

2. 火力発電用機器

THERMAL POWER PLANT EQUIPMENT

39年度は事業用火力では265, 250, 220 MWなど大容量機が営業運転にはいり、産業用火力では75 MW 2台をはじめ3~10 MWの発電用、ブロー用の機器が数台、また輸出用では60 MW 2台、30 MW 1台があいついで営業運転にはいった。

東京電力株式会社五井火力発電所2号基はわが国最初の大容量貫流(UP)ボイラ(主要耐圧部はB&W社より輸入)で、タービンはクロスコンパウンド形265 MWであるが、38年試運転も終わり、現在好調に営業運転を行なっている。起動特性、負荷応答特性もきわめて良好な実績を得ており、今後の超臨界圧大容量火力用の貫流ボイラへの一つの実績としてわが国の火力発電にとって特に意義深いものがある。

中部電力株式会社新名古屋発電所6号機220 MWタービンは39年7月末から、また関西電力株式会社堺港発電所1号機250 MWは年末から運転されている。

輸出用火力ではインド・ハルドアガンジーの30 MWが営業運転にはいり、シンガポール・パシールパンジャンB発電所1, 2号60 MW 2基も試運転を終わり40年1月営業運転にはいる予定である。シンガポールのタービンは大容量シングルフロー排気で、今後の中容量火力の傾向の指針となるものである。

産業用火力では昭和電工株式会社市原発電所の3, 4号75 MW 2台、東海製鉄株式会社の12.5 MWタービンそのほかが営業運転にはいった。

常磐共同火力株式会社勿来火力発電所6号機はベンソン形サイクロン使用175 MW機で全機器を受注した。また輸出用火力ではシンガポール・パシールパンジャン3, 4号60 MW 2台、インド・コタクテム3, 4号60 MW 2台、南アフリカ・アスロン30 MW 1台など、数多く受注し製作中である。

一方最近ベースロード用の大容量機器の建設が多くなされているがこれに伴いピーク負荷用の火力機器の需要が増してきており、日立製作所ではこれに対処するためガスタービン部門でGEと39年8月に技術提携し「日立-GEガスタービン」を製作することになった。

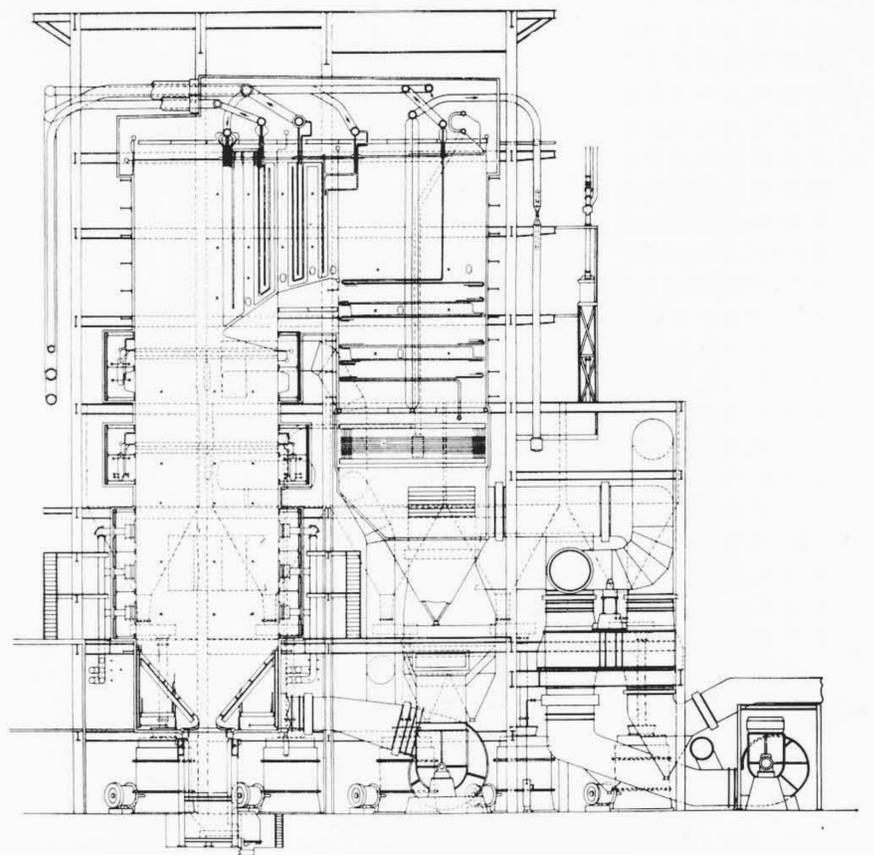
2.1 ボイラ

2.1.1 大形ボイラの最近の動向

電力需要に対する火力の使命はますます重要になり、火力発電所の発電原価低減のため単位出力の巨大化とあわせて、設備の高温高圧化はますます顕著となってきた。

これらの要求に応じて、脚光を浴びてきた強制貫流ボイラについては事業用として、わが国最初の清水共同発電の75 MWボイラに続いて、アメリカにおいて確固たる実績を示しているUPボイラが、わが国でも東京電力株式会社五井発電所納265 MW、関西電力株式会社姫路第二発電所納325 MWボイラと続々運転にはいり、大形事業用火力として、貫流ボイラのもつその運転特性の優秀性を遺憾なく発揮し、業界の注目を浴びている。たとえば、急速起動停止の容易、負荷追従性の敏速などは、動特性テストにおいても遺憾なくその優秀性が証明された。また火炉水壁のメンブレンの構造の特長も他の追従を許さぬところである。

なお引き続き受注した同上五井発電所納の2号UPボイラ265 MW、および東北電力株式会社新潟発電所納250 MWボイラも現在建設中で40年度には運転にはいる予定である。



第1図 中部電力株式会社武豊発電所納700t/h UPボイラ

また九州電力株式会社新港発電所納156 MWベンソン・サイクロン・ボイラ、常磐共同火力株式会社勿来発電所納175 MWのベンソン・サイクロン・ボイラ、あるいはまた中部電力株式会社武豊発電所納220 MW UPボイラも現在鋭意設計製作中である。

これらのサイクロン・ベンソン・ボイラは貫流ボイラのすぐれた特長とサイクロンバーナの特長を同時に発揮するように計画され、ボイラ伝熱面に対する飛散灰の問題、また灰処理関係にもすぐれた面をもっている。上記武豊発電所納220 MW UPボイラは、わが国最初の微粉炭焚強圧通風ボイラで各部にぎん新たな設計を採用している。また水壁構造もUPボイラ独特のリブドチューブの採用と相まって、その水蒸気のフロー系統においても構造設計においてもアメリカB&Wの最近のデータが取り入れられている。

火力の蒸気条件は、いよいよ亜臨界圧より超臨界圧へと、その巨歩を進め、その現われとして国内においても数社において、超臨界プラントを採用している。

日立製作所は、外国において実績の多い貫流プラントの技術を導入するほか、亜臨界圧域において、他にさきがけて得たわれわれの貫流ボイラの運転実績は必ず超臨界圧でも大いなる貢献をなすものと信ずる。

発電原価低減のため蒸気条件のほかに強圧通風方式、重油専焼の採用が積極的に行なわれているが、さらに各電力会社においては原油を生だきとする問題を取り上げている。日立製作所ではこのようなすう勢に先んじて原油燃焼には早くからバーナの噴霧試験装置を作り、実地にテストを実施している。また火炉内の付着物、未燃ガスの分析、露点の測定、その他安全性の問題などあらゆる角度から検討を加えてきたが、関西電力株式会社尼崎第三火力発電所の156 MWボイラにおいて原油焚を開始し現在好調に運転中でわれわれの予期した成果をおさめている。また重油焚との比較テストも行ないガスの性状またはボイラの各部性能データも入手できた。

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)	蒸発圧力 (atg)	主蒸気温度 (°C) 再熱蒸気温度 (°C)	燃焼方式	発電機出力 (MW)	ボイラ形式
東京電力株式会社	※千葉 #3	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東京電力株式会社	千葉 #4	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東北電力株式会社	仙台台 #1	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東北電力株式会社	仙台台 #2	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
東京電力株式会社	品川 #2	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東京電力株式会社	品川 #2	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
中国電力株式会社	水島 #1	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東京電力株式会社	品川 #3	435	131	541/541	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	125	自然循環
東北電力株式会社	仙台台 #3	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
関西電力株式会社	尼崎第3 #1	530	174	543/543	重油 専焼	156	自然循環
東京電力株式会社	横浜 #1	590	174	571/543	重油 専焼	175	自然循環
清水共同発電株式会社	新清水 #1	260	131	541/541	重油 専焼	75	ベントン
清水共同発電株式会社	新清水 #2	260	131	541/541	重油 専焼	75	ベントン
北海道電力株式会社	新江別 #1	420	131	541/541	微粉炭 専焼 (重油助燃)	125	自然循環
東京電力株式会社	※五井 #2	900	176	571/569	重油 専焼	265	UP
関西電力株式会社	尼崎第3 #2	530	174	543/543	重油 専焼	156	自然循環
東京電力株式会社	横浜 #3	590	174	571/543	重油 専焼	175	自然循環
中国電力株式会社	水島 #2	520	173	569/541	重油 専焼	156	自然循環
東北電力株式会社	新潟潟 #2	435	131	541/541	天然ガス, 重油 専焼	125	自然循環
東京電力株式会社	品川 #4	590	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	175	自然循環
北海道電力株式会社	新江別 #3	420	131	541/541	微粉炭 専焼 (重油助燃)	125	自然循環
関西電力株式会社	※姫路第2 #2	1,060	175	568/541	重油 専焼	325	UP
東北電力株式会社	新潟潟 #3	840	176	571/569	天然ガス, 重油, 専焼および混焼	250	UP
東京電力株式会社	五井 #4	900	176	571/569	重油 専焼	265	UP
九州電力株式会社	新港 #2	510	173	569/541	サイクロン・ファーンレス燃焼	156	ベントン
関西電力株式会社	尼東第2 #1	510	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	156	自然循環
関西電力株式会社	尼東第2 #2	510	174	571/543	微粉炭, 重油, 専焼および混焼	156	自然循環
中部電力株式会社	武豊 #1	700	175	571/541	微粉炭 専焼 (重油助燃)	220	UP
常磐共同火力株式会社	勿来 #6	570	174	571/543	サイクロン・ファーンレス燃焼	175	ベントン

※ 印は主要部のみアメリカ B&W より輸入し他は日立製作所で取まとめを行なっているもの

なお第1表に最近納入または製作中の新鋭火力発電用大形ボイラの実績を示す。

2.1.2 超臨界圧ボイラの製作態勢

最近の急激な電力需要の増大にこたえて、火力発電の進歩はまことにめざましいものがあり、ボイラにおいても高温高压大容量化が非常なはやさで進められたが、蒸気条件は 174 kg/cm²g 571°C に至ってしばし足踏み状態を続けた。これは循環ボイラとして製作する限度であり、さらに臨界圧をこえて超臨界圧力で作動するボイラは必然的に貫流ボイラでなければならないからである。

呉工場においては亜臨界圧循環ボイラの大容量化をはかる一方、亜臨界圧大容量貫流ボイラを次々に製作し、超臨界圧ボイラに飛躍する基礎を完全に築き上げた。

(1) 超臨界ボイラの問題点

問題点は圧力に基づくものと温度に基づくものとあるわけであるが、現段階では主としてフェライト系材料を使用して設計できる蒸気温度 571°C の線を越えることは経済性が伴わないため、蒸気圧力 255 kg/cm²g 蒸気温度 571°C がもっぱら採用されている。したがって 174 kg/cm²g の蒸気圧力が 255 kg/cm²g になったためいかなる問題が生ずるかという、蒸気の性質がまったく異なったものになり、沸騰現象がなく水から蒸気に瞬間的に移行するため、伝熱の面では等温の受熱ができなくなり、流動の面では気水混合状態の二相流はなくなる。そのほか蒸気と水の諸性質すなわち熱伝達率、粘性、溶解度、比熱などが異なるのでそれらを明らかにし適合した設計を行なわねばならない。

(2) 超臨界圧ボイラの研究

昭和35年10月に日立製作所日立工場に設置された 350 kg/cm²g 650°C 2t/h のテストボイラに火がはいってから、熱伝達率、流動による圧力損失などのボイラ本体の問題のみならず、このボイラを含むテストプラント全体によって給水処理、制御方式、起動停止および最低負荷などの各問題に対しても鋭意実験研究を続けた

結果、設計、製作、運転に関する各種の貴重なデータを得ることができた。

(3) 超臨界圧ボイラの設計

設計に関しては貫流ボイラの経験深い B&W、特に超臨界圧大容量ボイラに関してはすでに 29 缶目の設計にはいったアメリカ B&W の技術を導入し、それに前述の日立超臨界圧テストプラントで得たデータを加え、さらに亜臨界圧貫流ボイラの経験を参考にして設計を行なうのであるから十分な信頼性を与えることができる。

第1図は構造の一例を示したものである。

(4) 超臨界圧ボイラの製作

超臨界圧ボイラも構造的には亜臨界圧貫流ボイラと大きな変化はない。メンブレンウォール製造設備はそのまま使用でき、かつその製造技術は亜臨界圧の場合に得たものがそのまま利用できる。制御機器、特殊分析計器および安全弁などの一部は現在のところ輸入にまたねばならないが、超臨界圧ボイラの国産に関してはなんら問題ないといえることができる。ただし蒸気温度が 600°C を越えるボイラを製作するためにはなお材料や溶接の点で新しく開発すべき問題が幾つかある。

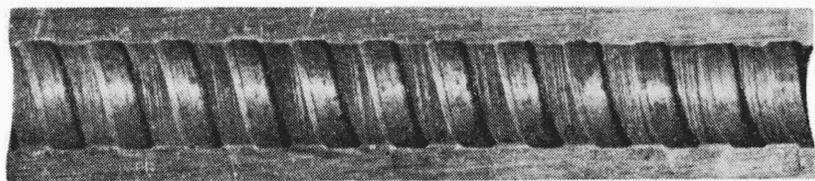
現在は世界的に蒸気温度として 571°C を越えないものがもっぱら製作されているが、われわれはこの温度の壁を破るためたゆまぬ研究を続けている。

(5) 超臨界圧ボイラの運転

すでにわれわれが国内の亜臨界圧貫流ボイラで得た運転経験をもとにして B&W の超臨界圧ボイラの運転技術を吸収し、さらに前述のテストプラントにおける運転制御の研究結果を参考にして臨界圧ボイラの運転技術の確立に万全の態勢をしいている。

2.1.3 リブドチューブの伝熱流動特性

亜臨界圧状態の水の沸騰には熱伝達の良好な核沸騰と熱伝達の悪い膜沸騰とがある。膜沸騰が生ずると、ボイラ管の管壁温度が異常



第2図 リブドチューブ

に上昇し、危険となる。このような膜沸騰による管壁温度上昇は熱負荷が大きいほど、また流速が小さいほど大きくなる。ボイラ水壁管の流速はこの膜沸騰を生ぜしめないように決定しなければならない。しかし広範囲の運転条件にわたり、膜沸騰による管壁温度の異常上昇を防止するために開発されたものが、第2図に示すような管内面にネジを切ったリブドチューブである。これは膜沸騰が起った場合でもその蒸気膜がネジの凹凸によって破られ熱伝達が良好となる。ネジのピッチ、幅、高さなどの各因子の伝熱流動特性に及ぼす影響を実験的に明らかにし、各条件に対するリブドチューブのサイズを決定した。リブドチューブはすでに五井火力発電所のUPボイラに採用されてその優秀性が実証されている。

2.1.4 常磐共同火力サイクロンベンソンボイラの計画

現在、常磐共同火力発電株式会社勿来発電所第6号缶(175 MW)の設計、計画が進められている。当発電所はすでに1~5号缶まで運転にはいっており、これらは微粉炭燃焼(乾式燃焼)であるが6号缶においては、未燃物を炉底部より熔融スラグとして取り出すように、湿式燃焼であるサイクロン燃焼方式が採用されることとなった。また、ボイラ本体は、運転、制御の容易なベンソンボイラが採用された。

勿来6号缶仕様概要

- (1) 数 量 1 缶
- (2) 形 式 B&W ベンソンボイラ
- (3) 蒸 発 量 570 t/h
- (4) 蒸 気 圧 力 174 kg/cm²g
- (5) 蒸 気 温 度 571°C/543°C
- (6) 燃 焼 方 式 直接式サイクロンファーン燃焼
(ドイツ式)
- (7) サイクロンバーナ数 4 個/缶
- (8) 通 風 方 式 強圧通風方式

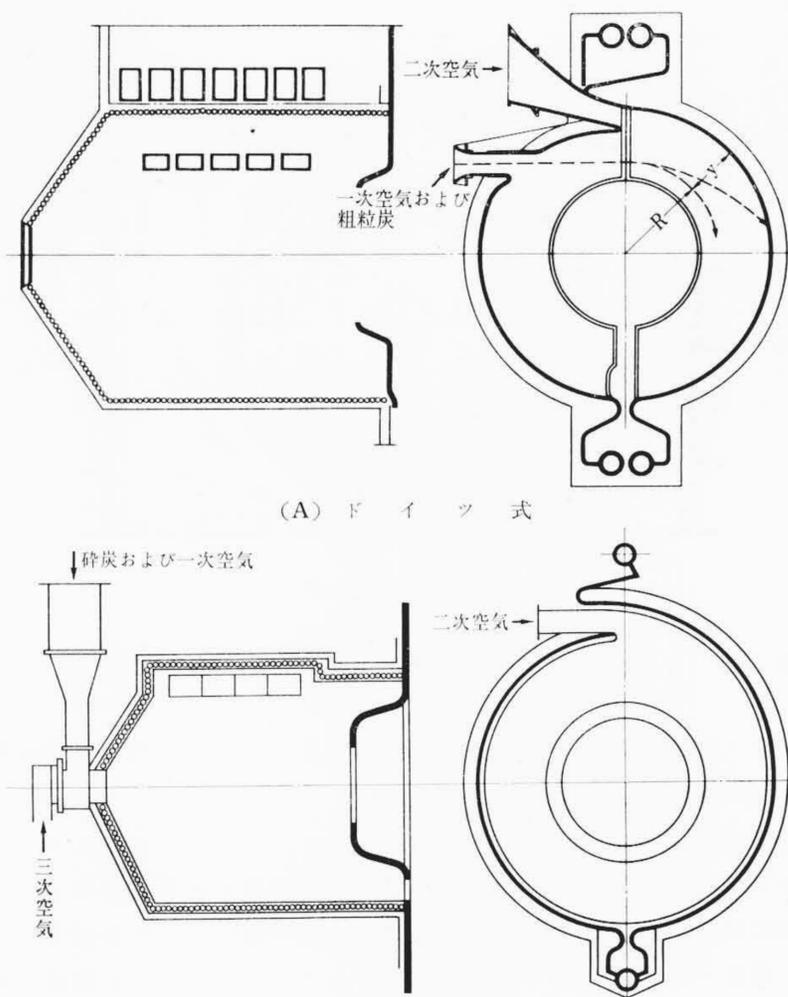
本ボイラは上記に示す仕様を備えたサイクロンベンソンボイラですでに紹介されている新港2号缶と同形のボイラであるが、特に下記に示す特長を有している。

(1) 燃 焼 機

サイクロン燃焼バーナにはアメリカ式とドイツ式の2種類があり、勿来発電所において使用される石炭は常磐全地区にわたるためその炭種も数多くあり、これら各炭種を検討の結果、ドイツ式サイクロンにて計画されることとなった。ドイツ式サイクロンは第3図に示すとおり、アメリカ式サイクロンと異なり一次空気、二次空気とも円筒部から同一接線方向に送入され、二次空気が一次空気と燃料粒子を抱え込むようになり、ただちに良好な混合が行なわれるような構造になっている。本ボイラにおいては、これらサイクロンバーナが4個設置されており、前壁2個、後壁2個のディープオープン式サイクロン対向バーナとして使用され、3台運転にても所定のタービン定格負荷の蒸気を発生させ得るように設計されている。また石炭中の灰は、その約70%を熔融スラグとして炉底壁より出し、冷却ののち固形物として処理される。なお、このサイクロンバーナには起動用、および助燃用として重油バーナが設置されており、1/3 MCR(16 t/h)の容量をもっている。

(2) 制 御 系 統

従来のベンソンボイラは、給水量を流量調整弁にて制御し、温



(A) ドイツ式

(B) アメリカ式

第3図 サイクロンファーン

度制御の補助として減温器にて2段減温するよう計画されてきたが、われわれは同系のUPボイラにおける経験をもとに、給水量を給水ポンプの回転数にて制御し、温度調整は1段減温のみ行なうよう計画され、操作が簡単化されている。

(3) 起 動 方 式

起動方式は種々検討の結果、操作の容易さに重点が置かれ、すでに実績のある清水共同発電株式会社納 75 MW ベンソンボイラと同じ起動方法が採用されている。

(4) 再熱蒸気温度制御

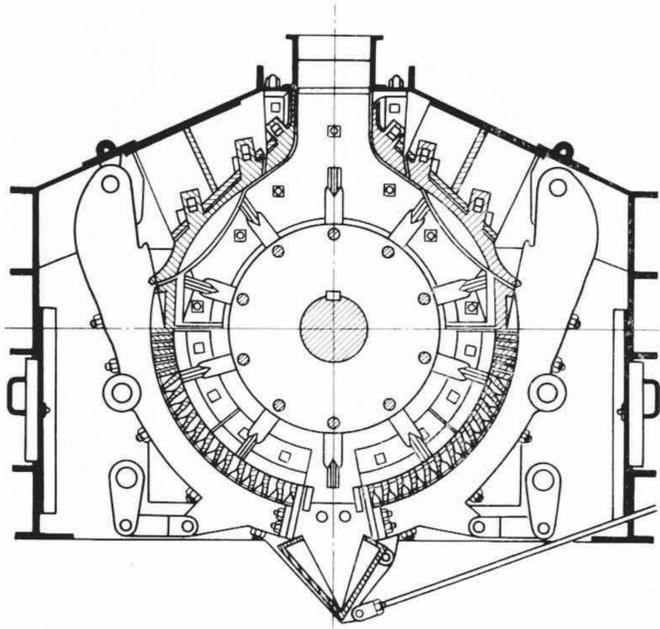
再熱器は二次過熱器の後に一次過熱器を並行して配置され、両者の間をメンブレンウォールにて分割し、出口にダンパを設け、各セクションを通るガス量により温度を調節するよう計画されている。またこれと並行してガス再循環ファンも使用されている。

2.1.5 新港サイクロンボイラ用クラッシャ

九州電力株式会社新港火力発電所第2号缶用として納入されるアメリカ式サイクロンファーンボイラ用ハンマクラッシャは、その直接燃焼式に使用されるクラッシャのうちでは最も大形のものが採用されており、4台のうち2台は初の国産により納入されることになっている。

仕 様 形 式	C P 5-30	
容 量	19 t/h	
石炭湿分	7% (最大 10%)	
グラインダビリティ	50	
出口細度	6 mm 目通過	97%
	1 mm 目通過	55%
	0.5 mm 目通過	34%
	200メッシュ通過	9%
モ ー タ	40 kW, 1,200 rpm	

通常一定方向回転クラッシャにおけるハンマの案内はウエア・ブロックに対して片側だけになるので摩耗が比較的速く、したがってハンマの取替えなどによる粉砕機の停止時間が多くなるが、本ク



第4図 九州電力株式会社新港火力発電所納ハンマクラッシャ

クラッシャは逆転可能であるので逆転操作も行なうことにより長時間の連続運転が可能なものである。

石炭は給炭機、石炭計量機、およびロータリシールを経てロータリシール下部よりそう入される高温の一次空気とともにクラッシャ内部に供給される。供給された石炭は一次空気によって乾燥されながら最初ハンマによりブレーカブロックに打ちつけられ粉碎された後ケージ部の穴、およびみぞ端部の摩滅、およびせん断によって規定細度に粉碎される。粉碎部と軸受部の間にはエアシール装置があり高温の一次空気、および炭じんが外部に漏れいするのを防止している。

軸受は水冷式の自動調心形球面軸受が採用されており、モータの回転力カップリング、プーリを経てクラッシャに伝わりアンダースピードスイッチにより連続的に検出される。それゆえ万が一クラッシャの過負荷によって主軸の回転数が低下した場合はただちに処置できる構造になっている。

現在このリバーシブルハンマクラッシャを鋭意設計中の日立ボイラ呉工場では、さきに8.5Eなどのいわゆる大形ボールミルを製作しているが本クラッシャの開発によってさらに粉碎機分野における一段の技術的飛躍が期待されている。

2.1.6 産業用ボイラ

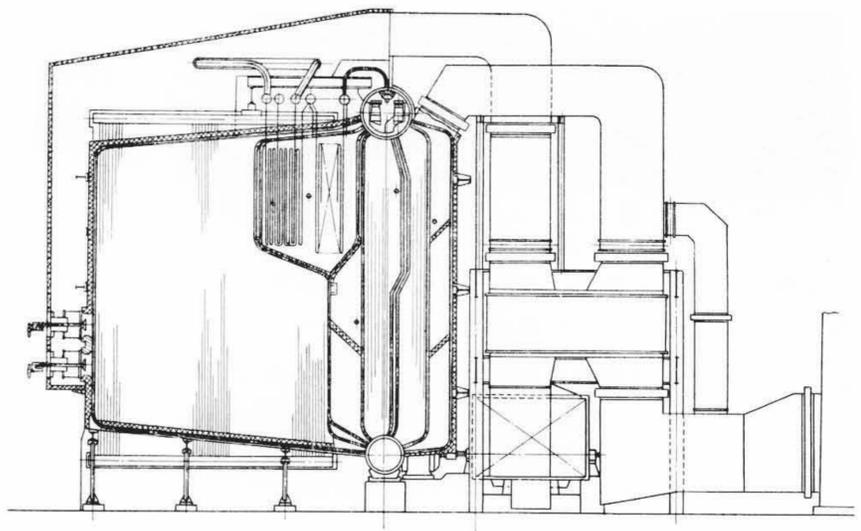
産業用ボイラで39年度に納入または製作中のものは、中形二胴形7缶、BH形2缶、FM形およびBFM形20缶、CB形12缶、トムリンソン1缶、計42缶で、38年度に比べ後半に中形ボイラがはいって総容量では増加の傾向にある。

(1) 中形二胴形ボイラ

60~160 t/h 用二胴形ボイラは、従来のものに対して次のような改良を行なった。ドラム中心間を大として後壁ヘッダーを取り止め、火炉後壁管を下胴より直接取り出しドラムと火炉サポートの位置をほぼ同一レベルとして伸びの均一化を図るとともにサポートの軽量化を図っている。第5図は昭和電工株式会社に納入する150 t/h×75 kg/cm²g×538°Cの断面図である。東洋レーヨン株式会社各古屋および滋賀工場納のボイラには産業用として初めて火炉水冷壁にメンブレン構造を採用している。

(2) トムリンソンボイラ二次回収装置

従来のベンチュリエバポレータはドラフト損失が大きく、誘引通風機的设计、消費動力の点で問題があったものを黒液のスプレを蒸気により噴霧を行ない、粒度を細くすることによりガス速度を低くしてもダスト回収が十分にできるようにしている。したがってドラフト損失も少なくなり誘引通風機1台にて十分運転可能とし、消費動力の低減を図っている。

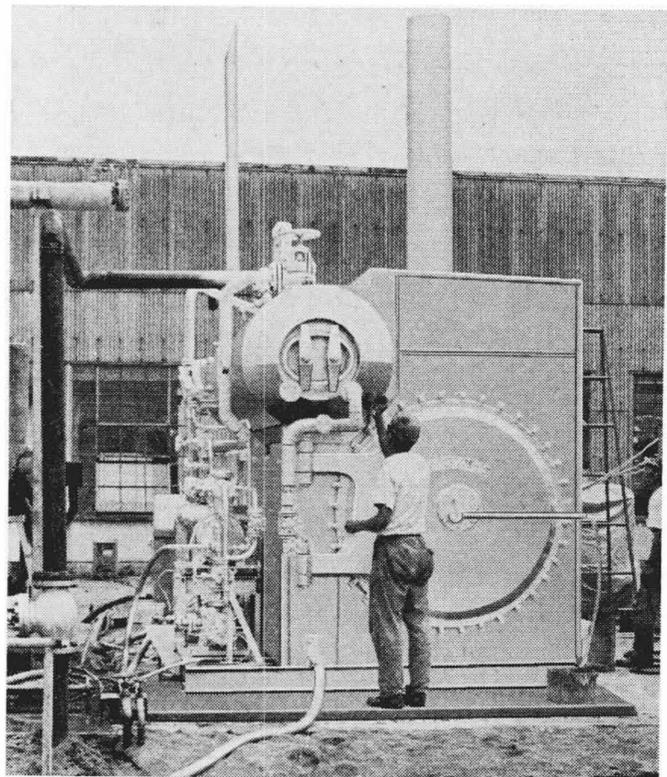


第5図 昭和電工株式会社納150 t/h ボイラ断面図

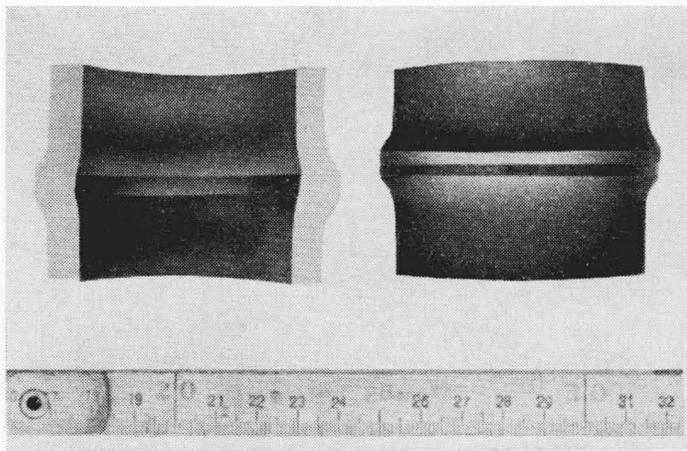
(3) CBボイラ

前年、小形産業用ボイラとしてBFMボイラを紹介したが、39年2月暖房用に使用しても重油規制法に抵触しない50 m²以下において、相当蒸発量6~2 t/hまでのCB形パッケージボイラを開発した。本ボイラは据付面積の縮小、操作の簡便化、高能率を目的として開発されたものであり、その大きな特色は画期的な缶水の二重循環方式と、効率の高いサイクロン燃焼方式を採用している点である。ボイラの構造は水管を渦巻状にした円筒形の燃焼室と水管を同心円形に形成した蒸発水管および廃熱回収として設置した節炭器より成っている。缶水の二重循環というのは、小さい伝熱面積にてより多くの蒸発量を得るため、すなわち多くの熱吸収をしても完全な循環を行なうよう燃焼室部分を強制循環にし熱吸収の少ない蒸発水管部を自然循環とするため二つの循環方式を組み合わせたものである。

これにより缶水濃度は、燃焼室側で小さく、蒸発水管部で一般のボイラと同一の値となる。サイクロン燃焼方式とは、すでに大形ボイラでは採用されているサイクロンファーンエスの原理を、重油焚ボイラに採用したもので、火炉の高負荷燃焼を容易にしている。バーナには、BFMボイラにて使用しているエヤスピナーバーナを採用し、燃焼用空気を一次二次三次に分け、一次二次空気はバーナおよび風箱より燃焼室にはいり、三次空気が燃焼室外周より、円筒形燃焼室の接線方向にはいり火炎を施回運動させ、伸びを円周方向にとることによって火炉を小さくすることが可能となり、



第6図 CB形パッケージボイラ



第7図 ボイラ水壁管の高周波バット溶接部外観

燃焼も完全に行なわれる。また熱吸収も従来の放射伝熱に接触伝熱が加わり、ボイラとして高性能を示している。

2.1.7 高周波バット溶接

ボイラチューブや化学機器の配管などの突合せ溶接には従来主としてアーク溶接が用いられているが、最近これら鋼管の突合せ溶接に作業能率の飛躍的上昇をはかろうとする見地から各種の自動溶接を採用する機運が起こっている。われわれも早くからこれに着目し、高周波バット溶接による鋼管の突合せ溶接について鋭意研究を進めてきた。

この溶接法は誘導加熱の原理を応用し、接合面を局部的に加熱し1,350℃付近になったとき加圧アプセットして溶接するもので、チューブの受け入れから溶接、払い出しまで一人の作業者によって自動的に行なわれる。高周波バット溶接ではアーク溶接あるいはフラッシュバット溶接、アプセットバット溶接などに比べて内外面ともなめらかできわめて美しい接合部が得られ、溶接後の事後処理を必要とせず、溶接速度も60秒以内ときわめて速い。第7図は自然循環ボイラに使用される水壁管の接合部外観を示したものである。圧接法は全般的に接合部強度の安定性が問題となるが、数多くの試験結果より接合の障害になる要因が接合過程に侵入する酸素であることをつきとめ、この酸素を排除する方法を考慮し接合部の強度を均一にすることに成功した。接合部強度は引張試験、曲げ試験、管内圧破壊試験によって決定されるが、ともに母材強度に匹敵する強度が得られ、ボイラ用管としての過酷な条件に十分耐えることができる。

また高周波バット溶接法は他の溶接法に比較して次に掲げるように多くの利点を有し、今後その応用範囲の拡大が期待される。

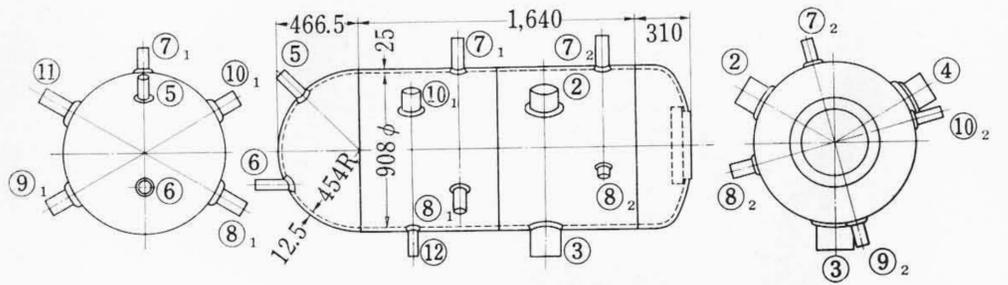
- (1) 効率がよく、溶接速度が速いので、作業能率を飛躍的に上昇させることができる。
- (2) 接合部形状は美麗であり、特に内面のふくらみが少ないので管内面の流体の抵抗を問題にするボイラ鋼管などには最も適合する方法といえる。
- (3) 接合部の機械的性質は良好で、かつ均一な溶接結果が得られる。
- (4) 異種金属の溶接も比較的容易である。

なお、この溶接法を製品に適用するに際しては接合部の品質管理が重要な問題となるが、溶接作業基準および検査基準を確立し品質管理に十分注意を払い、不良発生の防止に対処している。

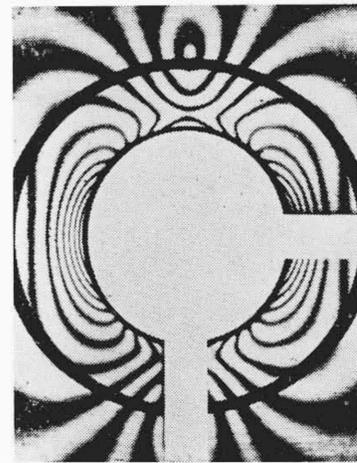
2.1.8 圧力容器ノズル部の応力解析

原子炉圧力容器の設計基準として ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section III (1963) が制定された結果、従来の規格に比べてさらに詳細な応力および疲労解析が必要となり、これらによって圧力容器の安全性が評価されて、強度的および経済的にも均合のとれた限界設計が行なわれつつある。火力発電用ボイラドラムもこれに準じて取り扱われる。

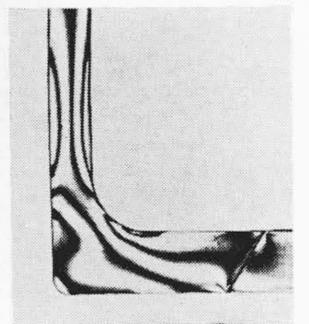
そこで圧力容器の構造上の不連続部分のうち、ボイラドラムのノ



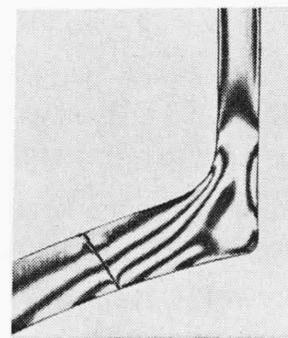
第8図 試験用圧力容器



円周方向
ノズル穴周縁の表面フライス

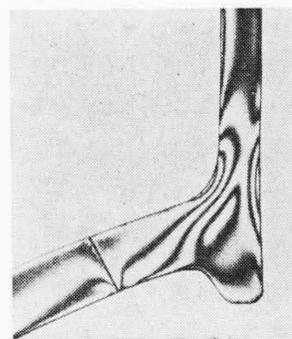


長手方向断面フライス

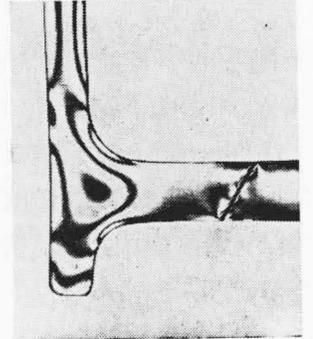


円周方向断面スライス

(A) フラッシュ形ノズル



円周方向断面スライス



長手方向断面スライス

(B) スルー形ノズル

第9図 ノズル付根部の応力しま写真

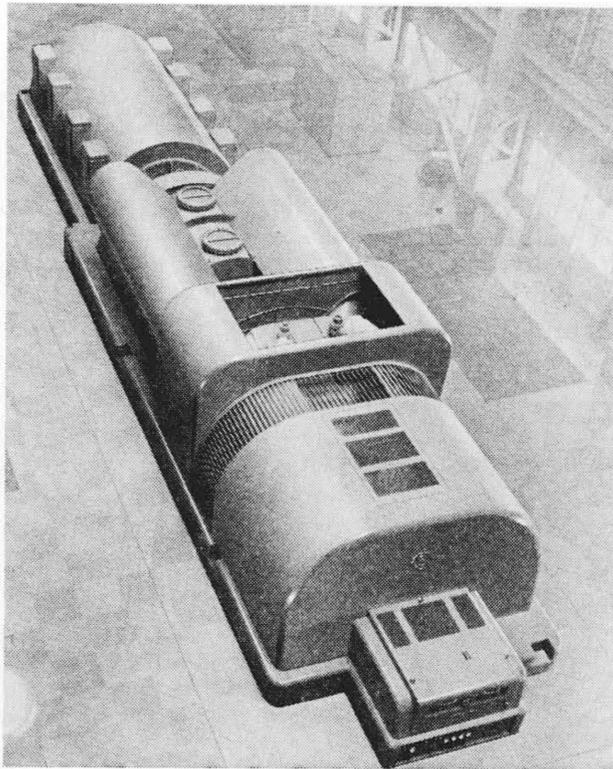
ズル部につき局部応力を究明するため、第8図のような高降伏点鋼 ($\sigma_s=100 \text{ kg/mm}^2$) 製の実物大試験用圧力容器をつくり、フラッシュ形およびスルー形ノズル12個を取り付け、内圧によって生ずる局部応力につき、まず $1/5$ に縮尺した圧力容器モデルの3次元光弾性実験でその応力分布を調べ、次いで最大局部応力をひずみゲージによって実測し、ノズル形式を比較検討した。

第9図はフラッシュ形およびスルー形ノズルの応力分布を比較した光弾性実験における応力しま写真で、スルー形はフラッシュ形よりも約35%長手方向断面内側かどに生ずる円周方向局部応力が小さく、きわめて有効なノズル形式であることが明らかとなった。

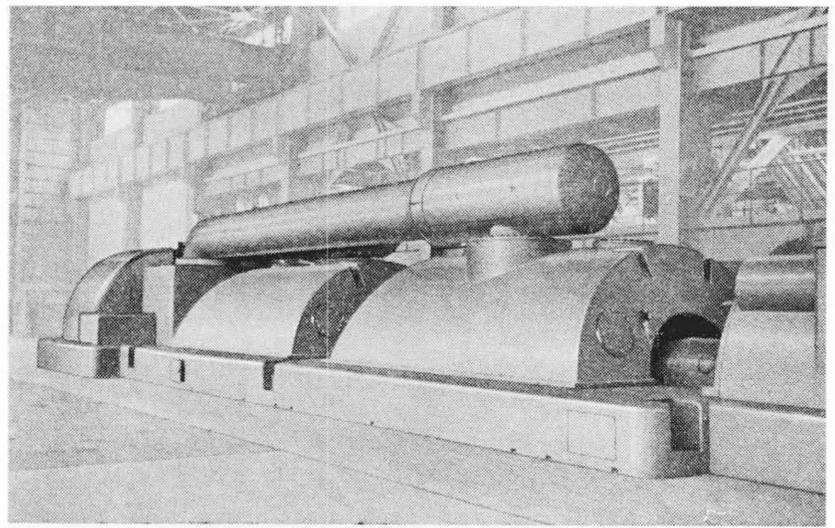
2.2 タービン

2.2.1 事業用大容量タービン

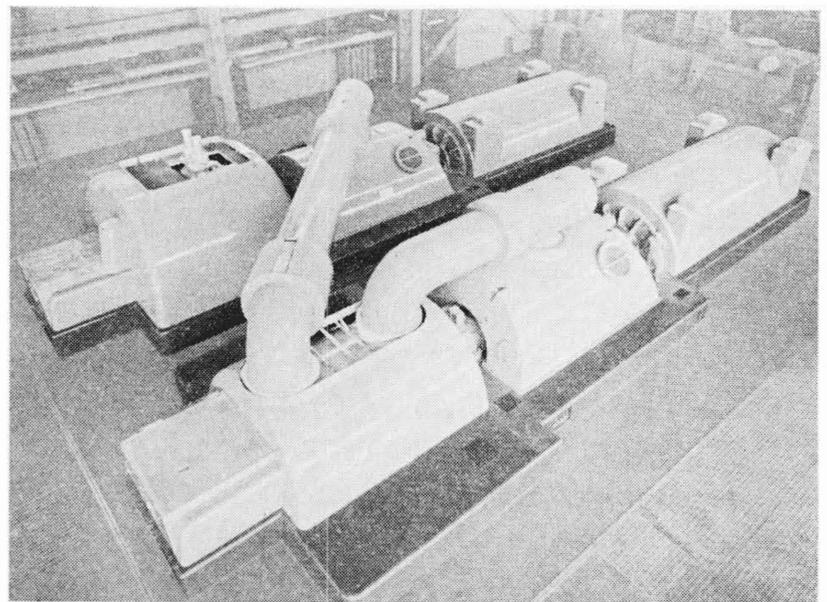
火力発電業界における伸展はめざましく、各電力会社とも相ついで450,000~600,000 kW級の超臨界圧火力発電設備の採用を決定す



第10図 中部電力株式会社新名古屋火力発電所納
第6号機 220,000 kW 再熱タービン



第11図 関西電力株式会社堺港火力発電所納
第1号機 250,000 kW 再熱タービン



第12図 東京電力株式会社五井火力発電所納
第2号機 265,000 kW 再熱タービン

るなど、高温高圧大容量化する傾向が顕著である。

このような状勢のなかで38年度に引き続き39年度においても多数の製作納入をみた。

中部電力株式会社新名古屋火力発電所納第6号機 220,000 kW タービンおよび関西電力株式会社堺港火力発電所納第1号機 250,000 kW タービンの60 c/s機が相ついで営業運転にはいり好調な運転を続けている。とくに堺港火力発電所納第1号機 250,000 kW タービンは最新の研究成果を存分におり込んだ技術を自由に駆使した新設計の記録的な製品である。この成功は500,000 kW 級くし形タービンへの貴重な足がかりともなり、業界注視のうちに営業運転にはいった。

50 c/s 機としては東京電力株式会社五井火力発電所納第2号機 265,000 kW タービンが初のクロスコンパウンド形4車室4流排気形として注目されたが、優秀な成績で営業運転を継続している。

さらに同五井火力発電所納第4号機 265,000 kW タービンも好成绩で工場試運転を完了し現地据付中であり、近く営業運転にはいる予定である。

このほか、北海道電力株式会社新江別火力発電所納第3号機 125,000 kW タービンおよび常磐共同火力株式会社勿来火力発電所納第6号機 175,000 kW タービンはいずれも好調裏に工場試運転を完了し現地据付中である。

なお業界注目の東北電力株式会社新潟火力発電所納第3号機 250,000 kW くし形4車室4流排気形タービンも、いよいよ現地据付が開始され発電開始の日が待たれている。

2.2.2 産業用タービン

産業界にも多種多様の蒸気タービンが各方面で採用されるようになった。このため記録的な製品が多数完成し引き続き製作中である。

38年度に引き続き3号機、4号機の完成をみた昭和発電株式会社市原火力発電所は発電所出力 300,000 kW となり、わが国の自家用火力発電所として画期的大容量の発電所となった。

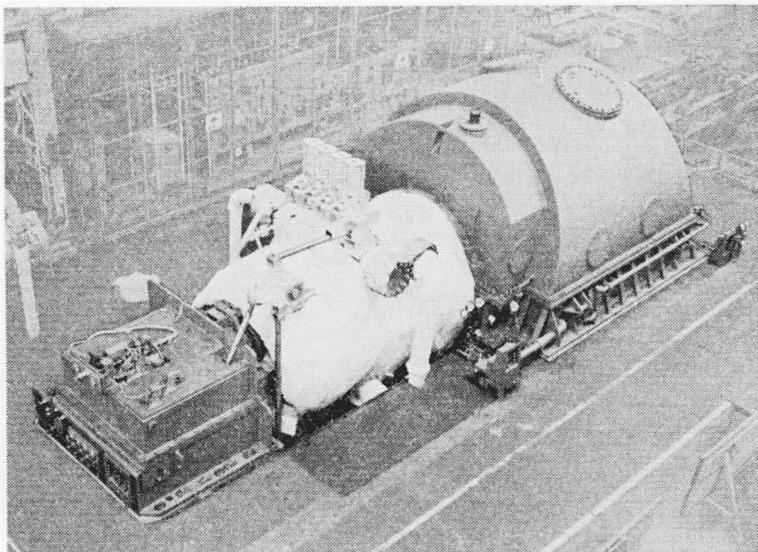
東海製鉄株式会社納の高炉送風のブロワ駆動用 12,800 kW タービンはこの種タービンとしては特筆すべき 88 kg/cm²g, 510°C という高温高圧の蒸気条件で設計された記録的な製品である。

興亜石油株式会社麻里布製油所納の 5,000 kW 発電用タービンは工場で使用される 40 kg/cm²g を排気圧力としたいわゆるトップタービンで比較的小出力であるにもかかわらず 124 kg/cm²g, 534°C という高温高圧蒸気が採用され、この種タービンの技術的發展に寄与するところ大であった。なお本タービンは屋外設置として設計されタービン前側にコントロールルームを併置し運転の便がはかられている。建設費低減のため今後の産業用タービン計画の指針となる。

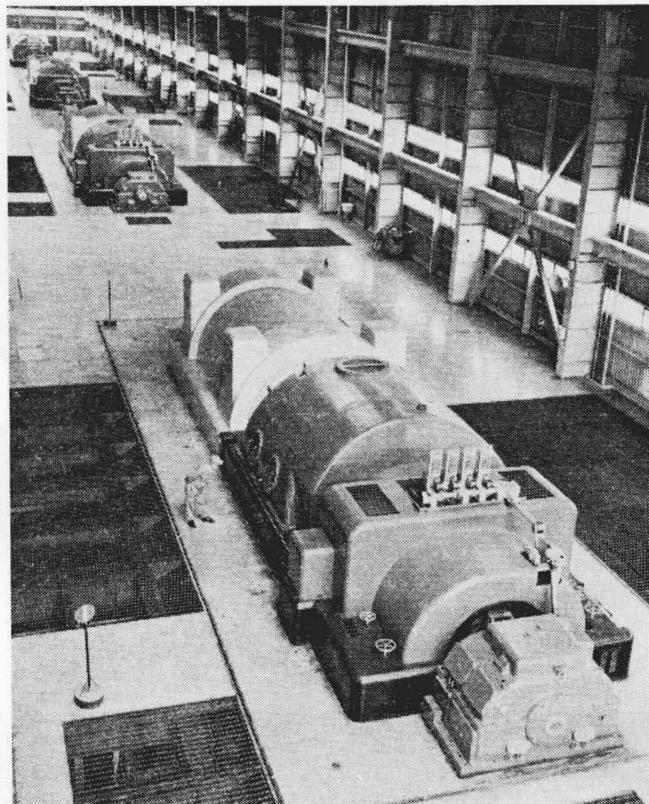
大都市への人口の集中化は年々激しさを加えどの都市でも塵埃(じんあい)の処理に苦勞しているが、大阪市に塵埃を焼却した廃ガ

第2表 昭和39年度納入済または製作中の大容量再熱タービン一覧表

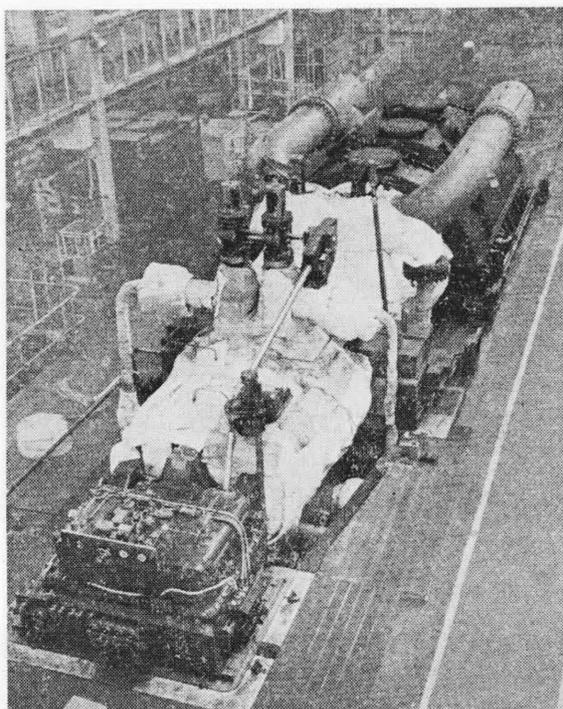
納入先	発電所名	出力 (kW)	主蒸気圧力 (kg/cm ² g)	主蒸気温度 (°C)	再熱蒸気温度 (°C)	排気真空 (mmHg)	回転数 (rpm)
東京電力株式会社	五井 #2	265,000	169	566	566	722	3,000
中部電力株式会社	新名古屋 #6	220,000	169	538	538	722	3,600
東北電力株式会社	新潟 #3	250,000	169	566	566	728	3,000
東京電力株式会社	五井 #4	265,000	169	566	566	722	3,000
関西電力株式会社	堺港 #1	250,000	169	566	538	722	3,600
北海道電力株式会社	新江別 #3	125,000	127	538	538	722	3,000
常磐共同火力株式会社	勿来 #6	175,000	169	566	538	722	3,000
中部電力株式会社	武豊 #1	220,000	169	566	538	722	3,600



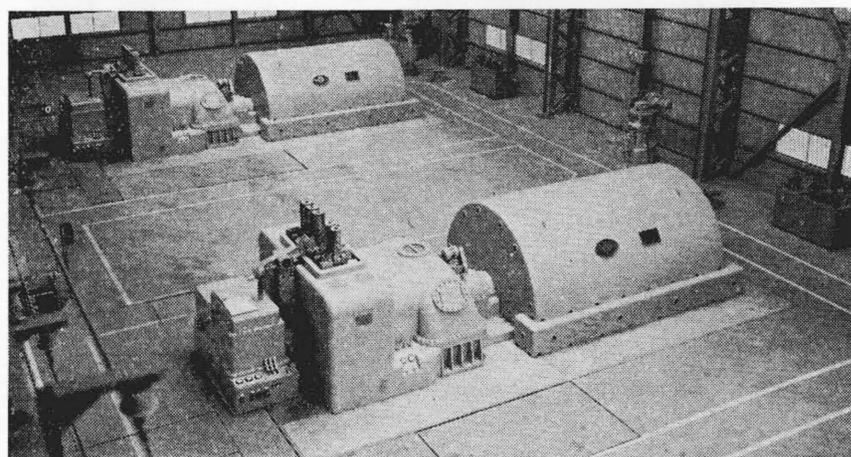
第 13 図 北海道電力株式会社新江別火力発電所納
第 3 号機 125,000 kW 再熱タービン



第 15 図 昭和発電株式会社市原火力発電所納
75,000 kW × 4 タービン



第 14 図 常磐共同火力株式会社勿来火力発電所納
第 6 号機 175,000 kW 再熱タービン



第 16 図 東海製鉄株式会社納 12,800 kW ブロワタービン

スを利用する火力発電所が誕生した。この発電所に設置された 2,700 kW のタービンはボイラの圧力を制御する特殊の制御装置を設けるとともにタービンから抽気した蒸気を塵埃の乾燥用に使用するなど多くの特長を有する多目的タービンである。

徳山石油化学株式会社納 2,300 kW タービンは TO プラントの原料空気用圧縮機の駆動用として製作され、この種プラントの原単位低減のために大いに活躍している。

そのほか大協石油株式会社納の 1,150 kW DRM 形タービンをはじめとし、DR 形 DS 形の小形タービンも活況を呈し多数納入されるとともに製作中のものも多数ある。

2.2.3 輸出用タービン

近年日立製作所の火力技術の海外進出はめざましく、国際入札においても常にその上位をしめている。39年度は日立製作所の火力技術の真価を問うべき製品が多数製作輸出された。

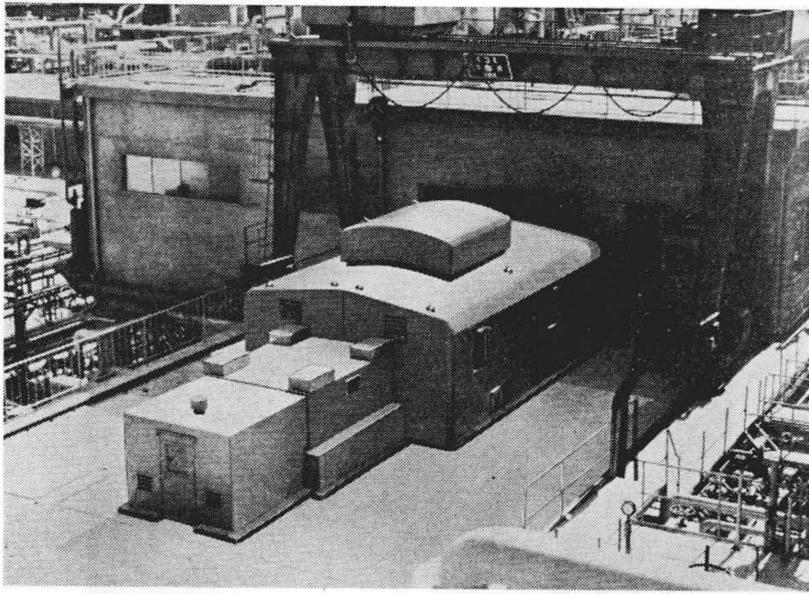
シンガポール・パシールパンジャン“B”発電所納第 1 号機 60,000 kW タービンがこのほど営業運転にはいり、優秀な成績をおさめている。

これはコンサルタントエンジニアであるマーツ アンド マクレラン社の厳密な立会い試験、検査を経て営業運転にはいったものである。

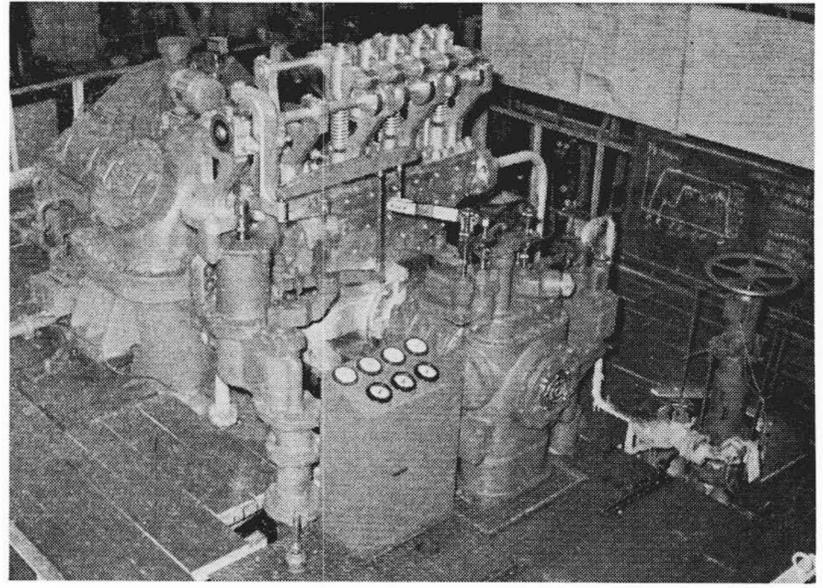
これに引き続き同発電所納第 2 号機が好調裏に工場試運転を完了

第 3 表 昭和 39 年度納入済またま製作中の産業用タービン (1,000 kW 以上)

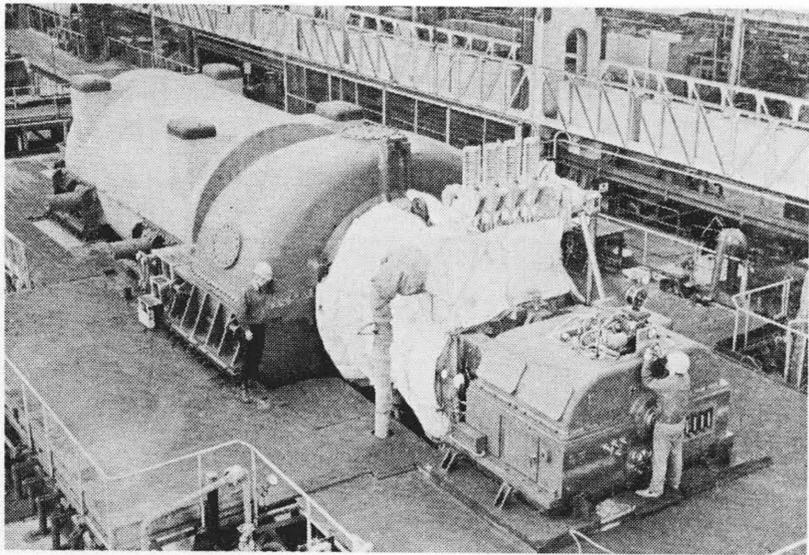
納入先	場所 (発電所名)	出力 (kW)	主蒸気圧力 (kg/cm ² g)	主蒸気温度/再熱蒸気 温度 (°C)	排気圧力 (kg/cm ² g)	回転数 (rpm)	用途
昭和発電株式会社	市原 (#3)	75,000	102	538/538	722 mmHg	3,000	発電用
昭和発電株式会社	市原 (#4)	75,000	102	538/538	722 mmHg	3,000	発電用
東海製鉄株式会社	(#1)	12,800	88	510	730 mmHg	3,970	ブロワ用
東海製鉄株式会社	(#2)	12,800	88	510	730 mmHg	3,970	ブロワ用
興亜石油株式会社	麻里布	5,000	124	534	40.3	3,600	発電用
大阪市清掃局	(#1)	2,700	22	345	720 mmHg	5,837/1,200	発電用
大阪市清掃局	(#2)	2,700	22	345	720 mmHg	5,837/1,200	発電用
徳山石油化学株式会社		2,300	30	350	7	9,500	圧縮機用
昭和電工株式会社	川崎	16,000	72	535	9	3,000	発電用
天塩川製紙株式会社	名寄	8,200	65	440	13/4.5	3,000	発電用
名古屋製糖株式会社	横浜	3,200	39	355	5.3	8,000/1,000	発電用
大協石油株式会社	午起	1,150	16	300	684	8,100	圧縮機用



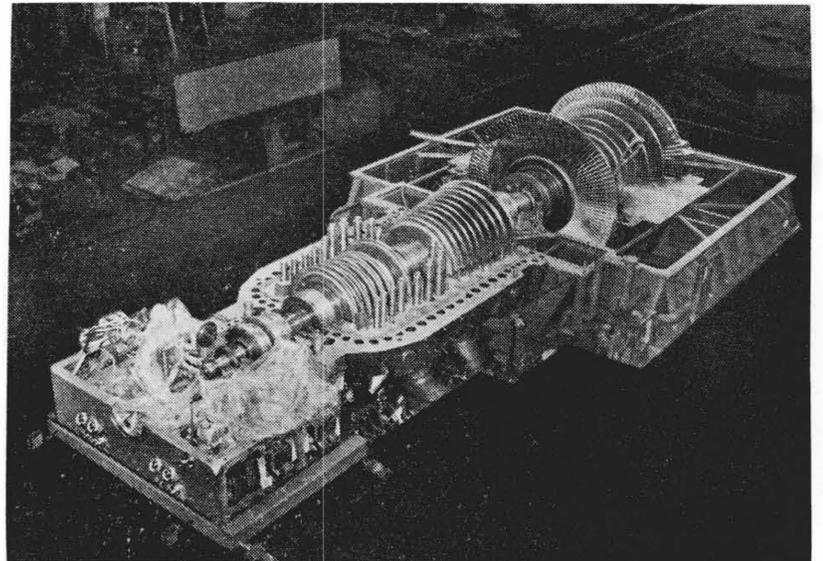
第17図 興和石油株式会社麻里布製油所納 5,000 kW トップタービン



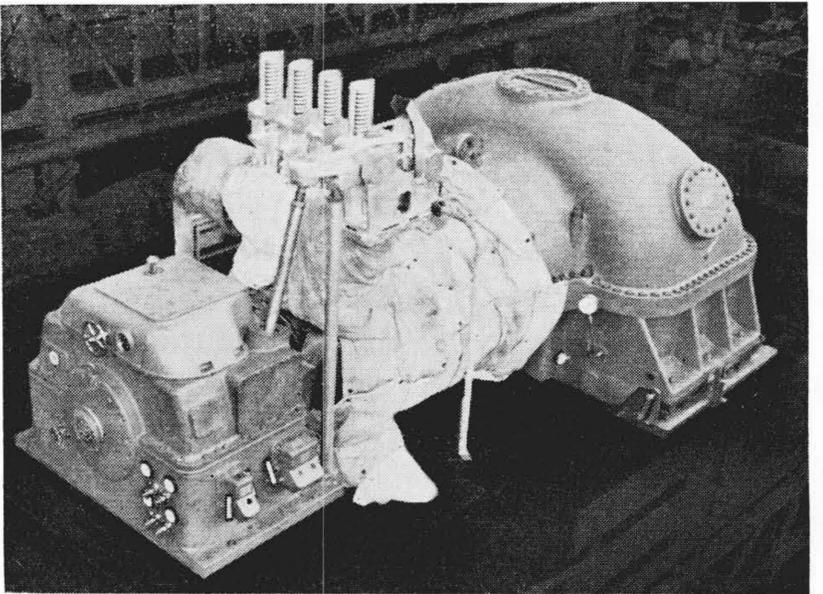
第18図 大阪市清掃局納 2,700 kW タービン



第19図 シンガポール・バンジュール・バンジャン“B”発電所納 第1号機 60,000 kW 復水タービン



第20図 フィリピン・マニラ電力株式会社テーゲン 発電所納第1号機 100,000 kW 再熱タービン



第21図 インド・アンドラ州ネロール発電所納 第3号機 30,000 kW 復水タービン

し現地据付中であり、近く営業運転にはいる予定である。

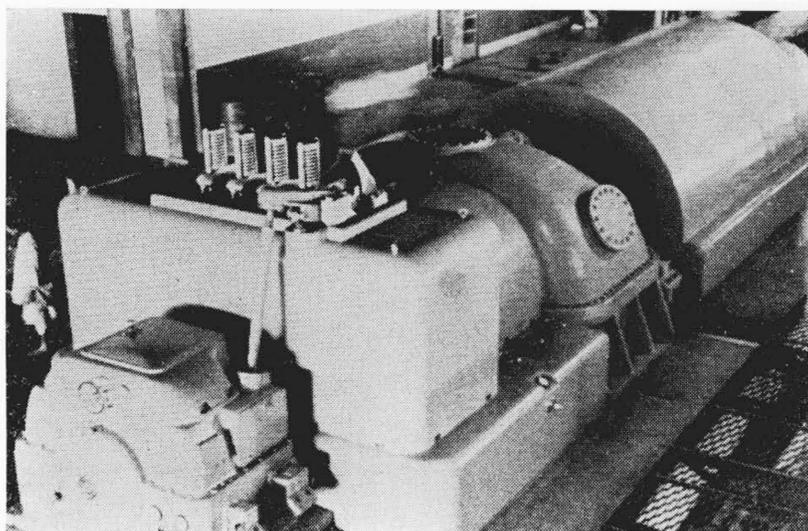
このほか60c/s機でしかも輸出としてははじめての再熱タービンであるマニラ電力株式会社テーゲン発電所納第1号機 100,000 kW タービンが優秀な成績で工場試運転を終了し目下現地据付中である。このタービンは容量も輸出用タービンとしては記録的なものである。

さらにインド・コタグデム発電所納第1号機 60,000 kW タービンが工場において組立中で、近く工場試運転が行なわれる予定であり、引き続き同発電所納第2号機も鋭意製作中である。

一方かねてより現地据付中であつたインド・コルバ発電所納 10,000 kW タービンおよび同じくインド・ハルドアガンジ発電所およびネロール発電所納 30,000 kW タービンが、各種の試験に優秀な成績を納め営業運転を開始した。

第4表 昭和39年度納入済または製作中の輸出处タービン一覧表

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)	再熱蒸気温度 (°C)	排気真空 (mmHg)	回転数 (rpm)
フィリピン・マニラ電力	テーゲン #1	100,000	126.5	538	538	709.2	3,600
シンガポール	バンジュールバンジャン“B”#1	60,000	87.9	510	—	693	3,000
シンガポール	バンジュールバンジャン“B”#2	60,000	87.9	510	—	693	3,000
シンガポール	バンジュールバンジャン“B”#3	60,000	87.9	510	—	693	3,000
シンガポール	バンジュールバンジャン“B”#4	60,000	87.9	510	—	693	3,000
インド・アンドラ州	コタグデム #1	60,000	87.9	510	—	696.5	3,000
インド・アンドラ州	コタグデム #2	60,000	87.9	510	—	696.5	3,000
インド・アンドラ州	コタグデム #3	60,000	87.9	510	—	696.5	3,000
インド・アンドラ州	コタグデム #4	60,000	87.9	510	—	696.5	3,000
インド・アンドラ州	ネロール “B”	30,000	59.8	482	—	705.4	3,000
インド・ウタル州	ハルドアガンジ #3	30,000	59.8	482	—	709.2	3,000
インド・マダヤ州	コルバ #4	10,000	28.1	399	—	694.8	3,000
南ア連邦・ケープタウン	アスロン #6	30,000	42.2	482	—	699	3,000



第22図 インド・ウタル州ハルドワアガンジ発電所納
第3号機 30,000 kW 復水タービン

このように海外においても日立タービンは好評を博している。最近インド・コタクデム発電所納第3号機および第4号機の2台の60,000 kW タービンも、またシンガポールからもパシールパンジャン“B”発電所納第3号機および第4号機の60,000 kW タービン2台も日立製作所に発注された。なおさきごろ南ア連邦・ケープタウン市アスロン発電所納第6号機 30,000 kW タービンも受注するなど輸出用タービンの相づく受注で火力部門は活況を呈している。

2.3 プラントおよび補機

2.3.1 復水器

39年度完成された復水器の中で代表的なものとして関西電力株式会社堺港発電所1号機用および東北電力株式会社新潟発電所3号機用がある。冷却面積はおのおの16,000 m² および10,400 m² である。これら復水器はタンデムコンパウンド4流排気形タービン用として特に新しい設計のもので、その要点を述べると次のとおりである。

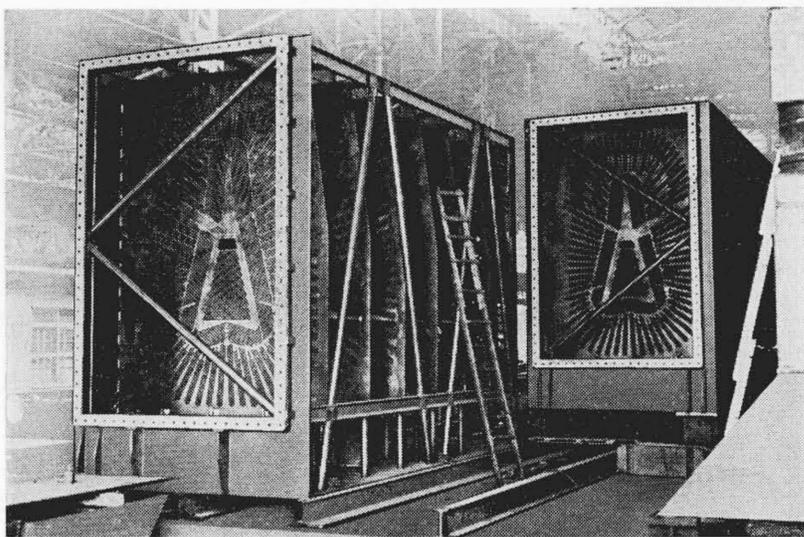
- (1) タービンの排気口の配列に対応して、復水器がタービン軸と平行に配置される形式である。
- (2) したがって冷却管長さは堺港発電所用の場合約15 m であり、冷却水は1折流である。
- (3) 復水器長平方向における温度差を少なくするため左右おのおの管群の冷却水の流れ方向を対向流とした。
- (4) 上記のような配置形式を採用する場合、タービン架台との寸法の関係から胴体形状は幅が狭く、高さが高いことが望ましいので冷却管配列は、これに合せた新しい形式とした。
- (5) 冷却管の汚損防止のため、逆洗装置とスポンジボール式連続洗浄装置を併用した。
- (6) 水質管理の確実を図るため復水だめを分割し、おのおのより常時試料水を採取しカチオン樹脂塔をへて、塩素イオン検出する海水漏えい検出装置を設けた。

以上のほか堺港1号機用においては水室内の分離空気を連続して抽出させるベンチングポンプを設け、また空気冷却部の冷却管にはアンモニヤ・アタックを防止するため外面にNiメッキを施したものを使用した。新潟発電所3号機においてはUPボイラプラントであるため、復水器には起動時余剰蒸気を処理するエネルギー・ダンパやスプレイカーテンなどを設けるとともに冷却水水室には内面をネオプレンライニングした鋼板溶接構造とし強じんかつ軽量化を図った。

第23図は関西電力株式会社堺港発電所 250,000 kW 用復水器の工場製作中の状況を示す。

2.3.2 高圧給水加熱器

高圧給水加熱器の代表的なものとしては、関西電力株式会社堺港



第23図 関西電力株式会社堺港発電所納
250,000 kW 用工場製作中の復水器

発電所1号機用、東北電力株式会社新潟発電所3号機用が完成した。前者はNi-Cu合金、後者は鋼管を加熱管に使用した。いずれも全溶接構造であり、胴体特にドレン冷却部には日立独特の新しい設計が採用され、胴体直径の縮減と軽量化が図られている。

輸出プラントとしてはマニラ電力株式会社納テーゲン発電所1号機 100,000 kW 用給水加熱器がある。本器は加熱管に70/30キニプロ・ニッケル管を使用し、管板と加熱管を直接溶接する新しい技術を採用したものであり、これはまた、輸出向給水加熱器としての記録品である。

さらにインド・コタクデム発電所1, 2号機 60,000 kW 用給水加熱器はインド国内法規 INDIAN BOILER REGULATION (IBR) に準拠して製計製作されたもので、加熱管に鋼管が用いられている。輸出向給水加熱器に鋼管チューブが使用されたことは画期的なことであるが、今後この傾向は輸出向けにおいても逐次増大するものと考えられる。

第24図は関西電力株式会社堺港発電所 250,000 kW 用高圧給水加熱器を示し、第5表は日立製作所において最近輸出用として納入または製作中の高圧給水加熱器を示す。

第5表 最近納入または製作中の高圧給水加熱器

納入先	主機出力×基数(MW)	給水温度(°C)	加熱蒸気圧力(atg)	加熱管材質	管端取付方式
シンガポール・パシールパンジャン	60×4	218	29.5	90:10Cu:Ni合金	拡管式
マニラ・テーゲン	100×1	268.4	37.6	70:30Cu:Ni合金	溶接式
インド・コタクデム	60×4	221	26.5	STB 35	拡管式
南ア連邦・ケープタウン	30×1	195	13.7	アドミラルティ	拡管式

2.3.3 五井火力2号プラントの起動時間

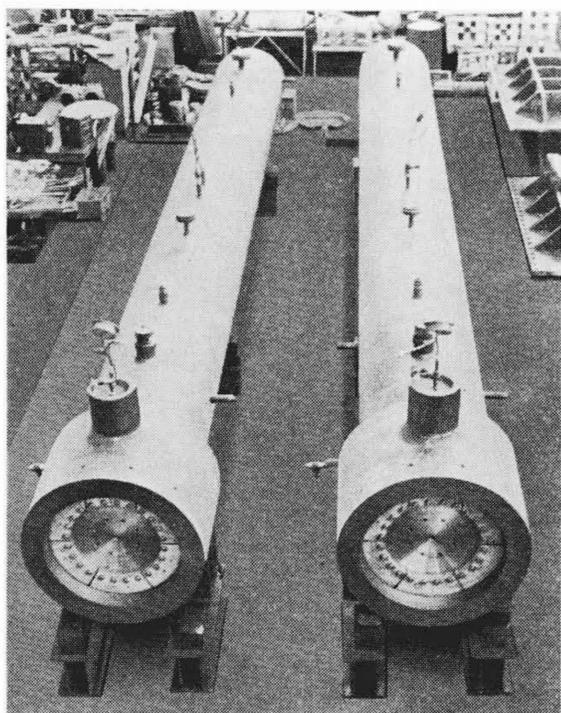
東京電力株式会社五井火力発電所2号機(265MW)はわが国最初のUPボイラプラントであるため、その試運転時に起動特性試験を実施した。結果の概要は次のとおりである。

(1) 起動時間

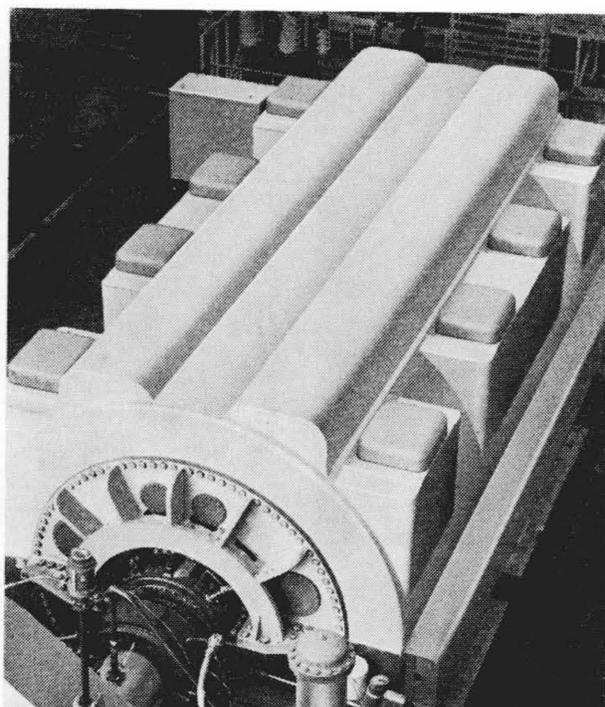
起動時にはボイラ水壁部出口よりバイパスして水を循環し1, 2次過熱器には水を通さない方式を採用しているため起動が速く、第6表に示す起動時間を達成することができた。この値はドラム形ボイラプラントの場合に比べて点火から通気までの時間がかなり短縮されている。

(2) タービン通気時の温度マッチング

ドラム形ボイラでは蒸気流量が小さいときは、ホットスタートのタービンに必要な高い蒸気温度を得ることができないが、ター



第24図 関西電力株式会社堺港発電所納 250 MW 用工場製作中の高圧給水加熱器



第26図 東北電力株式会社新潟火力発電所 納 320,000 kVA タービン発電機

の結果によれば、その制御性もきわめて良好であることが明らかとなっている。すなわち、オリフィスの口径をタービン定格負荷にて設計すると、部分負荷時にはドレンの流量が減少するために、給水加熱器間の差圧が小さくなるにもかかわらず、オリフィスの口径は大きすぎる傾向となり、ドレンとともに低圧側の給水加熱器へ多少の蒸気が漏れいする。しかし、その量はわずかで蒸気漏れによる効率の低下は、タービン 40% 負荷で 0.1% 程度であり、給水加熱器水位の変動もほとんどなく、運転にはなんらさしつかえない。

2.4 タービン発電機

2.4.1 事業用タービン発電機

38年度に引き続き39年度も多数の大容量タービン発電機を製作した。第7表は39年度に完成もしくは製作中のタービン発電機の一覧表である。

東北電力株式会社新潟火力発電所納第3号機 320,000 kVA は、固定子に普通水素冷却、回転子にギャップピックアップ式直接冷却を採用したもので、この種の冷却方式では国内はもとより世界的にも単機容量の記録品である。固定子冷却方式として油または水による直接冷却も適用可能であるが、今回の製作に関しては保守および効率の点を考慮し普通水素冷却を採用したものである。第26図は工場試験中の本機の外観である。

関西電力株式会社堺港火力発電所納第1号機 300,000 kVA は固定子に油冷却、回転子にギャップピックアップ式直接冷却を採用したもので、わが国最初の固定子巻線油冷却を採用した発電機であり、同時にこの種冷却方式の単機容量の記録品である。機械寸法は普通水素冷却のほぼ 125,000 kW に相当する寸法におさえられているもので、単位原材料当たりの出力の増大、すなわちその有効流用という点においてはまさに画期的なものである。第28図は工場試験中の本方式の外観である。

中部電力株式会社武豊火力発電所納第1号機 262,388 kVA は、固定子には普通水素冷却、回転子にはダイアゴナルフロー形ギャップ

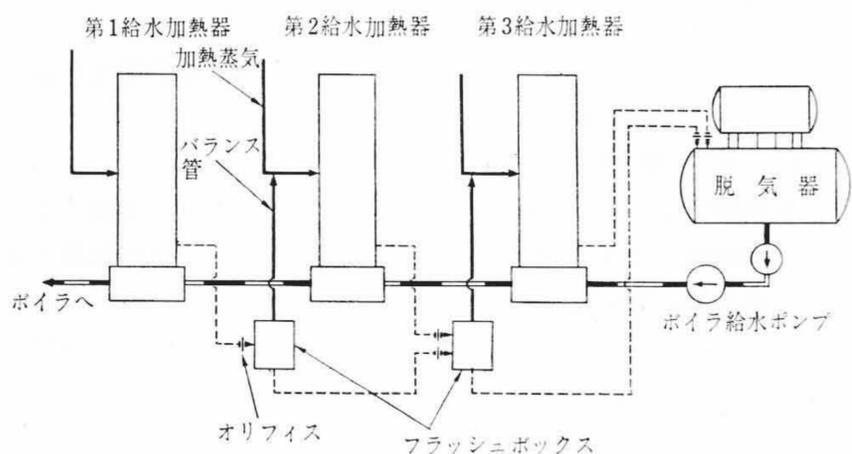
第6表 五井火力2号機の起動時間

起動の種類	標準停止時間	点火→通気	通気→併入	併入→全負荷	合計
コールド	2週間以上	190分	60分	240分	490分
ウォーム	60時間	160分	20分	110分	290分
ホット	8時間	60分	15分	45分	120分
ベリ－ホット	2時間	約10分	8分	28分	46分

ピン通気時の温度マッチングは非常に困難であった。この点本ボイラは容易に高い蒸気温度を得ることができ、かつ過熱器減圧弁を有して主蒸気圧力を 85 atg まで下げることができタービン入口における絞りによる温度降下も小さくなるので温度マッチングが容易になる。試験結果では5時間停止後の再スタート時において 500°C の主蒸気温度を得ることができた。

2.3.4 オリフィス制御装置

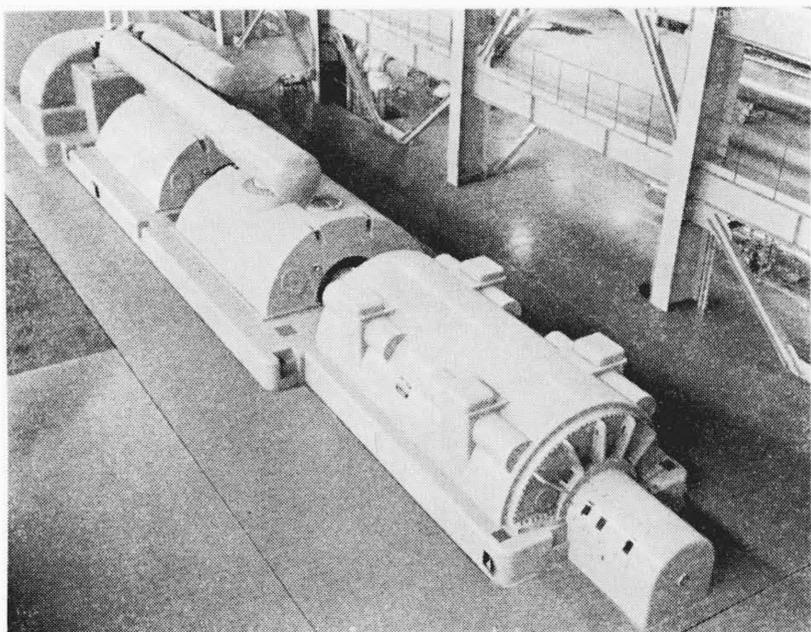
給水加熱器水位制御方式の新しい方法としてオリフィス制御を採用した。従来から給水加熱器の水位制御は、空気作動式の調節弁を使用しているが、この方法は制御性が良好である反面、制御器、調節弁が高価であること、および保守が複雑なのが欠点となっている。これに代わり、比較的制御性も良く、保守も容易でかつ経済的な方法がオリフィス制御方式であり、シンガポール・パシールパンジャン発電所納 60,000 kW プラントをはじめ、数プラントに採用している。第25図は、その給水加熱器ドレン系統を示す。すなわち、ドレン系統には口径一定のオリフィス一枚、およびフラッシュボックスだけを設けている。このようにドレン系統には制御器、調節弁およびその前後弁、バイパス弁などがなく、非常に簡単な系統となり、経済的であるとともに、保守点検も容易となっている。実験



第25図 シンガポール・パシールパンジャン発電所納 給水加熱器ドレン系統図

第7表 タービン発電機製作一覧表

納入先	発電所名	容量 (kVA)	電圧 (V)	回転数 (rpm)	台数	備考
東北電力株式会社	新潟 #3	320,000	12,600	3,000	1	直接冷却
関西電力株式会社	堺港 #1	300,000	18,000	3,600	1	直接冷却
東京電力株式会社	五井 #4	169,600×2	15,000	3,000	(2)	クロスコンパウンド
中部電力株式会社	武豊 #1	262,388	12,000	3,600	1	直接冷却 製作中
常磐共同火力株式会社	勿来 #6	224,000	12,000	3,000	1	製作中
シンガポール	パシールパンジャン	75,000	11,000	3,000	2	
シンガポール	パシールパンジャン	75,000	11,000	3,000	2	製作中
インド	コタクテム	66,666	13,800	3,000	2	
インド	コタクテム	66,666	13,800	3,000	2	製作中
マニラ	テーゲン	128,000	13,800	3,600	1	
ケープタウン	アスロン	37,500	11,000	3,000	1	製作中
昭和電工株式会社	川崎	20,000	3,300	3,000	1	製作中
天塩川製紙株式会社	名寄	9,647	3,300	3,000	1	製作中



第 27 図 関西電力株式会社堺港火力発電所納
300,000 kVA タービン発電機

ピックアップ式直接冷却を採用したものである。新潟火力発電所および堺港火力発電所納発電機の回転子とともにラジアルアキシアルフロー形ギャップピックアップ式直接冷却と称せられる方式を採用したが、本機ではダイアゴナルフロー形を採用した。第 28 図は両方式による回転子スロットの比較図である。前者は回転子導体中を軸方向に水素ガスが通るのに対し、後者は軸方向斜めに水素ガスが通る。この通風パターンを第 29 図に示す。ダイアゴナルフロー形はさきに昭和電工株式会社市原火力発電所納第 4 号機 92,000 kVA タービン発電機回転子に適用され、その優秀性を遺憾なく発揮したもので、ラジアルアキシアルフロー形に比べ同一回転子寸法で約 20% 出力増強が可能となる。

39 年度はさらに東京電力株式会社五井火力発電所納第 4 号機 169,600 kVA, 3,000 rpm 機 (169,600 kVA 機 2 台からなるクロスコンパウンド機) を完成するとともに、常磐共同火力株式会社勿来火力発電所納第 6 号機 224,000 kVA, 3,000 rpm 機を製作中である。

2.4.2 産業用および輸出向タービン発電機

39 年度は 38 年度に引き続き産業界の設備増強が沈滞したため、産業用タービン発電機の製作はあまり活発ではなかった。

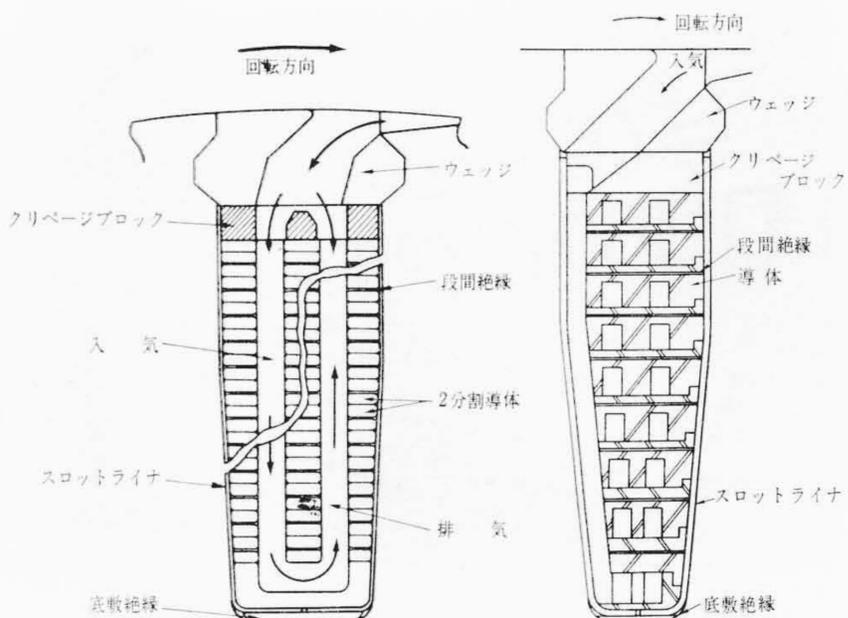
昭和電工株式会社川崎工場納 20,000 kVA, 3,000 rpm 機および天塩川製紙株式会社名寄工場納 8,150 kVA, 3,000 rpm 機は現在製作中である。ともに産業用タービン発電機の標準機で、固定子の中に立形空気冷却器を内蔵する構造となっており、据付および保守が容易である。

輸出向としてはシンガポール市パシールパンジャン“B”発電所向 75,000 kVA, 3,000 rpm 機 2 台が完成し、引き続き 2 台を受注して現在製作中である。またマニラ電力株式会社テーゲン発電所納 128,000 kVA, 3,600 rpm 機を完成した。これは輸出向タービン発電機の記録品である。さらにインド・コタクテム発電所納 66,666 kVA, 3,000 rpm 機 2 台を完成し、引き続き 2 台を受注して現在製作中である。従来、輸出向タービン発電機は空気冷却機のみであったが、39 年度は水素冷却機が輸出され、容量も増大の傾向にあった。このほかにケープタウン・アスロン火力発電所納 37,500 kVA, 3,000 rpm 機を現在製作中で、アフリカ向輸出の第 1 陣である。

2.4.3 全閉内冷 937.5 kVA 交流発電機

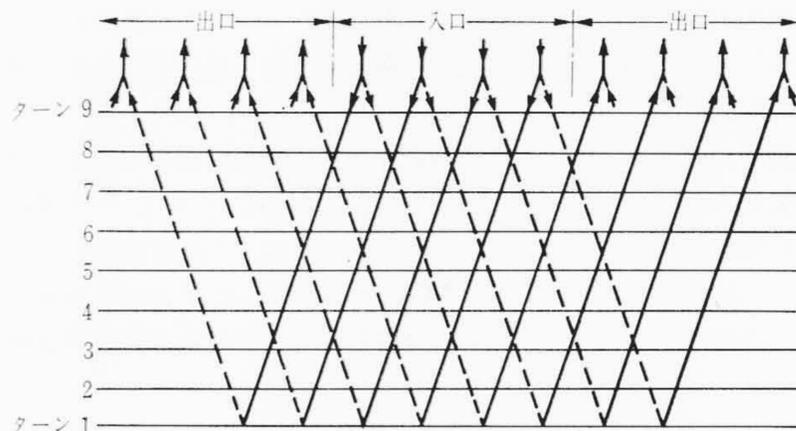
CALIFORNIA TRANSPORT CORPORATION 向けオイルタンカー用主発電機として日立造船株式会社納 937.5 kVA, 1,200 rpm の交流発電機を完成した。本機は全閉内冷形として大容量機であり次の特長をもっている。

- (1) 商船用として格段に小形軽量化されている。

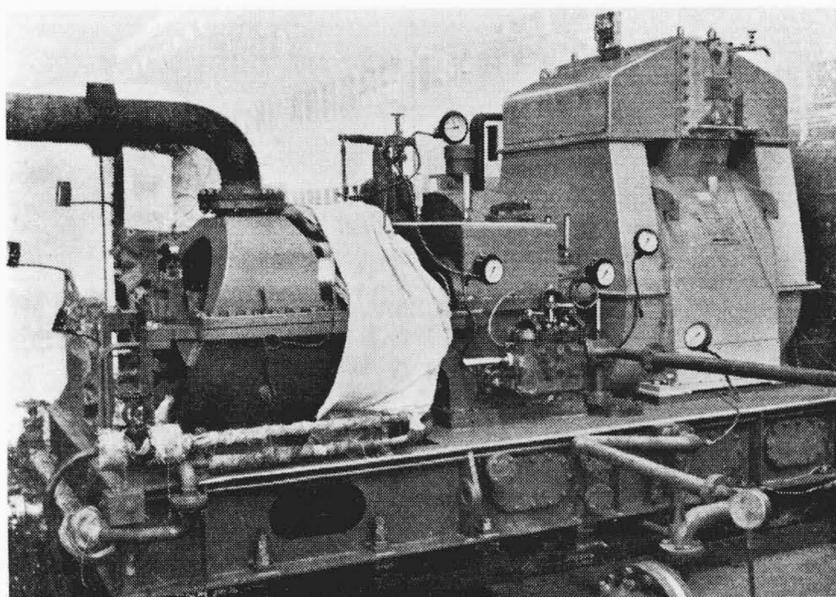


(A) ダイアゴナルフロー式 (B) ラジアル・アキシアルフロー式

第 28 図 ギャップピックアップ方式
直接冷却回転子溝断面図



第 29 図 ダイアゴナルフロー式ギャップピックアップ
回転子通風パターン

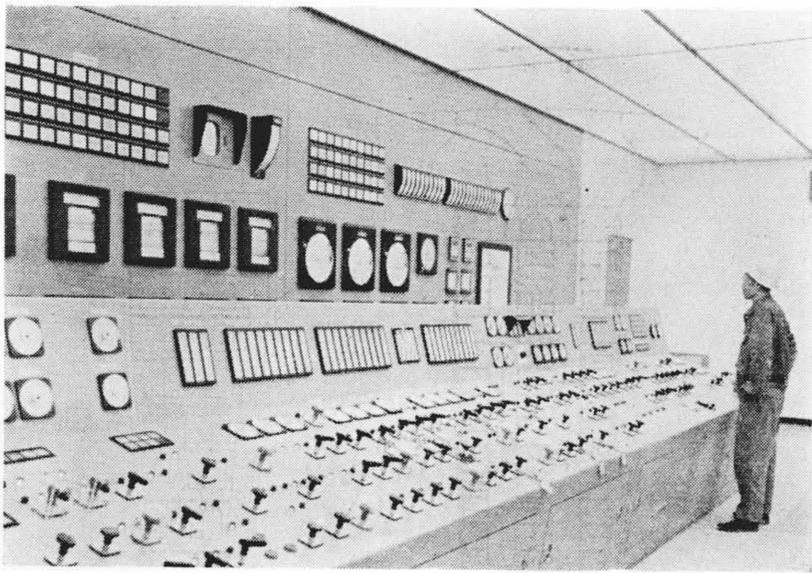


第 30 図 全閉内冷 9,375 kVA 交流発電機

- (2) 従来の開放形に比べ騒音が低い。
- (3) 片軸受とし軸長を短縮している。
- (4) スリップ・リングを軸端に設けたので発電機内部にカーボン・ダストのはいる心配がなく、カーボンブラシの点検保守が容易である。
- (5) 空気冷却器には、二重管を使用し漏水の検知できる構造としている。

2.5 配電盤および制御装置

大容量事業用火力の中央制御盤では簡潔にまとまり計算機制御と



第31図 関西電力株式会社堺港発電所中央制御盤



第32図 関西電力株式会社堺港発電所発電機固定子冷却制御盤

結合の容易な電気式制御装置が採用される気運にあり、関西電力株式会社堺港発電所、尼東第2発電所に納入したほか中部電力株式会社武豊火力発電所用のものを製作中である。貫流ボイラでは東京電力株式会社五井火力発電所のUPプラントが現地試験においてすぐれた負荷応答性を示し、運転に融通性があり系統運用上より適していることが立証された。

産業火力用として日本鋳業株式会社水島製油所納67t/hボイラの空気式ACC、計装設備をはじめ国内用のほか、インド、タイ国向けにも輸出の実績を重ねている。特にシンガポール政府納として、タービン起動盤、水素制御盤、AVRなどを納めたが英国コンサルタントの厳密な工場組合せ試験に合格したもので現地の活躍が期待される。

2.5.1 関西電力株式会社堺港火力発電所中央制御盤

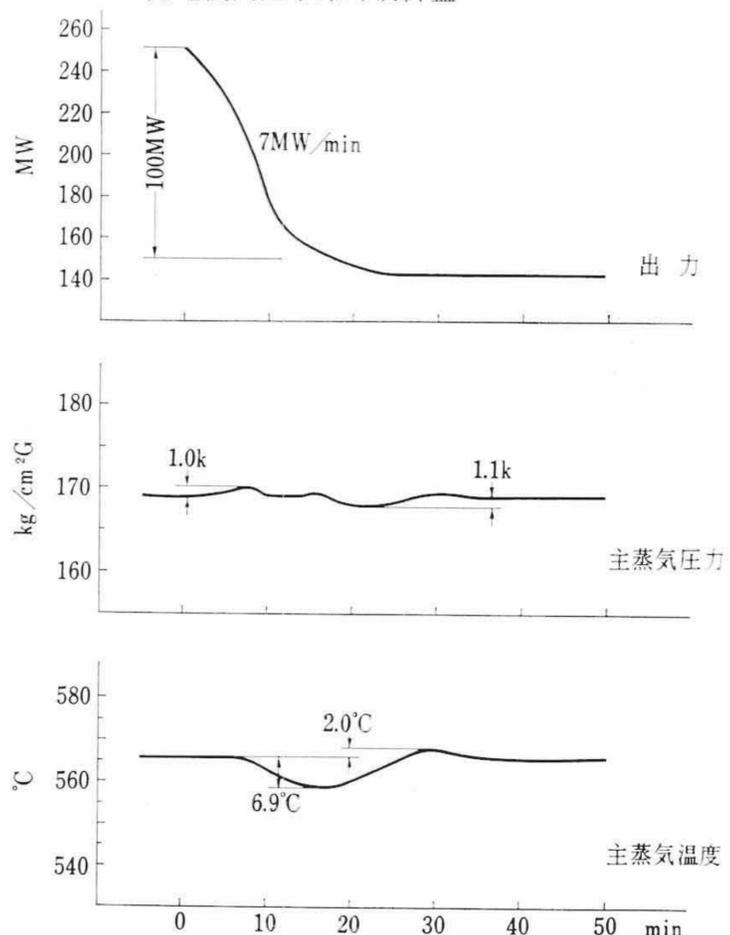
250 MWのボイラ、タービン、および300 MVAの直接油冷却式発電機を中央制御するものである。タービン起動停止の中央制御化、全電気式計装の採用など大容量火力発電所にふさわしい最新の設備としている。おもなる特長は次のとおりである。

- (1) 主タービン、およびタービン駆動給水ポンプ起動停止の中央制御。
- (2) 全電気式計装とし、ロガーとの協調を容易なものとしている。
- (3) 発電機制御装置としては、AVR、AQR（無効電力調整装置）、ALR（自動負荷調整装置）を有し、AVR、AQRはHTD形回転増幅器を切替使用する方式である。
- (4) ELD、AFC信号による発電機負荷を制御するものである。

第31図は中央制御盤、第32図は発電機固定子冷却盤の各外観を示す。

2.5.2 UPボイラプラントの負荷応答特性

東京電力株式会社五井火力発電所第2号機(265 MW)は、わが国初のUPボイラ使用のプラントで、その特性を十分に握り、負荷応答特性を高めるため、さきに新清水火力発電所のベンソンボイラプラントに対して行なったと同様、動特性試験、負荷応答試験を実施した。動特性試験の結果を、ただちにアナコンで解析し、このデータを背景に制御系統の改良および調整を行なった。調整結果を確認するため実施した負荷応答試験の一例は第33図に示すとおりであるが、これに見られるように、変化幅の大きい負荷変化にも満足な追従を示しており、非常に使いやすいプラントであると顧客の好評を得ている。従来この種の強制貫流ボイラはボイラ自体の保有水量が少ないため、必然的に負荷変化時の蒸気圧力変動が大きいといわれていたが、これを制御系でカバーすることができ、さらに過熱器への注水なしに(非常時注水方式を採用、試験中はこれを除外した)



第33図 東京電力株式会社五井火力発電所2号機負荷応答試験結果

良好な蒸気温度制御結果が得られたことは特筆すべきことである。

2.5.3 大阪市清掃局納、塵芥焼却余熱利用発電所制御盤

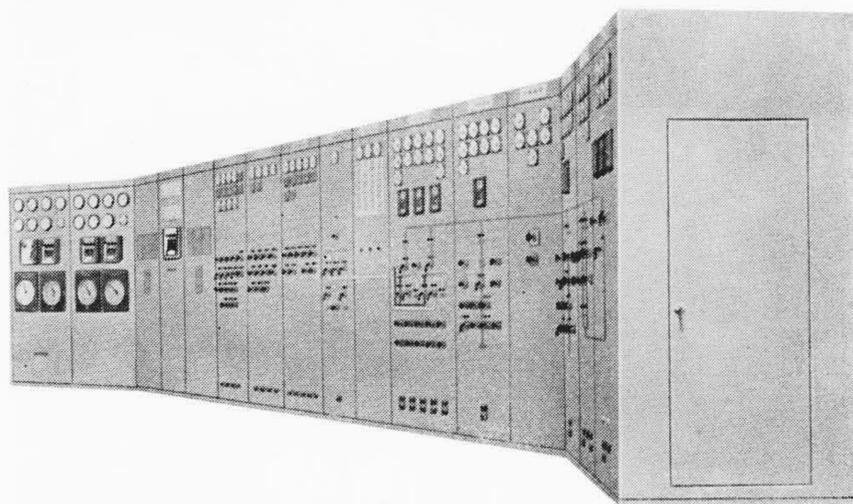
塵芥(じんかい)を焼却し同時にその余熱を有効に利用した2,700 kW 2台の発電設備用制御盤が完成納入された。

制御装置のおもな特長としては、燃料用塵芥の発熱量は常に広範囲に変動するため、これに十分追従できる方式とした。また焼却装置の特性上補機の種類および容量が発電機出力に対し約40%を占め、一般の火力発電所に比べて大きいため、その運転には各種の自動制御を導入し主要補機には完備したインタロックを施し、運転時間計を設けるなど、機器の安全運転と使用電力量の監視に特別の考慮が払われている。第34図は中央制御盤の外観である。

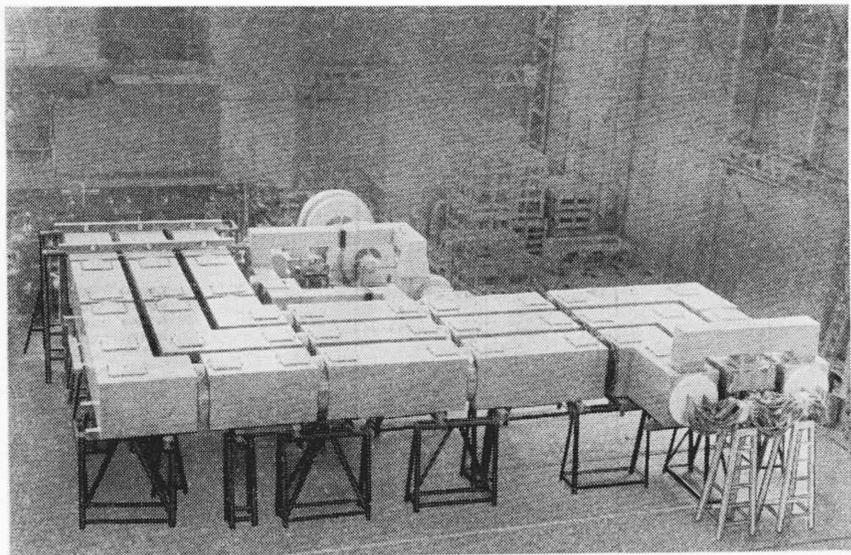
2.5.4 東海製鉄株式会社納ターボブロワ制御盤

本制御盤は、わが国最大容量の12,800 kWタービン駆動ブロワの監視および制御盤である。

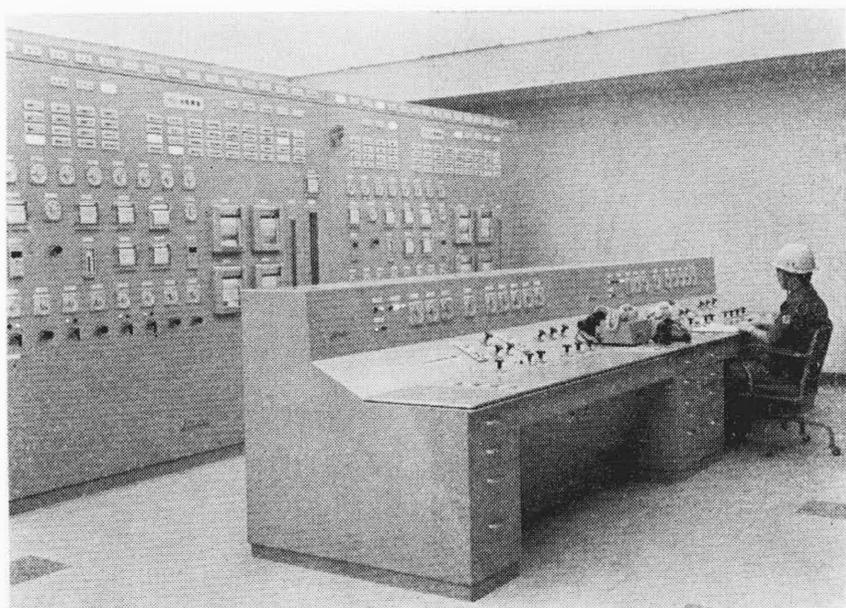
主制御盤は、監視計器をおさめた直立監視盤、操作部をしめる机形操作盤で構成され、これらには、新形日立電子式計器を採用し、操作端の油圧機構と組み合わせた速応性のある安定な制御方式が採用されている。ブロワの吐出側および吸込側とも、定風量、定風圧



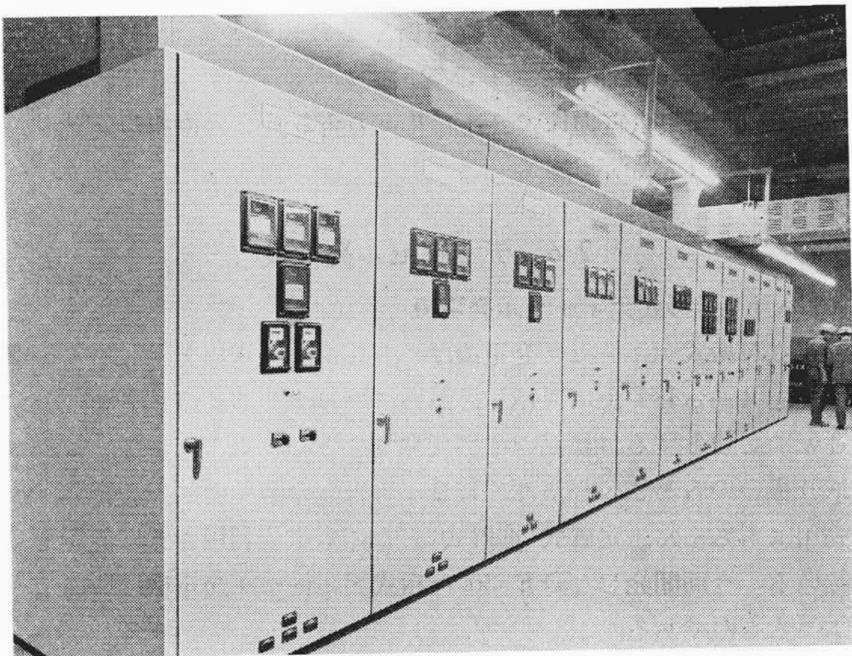
第 34 図 大阪市清掃局納塵芥焼却余熱利用発電所制御盤



第 36 図 東北電力株式会社新潟火力発電所納相分離密閉母線



第 35 図 東海製鉄株式会社納ターボブロウ中央制御盤



第 37 図 関西電力株式会社堺港火力発電所納 6.9 kV 高圧補機用メタルクラッド配電盤

制御を可能とするとともにそれらの制御切替えが任意にできるようにしてある。

これらの計器は、全トランジスタ化され、1号、2号ブロウ用が一つの盤に、コンパクトにまとめられ、盤面の有効な利用と監視制御ならびに保守の便が図られている。

第 35 図はブロウ中央制御盤の外観を示す。

2.5.5 東北電力株式会社新潟火力発電所納相分離形密閉母線

東北電力株式会社新潟火力発電所第 3 号機 320 MVA 発電機主回路および所内回路用として納入された相分離形密閉母線は、定格電圧 15 kV、主回路定格電流 15,000 A、所内回路定格電流 1,500 A で耐電流強度は主回路 240 kA (RMS) 所内回路 330 kA (RMS) に及ぶものである。特に主回路電流 15,000 A は、この種発電機主回路用相分離母線としてはわが国最大の大容量母線で、全長 35m の母線外被内に冷却用空気をファンで循環させる循環式強制通風方式を採用している。

停電時には本空気を所内回路まで流通させる構造としてあるから母線導体の温度低下に伴い発生する外箱内部各部の結露現象も防止することができる。

第 36 図は工場における温度上昇試験中の本相分離形密閉母線である。

2.5.6 火力発電所高圧補機用メタルクラッド配電盤

信頼性と安全性が高く、保守点検の容易なメタルクラッド配電盤は火力発電所補機制御装置として欠くことのできないものとなっている。

関西電力株式会社堺港火力発電所納高圧補機用メタルクラッド配

電盤は、7.2 kV 遮断容量 350 MVA の磁気遮断器を収納し、小形コンパクトに設計されたもので補機電動機停止時、自動的にはたらく電動機絶縁抵抗低下防止用のヒータ乾燥装置と絶縁抵抗測定装置を備えている。

また遮断器の補助開閉器はメタルクラッド配電盤の本体に取り付けられ、遮断器と機械的に連動し、遮断器を引出したときも補助開閉器回路が開放とならないよう外部補助開閉器方式が採用されている。

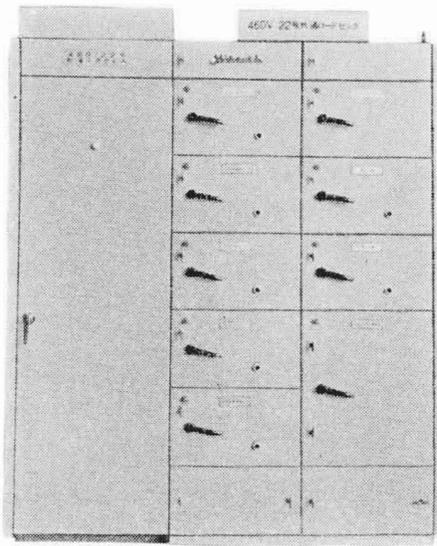
このほか制御線は本体上部に設けられたケーブルトレイに収められ、その保守点検は点検ぶたを開けば容易に行なわれるよう考慮されている。

2.5.7 火力発電用コントロールセンタ

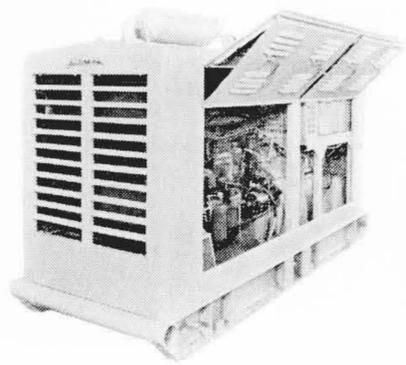
膨大な補機電動機を使用する火力発電所においては制御装置をコントロールセンタとして設置することが常識となっている。すなわち集中配置のため保守点検の容易、床面積の節約、ケーブルの単純化、各ユニットは小形で遮断容量が大きいなど利点が多い。

おもな性能は、(1) 母線短時間容量 20 kA 1 秒、(2) 最小ユニットの遮断容量 460 V 15 kA (AC)、(3) ユニットの互換性があるなどである。

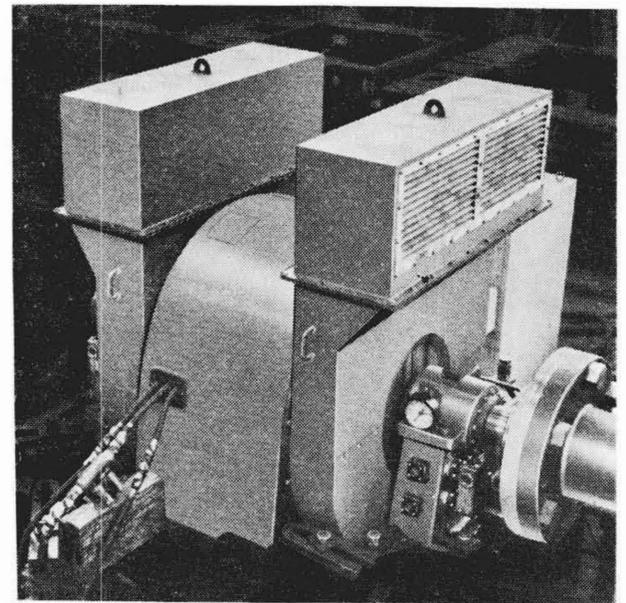
38年度国内用火力発電所用としては東京電力株式会社五井火力発電所 2 号および 4 号、関西電力株式会社堺港火力発電所 1 号機ほか約 300 面を納入している。国外向け火力発電所用としては、韓国三



第38図 東京電力株式会社五井火力発電所
納コントロールセンタ



第39図 日立可搬式ディーゼル発電機



第40図 新潟市水道局納 1,150 kVA ディーゼル交流発電機

陟発電所、マニラ・ティゲン発電所、インド・コタクデム発電所などに納入または製作中である。

第38図は東京電力株式会社五井火力発電所2号機用コントロールセンタの1群を示す。

2.6 ディーゼル発電機

2.6.1 可搬式ディーゼル発電機

日立可搬式ディーゼル発電機は、三相交流発電機とディーゼル機関とを共通台わく上に直結し、さらにバッテリーおよび制御盤などの運転に必要なとする付属品をすべて取りまとめたものである。これは取り扱いの容易さ、経済性、軽量小形などの多くの利点を持ち、移動用はもちろん、定置式(据置式)としても広く利用され好評を博している。今回開発したDE-30可搬式ディーゼル発電機はこの方式によるものである。

2.6.2 定置式ディーゼル交流発電機

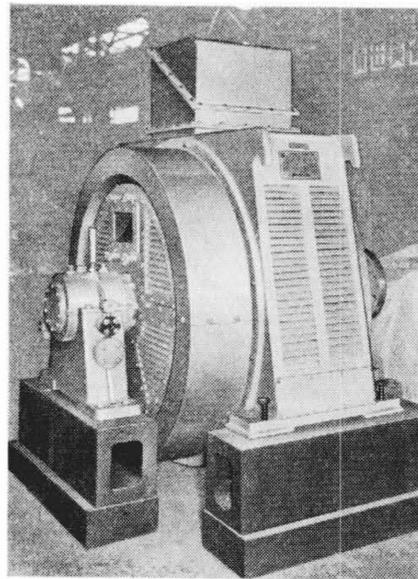
39年度中に完成した定置式ディーゼル交流発電機は、延べ25,000kVAに達し、工場、ビルディング、病院、そのほかの非常電源として各地で好評を博している。

おもな定置式ディーゼル交流発電機としては、新潟市水道局納1,150kVAディーゼル交流発電機があり、凸極形4極機としては、大容量機であり、その特長はつぎのとおりである。

- (1) 小形軽量である。
- (2) 給油時、エンジンよりもらわず、交流発電機にクーラ付給油装置を設けて給油を行なう方式である。
- (3) 強制給油方式とオイル・リング潤滑方式を並用し、給油ポンプ故障時の軸受焼損の防止をはかっている。

2.6.3 船用ディーゼル発電機

呉造船株式会社納、NBC向けタンカー用625kVAなど、延べ23,000kVA 45台の自動交流発電機が完成した。



第41図 船用ディーゼル発電機

これらは、ほとんど外国輸出船にとう載使用されるものである。最近の船用ディーゼル発電機は、小形軽量化のために高速エンジンを使用する気運にあり、8極10極程度のものが増加している。

39年度には、エンジン直結側の軸受を省略した片軸受方式によって、軸長の短縮、小形軽量化を積極的に推進した。

2.7 電気集じん装置

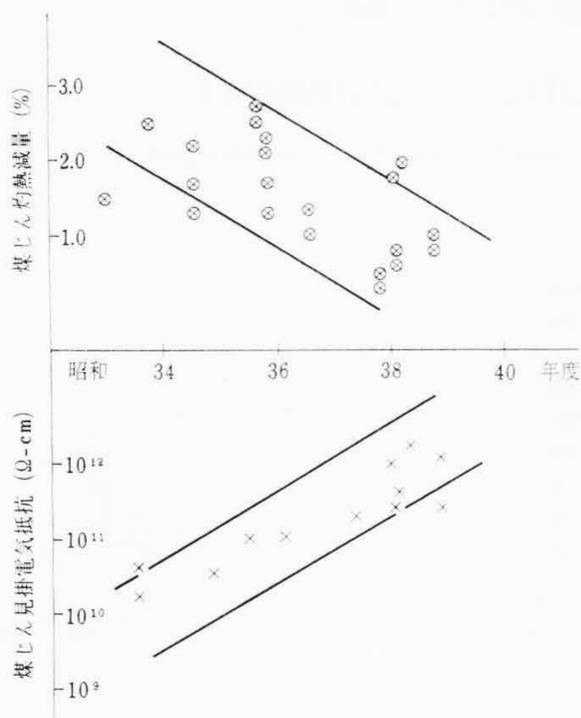
2.7.1 火力発電用集じん装置

煙害規制法の施行に伴い、火力発電設備の煙害防止についての関心が高まってきたが、一方火力発電設備は年々その燃焼効率の上昇が著しく、最近の微粉炭ボイラからの排煙はほとんど完全燃焼した煙じんのみしか飛散せず、その電気特性は年ごとに電気集じんを困難ならしめる結果となっている。ちなみに第42図に年度と煤じんの灼熱減量の変化および見掛け電気抵抗の変化を示した。

電気集じん装置を性能よく作動せしめるにはこの煙じんの電気抵

第8表 日立可搬式ディーゼル発電機標準表

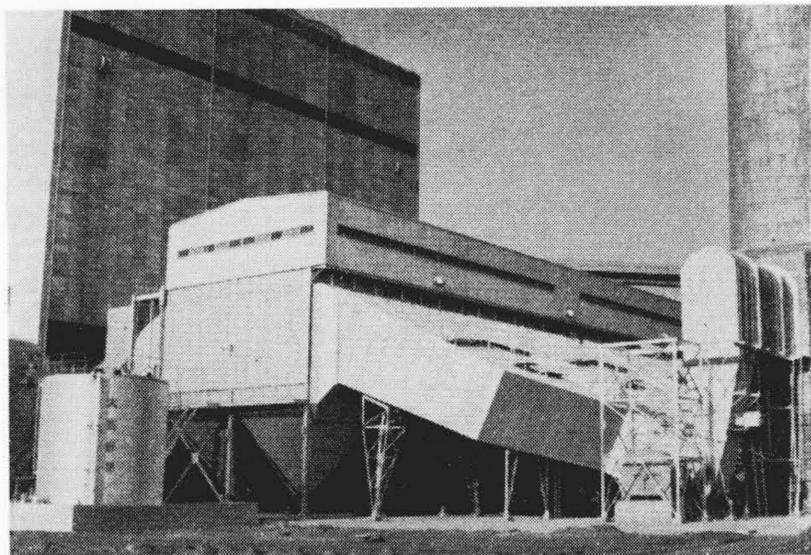
項 目		DE-30	DE-40	DE-50	DE-60	DE-80	DE-100
発 力	(kVA)	35/40	50/60	62.5/75	75/90	100/120	125/150
	(kW)	28/32	40/48	50/60	60/72	80/96	100/120
電 圧	(V)	200/220	200/220	200/220	200/220	200/220	200/220
周 波 数	(c/s)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
回 転 数	(rpm)	1,500/1,800	1,500/1,800	1,500/1,800	1,500/1,800	1,500/1,800	1,500/1,800
極 数		4	4	4	4	4	4
力 率	(%)	80	80	80	80	80	80
配 電 盤		一体組込形、(静止励磁装置付)					
機 関 名 称		日野 DM-100A	日野 DS-70A	日野 DS-50A	日野 DA-59A	日野 DA-59A ₂	日産 UD-625



第42図 ボイラー建設年度と煤じんの灼熱減量および見掛電気抵抗の変化

抗値を限界値 $5 \times 10^{10} \sim 1 \times 10^{11} \Omega\text{-cm}$ 以下の値に下げねばならない。このためにはガス中水分の増加, SO_3 分の増加, 灼熱減量の増大などが望ましい。したがって, 燃料石炭の特質および, ボイラ燃焼方法などについて検討を加えるほかなく, さらにダスト調質方法として排ガス中に SO_3 その他の化学的媒体の吹込みなどが検討されるが, 実用上まだ問題が多い。したがって, もっとも手取り早い方法として燃料として重油を 10~20% (カロリー比) 混焼することが効果的と考えられる。

われわれは多くの納入実績から, 機器構造の面および, 電源制御の面で種々検討を加え, 39年度には西日本共同火力, 新荻田発電所1号ボイラ用として大容量集じん装置を納入したが, 本装置は九州地



第43図 西日本共同火力株式会社新荻田発電所 MC-E P 形集じん装置外観

区低品位炭燃焼用として設置されたもので, 処理ガス量は $1,158,000 \text{ m}^3/\text{h}$ であり, ボイラ用集じん装置としてはわが国最大のものである。本年3月正式運転にはいり, 性能試験を実施, 計画集じん率 97.7% に対し, これを上回る好成績で営業運転継続中である。第43図はその全体外観である。

2.7.2 電気集じん装置用高圧電源設備

最近集じん室の構成の変化に伴い, 荷電設備も変化し, 従来の 48~72 kW のものが 24~36 kW のもの多数台使用する傾向にある。

装置は 3 相 200V または 400V を電源とし, 直流最高出力電力は 60 kW まで荷電できる。荷電電流は可飽和リアクトルの 2 次制御電流の調整により制御され, 電弧短絡が発生したときは可飽和リアクトルの垂下特性と, MA の動作により瞬時に消弧して再荷電を行なう方式で, かなりひん度の高い火花せん絡を発生する程度の集じん電圧で高能率運転を行なうことができる。

昭和 39 年度における日立製作所の社外寄稿の事業所別成果

(昭和 38 年 11 月 ~ 昭和 39 年 10 月)

			38/11月	12月	39/1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合計
本	立	工	9	12	9	17	15	16	14	16	11	14	8	23	164
日	分	工	8	6	5	8	1	6	4	6	14	8	9	7	82
国	田	工	2	4			4	2	3		6	1	6		28
勝	戸	工		1						2		1		1	5
水	戸	工	6	2						1	2				11
笠	有	工	4	10	7	5	7	2	4	11	4	4	2	2	62
亀	・	工	9	8	5	4	3	4	1	7	2	2	4	5	54
川	崎	工	7	2	2	1	2	6	5	4	3	4	6	4	46
清	水	工					1								1
亀	戸	工	2		1		1						3	4	11
習	志	工					1				1	2		2	6
多	賀	工	3	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	23
柄	木	工						1		3	3		3	3	13
横	浜	工	7	5	7	3	2	1	5	2	2	2		8	44
戸	塚	工	8	5	1	2	4	1	2	2	4	10	2	5	46
神	奈	工	2				1		1	1	1				6
茂	原	工		2	2	2		1	1				1		9
武	蔵	工	5	2	2	4	2	1	11	3	4		2	2	38
那	珂	工	1	1	3	2	3	3	2	1		3	2	3	24
営	業	工		2	1		2	1				1			7
中	央	工	64	31	41	56	21	16	21	24	52	47	62	20	455
日	立	工	50	6	18	12	11	12	10	17	44	14	28	8	230
そ	の	他	3	4	3	1	2	2	1	1	1	5	1	2	26
計			190	106	110	119	84	76	86	102	156	120	141	101	1,391