

大容量火力発電所機器配置の要点

Essential Factors in Machine Arrangement in Large Capacity Thermal Power Plants

中崎 豊一郎* 青木 昱秀*
 Toyoichirō Nakazaki Ikuhide Aoki

内 容 梗 概

火力発電所の配置計画に最も重要な本館建屋内機器配置の要点を概説した。主として大容量ユニットシステムのプラントについて考察し、配置の基本考察より考慮すべき諸項目、配置計画に注意すべき事項、種々の形式に対する考え方などを述べ発電所計画の参考に供した。

1. 緒 言

新設火力発電所の配置計画にあたっては、最終設置台数、出力、敷地の形状、気象、周囲の条件などを考慮し次の諸項目について検討せねばならない。

- (1) 本館建屋の位置、方向、増設方向
- (2) 冷却水取入口、水路、冷却水ポンプ室および排水路、排水口
- (3) 燃料の受入、貯蔵、輸送
- (4) 灰処理設備
- (5) 補給水処理設備、雑用水設備
- (6) 送電線の引出
- (7) サービスビルおよび付属建屋
- (8) 主要道路

これら諸項目を総合的に検討して作成する概略全体配置計画図(プロットプラン)に基き、さらに各部詳細検討に入り、個々の設備、装置計画を進め完全なプロットプランを作成しすべての計画の基本とする。

本文は上記諸項目中、計画上最も問題が多く、かつ経済的にも運転監視保守にも重要な本館建屋内の機器配置について基本計画より各部配置に至る間の問題点を記した。文中単に配置と記するのは本館建屋内配置を意味する。

検討の対称は 35,000kW 級以上の大容量ユニットシステムプラントを主とした。

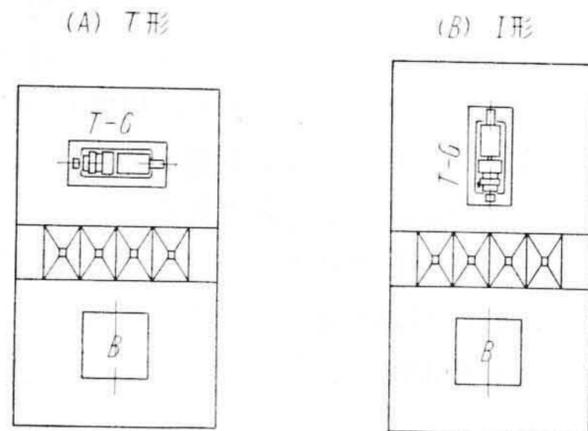
2. 基 本 考 察

配置計画にあたり常に念頭におくべき条件は次のことである。

- (1) できるだけ合理的設計により土木費、建築費などを少なくし経済的なること。
- (2) 運転、操作、監視、点検に便なること。
- (3) 建設工事、増設工事を考慮すること。
- (4) 機械、電気、土木建築間の調和が保たれること。

以下配置の基本形式の決定、建屋寸法、柱割、各機器

* 日立製作所日立工場



第1図 基本配置

第1表 T形配置とI形配置の得失比較表

	T 形	I 形
建屋面積	小	大
クレーンスパン	短い	長い
明るさ	明	暗*
ブス引出し	便(トランスが建屋に近いとき)	不便*
冷却水取入れ	便	不便(建屋内配管長くなる)
分解組立スペース	比較的せまい	広い
主蒸気管、再熱管	長くなる	短い
運転制御	向により不便	便
共通のもの連絡	不便	便
増設の場合	建屋全長長くなる	T形に比し短くなる

* I形の場合 電気室、事務室などを第12図のようにタービン建屋に平行に設置する場合であり、しからざる場合は差はあまりない。

の配置計画を進めることになる。

2.1 基本形式

ユニットシステムのタービン発電機とボイラの基本配置としては第1図(A)に示すように、タービン発電機の軸心をボイラの軸心と直角におくT形配置と(B)に示すようにタービン発電機軸心とボイラ軸心を平行におくI形配置に大別せられる。

T形配置とI形配置のいずれが適当かという問題は、個々の場合の条件を考慮して検討せねば判定しがたいが、一般的に考えられる点は第1表に示すとおりである。

本表は 35,000 kW ないし 125,000 kW 級を対象として

比較したものであるが、さらに出力の大なるトリプルフロータンデムコンパウンド機においてはI形ではクレーンスパンの増加が著しく大となり不利となる。現在わが国における新鋭火力発電所においては125,000 kW以上でI形を採用した例はないが米国においてはたとえばLinden P. S. の225,000 kW タンデムコンパウンド機のように⁽¹⁾、大容量でもI形配置の例が多く、欧州においても西独のHamburg Neuhof P. S. 80,000 kW⁽²⁾ ユニツトはタービン室スパン37.8 mに及ぶI形を採用しておりそのほかの例も多い。いずれにしてもタービン側建屋の所要長さとはボイラ側建屋長さに差が多い場合はいずれかにむだな空間が生じ、いたずらに建屋面積、容積を増大するのみで好ましくない。要はタービン建屋とボイラ建屋の長さが互に等しくなるよう、補機室(給水加熱器室)ミル室、電気室そのほかを適宜計画して、最も都合よく収まるよう計画することである。

出力がさらに増大しクロスコンパウンド機の領域にはいると配置はだいぶ楽になってくる。クロスコンパウンド機はタービン発電機軸長が短くなりまた、最近のクロスカップルドクロスコンパウンド機では横幅も比較的少なくてすむようになった。このため据付面積は著しく減少し、したがって建屋面積も少なくなった。

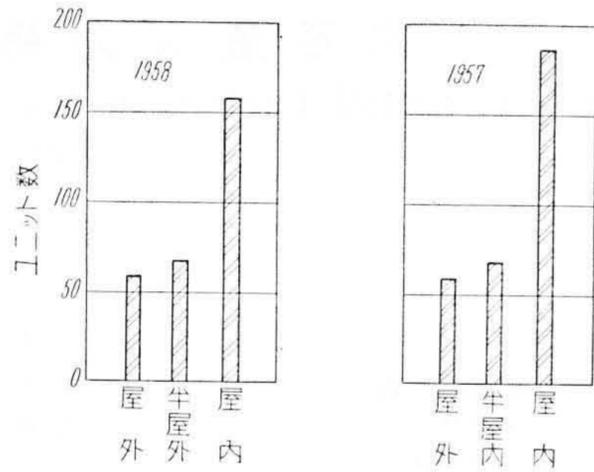
クロスコンパウンド機の場合もI形T形の両案が考えられる。米国におけるI形例としてはRiner Rouge P.S.⁽³⁾ Bleed P.S.⁽⁴⁾ Will County P.S.⁽⁵⁾ などがあつてT形にはPortland P.S.⁽⁶⁾ Oak Creek P.S.⁽⁷⁾ などがあげられる。

T形、I形の決定後さらに全体的見地からサービスビル位置、主変圧器、所内変圧器、起動変圧器の位置、冷却水ポンプの位置、大物搬入口、水処理室、そのほか本館建屋まわりの概略計画が決定せられる。

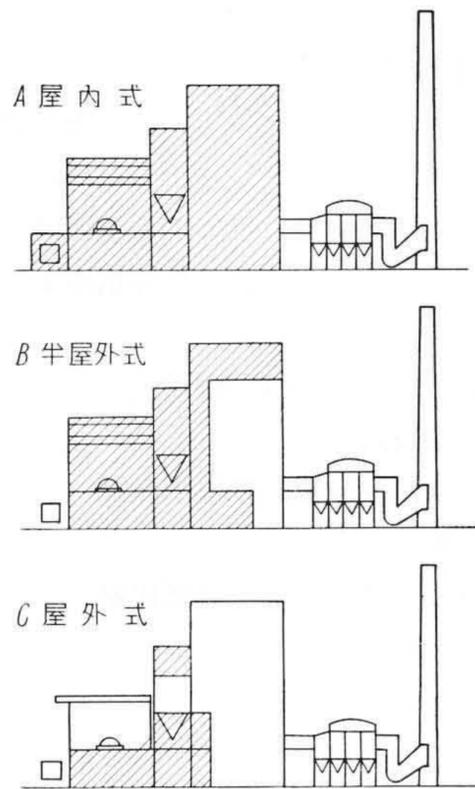
2.2 屋内、屋外、半屋外の問題

配置計画における第2の基本問題は屋内式か屋外式かという点である。現在火力発電所には屋内、半屋外、全屋外の3種の方法があり米国などの最近の設置傾向は第2図⁽⁸⁾⁽⁹⁾ ようで、半屋外、全屋外がそれぞれ相当の割合を占めている。屋内式、半屋外式、屋外式の得失についてはいろいろ論ぜられているので⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ ここでは略するが、屋外式あるいは半屋外式とした場合、配置的にいかにか影響するかは検討の余地がある。

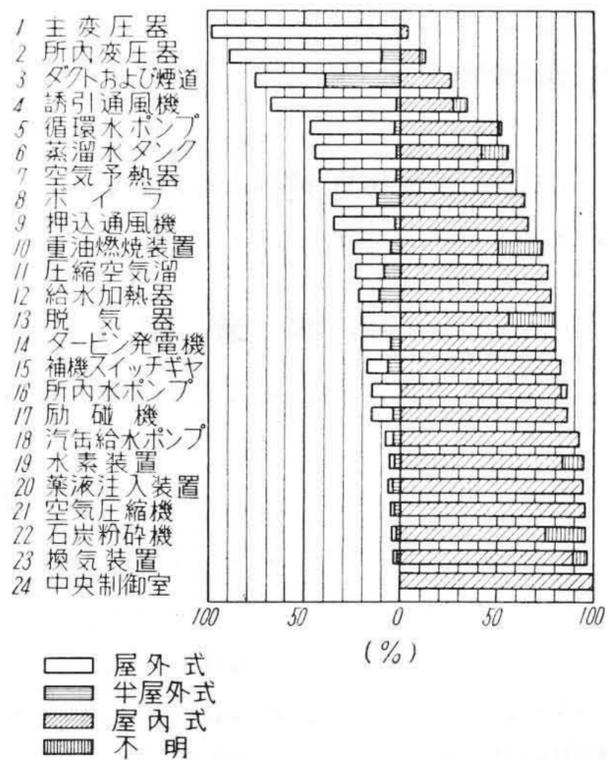
第3図は屋内、半屋外、全屋外発電所の屋内部分を示す図であるが、全屋外といつてもある種の機器は必ず屋内に設置せねばならない。第4図は米国において1953年から1956年間に建設された267箇所の新鋭火力発電所における各機器の屋内、屋外別を示す図⁽¹²⁾ であるが、本図よりも明らかなるように、給水ポンプ、ミル、コントロール関係、各種コンプレッサ、メタルクラッド配電盤など全部または大部分が屋内設置である。このため、中央



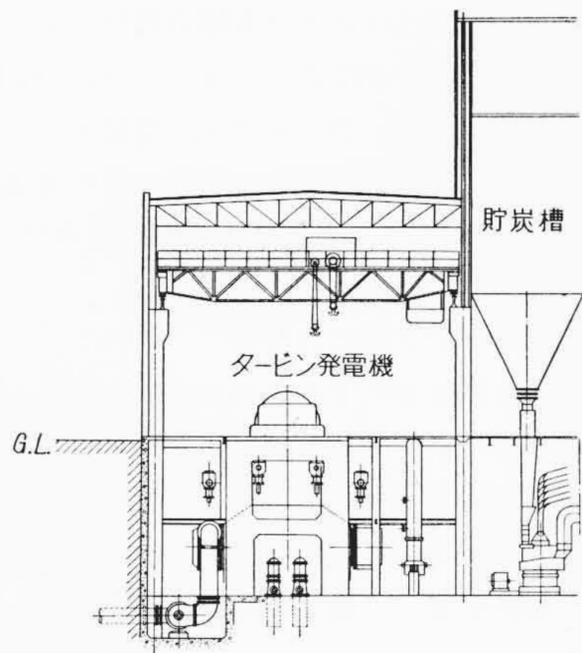
第2図 米国における発電所建屋の傾向



第3図 屋内式、半屋外式、屋外式の屋内部分指示概略図



第4図 各機器の屋内屋外の傾向



第5図 半地下式発電所の一例

制御室給水ポンプメタルクラッド配電盤そのほかの設置場所が問題となり、全屋内の場合と趣を異にする。また屋外配管そのほかの凍結防止などに注意を払ったり、防水構造、雨仕舞、タービン発電機のエンクロージャーなどの考慮もせねばならない。

わが国においても屋外式、半屋外式プラントが各所に建設せられまたは建設中で今後さらに増加するものと思われる。

2.3 一階床とグラウンドレベル

基本問題と第3は一階床面とグラウンドレベルとの関係である。一般にわが国の新鋭火力発電所は海岸埋立地に設置されるゆえ、グラウンドレベルと一階床面は水はけのため150~300mm程度差をつけるが、冷却水を河川または湖水よりとる場合または海岸でも水面より相当高い位置に設置するような場合は、第5図のように発電所運転床面をグラウンドレベル付近にし復水器などは地下または半地下にする場合もある。かくすることにより冷却水ポンプの揚程の減少を行いうるがいかなるレベルまで掘り下げるかは、地盤の質、土木費、建築費、動力節減などを考え最も経済的方法によらねばならない。

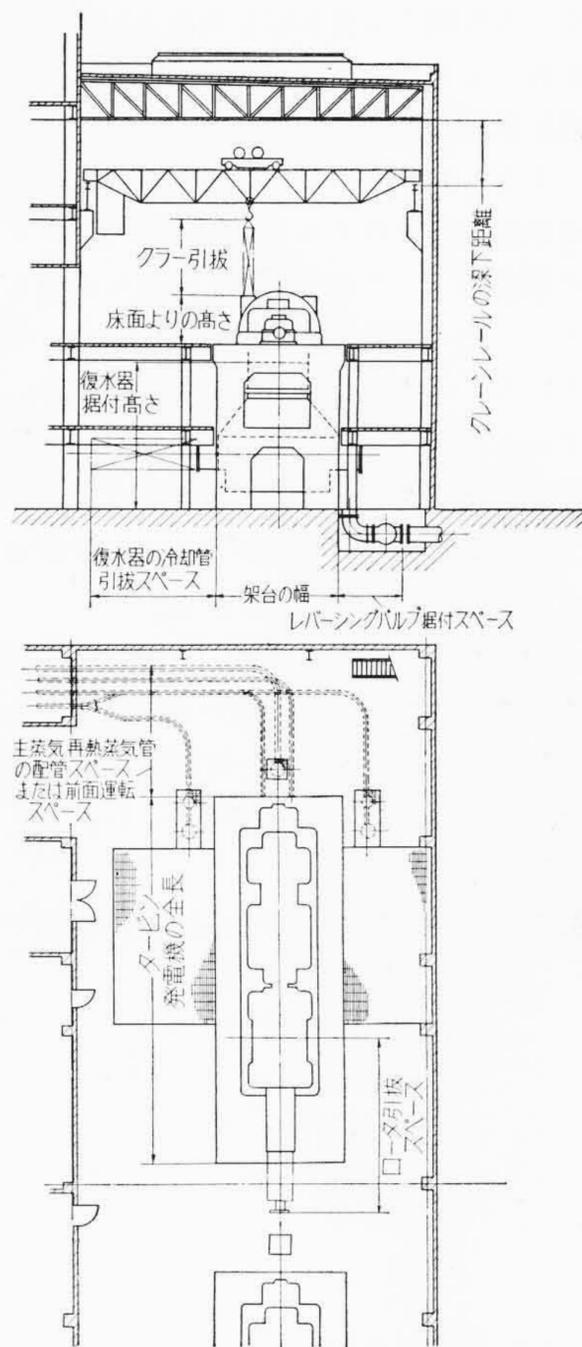
3. 配置計画大要

3.1 建屋概略寸法の決定

建屋の寸法はタービン発電機室、ボイラ室などの必要最小限の寸法を求めさらにそのほかの主要補機類配置のスペース、配管のスペースなどを考慮するとともに、建屋の柱割、各階配置などを検討して総合的に決定せねばならない。

3.1.1 タービン発電機室

第6図においてタービン発電機室の長手方向の最小寸法は、タービン発電機全長とロータ引抜き所要寸法およびタービン前側運転スペース(I形の場合)または主



第6図 タービン室建屋寸法の決定要素 (T形配置の例)

蒸気配管、再熱蒸気配管(T形の場合)などの所要スペースをあわせ考えた寸法になる。

タービン発電機室の幅はタービン架台の幅と架台の左右の所要スペースによるがこれは配置いかんにより大幅に変化する。一般に復水器管の引抜きスペース、冷却水管およびレバーシグナルの設置スペース、復水器水室の分解スペース、再熱塞止弁、中間阻止弁および再熱蒸気管の配管スペースなどを考慮しさらに場合によっては、給水加熱器、軸受冷却装置用熱交換器そのほかの機器の配置を考えて決定する。復水器冷却管引抜きスペースは冷却管がある程度弯曲しうること、および大形の復水器においては中央部に冷却管が配列していないゆえ復水器幅心線上の柱は支障ないことを念頭において計画する。また建屋の節約上冷却管の引抜きを建屋の外側に行うよう計画することもできる。

タービン運転床面高さは復水器の据付、主蒸気管、再熱蒸気管の配管、中二階の利用方法などにより定まり出力により多少異なるが大略8mないし11mの間で

ある。大形機では復水器を角形とし架台の高くなることを防ぐとともに架台内を有効に利用している。

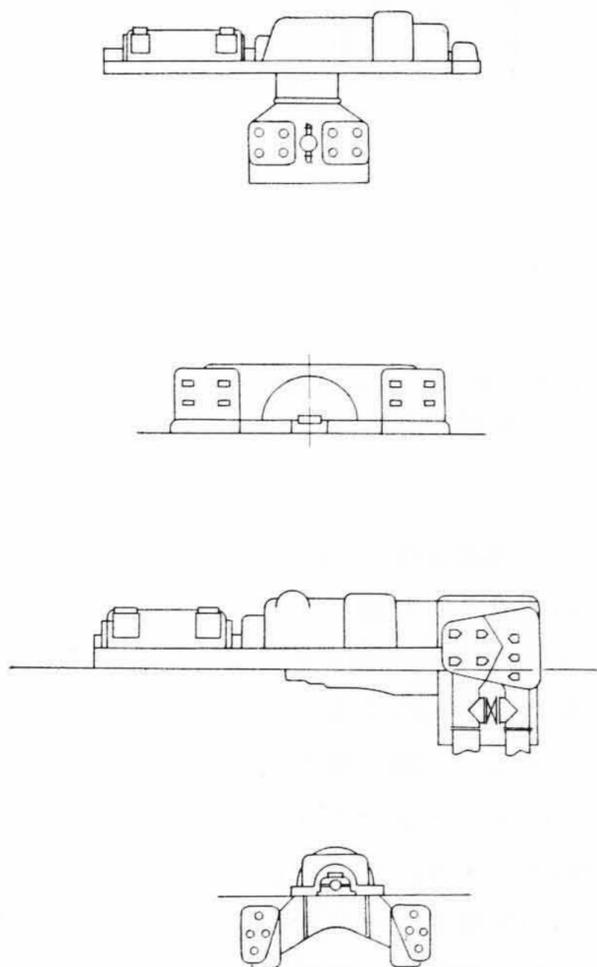
運転床面は復水器の配置構造いかんで低くすることができる。第7図は復水器設置の数例であり第8図は軸流形復水器を有する Portland P.S. のタービン架台廻り概略図⁽¹³⁾である。図より明らかなるように軸流形としたため 150,000 kW で 6,400 mm の高さに収まっている。

クレーンフック高さは水素冷却器の引抜所要高さまたは低圧ケーシング吊上げ高さより決定され、クレーンフックとレール間およびレールと建屋梁下寸法はクレーンの仕様により決定される。

クレーンの巻上容量はステータを吊る場合はこの重量によるがステータ据付時クレーンによらぬ場合もあり、その場合はロータまたは低圧ケーシングなど分解時の最大重量片により決定してよい。

3.1.2 ボイラ室

第9図はボイラ室主要寸法決定要領図である。



第7図 復水器設置の数例

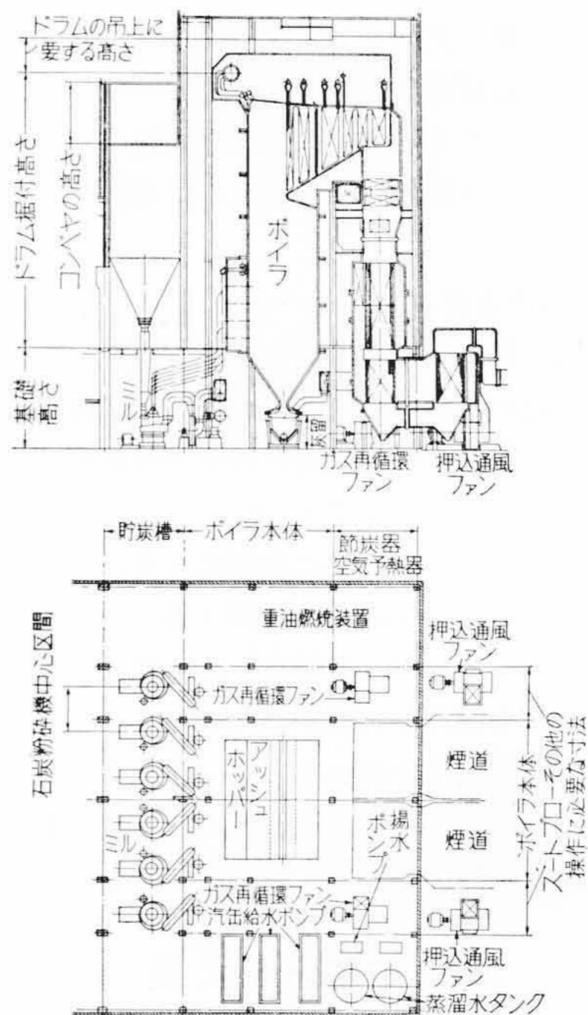
ボイラ室の主要寸法はボイラ本体の設計によって火炉大いさとボイラ鉄骨の位置が定まりこれに付随して、FDF, IDF, GRF ガスダクト, 空気ダクトなどが定まる。またミル台数容量によりミル室の寸法が決定され、ボイラ両側はスートフロアの引抜きスペース、管取換用スペースなどにより決定する。

運転床面はタービン側に合わせる。

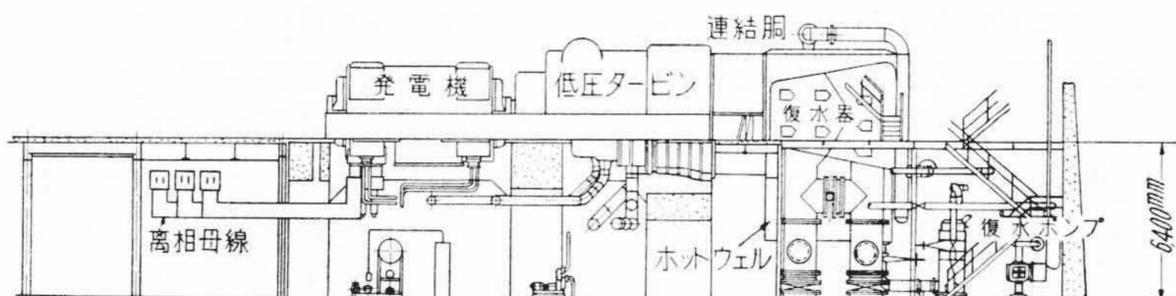
空気予熱器は鋼管形にするかユングストローム形にするかによってボイラ後部の設計が変化しさらに蒸気式空気予熱器の採否も配置上多少の相異をきたす。

ボイラ後部は煙突を地上に設置するか屋上に設置するかにより長さが著しく異なる。第10図は屋上に設けた例で外国には多いが最近わが国ではあまり採用されていない。

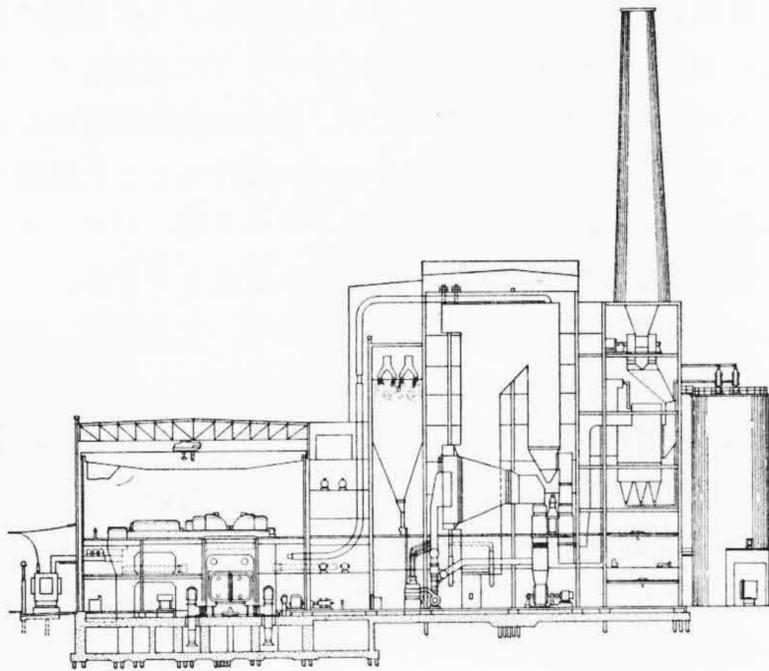
ボイラ天井の大梁はドラム吊揚に十分なる余地とドラムの付属品の取付可能なるスペースを有するように



第9図 ボイラ室建屋寸法の決定要素



第8図 軸流形復水器を有するタービン発電機架台廻り配置の一例



第10図 クロスコンパウンド式タービン
発電機設備断面図

第2表 T形配置の場合のタービンの向き
による一般的得失

台数	項目	向合せ	同じ向き
2台または偶数台	監視(中央制御室との関連)	便	やや不便
	運転(馴れ)	不便	便
	配管設計	不便	便
	建家設計	不便	便
3奇数または台	運転監視	不便	便
	配管設計	不便	便
	建屋設計	不便	便

する。ベルトコンベヤ室の天井梁はトリッパを通しうるスペースを有することが必要である。

3.2 建屋柱割と一階床配置計画図

タービン発電機室、ボイラ室の概略寸法が決定すれば次いでボイラ鉄骨スパンを基準として建屋の柱割を行いこの柱割でタービン側が都合よく収まり主要補機の収納スペースが具合よいか否かを検討する。この際問題となる点は、

- (1) I形配置の場合、(A)タービン軸心とボイラ軸心との線を一致させるかまたはどれだけ食い違わせるか。
- (B) 2機以上設置する場合、2機ずつ勝手違いとするかまたは各機を同一勝手にするか。
- (2) T形配置の場合、(A)復水器中心線とボイラ中心線を一致させるかまたはどれだけ食い違わせるか。
- (B) 2機以上設置する場合、タービンの向きを一方向にそろえるか、タービンを向き合わせるか、発電機を向き合わせるか。
- (C) 復水器冷却管の引抜方向をボイラ側にするかその反対とするか。

(3) 中央室の位置、大きさ、メタルクラッド配電盤室の位置、大きさ、エレベータの位置そのほか。

上記各項目はそれぞれの場合に応じて最も適した方法を採用すればよいが(2)の(B)項について一般的な得失を考えると第2表に示すように結論的に3台以上奇数台の場合では同じ向きがよく、2台または偶数台では大差ないものと考えられる。

建屋の柱割が決定すれば次いで間柱の決定と一階に配置する各種機器の配置計画に移るがこれらは各論で論ずることとする。

なお床面下に設置されるパイプダクト、各種ケーブルトレンチ、ドレンピットなどの配置計画はあらかじめ予定位置を考慮し、各機器、電動機、コントロールセンタなどの位置はこれらの計画に従って合理的に行わねばならない。またダクト、トレンチなどが自由に設置しうるよう、基礎マットと一階床の間は十分に間隙を設けることが肝要である。

3.3 各階配置と主配管配置

一階床面配置と同時に各階配置を行う。大容量発電所においてはスペースの有効利用上運転床面と一階床との間にコンクリートスラブの中二階を設置することが多い。中二階には、エゼクタ、グラウンドコンデンサ、油タンクおよび油冷却器、メタルクラッド配電盤、パワーセンタコンプレッサなどをおく場合が多い。また豎形給水加熱器の場合はその操作床となる。中二階の給水加熱器回りを、コンクリートスラブの代りに運転操作および保守上必要な最小限度のグレーティング張とする設計も最近増加し、米国においては1956年度67の発電所中48箇所が採用している⁽¹⁴⁾ほどである。わが国においても輸入プラントで紹介されて以来多くの発電所で用いている。グレーティング床は鉄筋コンクリートに対し重量が $1/7$ ないし $1/10$ となり工期の短縮、地震荷重の軽減に役だつのみでなく、採光、換気にもよいなどの利点を有する。

三階はタービン発電機ならびにボイラの運転操作床となり、タービンなど主機のほか、中央制御室、各種制御盤が設置せられ、またまわりのスペースは分解、組立用に使われる。したがって床荷重も 1.5t/m^2 ないし 2t/m^2 程度にとられ床面はコンクリートにモルタル仕上げまたはタイル張りとし美観を保たせ階下に設置される主塞止弁、再熱塞止弁、中間阻止弁、油冷却器、補助油ポンプ、豎形給水加熱器そのほかの分解用ハッチが設けられまた、復水器回りは採光、換気のため吹抜を設けるが取はずし可能なグレーティング張とする。励磁機は直結の場合と別置の場合があるが別置の場合は設置場所に注意し離相母線の上にくることのないよう注意する。

四階以上はボイラ運転保守に必要なグレーティングを設け脱気器、各種タンク類は必要高さの階を利用して設

置する。一般に四階以上のボイラサイドはマイルスペースとなりやすいため半屋外構造やこの部分をカットし

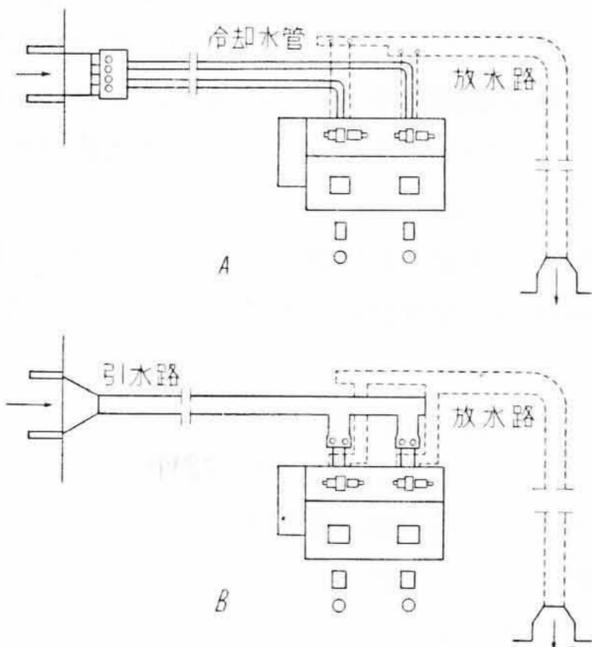
た建屋とする場合が多い。また後記するように配置の形式によっては給水加熱器をボイラサイドに設置してこのスペースの有効利用を計ったり、給水加熱器設置のためタービン室とミル室の間に1スパン設けてここに設置する場合もあり、後者においてはメタクラ室、パワーセンタ室などもこのスパン上部に設けることもできる。

一方大容量高温高圧になるに従って、主蒸気管、再熱蒸気管などの肉厚、口径は非常に大となり、その配管計画も、重要性を増してきたため、計画当初よりこれら主配管の配置方針もあわせ考慮せねばならない。

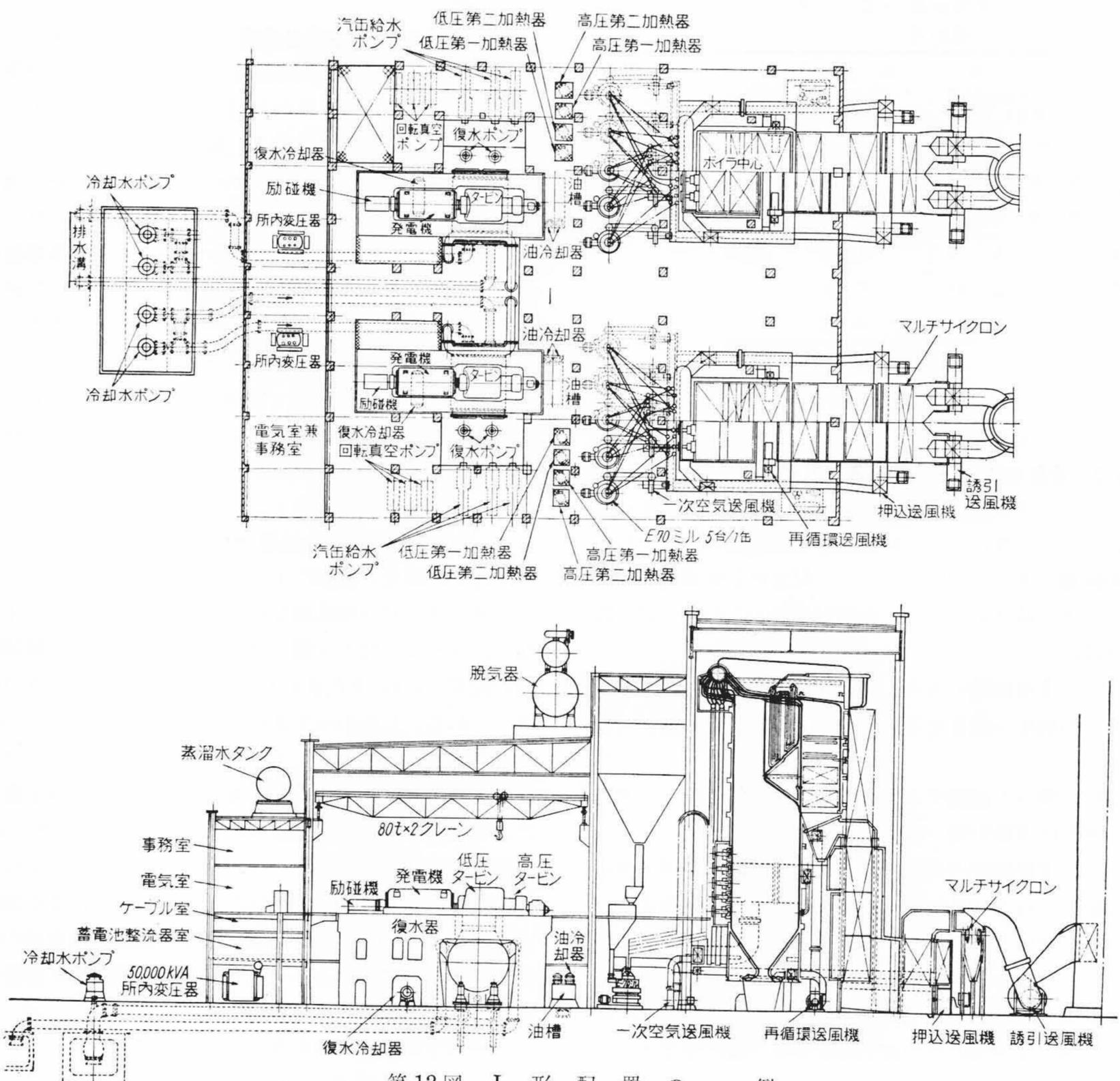
3.4 冷却水ポンプの位置

冷却水ポンプの位置は立地条件によりいろいろな場合が生ずるが大別して次の二つに分けられる。

- (1) 冷却水取入口にポンプ室を設けそれより復水器まで冷却水管で導く方法。



第11図 冷却水ポンプ配置の例



第12図 I形配置の一例

(2) 冷却水取入口より水路でタービン室近くまたはタービン室内に導き冷却水ポンプを設置する方法。

(1)(2)のいずれを採用するかは建築費運転監視などを検討して決定するが(2)の例が多い。第11図Aは(1)の方法Bは(2)の方法を示す。

3.5 配置計画と土木建築工程との関係

配置計画と土木建築工程とは非常に密接な関係が存する。まず前記大略の建屋と機器の配置により荷重分布図が作成せられ、この荷重分布図により建築設計が行われさらに建屋荷重の加味された基礎荷重分布図により基礎の設計が行われ施行せられる。

一般に大容量火力発電所の完成は土木、建築、組立、試運転を考えると、基礎工事開始後容量により多少の違いはあるが20箇月ないし25箇月くらい必要となるゆえ、基礎施行開始期日が運転開始時期を相当程度支配することになる。基礎工事の進行に従い、次いでマットコンクリート打ちが行われるがこのときまでにマットより立ち上るべき柱、大形機器の基礎、マットに関係する冷却水ポンプ回りピットや配管、復水ポンプ、ドレンポンプ用ピットなどの計画を完了しておきマット打ちに支障ないようにせねばならない。

さらに工事が進めば一階基礎図および各階基礎図などが必要となり、建築設計の進捗とともに、建築関係との打合せを十分に行い、梁、柱、ブレーシング、などと機器、配管などがぶつかり合うことのないよう注意せねばならない。

4. I 形配置

第12図はI形配置の代表的例である。本例ではサービシブル、電気室などをタービン建屋の外側に設置し、冷却水ポンプは別置のポンプ室より地下を通り復水器に導かれる。発電機出力はケーブルにより地下トレンチを

通り主変圧器へ導かれる。タービンは2機を1組とした勝手違い配置で中間が復水器冷却管引抜スペースと冷却水管の敷設スペースとしている。給水加熱器、気罐給水ポンプそのほかの機器配置も図に示すとおりである。

前に示した第10図はクロスコンパウンド機の例⁽¹⁵⁾でタービン室とボイラ室の間に給水加熱器室を設け、冷却水ポンプをタービン室内に設置した形式である。

また出力母線は離相母線を用いタービン建屋横に設置された主変圧器に導かれ母線長さは最短となしうる。

5. T 形配置

現在のわが国大容量火力発電所配置は屋内屋外をとわずT形配置の例が多い。T形配置には種々の形式があるが給水加熱器の配置方法により第13図に示すように3形式が考えられる。

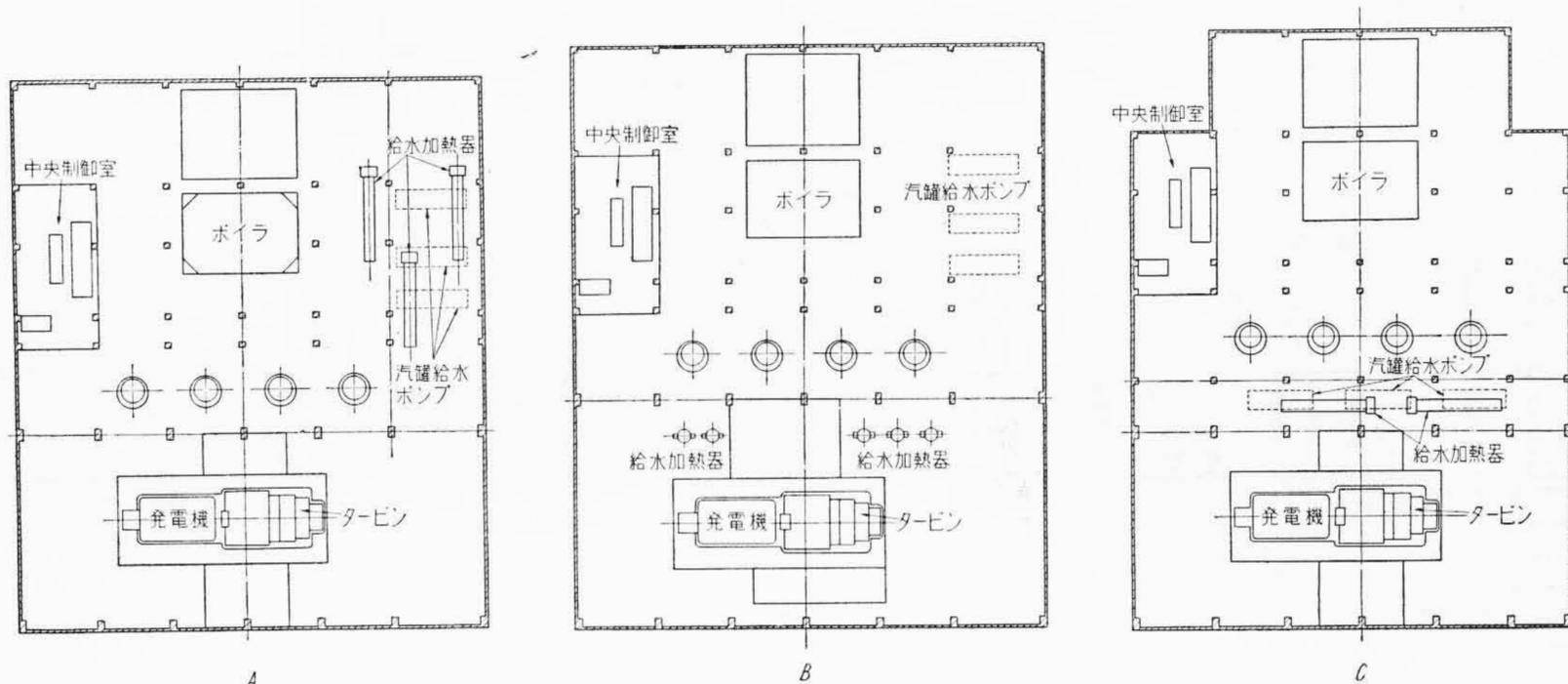
- A形 給水加熱器をボイラの横におく形
- B形 給水加熱器をタービンの横におく形
- C形 給水加熱器をタービン室とボイラ室の間に別スパンを設けておく形

A, B, C各形それぞれの得失を有するが、建屋面積、容積などを125,000 kW級のユニットについて比較すると第3表のようで、面積、容積ともA, B, Cの順に増大

第3表 T形配置比較表

		A 形	B 形	C 形
建屋面積		100%	105%	109%
建屋容積	タービン室	100%	117%	99%
	ボイラ室	100%	101%	112.5%
	合計	100%	105.5%	108%
クレニスパン		100%	116%	100%

備考 ① 給水加熱器室はA形、C形はボイラ室に含まれB形はタービン室に含まれる。
② 比較対象は125MW級ユニット。



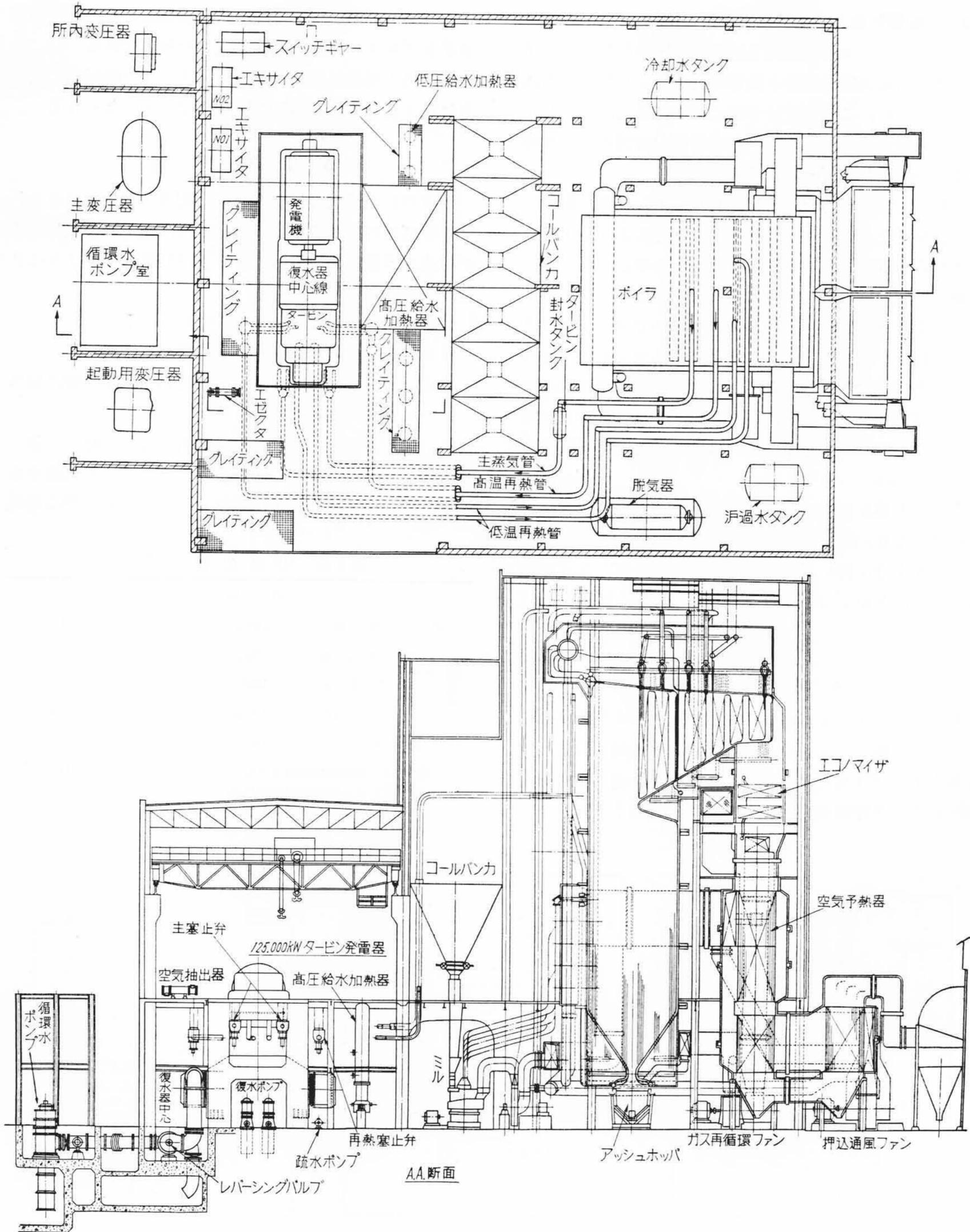
第13図 T形配置の代表的配置

する。A形はボイラ横のスペースを有効に利用しうるので面積、容積とも最も少なくまとめる。ただ抽気管はいくぶん長くなる。

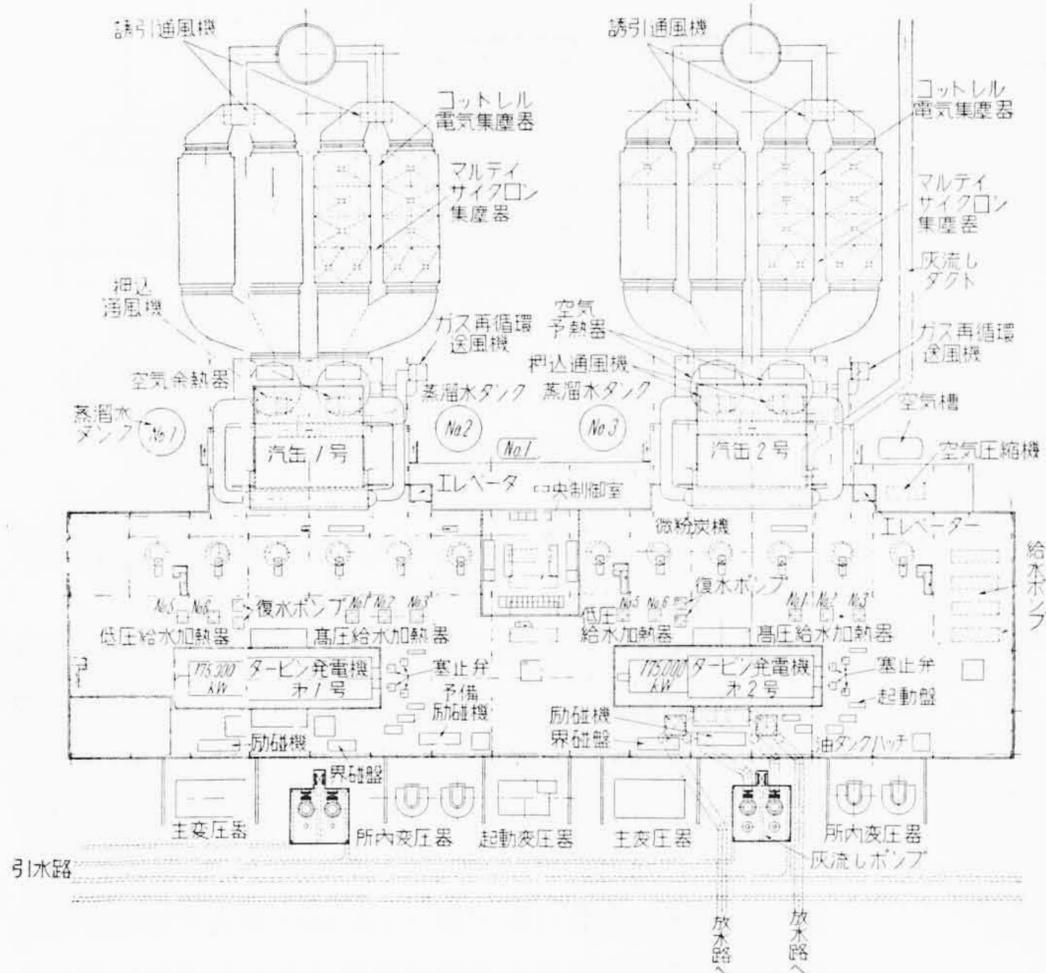
B形は縦形給水加熱器をタービンの横に設置し分解組

立てなどにクレーンを利用し得かつ抽気管は短くなるがクレーンスパンは長くなる。

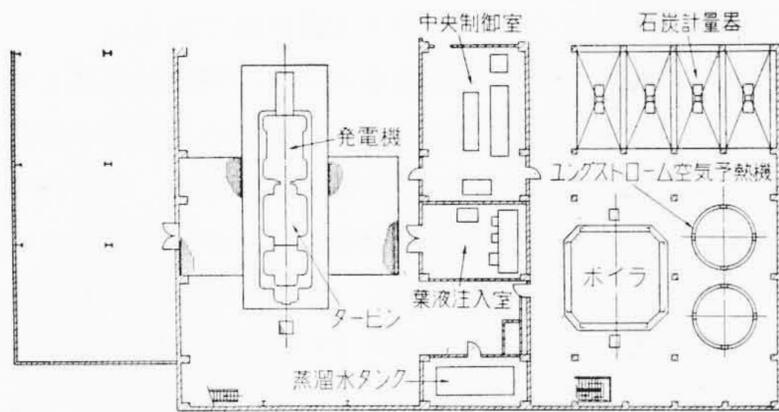
C形は建屋は大となるが気罐給水ポンプ、給水加熱器メタクラ室などの配置は十分余裕をもって行い得、特に



第14図 T形配置屋内式の一例



第15図 T形配置半屋外式の一例



第16図 コールバンクをボイラ横に配置した一例

大容量となり給水加熱システムを2系列化した場合などには便である。

第14図はB形、第15図は半屋外B形の例である。同図により屋内、屋外の場合の相異がわかる。なお第15図においてはボイラ頂部と缶前は屋内とし、かつ運転床面はすべて屋内に収めた第3図のBに相当するものである。

またボイラバンク位置はタービン室とボイラ本体の間に設置するのが普通であるが場合によっては第16図のように、バンクをボイラ横に設ける場合もある。なお本配置はI形の場合でも用いられることがある。

6. 配置各論

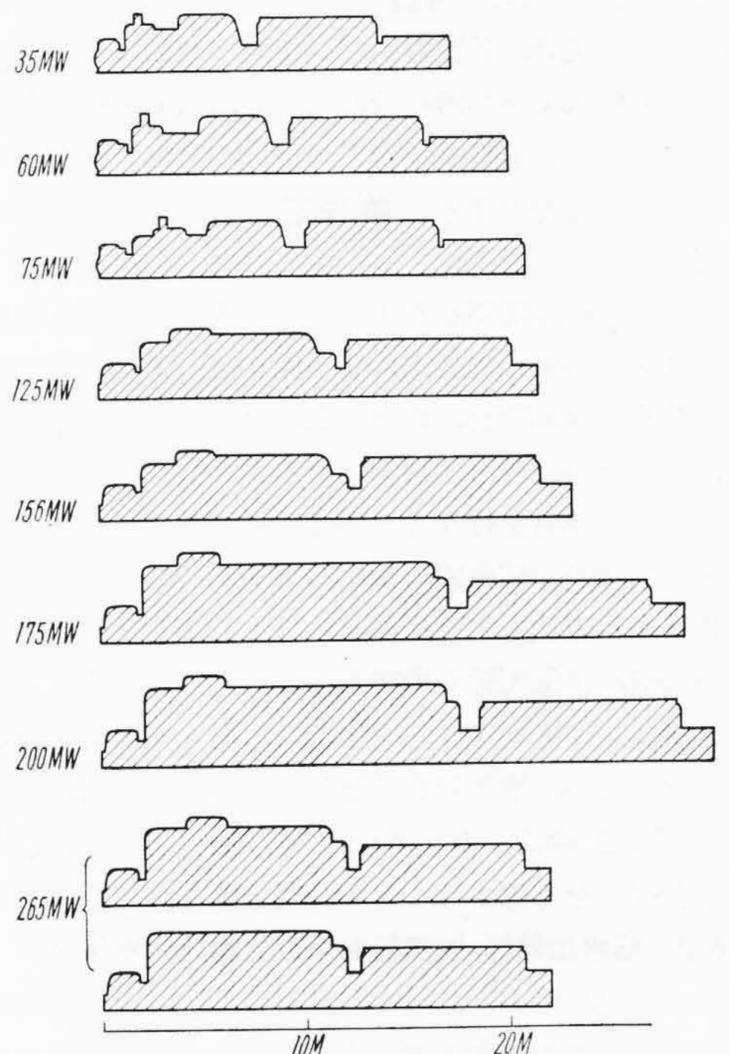
6.1 タービン発電機および架台回り

タービン室の寸法を決定するタービン発電機の全長は

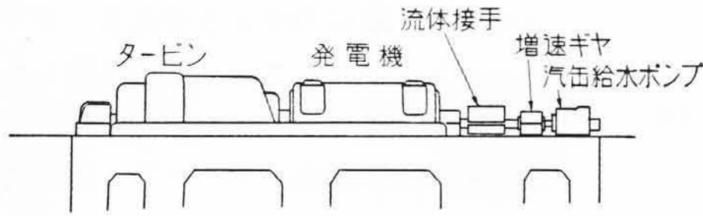
概略第17図に示すようである。ダブルフローとトリプルフローにより著しく差が生じクロスコンパウンドとなれば長さは短縮するが横幅が増大する。励磁機は大容量になれば別置または減速ギヤ付となりそれぞれの場合に応じ架台設計も異なってくる。最近第18図のように汽罐給水ポンプをタービン直結とし流体接手を介して駆動する方法が採用せられる場合もあり⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾ 大容量クロスコンパウンド機の場合タービン架台の設計もだいぶ趣を異にしてくる。

タービン架台は基礎工事より十分考慮し架台柱や梁も強度、振動など十分検討するとともに必要以上に太くならぬよう留意する。架台下には復水器を初めとしてタービン側には、主蒸気管、再熱管など大径高温配管が通りかつ、抽気管、グランドシール装置および配管が設置せられ、場合によっては架台柱間に復水ポンプを設置することもできる。発電機側は

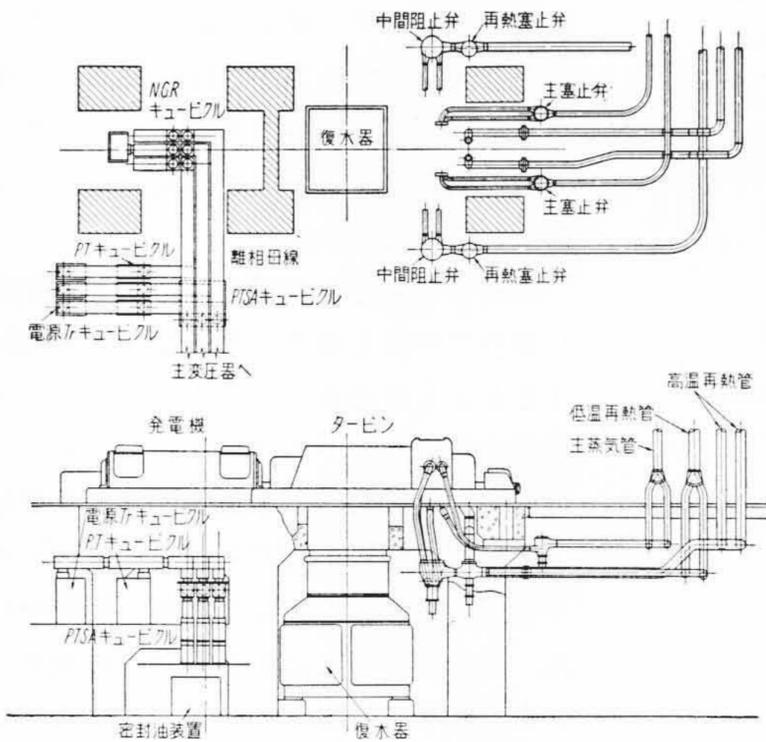
出力母線の引出し方法によりいくぶん架台設計も異なる。引出し方法は(A)離相母線を用い横に引き出す方法(T形配置)と後に引き出す方法(I形配置)、(B)ケーブル



第17図 タービン発電機の大きさ比較図



第18図 汽缶給水ポンプを直結したタービン発電機



第19図 タービン発電機架台回り配置，配管図

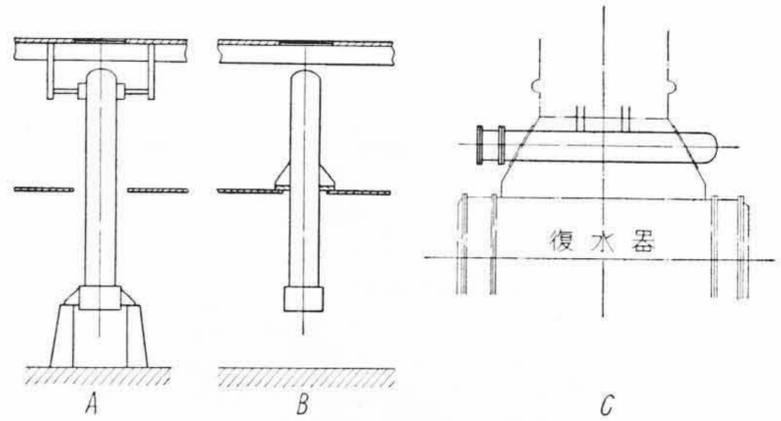
ルにより地下ケーブルトレンチを設けて引き出す場合、とがある。そのほかPT, CT サージアブゾーバー、中性点接地抵抗そのほかが配置せられるがそれぞれの場合に応じ架台の設計、各機器の配置を計画せねばならない。また発電機水素冷却器の冷却水配管、水素補給ならびに処理装置なども発電機架台下部付近に運転、監視保守などを考慮して配置する。第19図は架台回り配置計画の一例を示す。

架台と密接な関係を有するのは復水器である。復水器はそれぞれの場合の要求により第7図のような方法がありまたその冷却管長、断面寸法、高さ、など配置上の要請によりその設計と制限を受けるが、総合的計画により最も適した設計を行うことが必要である。復水器と低圧タービン間の連結胴内に低圧給水加熱器を1台または数台挿入する方法もよく採用せられる方法であり、据付面積の節約、抽気配管の簡略化などの利点がある。

タービン油タンクは一階または二階タービン架台前部に配置するが、油配管を考慮しかつ、タンク内におかれる油冷却器、補助油ポンプなどの運転監視の便なること、分解引抜きを考慮することが肝要である。

6.2 給水加熱器、脱気器および気缶給水ポンプ

前にも記したように給水加熱器の配置場所いかんによってT形配置の基本方式を決定するほどの影響力を有する。配置箇所はI形、T形により異なりT形は3方法が



第20図 給水加熱器据付方法の数例

ありさらに低圧給水加熱器は復水器上部胴体内に挿入せられる場合のあることはすでに述べた。

給水加熱器を横形にするか縦形にするかは配置により定まり加熱器自体の設計上、性能上の優劣はない。横形においては分解点検用に胴体または加熱管渠を引き出すためのガイドレールを必要とする。縦形の場合は据付方法により自立式と吊下げ式とがある。第20図Aは自立式Bは吊下げ式Cは復水器上部胴体へ挿入する場合の概略図である。そのほかの熱交換器すなわちドレンクーラ、淡水クーラ、復水クーラなど個々のサイクル計画により決定する熱交換器配置は二義的に考えられるが据付方法、縦形横形などの使用区分は大略同様である。

脱気器の据付高さは気缶給水ポンプの実際に必要とする押込水頭と負荷変動などを考慮して定める余裕の押込水頭により定まり、ポンプの仕様、給水温度、配管内の損失水頭などより実際高さを決定する。ポンプ側よりいえば余裕の押込水頭が多いほど一般的には安全と考えられるが脱気器のように重量の大きい機器を高い位置に据え付けることは建築費などの点より考えても好ましくない。最近の脱気器は器内にアンティフラッシュパイプを具備しているので脱気器据付高さは必要最少限にしてもなんら心配がない。

また、大容量高圧給水ポンプは従来の2極電動機直結による3,600 rpm または3,000 rpm よりさらにギヤアップして高速化する傾向にあり、この場合などは低速のプスターポンプを用いるため正味押込水頭はさらに減じ脱気器高さは減じらる⁽¹⁸⁾ とともにポンプ自体の段数、寸法なども減少しうる。

脱気器降水管の寸法などはH. E. I.⁽¹⁹⁾ に規定せられているがこの配管は脱気器の直下に水平部または水平に近い部分を有しないようにすることがフラッシング防止上必要である。

気缶給水ポンプは1缶に対し2台ないし4台設置せられ設置場所もいろいろあるが、なるべく脱気器降水管を短くしうること、吸込管、吐出管の配管スペース、運転、保守、分解スペースなどを考慮する。分解用としてモノレールを用いる場合など配管との関係は十分考慮を要する。

6.3 ボイラ回り補機器類

ボイラ補機中，ミル，通風装置，空気予熱装置などはボイラ本体，鉄管などに関連しボイラ基本計画に属するゆえここでは触れない。

重油燃焼装置は油圧噴燃式か蒸気噴燃式かの別により多少配置的に変化があり，また重油加熱用蒸気を直接ドラムより減圧して使用する場合は問題ないが，蒸気コンバータを設置する場合もあるゆえ注意を要する。

コンプレッサは操作空気用，所内用とがありまたスタートブロアに空気式を用いる場合はスタートブロア用コンプレッサならびにレシーバが必要となり相当のスペースを要するゆえこの点考慮せねばならぬ。

薬液注入装置，サンプリングラック，ブローフラッシュタンクなどもそれぞれ適宜配置する。

灰流しポンプ位置は冷却水ポンプ近くに設け灰流し用水配管，灰流しピットなども全体的にケーブルトレンチ，パイプトレンチ，などをあわせ考えまた灰処理装置の全体計画に合わせ計画する。

ボイラ補機ではないが一般に一階ボイラ室に配置せられるものに蒸溜水タンクがある。また軸受冷却水のヘッドタンク，雑用水タンク，消火水貯蔵タンクなど，ボイラ室を利用し必要のヘッドをとりうる床に設置する。

6.4 変圧器および開閉装置

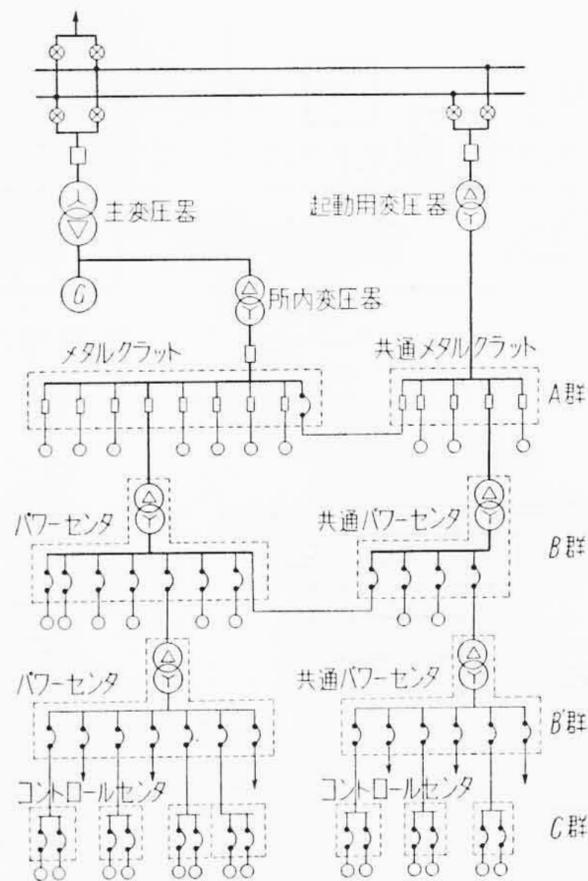
配置的に相当のスペースを要する開閉装置室の計画は前記のように計画当初より念頭におかねばならぬ問題である。

最近の大容量火力発電所の所内，電源系統はいろいろの方式があるがいずれも集中化，閉鎖化，自動化，ユニット化の傾向にあり一例をあげれば第21図のようである。

主変圧器，所内変圧器，起動変圧器は屋外設置が多く建屋側面にならべ互にコンクリートのバリヤで隔離する。発電機と主変圧器，所内変圧器間の母線は離相母線の使用が増化してきた。

所内補機はその容量に応じて 3,300~4,200V 級の高圧補機群と 460V ないし 220V 級の低圧補機群にわかたれ，用途別には各ユニットごとに設置されるユニット補機と発電所共通補機として使用される共通補機に大別される。第21図 A群に属する高圧スイッチギヤは，ユニット用は所内変圧器より，共通用は起動用変圧器により通降されてる。これらスイッチギヤはメタルクラッド形配電盤が使用せられそれぞれメタクラ室に設置される。本配電盤より高圧モータ用電源はケーブルにてトラフまたはトレンチを通して接続され一部は変圧器により通降されて440V 級に下されB群のパワーセンタに接続される。

パワーセンタより 440V 級低圧モータに直接ケーブルにて接続せられると同時に一部はさらに電圧を下げて 220V 級としB群なるパワーセンタを経て現場の適当場



第21図 単線結線図の一例

所に設置せられるコントロールセンタ群Cに導かれる系統と直接モータに導かれる系統とがある。

パワーセンタもメタルクラッド形配電盤でユニット用および共通用にわかたられそれぞれまとめてパワーセンタ室を作り収納する。

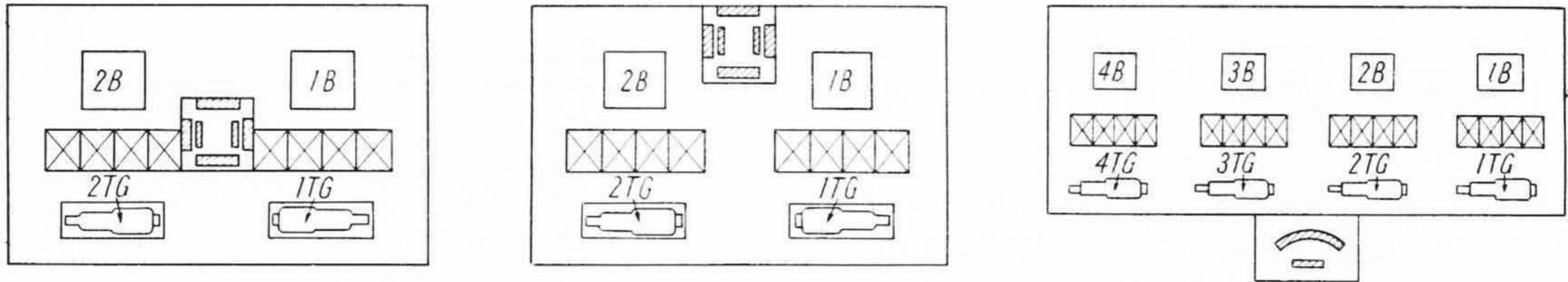
いずれのメタクラ数も引出し用スペースおよび後面に所要スペースを与えることが肝要でさらに母線のつなぎこみ，引出しなどを考慮せねばならぬ。

コントロールセンタは最近の火力発電所で採用されている補機の集中制御盤で小容量電動機とのほかの負荷中心に設置せられ次の特長を有する。

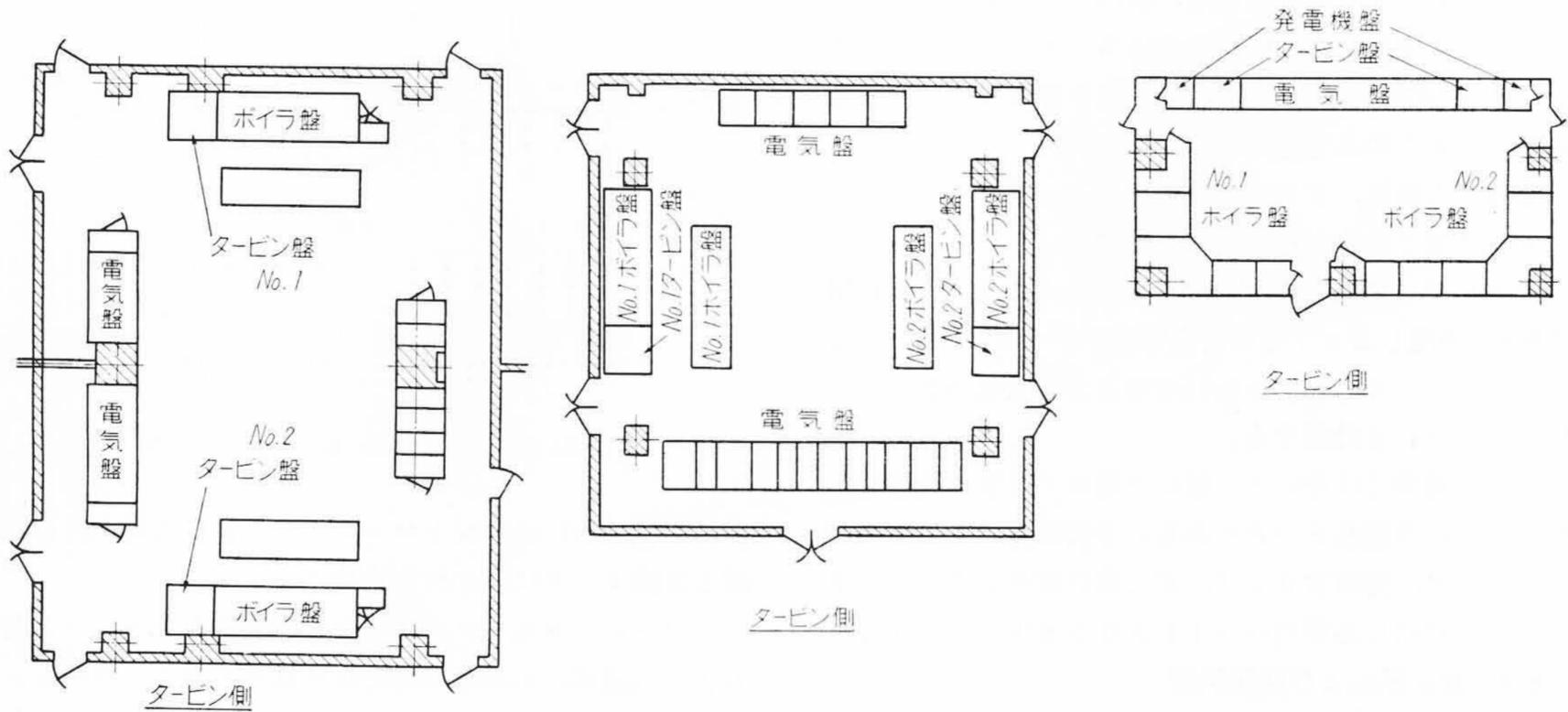
- (1) 配置計画が単純化されること。
- (2) 床面積が節約されること。
- (3) 監視が容易で操作，保守，点検に便なること。
- (4) 配線が便で外観が美麗なること。

コントロールセンタは一般にタービン補機群，ボイラ補機群，スタートブロア群，純水装置群，共通設置群などに分けられまたボイラ群，タービン群などは2箇所またはそれ以上に分置することもあり，それぞれの負荷の中心付近で運転監視操作に便なることおよび配線に便なる位置とする。

上記各開閉装置ならびに各負荷の間および中央制御室を中心として各現場制御盤，各検出点などの間には多数の動力用ケーブル，制御配管，配線が行われる。これらケーブル数は一階床下に設けられるケーブルトレンチ内に整然と配置するよう考慮し急激な曲げなどを行わぬように注意する。トレンチより個々のモータなどへの接続はコンジットチューブによる。中央制御室の床下およびメ



第22図 中央制御室配置の二、三の例



第23図 中央制御室形状の数例

タクラ室の床下はケーブル室としての余裕をとり配線に無理のないようあらかじめ考慮しておく。二階以上の床下に設けられるケーブル類は、鋼板製のケーブルトラフにより設置する。ケーブルトラフは動力用と制御用と別々に敷設するか一つのトラフを仕切って使用する。最近ではケーブルトレンチの代りに、すべてケーブルトラフにする傾向があり、Ebasco 等でも、大容量補機を有する火力設備に対してはケーブルトラフ方式を推奨しているようである。

このほか電気関係として直流電源用としてバッテリーが設置される。バッテリー室は直射日光に当らぬ位置がよくまた、酸類に対する注意を要する。

直流電源用としてディーゼル発電機を設備することもある。

6.5 中央制御室

中央制御室はタービンとボイラの間設ける場合が多く、ときとしてボイラ側に設けることもある。一般に一つの中央室から2台制御するが特別の場合3台ないし4台行うこともある。第22図は中央室の位置の数例である。

制御室の形状は柱割、盤配置により種々あり第23図に

その代表例を示す。

中央室内はエヤコンディショニングを行う場合が多く、エヤコンディショニング装置の設置位置なども考慮せねばならぬ。

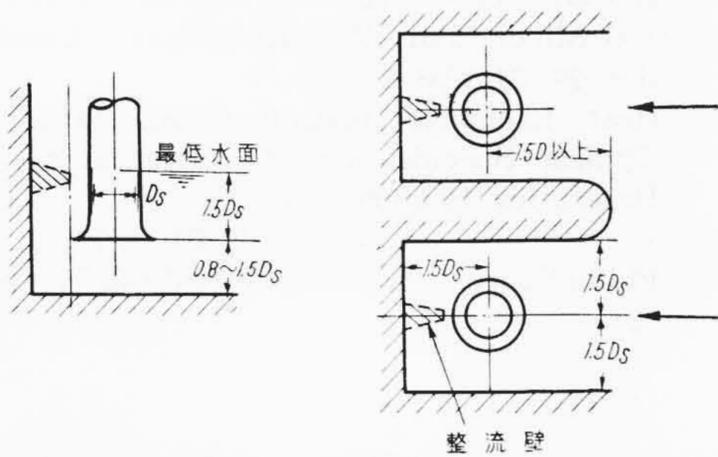
6.6 主要配管

大容量発電所においては主蒸気管、再熱蒸気管などが大径厚肉となり熱膨張も大となるため、これら配管の設計は慎重を要し計画の段階より無理のないよう、主配管は優先的に考慮せねばならぬ。特にタービン架台回り、タービン前側から立上りなど、熱応力の点、吊り装置のスペース、美観などを考慮しなければならない。

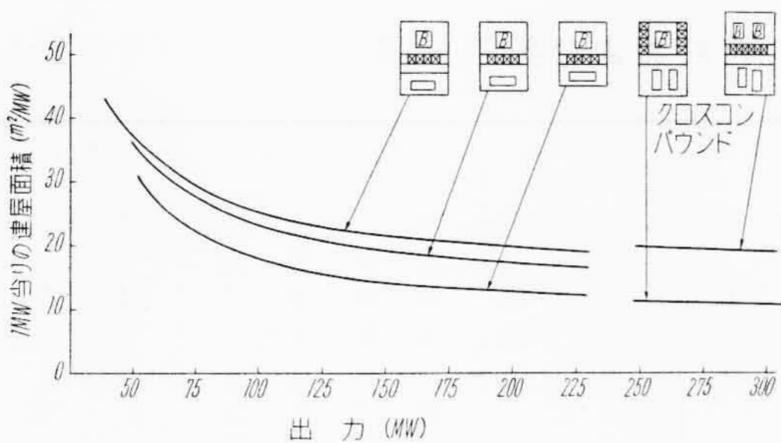
タービン前側は、主蒸気、高温再熱、低温再熱管などが通るため高さ方向の配置は注意を要する。また、曲げ半径も管外径の4.5~6倍とせねばならぬ上、冷間と熱間で熱膨張による変位が大なるゆえ、柱、梁などとのクリアランスは十分とる要がある。

6.7 冷却水ポンプピットの形状

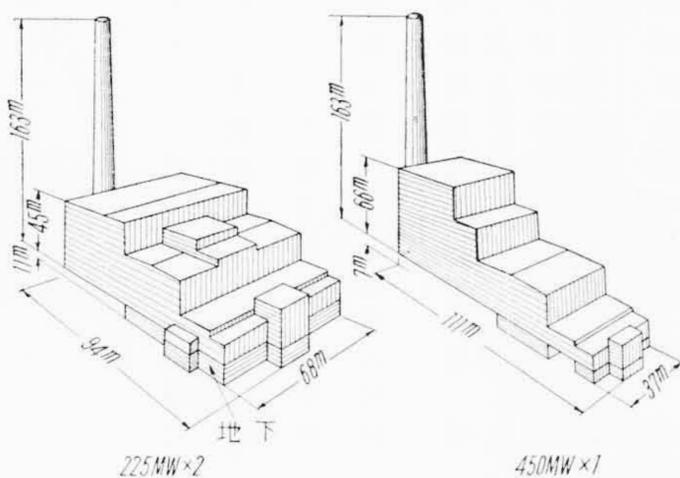
斜流ポンプなど低揚程縦形冷却水ポンプはサクシオンピットの形状に対して非常に敏感でこの形状またはピット内におけるポンプの位置が適当でない場合はポンプが空気を吸い込んだり渦のため振動を生じた性能の低下



第24図 ポンプサクションピットの形状と寸法



第25図 発電所出力と建屋面積の関係



第26図 225 MW 2台のプラントと 450 MW 1台のプラントとの建屋比較図

をきたす。ポンプピットの大略の標準は第24図⁽²⁰⁾のとおりで、突込み深さおよびピットの寸法は本図により計画すればよい。いずれにしても横形ポンプと違い縦形ポンプのサクションピット計画は注意を要し水路は十分大きくとり流速は0.5 m/s以下としポンプ吸込口付近で急角度の方向変換などは避け、渦の発生などを防がねばならぬ。

サクションピットの形状は冷却水ポンプをタービン建屋内に設置する場合、建屋の基礎や柱により制限をうける場合特に問題となりやすい。

7. 出力、配置形式と建屋寸法

配置の基本形式が建屋の面積に関係あることはすでに記した。第25図は実際発電所の出力ならびに配置基本

形式による建屋の面積を示す。図中 66,000kW 級までは非再熱、75,000 kW 以上は再熱式である。本図により配置形式および出力に従って建屋面積は異なる傾向が大体把握しうる。さらに容量が大となり超臨界圧二重再熱プラントなどになれば kW あたり建屋面積はさらに減ずる。第26図⁽²¹⁾は 225,000 kW タンデムコンパウンド機2台のプラントと 450,000 kW 超臨界圧二重再熱機1台のプラントの建屋比較図でこの級になると kW あたりの面積、容積ともに著しく減ずることがわかる。これらの点より考えても系統電力に応じてできるだけ大容量のユニットとすることが有利となる理である。

8. 結 言

個々の発電所の計画に関する文献はわが国および外国において多数発表せられておりそれぞれの立地条件使用条件に応じ適切な設計がなされている。本文は機器メーカーとして手がけてきた多数のプラントに関する経験と国内外の有名発電所を総合的に検討し次の計画の参考とすべく配置の要求についてまとめてみた。

配置の問題は非常に複雑でこれを完全に標準化することは不可能であろうが少しでも系統的にまとめ、形式、基礎資料を整備することは次の計画に対する良き参考となるものと考えらる。

わが国の火力発電所の設計も幾多の新鋭プラントの建設により著しい進歩を遂げさらに将来の発展が約束されているがこれらの進歩は総合計画の面で外国技術特に輸入プラントによる米国コンサルタントの影響が強い点は否定できない。今後われわれはわが国独自の条件に合致したプランの設計に努力せねばならぬと考える。最後に種々御指導いただいた日立製作所ならびに各電力会社の関係者各位に感謝する次第である。

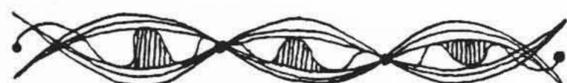
参 考 文 献

- (1) 沢田昭二： 火力発電 8, 41 (1957-3)
- (2) H. Beyerlein: B.W.K 10, 49(1958-2)
- (3) G.A. Parter and W.L. Wingert: ASME Paker no 58-SA-10
- (4) Philip Sporn: Electrical World 146, 74 (1956-12)
- (5) R. G. Schmidt and J. J. Gregory: Electrical World 148, 50(1957 10)
- (6) J. G. Miller and R.H. Kreisinger: Combustion 29, 34(1958-1) ほか
- (7) C. D. Wilson and E. P. Hausen: Allis-Chalmers Electrical Review 19, 4(1954 2nd Quarter)
- (8) B. G. A. Skrotzki: Power 102, 173(1958-10)
- (9) Modern Plant Survey: Power 101, 79 (1957-12)
- (10) J. N. Landis: ASME Trans 78, 671(1956-5)
- (11) L. K. Del' Homme: Combustion 128, 55(1956-9)

- (12) B. G. A. Skrotzki: ASME Trans 78, 681(1956-5)
 (13) J. G. Miller and R. H. Kreisinger: Combustion 29, 34(1958-1)ほか
 (14) J. J. Kearney: Electrical World 146, 143 (1956-10)
 (15) G. A. Parter and W. L. Wingert: ASME Paker no 58-SA-10
 (16) Electrical World 146, 112(1956-11)
 (17) H. Hall: Power 100, 102(1956-10)のほか
 (18) J. G. Miller and R. H. Kreisinger: Combustion 29, 34(1958-1)ほか
 (19) Heat Exchange Institute: Standards and Typical Specifications for Deaerators and Deaerating Heaters 1953
 (20) 藤田憲次: 日立評論 別冊 19 74(1957-9)ほか
 (21) Philip Sporn: Electrical World 146 74 (1956-12)



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
特許	249981	巻取機の張力制御装置	日立工場	西岩 政隆 城 秀夫	34. 3. 4
"	250428	締金具	日立工場	斎藤 奎二	34. 3. 16
"	250443	耐震型起動抵抗器把手鎖錠装置	日立工場	本間 千代一	"
"	250444	進行波型電子あるいはイオン加速装置	日立工場	沢田 良嘉 関 口 存哉 前 川 明嗣	"
"	250434	複数被制御所の直列式遠方集中制御方式	国分工場	平井 喜一郎 竹原 陽夫	"
"	250435	二回線送電線の再閉合装置	国分工場	滝田 武夫	"
"	250436	二回線送電線における再閉合装置	国分工場	滝田 武夫	"
"	250438	交流電気機関車用変圧器	国分工場	前川 愛一	"
"	250439	車両用油入変圧器	国分工場	前川 愛一	"
"	250440	エレベータ電動扉の手動開閉装置	国分工場	高橋 達男	"
"	250424	2重クラッチ	亀有工場	館下 忠夫	"
"	250426	掘削機用ブーム装置	亀有工場	久保 沢夫 青森 幸勝	"
"	250429	フレームジブコールカッタ	亀有工場	青森 幸勝	"
"	250430	巻上機における巻上ロープの衝撃防止方法	亀有工場	洪谷 英治 秋田 寅三	"
"	250432	不連続な摺動面を摺動させる切換摺動体の密封装置	亀有工場	細田 益三	"
"	250433	水中モータ	亀有工場	館下 忠夫	"
"	250446	石炭水力輸送管における石炭の供給装置	亀有工場	富田 輝男	"
"	250447	コイル状給炭器を使用した石炭の水揚装置	亀有工場	寺田 進	"
"	250421	電子線の速度分析装置	多賀工場	渡辺 宏	"
"	250423	プログラム制御装置	多賀工場	小鷲 重哲 見 樹雄	"
"	250445	比例動作調節計手動再調整装置	多賀工場	小野 寺 進 内 山 樹 天 野 素六	"
"	250422	X線回転断層撮影装置における断層面変更装置	亀戸工場	天野 素六	"
"	250431	巻鉄心の接着方法	亀戸工場	福村 勉郎 河合 麟次郎	"
"	250437	移動体の定位制御装置	亀戸工場	友貞 睦夫	"
"	250441	単一押ボタンによる電動機制御装置	亀戸工場	居駒 恒雄	"
"	250421	クライストロン発振器の自動周波数制御方式	戸塚工場	竹内 万己	"
"	250427	入力の変化に対応するリレー駆動装置	中央研究所	阿部 善右衛門 鴨井 章	"
"	250425	接触変流機動作状態指示装置	日立研究所	宮崎 徳太郎 橋本 英明	"
特許	250442	定電圧移相装置	日立研究所	小野田 芳光	34. 3. 16

(第27頁へ続く)