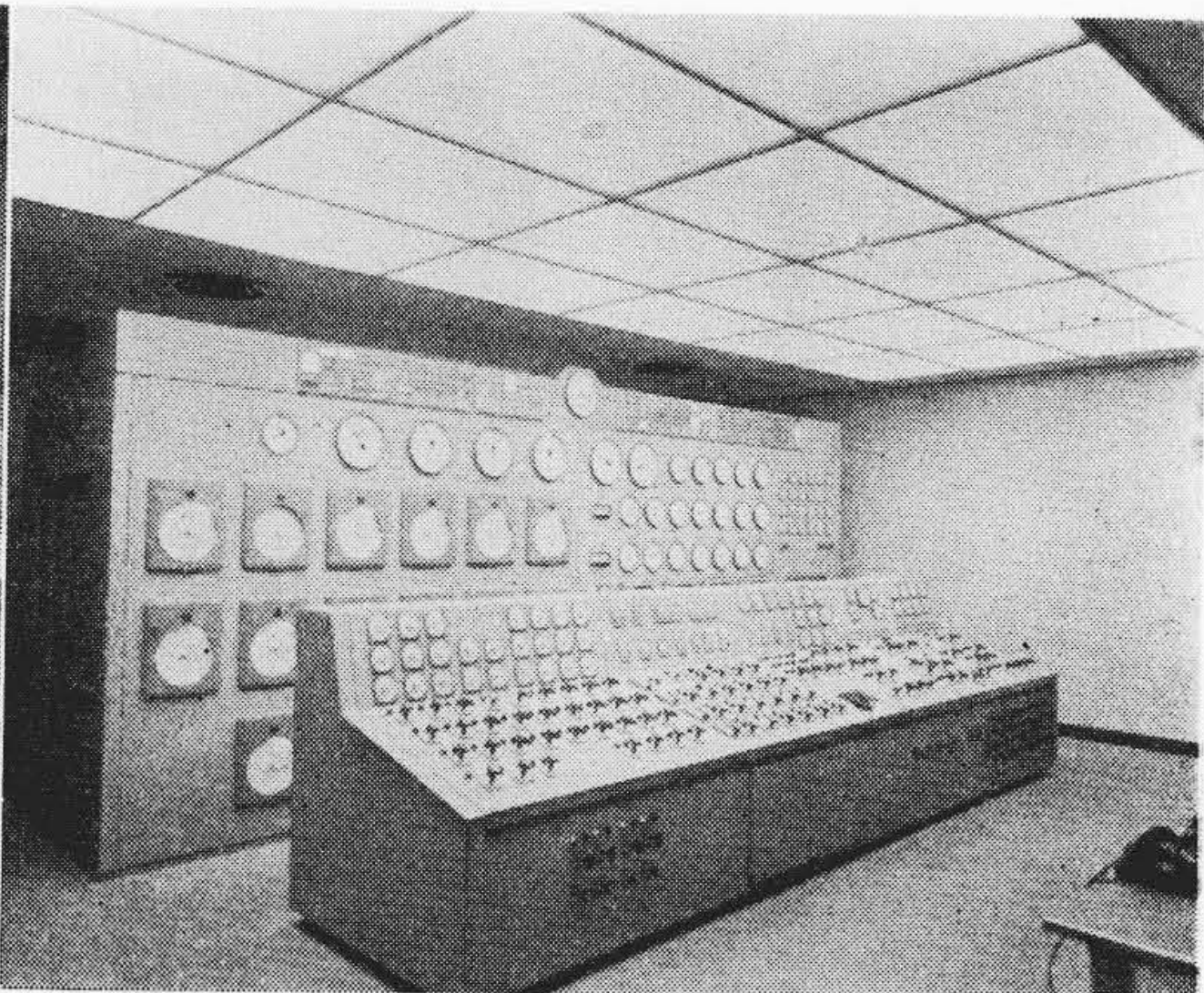
ボイラ中央盤は直立計器盤と分離機型制御盤の組合せ構造が、盤としてまとまりよくまた監視制御に容易であるため一般的に行われている。

東京電力株式会社新東京発電所 3 号ボイラ用は主盤と補助盤とより構成される。主盤の直立計器盤上にはベレー記録計、指示計、照明式集合表示器などの監視計器が取り付けられ、制御盤はボイラ自動制御用セレクトバルブ盤と補機電動機制御盤とよりなり並列設置している。補助盤は主盤の左側に置かれて、炉内監視テレビ、蒸気純度計、薬液注入制御器具、重・軽油、コットレル用照明式表示器などが取り付けられ主盤とともにボイラ全装置の状態を把握できるようにしている。

日本国有鉄道川崎発電所用も構成は新東京発電所と等しく、直立計器盤は幅 3 m 高さ 2.3 m で頂部に照明式の集合表示器を取り付けた別盤を配置している。盤は艶



第 16 図 東京電力新東京 3 号機 75 MW 再熱タービン用中央盤



第 17 図 国鉄川崎発電所 (60 MW) 中央盤

消し仕上げの塗装とあいまって落ち着いた感じを与え盤面からの光の反射を少なくして、長時間の監視勤務の疲労を軽減している。

2.5.2 タービン中央盤

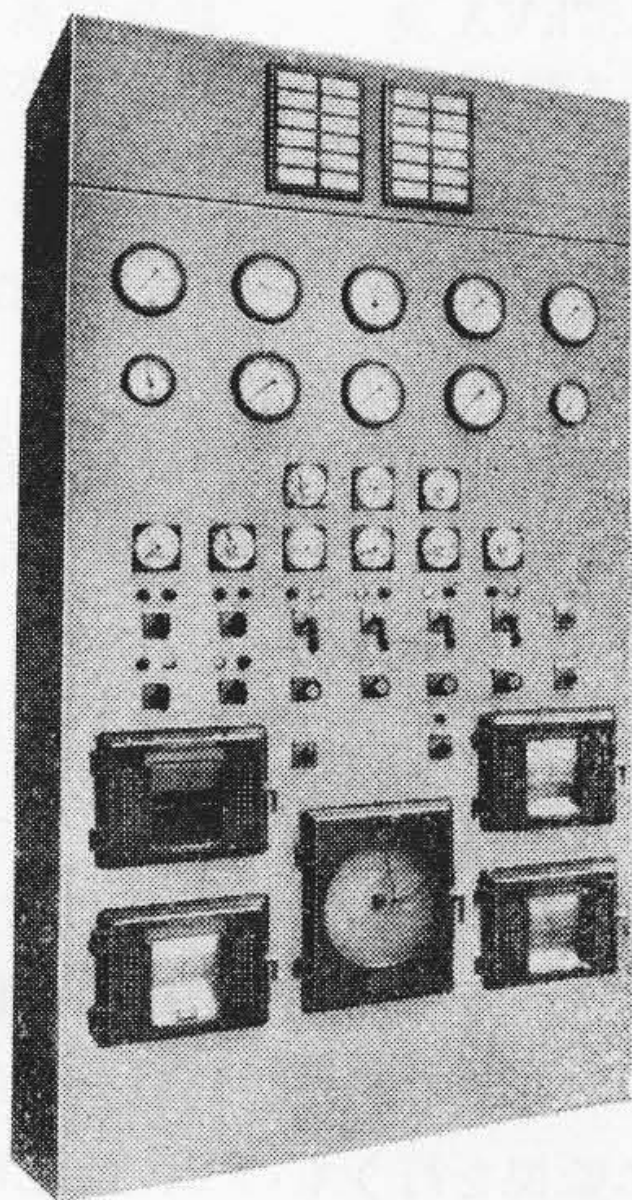
東京電力株式会社新東京発電所 3 号機 75 MW 再熱タービン用中央盤は中央室においてボイラ計器盤と並んで設置される。盤上には主蒸気系統の圧力計、真空計、油圧計、復水流量計、温度計、タービン監視計器および運転、故障表示器、また発電機水素純度計、圧力計など監視計器のみを取り付けて、調整、制御用器具は除き、補機類制御は現場盤で、タービン制御は起動盤で行うようにしている。

また盤面器具は個数を少なくして、保守監視の労を省くため多点式が採用され、温度計は 12 点および 16 点式の記録計が使用されている。かくして盤幅を 3.2m におさめているが大型計器が取り付けられるため 6 mm 厚鋼板を使用して応力外皮構造として十分な強さをもたせている。第 16 図に本タービン中央盤の正面観を示す。

日本国有鉄道川崎発電所 60 MW タービン中央盤はボイラ、発電機盤と列盤とし、直立盤と分離制御盤の組合せである。制御盤上には調整弁類の制御器具を取り付け、計器盤上の温度計、タービン監視計器はすべて Q₆ 型に統一し体裁よい配置としている。第 17 図は川崎発電所中央盤の全景で、左よりボイラ、タービン、発電機盤である。

35 MW 級のタービン中央盤として常磐共同火力株式会社勿来発電所用はその一例である。中央盤は主盤が幅 1.5 m であり、容量に応じて計器類も簡単で数も少ないが、タービン監視計器はカム軸位置および回転計、振動計を Q₆ 型記録計としまた伸び、伸差、偏心計を指示計として完備し保守に万全を期している(第 18 図)。

2.5.3 水素制御盤



第 18 図 常磐共同火力株式会社勿来発電所 (35,000 kW) 中央盤

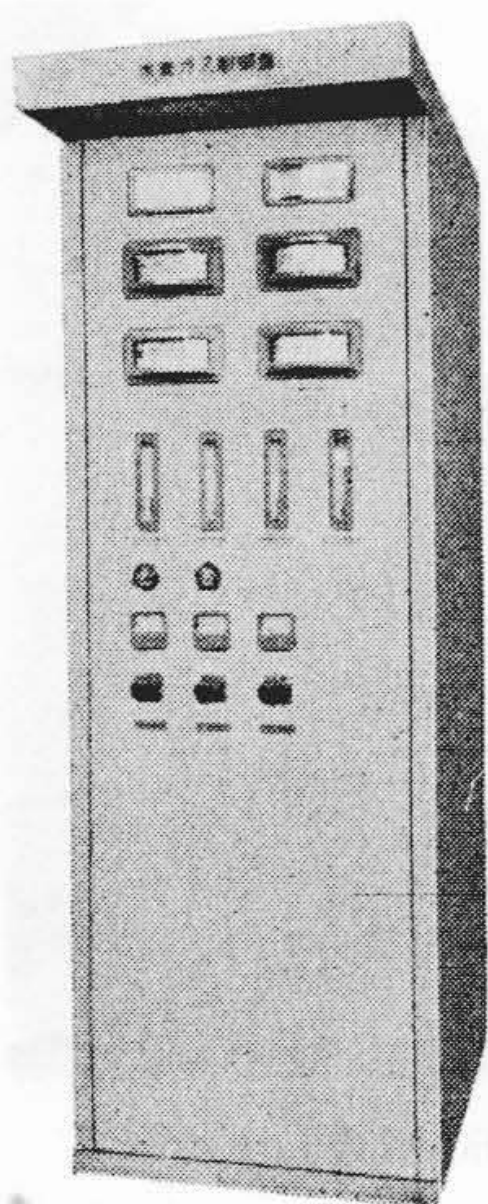
日本国有鉄道川崎発電所 63,157 kVA 発電機以降の水素冷却式発電機には監視計器として新しく開発した熱線式水素純度計、炭酸ガス純度計を使用している。

この純度計は拡散式測定方法によつていので流量変動による影響は少なく精度高いものであり、指示計として SR₃₅ 型、指示計兼警報器として EOI 型、記録計として Q₆ 型などを製作している。

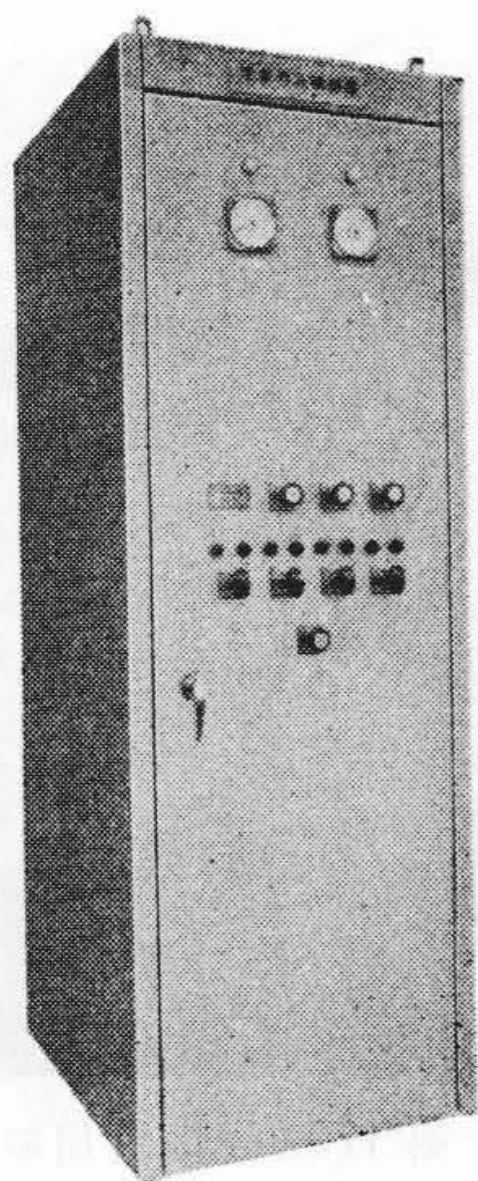
ターボ発電機の水素制御盤は、水素監視盤、水素補機制御盤、置換制御盤の組合せを標準としてすべて現場に設置する。

水素監視盤は水素圧力、純度、温度、流量などの発電機運転監視に必要な計器とこれらの異常状態の保護継電器類を取り付けている。第 19 図にその外観を示す。

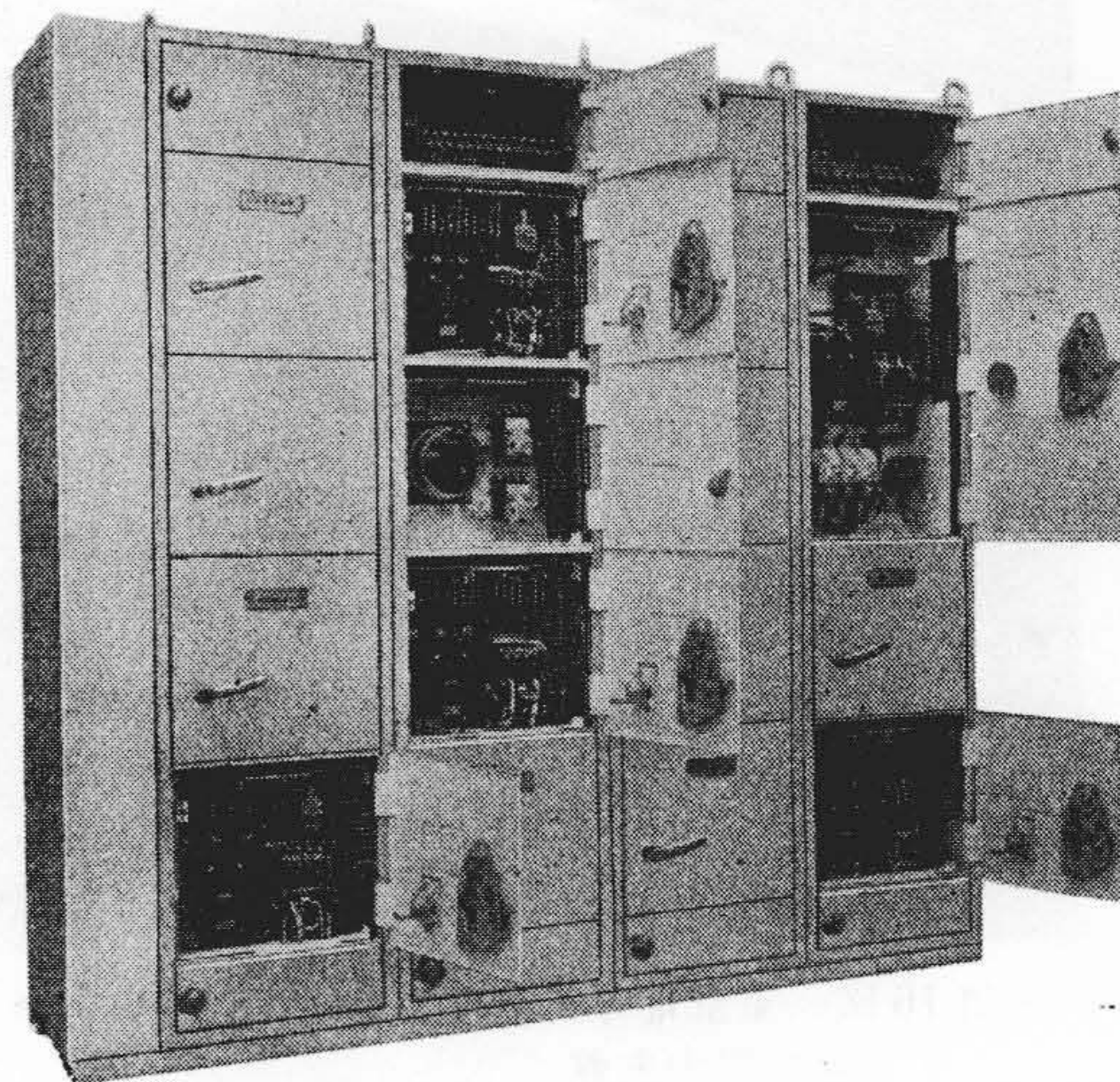
補機制御盤は密封油、ガスなどの制御用器具を取り付けて運転制御を行うものであるため、水素配管が導入される監視盤と分けている。これらはいずれもキュービク



第 19 図 日本国有鉄道川崎発電所 63,157kVA 発電機用水素ガス監視盤



第 20 図 日本国有鉄道川崎発電所 63,157kVA 発電機用水素ガス補機盤



第 21 図 火力補機用コントロールセンタ

ル型としている。補機制御盤の外観は第 19 図に示す。

置換制御盤は壁掛型として、ガス置換作業時の状態監視に必要な計器を取り付けている。

中央室には水素ガス純度、圧力計を置き監視するのみとし、精密な計測も制御も行わず、簡素化を図っている。

2.5.4 コントロールセンタ

第 21 図は、東京電力株式会社新東京火力発電所に納入された 75 MW 発電設備補機用コントロールセンタの一部である。これは、NEMA 規格 C 型であつて、600 A 共通母線に接続されるそれぞれの補機電動機用起動装置ユニットを単一の箱として、これらを統合配置して、集中制御ならびに監視を行うもので、低圧電動機群の制御用として各方面に応用されるべきものである。

それぞれの起動装置用ユニットは、適当な短絡遮断容

量を有するヒューズフリーブレーカ（埋込型遮断器）、電磁接触器、熱動過電流継電器およびインタロック用補助接触器を備え、扉把手によりブレーカを操作しブレーカを遮断しなければ扉が開けないようになっている。本器の特長は次のようである。

- (1) 各ユニットは、端子部の接続をはずすだけで出し入れできる。
- (2) 各ユニットは、互換性があり、予備箱を作つておけば故障時は、ただちに切り換えることができる。
- (3) 外部接続端子は、端子箱内に集約されているので、外部配線が容易であり外観もきれいである。
- (4) 全体が非常にきれいである。
- (5) 保守点検が容易である。
- (6) 据付配置が単純化される。

電子顕微鏡関係特許「恩賜賞」受賞について

日立製作所所有下記特許ならびに発明者に対し去る昭和 31 年 5 月 31 日「恩賜賞」が授与された。

この特許は日立製作所製各種の電子顕微鏡に採用されている数多くの特許権、実用新案権中の一つで、該製品の特長の一つである色収差補償電子レンズに関する理論である。

これが発明の完成には、日立製作所研究員が多年の研究の末なし得たもので、簡単に説明すると、対物レンズおよび投射レンズを最小焦点距離近くで動作させ、投射レンズ磁極の孔径に対する間隔の比を適当にとれば、軸外色収差が完全に補償できると同時に、軸上収差、球面

収差の少ないすぐれた電子レンズ系の得られることを実験的に見出し、これを理論的に確立したもので、従来のものより分解能を著しく向上することができた画期的なものである。

またこの理論は諸外国の特許権をも取得し、製品の輸出も活発に行われその性能のすぐれていることは世界的に認められるに及んでいる。受賞した特許権および発明者は次のとおりである。

特許第 204091 号 複合電子レンズ

特許第 214309 号 電子レンズ

発明者 工博 只野文哉（中央研究所）

発明者 片桐信二郎（中央研究所）