

# 75,000 kW 級 火力発電設備概要と計画上の問題点

## Outline of the 75,000 kW Thermal Power Plant Installation and Problems Concerning Its Planning

中 崎 豊 一 郎\*  
Toyoichiro Nakazaki

### 内 容 梗 概

75,000 kW 級火力発電設備は、現在わが国で最も多数設置計画が決定しており、その仕様も大部分標準化せられた。しかし、今後の火力設備は、ますます大容量化の傾向にあり、また原子力発電の実現も時間の問題と考えられる段階になつてきた。このような状況のもとにおいては 75,000 kW 級火力設備の考え方の変わってくるのは当然で、今後このクラスの発電設備はその適応性から、負荷調整用ユニットとしてその真価を発揮するのではないかと考えられる。

本文においては、日立 75,000 kW 級火力発電設備の概要について略記し、さらに今後の傾向について計画上の問題点の考察を行つて見た。

### 〔I〕 緒 言

わが国の火力発電設備は、戦後急速に、高温高圧大容量化した。その発展の経過および現在設置計画の決定しているユニットなどを図示すると、第1図のようになる。

すなわち昭和27年度始めて戦前の水準を上まわるユニットが運転に入つてから、ここ数年の間に出力の面では、35,000 kW 級から 125,000 kW 級に、圧力温度も 57 kg/cm<sup>2</sup> 470°C 級から 126 kg/cm<sup>2</sup> 538°C/538°C 級まで運転に入つており、さらに、156,250 kW 級 175,000 kW 級 220,000 kW 級 265,000 kW 級の設置計画も決定している。本文に述べる 75,000 kW 級も、昭和30年輸入機が始めて運転を開始して以来毎年数台が運転に入る状態で同図よりも明かなように現在のわが国火力設備中、台数

総出力とも最も多く、名実ともに現在の火力発電の最重要地位を占めている。しかし将来の問題としては、火力設備は、ますます大容量化することは、明白であり、さらに原子力発電も真剣に検討され、また、水力の開発傾向などより考えると、今後開発される増設発電設備の大部分が、ベースロード発電所的色彩が強いものとなり、当然その間の負荷調整をになうべき高効率でしかも負荷調整に適した発電設備の併置が考慮されねばならない。この観点よりわれわれは、ここに述

\* 日立製作所日立工場

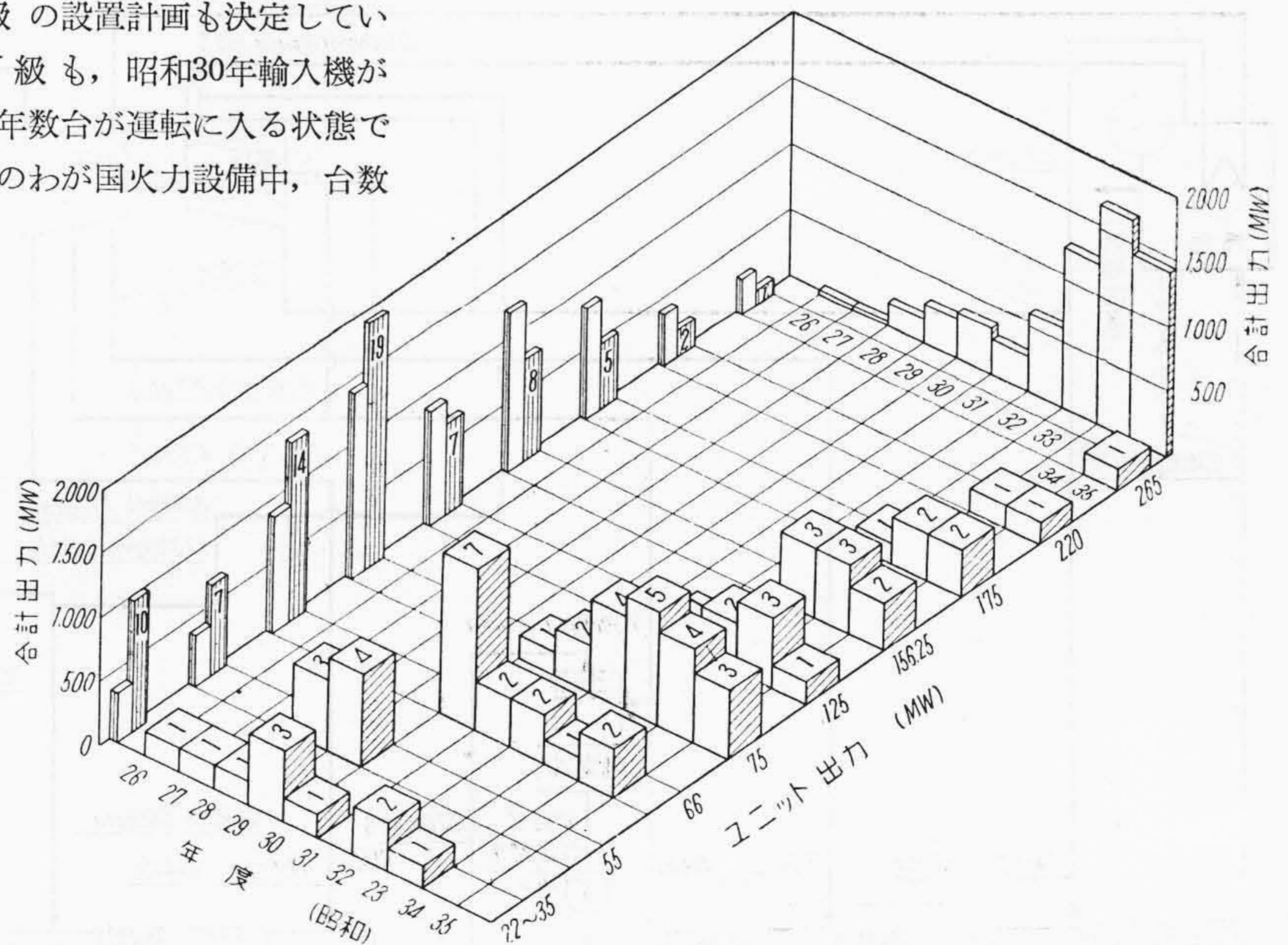
べる 75,000 kW 級火力発電設備の今後のあり方を再検討する時期にきているのではないかと考える。

本文においては、日立 75,000 kW 級火力発電設備の大略を記すとともに、今後の問題について、特に負荷調整用設備として、計画上問題となる点、解決すべき諸問題および希望などを述べて見たいと思う。

### 〔II〕 設備の概要

#### (1) 主要要目

75,000 kW 級再熱ユニットは、米国の AIEE ASME



- 注：(1) 昭和26年度以降運転に入つたものおよび昭和32年8月現在計画中のものを含む
- (2) 年度は運転開始または開始予定年度を示す
- (3) 66,000 kW 級は 60,000 kW も含む
- (4) 75,000 kW 級は 75,000 kW 再熱および非再熱を含む
- (5) 50~, 60~ の区別は特につけていない
- (6) コラム上の数字は設備台数を示す

第1図 大容量火力発電設備設置概観図



の Preferred Standard (1953年) の 100,000 kW 級と、同一の蒸気条件、すなわちタービン入口蒸気圧力 1,450 psig (102kg/cm<sup>2</sup>g) 蒸気温度 1,000 F (538°C) 再熱温度 1,000 F (538°C) 5 段抽汽給水温度 450 F (232.2°C) 真空 1.5 inHg (722 mmHg) を採用した出力の割合に、蒸気状態の高温高圧化せられたユニットで、したがって熱効率も非常にすぐれたものである。一方運転保守の面からみてもまた出力の点からみても、わが国の実情によく適合していることが、各電力会社はじめ多くの使用者に認められ、前記のように現在最も多数設置せられる結果となつた。その主要要目を示すと下記のとおりである。

プラント仕様

型式	再熱ユニットシステム
最大定格出力	75,000 kW (於 発電機端)
蒸気状態	汽圧 (於 主塞止弁前) 102 kg/cm <sup>2</sup> g (1,450 psig) 主蒸気温度 (於 主塞止弁前) 538°C (1,000°F) 再熱蒸気温度 (於 再熱塞止弁前) 538°C (1,000°F)
排汽室真空	722 mmHg (1.5 in Hgabs)
熱消費量	2,055 kcal/kWh

(A) ボイラ

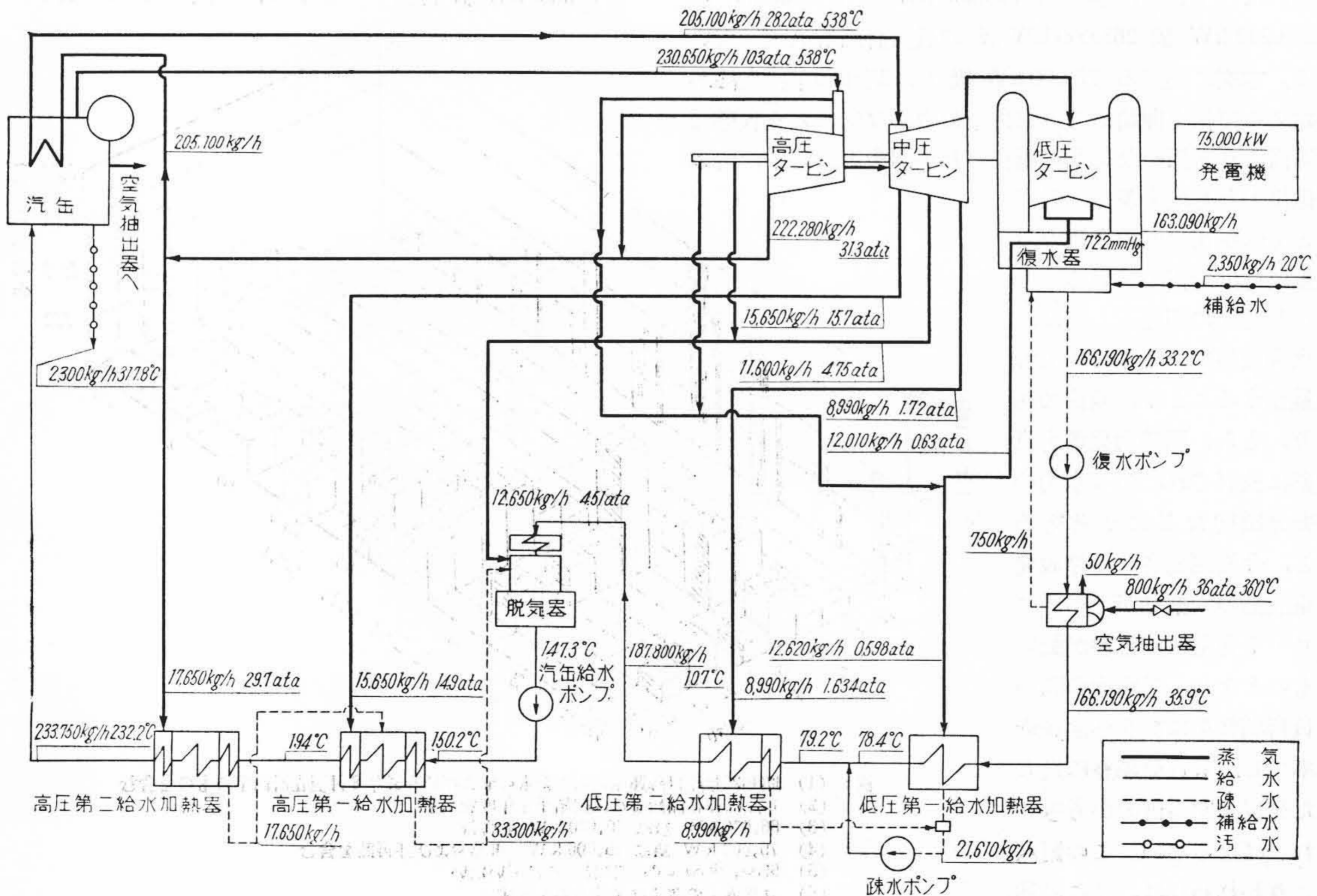
型式	単胴輻射型
蒸発量 (連続最大)	260 t/h
汽圧 (於 過熱器出口)	106 kg/cm <sup>2</sup> g
汽温 (於 過熱器出口)	541°C
再熱蒸気圧 (於 再熱器出口)	32 kg/cm <sup>2</sup> g
再熱蒸気温度 (於 再熱器出口)	541°C
給水温度 (260 t/h 時)	239°C
燃焼方式	微粉炭および重油の専焼および混焼
通風方式	平衡通風

(B) タービン

型式	横置衝動再熱式タービン 2 汽筒複汽排汽型
最大定格出力 (於 発電機端子)	75,000 kW
汽圧 (於 主塞止弁前)	102 kg/cm <sup>2</sup> g
汽温 (於 主塞止弁前)	538°C
再熱器温度 (於 再熱塞止弁前)	538°C
真空度 (於 75,000 kW 時)	722 mmHg
給水温度 (於 75,000 kW)	最終給水加熱器出口 232.2°C

(C) 発電機

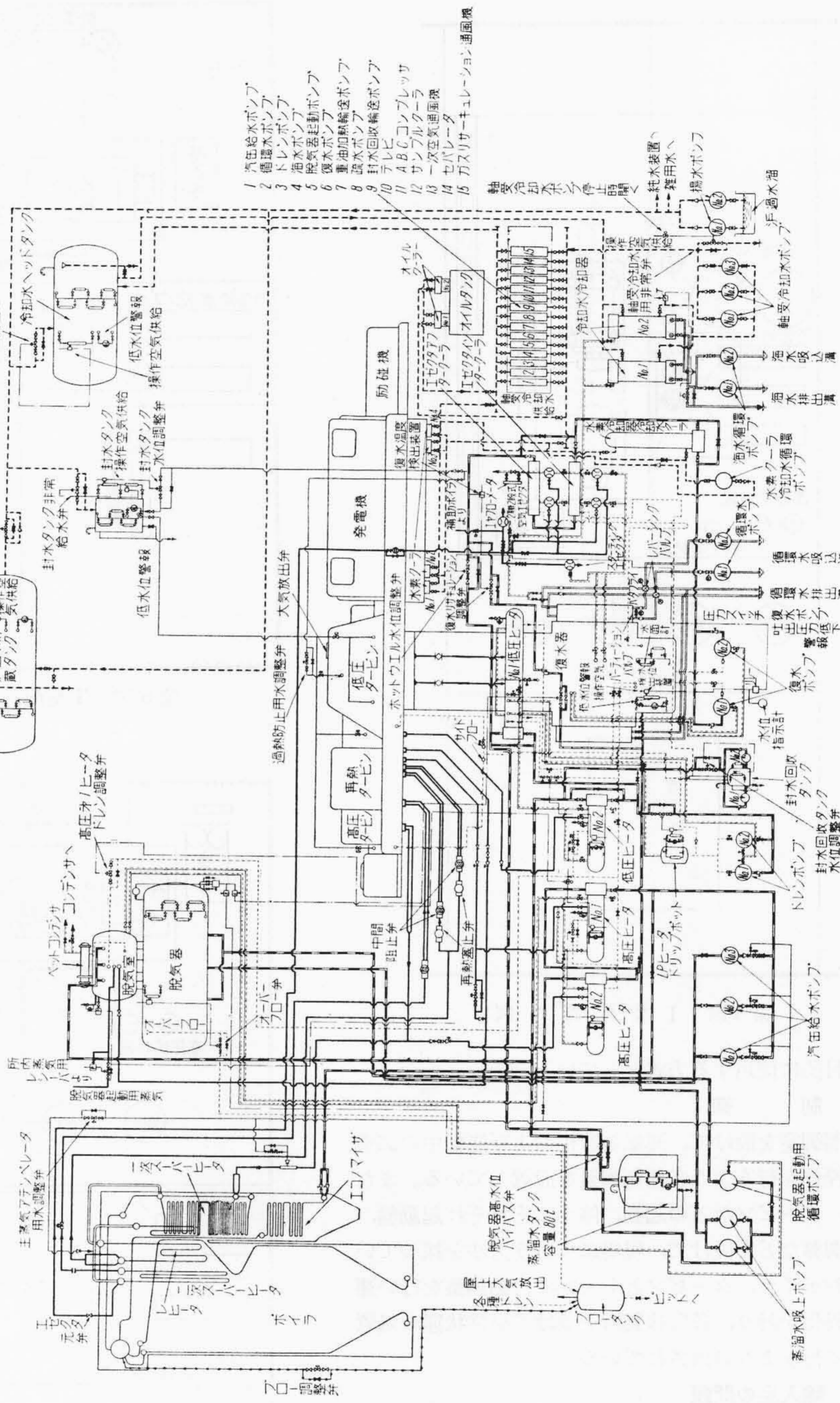
型式	水素冷却横置円筒回転界磁型 耐爆構造型
----	------------------------



第2図 75,000 kW 再熱タービンプラント熱平衡線図



符号	名称	符号	名称
○	蒸気管 (主蒸気抽気再熱)	④	水加量調整弁
○	戻水管	⑤	温度検出装置
○	一般戻水管	⑥	ストレーナ
○	空気を戻す管	⑦	イキスポンジポイント
○	汽水管	⑧	フロアオリフィス
○	汽水管	⑨	圧力検出装置
○	汽水管	⑩	流量調整弁
○	汽水管	⑪	電動弁
○	汽水管	⑫	ソレノイド弁
○	汽水管	⑬	空気を戻す管
○	汽水管	⑭	安全弁
○	汽水管	⑮	空気を戻す管
○	汽水管	⑯	水位調整弁



第3図 75,000 kW タービンプラント配管系統図

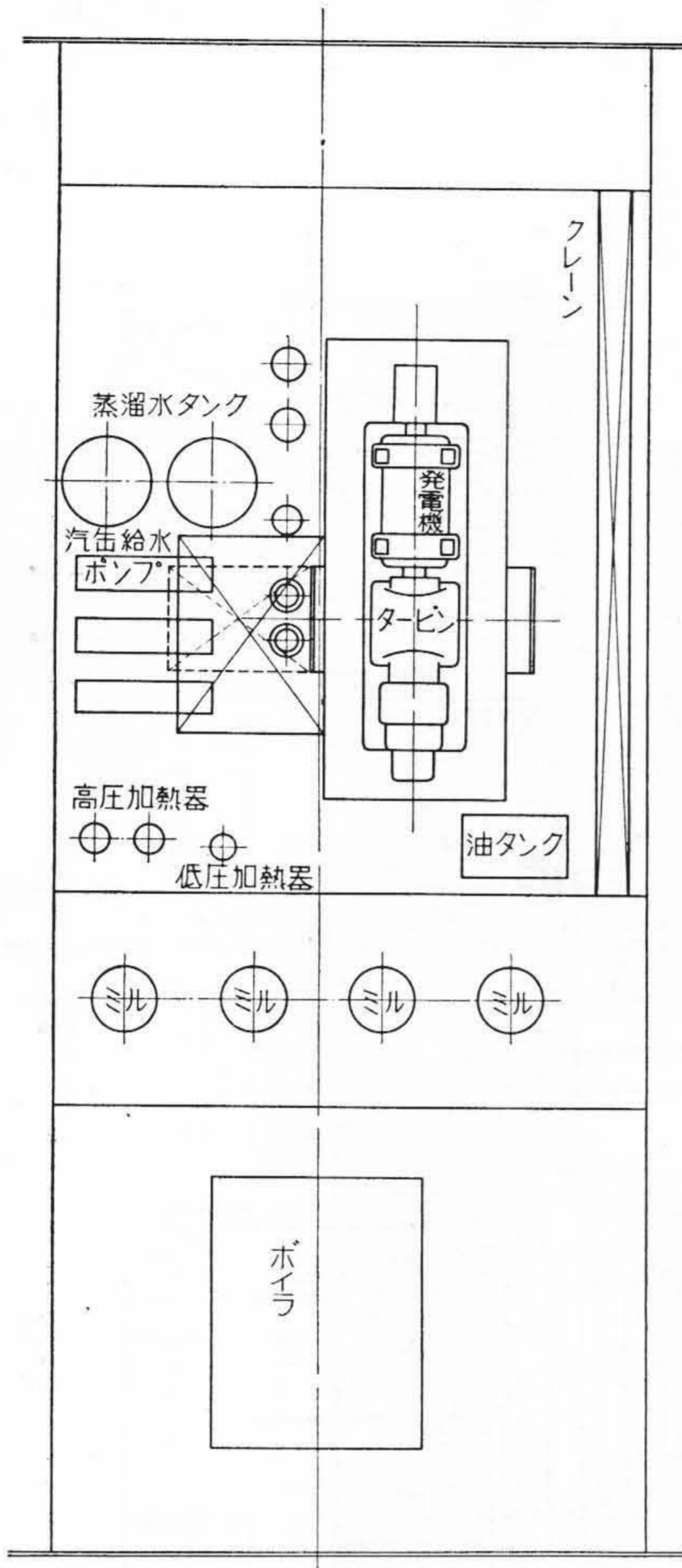
水素圧力 力率 容量  
 定格容量 15 psig 0.85 88,236 kVA  
 保証容量 0.5 psig 0.85 76,721 kVA  
 30 psig 0.815 92,000 kVA

(2) プラント機器および系統

第2図は、本プラントの75,000 kW 時熱平衡線図、第3図は、配管系統図を示す。図より明かなように、給水

加熱は5段とし、低圧2台、高圧2台および脱気器を設置、低圧第一ヒータは復水器と低圧タービンの連結胴に挿入する。標準仕様としては蒸化器を用いず、補給水は純水の使用をたてまえとする。水位、圧力、流量などは、すべて空気操作式を採用して制御の完全を期している。また水素クーラ、オイルクーラおよびプラント内各種回転機の軸受冷却用として、濾過水系統を別に備えてそれ





第 4 図 I 型 配 置 の 例

ぞれの目的に使用する方式としている。

(3) 制 御

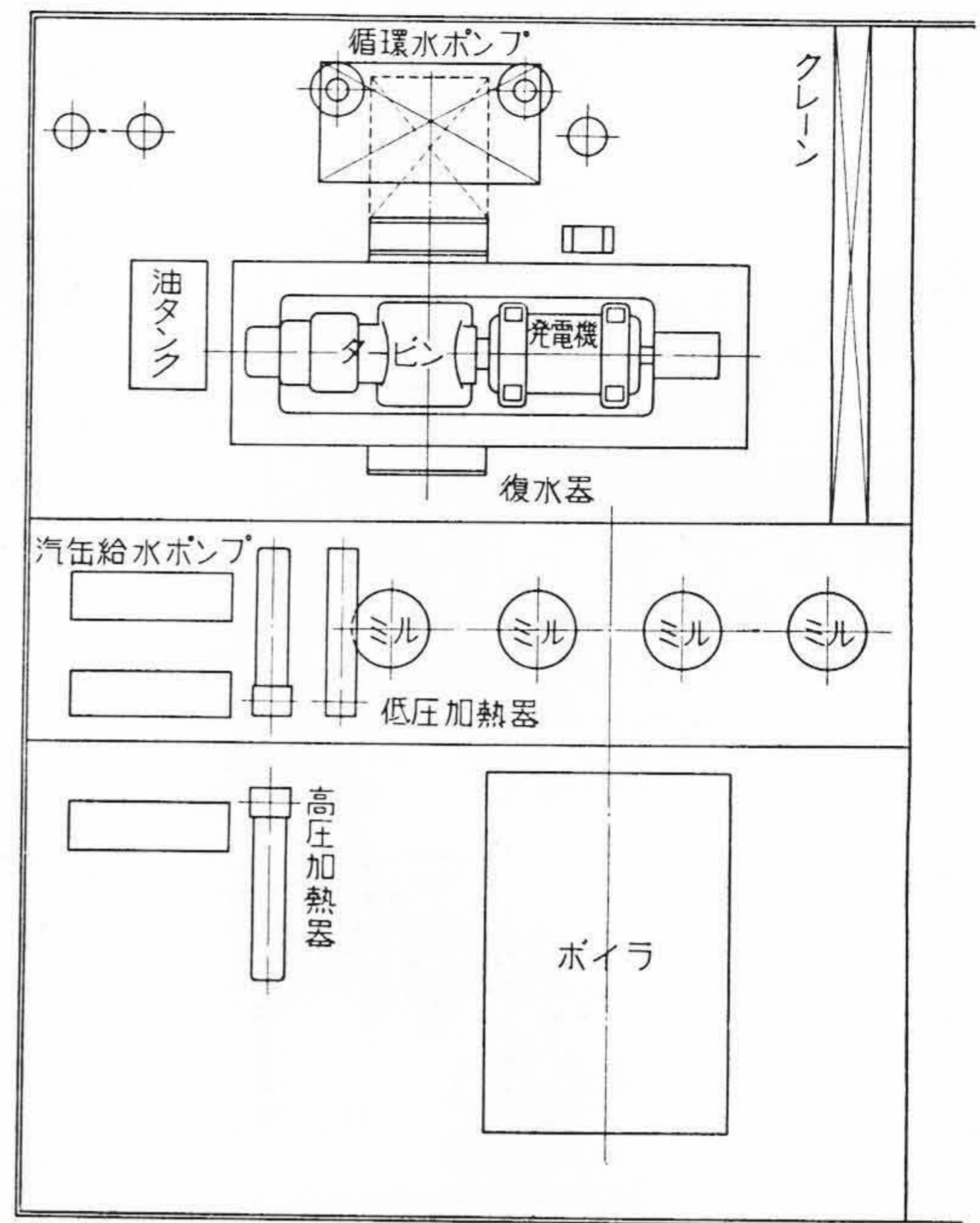
中央制御室を設けて、運転の監視および運転中の調整などの操作を行うよう各種制御盤を設置している。またボイラ、タービンなどの起動、停止はそれぞれ起動盤、現場制御盤などを設けて、現場にて行う方法を採用している。なおボイラ、タービンとも大幅に自動調整を行い運転の自動化を計り、各警報装置を設けて異常状態の処置を敏速に行うよう計画されている。

(4) 輸入品の問題

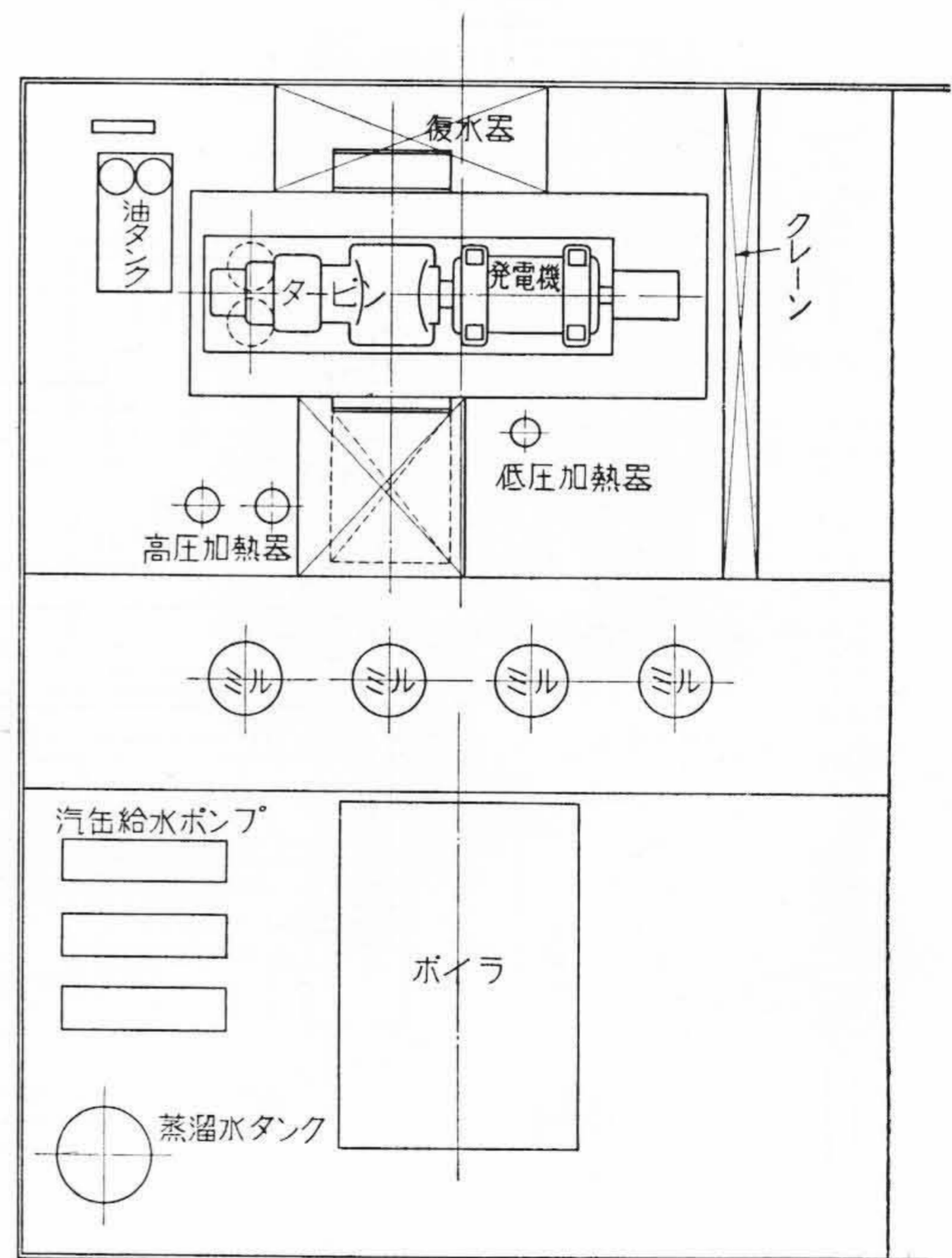
この程度のプラントは当然全国産でまとめるべきであろうか、まだ国内に信頼しうるものがないことや、コストの面で国産化ができていないものもあり、一部輸入に頼らねばならぬ現状である。75,000 kW 級で現在輸入に頼っている主要なるものは次のとおりである。

(A) ボイラ関係

安全弁、ヤーウエー水面計、バーナチップ、自動汽罐制御装置、特殊メータ類、その他



第 5 図 T 型 配 置 の 例 ( その 1 )



第 6 図 T 型 配 置 の 例 ( その 2 )

(B) タービン関係

タービン特殊計器の一部、復水器管板、キュープロニックル管、その他

ロータ材、ドラム材、管材などはすべて国産で十分信頼性のある良材が入手できる。



### (5) 建屋および配置

発電所の機器の配置はその立地条件、既設との関係、将来の増設予定などを考慮して計画されるもので、いかにするかはそれぞれの場合で異なるが、要は建設費の低廉なること、運転監視および保安操作の便なることである。75,000 kW 級は、ほかのタンデム型大容量機に比して、タービン発電機の軸長が短いので、タービン軸をボイラ前に対して直角におく I 型配置と、平行におく T 型配置のいずれにすることもさして困難ではない。日立においても現在まで前記 I 型の例も T 型の例も計画納入した。その代表例を第 4, 5, 6 図に略示する。第 4 図は I 型の例であり第 5, 6 図は T 型の例である。T 型の場合は、第 5 図に示すように給水加熱器を横型として、ボイラの側面に置き、復水器冷却水ポンプをタービン室内に置くよう計画する場合と、第 6 図のように給水加熱器は縦型としてタービン架台の側面に立て冷却水ポンプをタービン室外に置く場合とがある。いずれが最も適するかは、その都度条件を考慮したうえ決定すべきであろうが、一般に T 型配置の方が建屋面積は少なくて済みコストの面よりはすぐれているが、運転監視、増設などの面よりは I 型の方が良いと考えられる。また中二階をコンクリートスラブとする場合と、操作の必要箇所グレーティングを張る場合とがある。

米国の最近の傾向として、発電所の全屋外式および半屋外式が、比較的多数を占めているが、気候の異なるわが国に果して適する否かは、今後さらに検討の余地がある。

## 〔III〕 今後の 75,000 kW 級火力設備 計画上の問題点

### (1) わが国の発電計画の見直し

第 1 図に示すようにわが国の火力発電設備の設置の傾向は昭和 30 年以降急激に大容量化の一途をたどっており、毎年記録的ユニットが運転開始する状態である。さらに長期電力需給計画をみると国家経済の伸長に伴う電力の需要量の急激なる増大が予想され、この増強に対して、火力、水力、原子力発電所の開発が種々論議されていることは周知のところである。このような情勢において火力、原子力はその経済性がユニットの容量増加とともに良くなる点から今後ますますユニット容量の増加には拍車がかげられることは明かである。一方水力発電所の開発についてみるに、今後の開発地点の多くは流込式であり大容量ダム式発電所としての地点は少い。また揚水式発電所も相当開発せられるものと思うが大勢としては今後開発される発電設備はほとんどがベースロード的性格の発電所となる。したがって今後の発電計画に負荷の調整用ユニットを併行して計画に加味してゆかねば、大

容量火力や原子力ユニットまでひんぱんに起動停止を余儀なくされるだろう。以上の観点から負荷調整はダム式および揚水式水力発電所と中容量高効率火力設備がなることは必然でここに 75,000 kW 級の今後の意義が生じてくる。

(2) 負荷調整用ユニットとしての 75,000 kW 設備  
われわれが 75,000 kW 級を負荷調整発電所として推奨する理由は次の諸点である。

- (i) 容量が適当である既設が多く取扱いに慣れている。
- (ii) 熱効率高く同級の非再熱ユニットより数%よい
- (iii) 88 kg/cm<sup>2</sup> 510°C 級ユニットに対して起動停止などの問題はあまり変らない。

### (3) 負荷調整用ユニットとしての計画上の問題点

わが国に 75,000 kW 級再熱ユニットを導入した当時はベースロード用として年間フルに運転し部分負荷または起動停止などは第二義的に考えられていたが、負荷調整用として使用する場合は当然この特殊条件に合致するよう再検討せねばならない。問題点としては負荷の調整に対する順応性、および運転制御に対する考え方などがあげられる。

#### (A) 負荷調整に対する順応性

一般に電力の需要は深夜最低となり朝から夕刻までほとんど一定で夕刻にピークとなりその後下つてふたたび最低となる。したがって最低負荷時には負荷調整用ユニットは停止または最低負荷運転を行う。また夕刻などのピークロード時のみ運転を行う場合もある。いずれにしても 6~12 時間程度の停止後再起動を繰返すことになり、したがって運転の経済性より急速起動および最低負荷運転を要求せられる。

急速起動の条件は、ボイラ、タービンなど高温厚肉部の熱応力、ロータの偏心、ロータ車室の延び差などで種々論ぜられているが要は正確なる監視計器の整備と、運転に対する熟練である。さらに設計的にも繰返し熱応力による熱疲労の防止を考慮する必要がある。

われわれは急速起動よりむしろ最低負荷運転を推奨するがこの場合最低安定負荷をできる限り下げることがを要する。一般に最低安定負荷を制限する条件はボイラ側にありその内特に次の点が問題である。

- (1) ミルの容量
- (2) 燃料配管内の速度
- (3) バーナの最低容量
- (4) ファンの最低限度

その他の問題およびタービン側の条件もあるがこれはある程度二次的条件である。上記 4 項目によりボイラの最低安定負荷は制限をうけるが、さらに運転状態すなわちミルの運転台数、または重油燃焼の場合により異なる



が現在の75,000kW用260t ボイラでは次のとおりである  
 最低安定負荷(蒸発量)  
 微粉炭燃焼の場合ミル 3 台運転する時 90 t/h(35%)  
 微粉炭燃焼の場合ミル 1 台運転する時 45 t/h(17.3%)  
 重油燃焼の場合オイルバーナ12組で 45 t/h(17.3%)  
 いずれにしても自動汽籠制御装置により運転しうる最低安定負荷は現在上記の値程度であるがさらにこの値を低くするよう検討を加える必要がある。手動制御に移せば所内負荷程度の出力運転(約5%位)は可能である。

まだ低負荷時および停止時の給水への溶解酸素の増加を防止しうるよう脱気器自動圧力切換装置, 所内ボイラおよびボイラドラムより直接に減圧して脱気器へ蒸気を導くような計画にすることはもちろんである。

(B) 運転制御に対する考え方

わが国の新鋭火力の制御方法はほとんど起動, 停止は現場操作とし運転中の監視および調整のみを中央で行うよう計画されている。起動停止の少いベースロード用と

してはこの制御方法で良いが, 負荷調整用設備としては毎日起動停止などを行うことになりそのつど現場での操作となると面倒でもあり人員の削減にもならない。この点からさらに火力プラントをすべて中央制御室より起動停止操作できるように, すなわち安全中央制御方式についてさらに再検討してみる必要が生じてくるのではなかろうか。この問題も幾多困難な点があるが将来解決せねばならぬ問題である。

[IV] 結 言

以上 75,000 kW 級 火力設備について概要と今後の問題点に触れたが, 今後の問題点についてはわれわれ火力機器の設計製作にたずさわる者も使用される側においても真剣に検討を加え互に協力して解決せねばならぬ問題である。しかし火力界の今日の進歩の状況からすれば必ずや遠からずこれらの問題も解決せられ理想的な負荷調整ユニットを完成することができると思われる。



新 案 の 紹 介



実用新案 第 449400 号  
 実用新案 第 449401 号

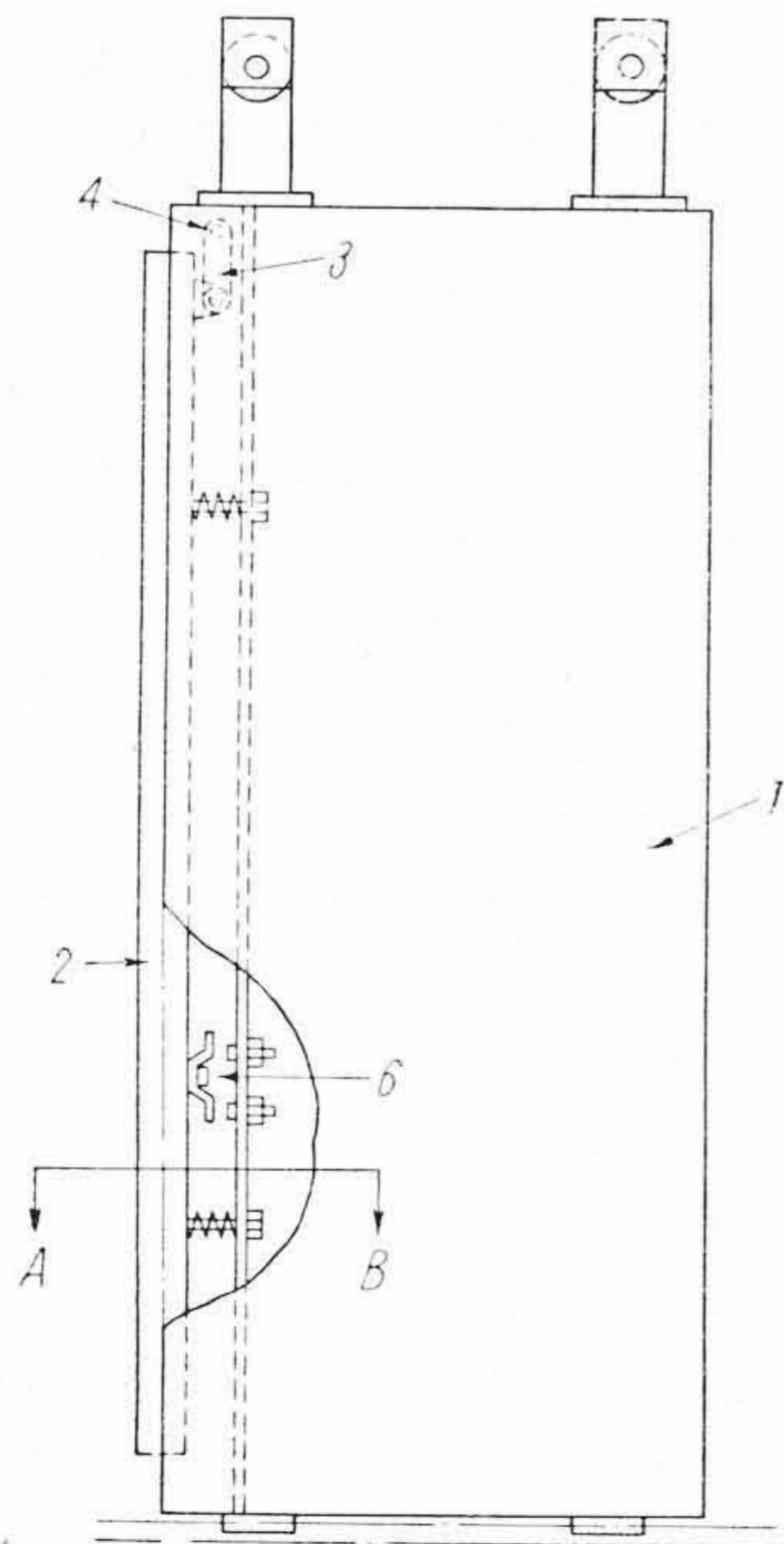
上 田 光 男・小 沢 隆 松

昇 降 機 扉 安 全 装 置

電動機により扉の開閉を行うエレベータにおいて, 閉扉の際乗客が扉に挟まれた場合は, その挟圧力を利用し

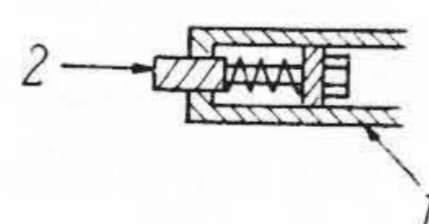
て, 扉の前縁に設けた安全杆を作動し, 補助スイッチを閉じて電動機を逆転し, 開扉操作に転向させる扉安全装置は周知である。しかるに従来の安全装置は, 安全杆を扉の外側に設け, これを平行四辺形リンク機構により支持する構造なので, 動作の円滑性を欠く嫌いがある。

実用新案第 449401 号の考案は, 図面に示すように扉 1 の前縁に縦溝を設け, この溝内に背面に押しパネ 7 を装置した安全杆 2 を埋込んだ構造を要旨とし, また実用新案第 449400 号は, 前記安全杆 2 の上部を一箇所において, 吊リンク 3 により吊軸 4 に吊持したことを特長とするものである。これらの考案によれば, 安全杆 2 は扉 1 の前縁内部に安定して支持され, かつ安全杆 2 の進退は自由であり, 支持部分の摩擦抵抗もきわめて少ないから, 乗客が扉にはさまれた場合は, その挟圧力を利用して円滑軽快に動作し, 補助スイッチ 6 を閉合して, 電動機の反転制御を適確に行い得るの効果がある。(滑川)



第 1 図

A-B 断面



第 2 図