

東京電力株式会社 納

## 潮田発電所用 55,000 kW タービン並びに発電機

綿森 力\* 佐藤博司\*\* 菊地彌十郎\*\*\* 高林乍人\*\*\*\*

### The 55,000 kW Turbine Generator for the Ushioda Power Station, Tokyo Electric Power Company

By Tsutomu Watamori, Hiroshi Satō, Yajūrō Kikuchi, and  
Hayato Takabayashi  
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

#### Abstract

The steam power development project in this country in postwar period has come to the fore so late in the beginning of last year. Henceforth, however, scores of steam power plants have been constructed in relatively short span of time.

Many of these new thermal power plants are featured by the adoption of the large unit capacity, high pressure and high temperature, one boiler for one unit system, and hydrogen-cooled type of the machine.

The 55,000 kW turbine generator set for the Ushioda Power Plant of Tokyo Electric Power Company herein dealt with is most typical of these new installations, being one of the largest steam power generating machines in Japan.

In conjunction with the successful shop test running which was conducted recently with many engineers concerned in attendance, an outline of the turbine and generator is given by the writers who designed it.

#### 〔I〕 緒 言

東京電力株式会社納潮田発電所用 55,000 kW ターボ発電機は終戦後の我国に於ける二極大容量ターボ発電機の先駆を切つて昭和 27 年 11 月日立製作所に発注されたもので、これが完成は各電力会社及び製造業者から注視を浴びておつたが、今回東京電力株式会社を始め各電力会社及び学会等多数の技術者臨席のもとに優秀なる成績を以て工場試験を終了した。本ターボ発電機発注後しばらく経つて他電力会社及び他製造業者に於てもこれに匹敵する出力のものが計画されているが、本機発注当時の我国の技術水準は欧米の技術の取得察知意の如く運ばなかつた時期で、かかる時に本機を計画実施された東京電力株式会社の技術陣の進歩的な英断と日立製作所が永年着実に収めた材料、設計、工作技術及び水素冷却装置等

\* \*\* \*\*\* \*\*\*\* 日立製作所日立工場

多数の研究成果を基にして独自の技術を以て本機を完成せしめたことはその後の我国の火力発電技術に大きな貢献をもたらしている。先づ本タービンに就き紹介し続いて発電機の説明をする。

#### 〔II〕 タービン

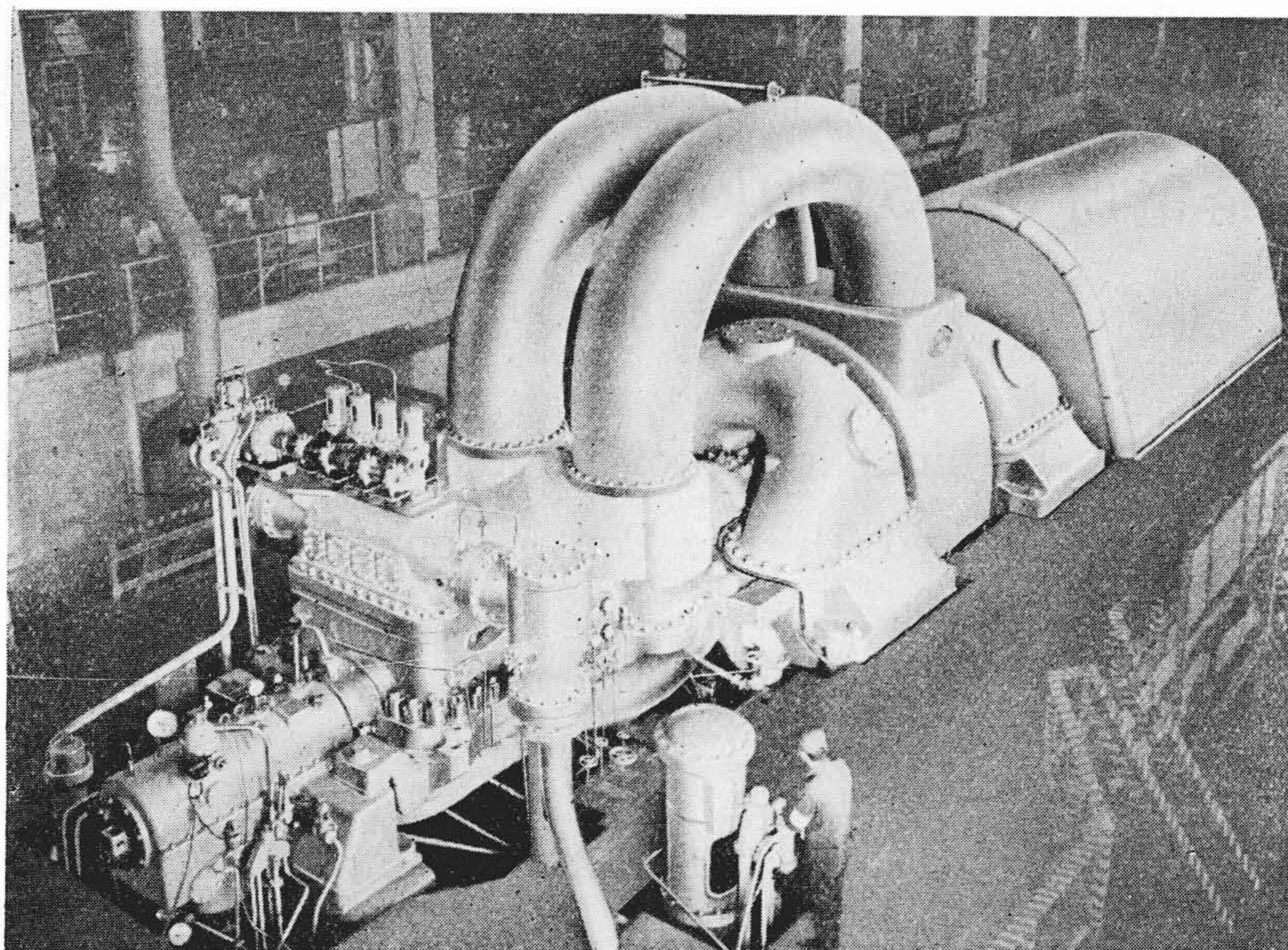
##### （1）タービンの計画概要

本タービンは潮田発電所の 3 号機として増設されるものでその計画仕様は第 1 表（次頁参照）の通りである。

本タービンの設計に当り特に効率を上昇せしめるために留意した主なる点は

A) タービンのノズル及び翼は小直径多段式として可及的段落数を増して効率を上昇せしめるとともに、特に高圧部の翼車の直径を小さくし翼車の外周と車室との間隙からの漏洩損失を少くしたこと、又調整段の蒸気不通過部の汽中に於ける空転風損を少くし





第 1 図 55,000 kW ターボ発電機外観

Fig. 1. General View of 55,000 kW Turbo-Generator

第 1 表 タービンの計画仕様

Table 1. The Specification of Steam Turbin

| 項 目     | 仕 様                                   |
|---------|---------------------------------------|
| 型 式     | 日立衝動型複車室複流蒸気タービン                      |
| 経 済 出 力 | 50,000 kW                             |
| 最大連続出力  | 55,000 kW                             |
| 蒸 気 圧 力 | 40 kg/cm <sup>2</sup> g (加減弁前に於て)     |
| 蒸 気 温 度 | 435 °C (加減弁前に於て)                      |
| 回 転 数   | 3,000 r.p.m.                          |
| 復水器真空   | 730 mmHg (冷却水温 18°C<br>50,000 kW に於て) |
| パーソンズ係数 | 2,170                                 |
| 段 落 数   | 高圧 15 段、低圧 3 段複流、計 18 段               |
| 内 部 効 率 | 86%                                   |

たこと。

B) タービンのノズル及び翼の蒸気通過面積は実際運転の場合の抽気を考慮し各段落の通過蒸気量に最も良く適合するよう計画し、実際運転時に於て最高の効率を発揮せしめるようにしたこと。

C) 各段落に於ける消化熱落差を最適に選びノズルは効率の良いネガテブノズルとし、且翼には各段落とも適度の反動度を持たせ、又流体力学的に最も適合した翼形を採用し、各段落毎に段落効率を上昇せしめたこと。

D) 高圧タービンロータは一体鍛造の削出しロータとしダイヤフラムパッキン部の軸径を小さく設計し、

この部分からの漏洩損失を少くしたこと。

E) 調整段にはカーチス車を用いノズルガバーニングの採用に依つて軽負荷より過負荷まで、比較的効率の低下が少くなるよう計画した。

F) ラビリンスパッキンにはウォーターシールパッキンを併用し、大気放出の蒸気をなくしたこと。

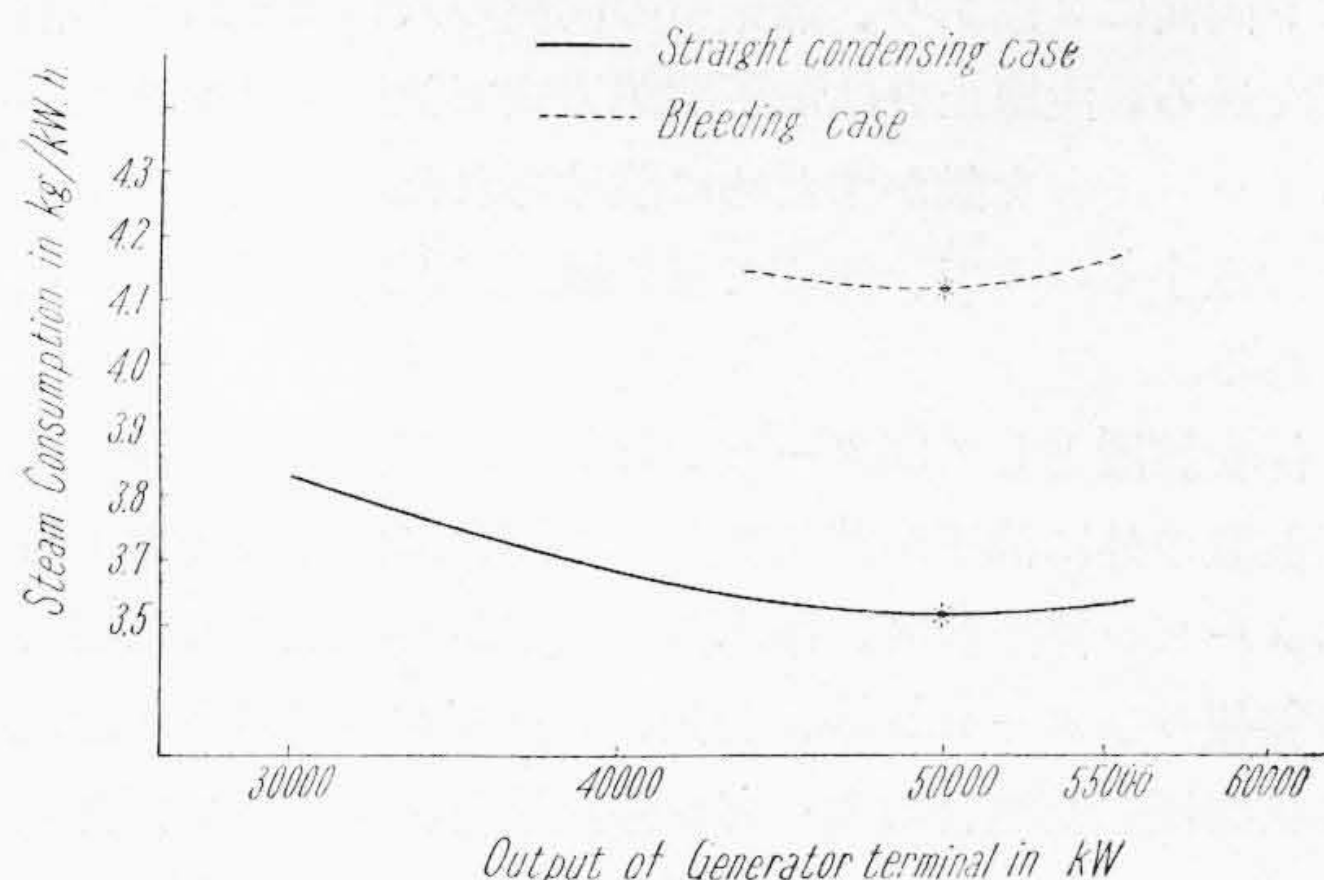
G) 高圧ラビリンスパッキンからの漏洩蒸気の一部を給水加熱用の抽気に利用したこと。

等で、この外各所に効率を上昇せしめるための苦心が払われている。第 2 図はこのタービンの性能曲線を示す。

最近我国に於てもプラント効率を上げるため蒸気圧力及び温度が飛躍的に高くなつて来つゝあるが、このような高圧高温のタービンに於ては第 1 段落の蒸気圧力は従来のタービンに比し著しく高圧となるため、内部漏洩損失と調整段の蒸気不通過部の空転風損とを出来るだけ低減せしむる如く計画することが今後のタービンの設計上の大きな問題の一つである。

タービン全体の構造は 2 車室型で低圧タービンは複流式である。高圧タービンと低圧タービンロータはフレキシブルカップリングで結合され、低圧タービンと発電機ロータとはリジットカップリングに依り直結されている。タービンの熱膨張の逃し方は高圧タービンは前部軸受脚を固定とし低圧側に逃し主蒸気管、油ポンプ吸込管及び調整装置用油管等には、車室の熱膨張に依る無理が全くないように考慮されている。低圧タービンは前部車室の脚を固定として発電機側に逃す方式で発電機との結





第2図 蒸気消費量曲線

Fig. 2. Steam Consumption Curve

合には無理の来たさないよう考慮が払われている。タービンのセンター高さは従来のものより著しく低くなっており、又発電機の前側軸受メタルは低圧タービンケーシングに乗せてあるため熱膨脹に依るタービンと発電機の中心性の狂いがなく振動に対し万全の処置が払われている。今回工場試験に於てタービンと発電機とを現地据付と全く同じように直結して施行したが基礎が不十分であるにもかかわらず振動は各軸受上で  $2/100$  mm 程度で極めて良好な成績であつた。大容量のターボ発電機の振動は現在斯界の大きな関心事となつているが、タービンと発電機とを同工場に於て製作し工場試験の際現地据付と全く同じ状態で直結試験を施行出来ることは日立製作所の持つ特長の一つである。第1図は工場試験中の本ターボ発電機を示す。

## (2) タービン各部の構造

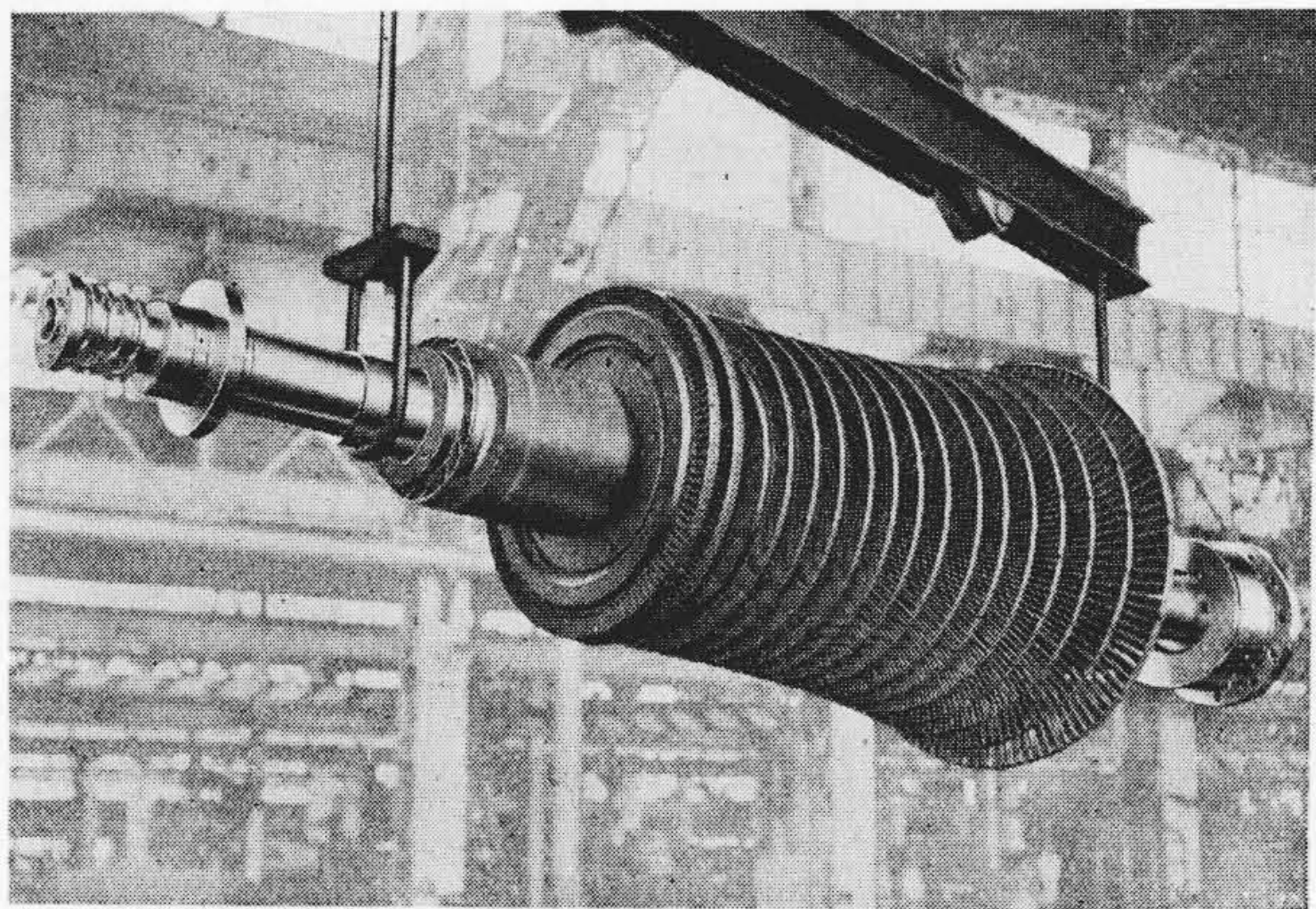
### A) 車室、軸受及びダイヤフラム

蒸気室は Mo 鋳鋼製にして高压車室とは別体に造られ高压上半車室に差込式となつているため高压車室は局部的に高温の蒸気に直接接触することなく常に主蒸気より遙かに低い温度の第1段落後の蒸気に円周均一に接するため、温度分布が全周均一で異状変形を来たさない。尚高压車室の内部には内部車室を採用し抽気室を形成せしめており、その形状は肉厚一様な而も形状極めて簡単な円筒状で局部的の熱応力が全くない構造で、急速起動及び負荷の急変に対しても安全である。低压車室は鋳鉄製で前後対称の形状でそれぞれ中部車室にボルト締めされて一体となつており上半車室の中央上部には従来復水器に取付けられた大気放出弁に代る鉛板蓋が設けられておる。ダイヤフラムのノズルは1~8段は組立式ノズルで、9段以降はノズル板を鋳鉄に鋳込んだ鋳込ノズルである。最終段附近のダイヤフラムには特殊の疏水排除装置が設けてあり、疏水が最終段翼を侵蝕することと、この制動作用に依つてその段落に

於ける効率の低下するのを防止している。ダイヤフラムパッキン及びラビリンスパッキンのリングは全周数箇のセグメントに分たれ、各セグメントは裏側に取付けられた板ばねで軽く押えられて所定の間隙を保持する構造であるため、万一車軸が運転中これに接触する場合があつてもそのセグメントは軽く逃げるため、車軸に大きな擦熱を生じることなくそのため車軸が曲るような大事故を防止するよう考慮されている。又ラビリンスパッキンの大気側にはウォーターシールパッキンを採用しているため、蒸気の漏洩を防止出来且つ第1段落後の高温蒸気に依る車軸の伝熱が軸受に影響を及ぼさない。推力軸受はミッチェル式で十分な受圧面積を有し、パッドは軸受メタルに抱かれ軸受メタル外周の球面坐に依り常に車軸の推力鰐に平均に当るよう自己調整がとれる構造となつておる。又軸受メタルは球面坐式で外周に設けられた調整リングのライナーを加減することに依り、各箇にセンターを調整することが出来、又軸受メタルの車軸に接するバベット面には良好なる潤滑を行うよう特殊の油溝が加工されておる。

### B) ロータ

高压タービンロータは Ni-Cr-Mo 鋼製で車軸と車盤とは一体鍛造の削り出しロータであり、又低压ロータは車軸と車盤とを別箇に鍛造し焼嵌に依つて組立てられた組立ロータである。これ等の鍛造品は鋼塊の配合鋳込より鍛造熱処理作業まで一貫して高温高速回転体として最も重要な均一の材質組織を持つよう極めて入念な作業が行われている。これ等の材料は機械的強度は勿論各所から採取した試料の分析結果も均一で、超短波試験及び高温曲り測定試験に於ても何等欠陥なく極めて優秀な成績を示しておる。本高压タービンロータの素材は一体鍛造のタービンロータとしては我国の記録的なもので、今回この素材が日立製作所鍛造工場で作成した事は、今後の大



第3図 高压タービンロータ

Fig. 3. High Pressure Turbine Rotor



容量タービンの製作に貴重な資料と経験とを残した。タービン翼の材料は調整段は13Cr-Mo 不銹鋼、2段以降は13Cr 不銹鋼で何れもタービン翼材として特別の規格に依り製造された材料を使用し、翼1本毎に入念に工作され且つスラッグ含有度試験を施行して均一化を図つておる。特に最終段翼はその先端周速度372m/secで、従来の数値を遙かに上廻る記録的なもので、この翼の設計工作及び材料の選定には特別の考慮が払われている。

第3図は高圧タービンロータを示す。

#### C) 調速装置、主塞止弁及び保安装置

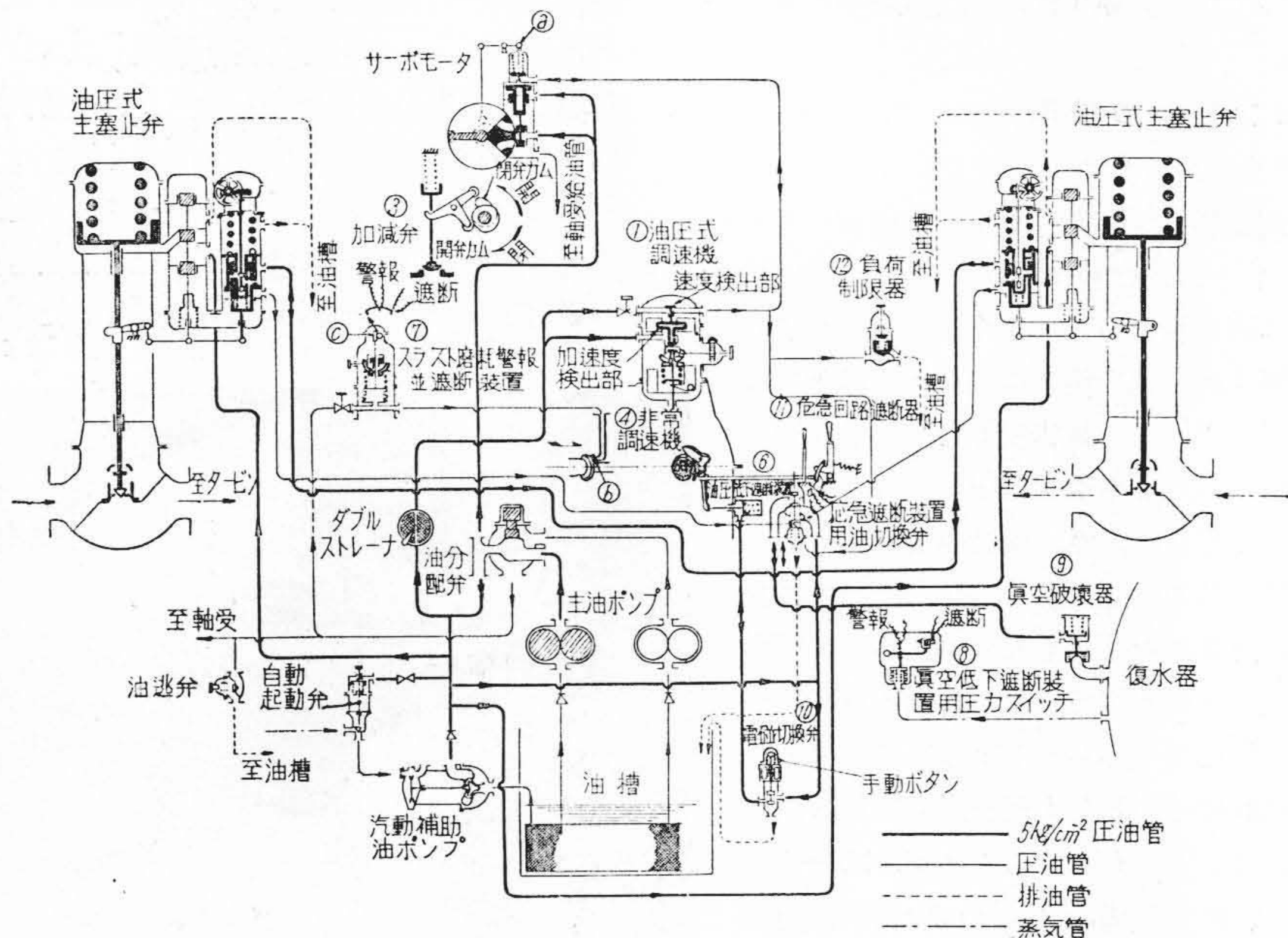
調速装置は全油圧式で第4図はこれの調速機構と非常停止装置の系統図を示す。調速器は単一重錘式で小型にして最も感度良く、高圧タービン車軸前端よりフレキシブルカップリングに依つて回転される可撓軸に取付けられたウォーム歯車により主油ポンプと同じく駆動される。重錘の上部には回転の変化による重錘の変位を油圧に変換せしめる特殊のポート弁と、急激な負荷変化即ち速度変化に応動する加速度検出体とあり、何れも調速油圧を鋭敏適確に変化せしめて速度調整を行うとともに、最大負荷運転時より急激に無負荷に負荷遮断した場合の瞬時速度上昇率を従来のものより低くなるよう設計されている。調速器上部の特殊ポート弁に依り変化した油圧は、サーボモータ入口のパイロット弁を動かしサーボモータに圧油を送入し、カム軸を回転し加減弁をカムに依り開閉して負荷即ち速度の調整を行う。主塞止弁はター

ビン両側に2箇あり、蒸気室の両側の入口にそれぞれ蒸気を送る。主塞止弁は油圧開閉方式で油圧シリンダ前のパイロット弁を動かすために設けられた小さなハンドルを回転するのみで、極めて軽快敏速に操作が出来る構造である。

保安装置としてはタービン異状過速時動作する非常遮断装置の外に油圧が異状低下した場合に仿く油圧低下時のタービン停止装置、復水器の真空が異状低下した場合の警報及びタービン停止装置、タービンスラストが急速異状磨耗した場合のタービン停止装置、タービン側保安装置が動作した場合、発電機を直ちに並列解除を行う危急回路遮断装置、発電機側事故に依りタービンを急停止せしめるための電磁弁、負荷を或る一定以上負わしめないための負荷制限器及びこれ等保安装置が動作した場合復水器真空を破つてタービンの減速を早める真空破壊装置がついている。第5図はこれ等保安装置の動作系統図を示す。

#### D) ロータ回転装置

ロータ回転装置に依るタービンロータの回転数は約3.5r.p.m.で、タービンロータを本装置に依り回転しながらその儘起動蒸気を送り、回転上昇せしめても加速初期に於て咬合歯車が自動的に外れる自動嵌脱式である。このロータ回転装置の駆動電動機は補助油ポンプが起動し各軸受メタルに十分な油量が供給されるに必要な油圧がなければ、スイッチが入らぬ構造となつている。又こ



第4図 調速装置及び非常停止装置系統図

Fig. 4. Schematic Diagram of Governing Mechanism and Emergency Stop Device

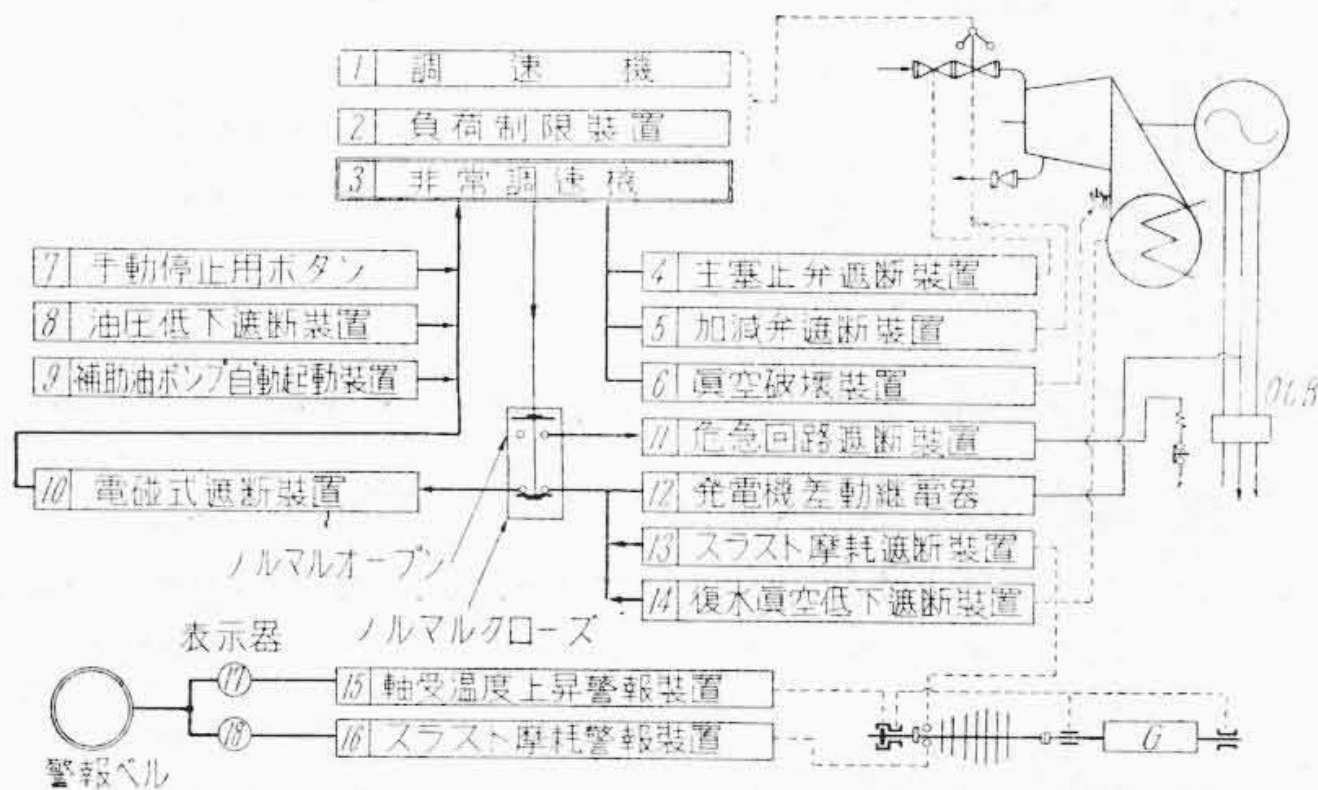


の咬合歯車の嵌脱は本装置のそばで手動でも可能であるが、タービン前端に配置された操作盤にて遠方でも操作出来るよう考慮されている。第6図はこの回転装置を示す。

### (3) 復水器

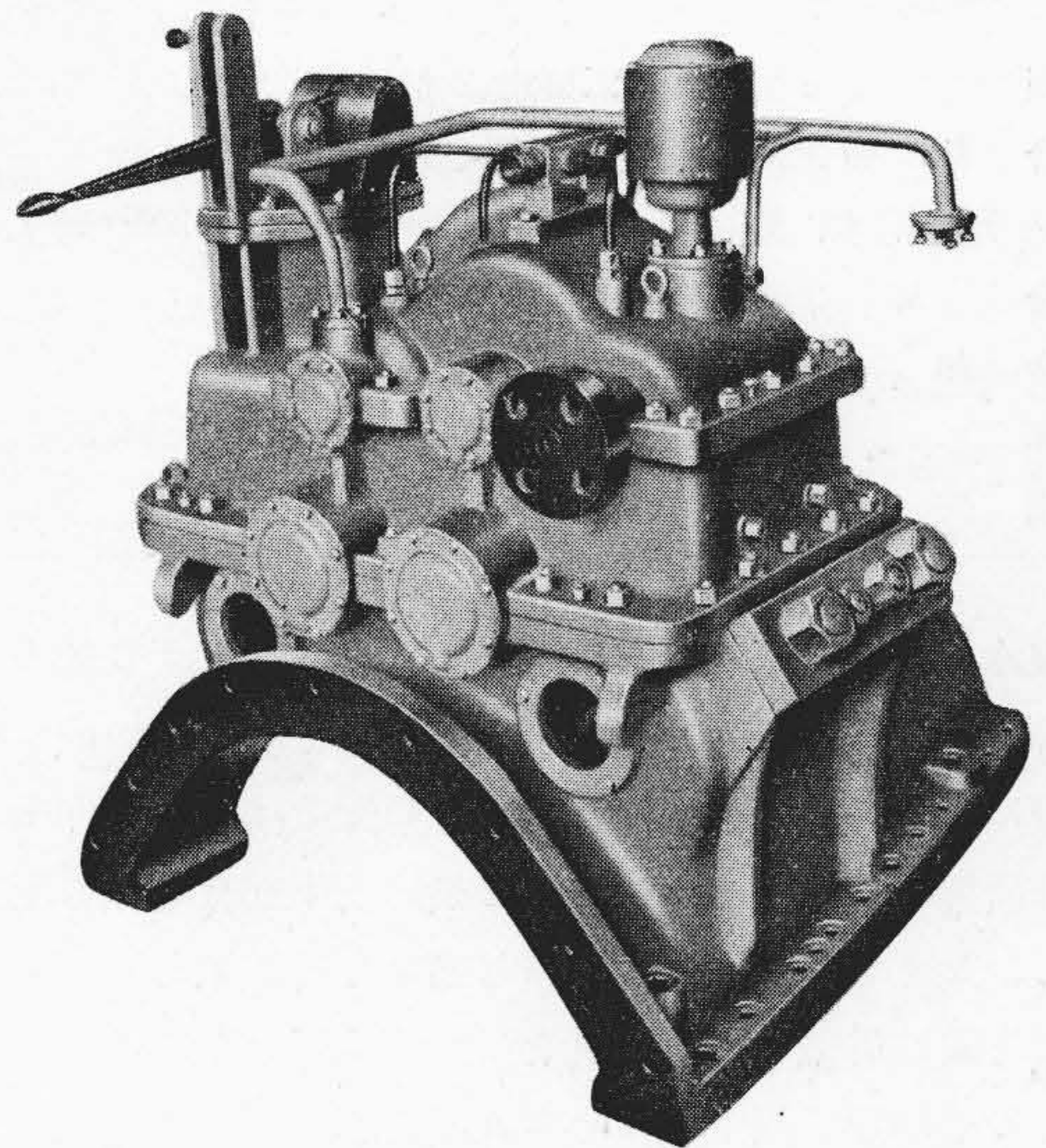
復水器は低圧タービン車室の真下にタービン軸とは直角に前部排気口と後部排気口とに2台配置され、この2台の復水器は上部の排気導入口に設けられた大きなバラ

ンスパイプに依り連絡されている。復水器は1台毎に4箇のばね支持装置に依り床面より支持されている。第2表(次頁参照)はこの復水器の計画仕様を示す。



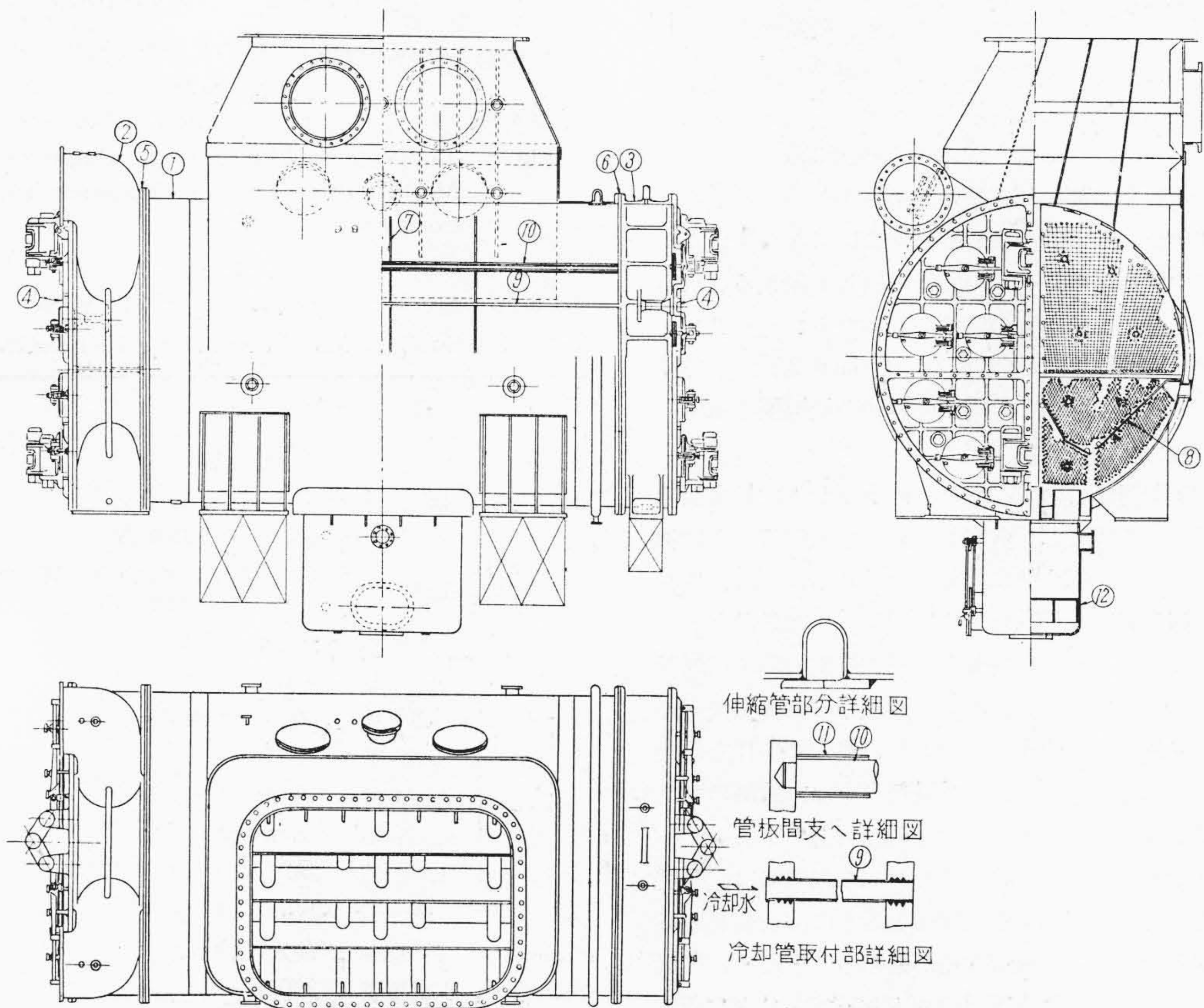
第5図 保安装置動作系統図

Fig. 5. Schematic Diagram of Safety Equipment



第6図 ロータ廻転装置

Fig. 6. Turning Gear



第7図 復水器

Fig. 7. Surface Condenser



第 2 表 復水器の計画仕様  
Table 2. Specification of Surface Condenser

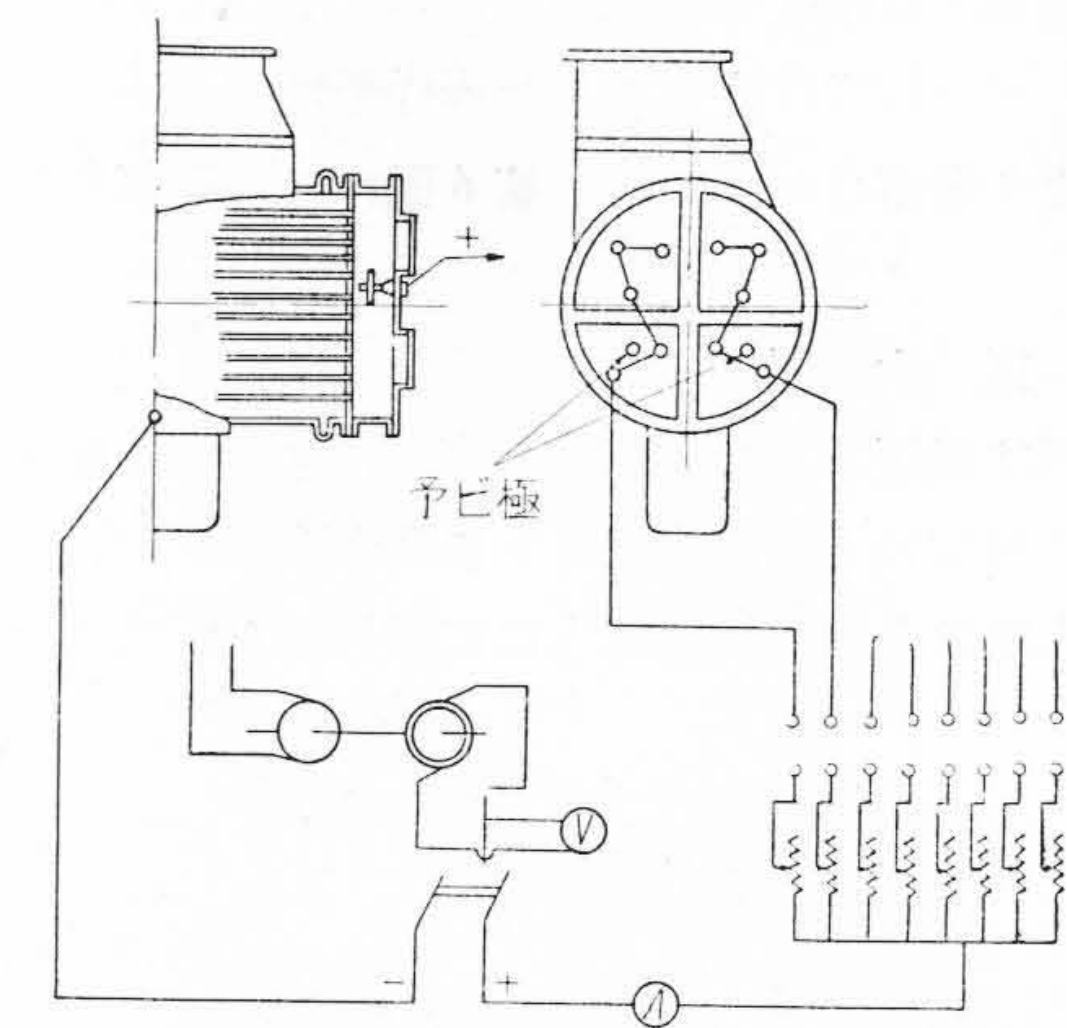
| 項 目       | 仕 様                         |
|-----------|-----------------------------|
| 型 式       | 表面接触 2 折流型                  |
| 冷 却 面 積   | 2,400 m <sup>2</sup> × 2 台  |
| 処 理 蒸 気 量 | 156,800 kg/hr (50,000 kW 時) |
| 冷 却 水     | 海水 18°C (最高 30°C)           |
| 冷 却 水 量   | 16,000 t/hr                 |
| 真 空       | 730 mmHg (50,000 kW 時)      |
| 損 失 水 頭   | 3.69 m                      |

復水器の構造は第 7 図に示す如くタービンより流入した排気は上部の導入口の中に設けられた案内板に依り冷却管に平均に散布される。冷却管の配置は日立製作所で試作研究の結果最も冷却効果の良い上半部放射状の配置とし、又下半部は 30° 千鳥にし適当なる空巢とバックル板とを設け排気の通過抵抗を少くするとともに凝結水が下部の冷却管に滴下してその表面を濡らし、冷却効果を低下することのない各部とも一様の冷却効率を発揮出来る配置となつている。又中央部約 230 mm の間には冷却管を設けずこの空間よりタービン排気の一部を直接下部復水溜のフラッシュチャンバに導き、凝結水を再熱し脱気作用を行わしめるとともに復水の過冷を防止している。冷却管は管板に対し両端ともエキパンドに依り取付けられているが、冷却管と胴体との熱膨脹差を逃げるため胴体の水返し蓋側に U 字型の膨脹接手が設けてある。水室及び水返し蓋は中央で観音扉式になつているため、運転中でも半区分づゝ冷却管の掃除が出来る。水室及び水返し蓋には冷却管の防蝕のためのカンバーランド電気防蝕法の電極 48 箇（常用 40 箇予備 8 箇）が取付けられている。第 8 図はこの電気防蝕法の結線図を示す。

(4) 給水加熱装置

給水加熱装置はこの 45 kg/cm<sup>2</sup> のプラントに最も適当な 4 点抽気的方式とし、各機器の効率を上げることは勿論プラントとして総合的に熱効率を高めるよう計画されている。第 3 表はこの計画仕様を示す。各加熱器と脱気器の圧力温度とタービン抽気点の圧力温度の間には配管中に於ける損失を十分見込み且つ運転中の漏洩損失 4% は全部過熱蒸気で漏洩するものとし、最も悪条件を想定して計画されているので、実際運転の際は本計画のプラント効率より上廻る効率を示すものと考えられる。

ボイラ給水中の酸素を除去するための脱気器は、3 段加熱圧力型とし脱気効果を上げるとともに軽負荷運転時にも真空とならぬため脱気作用が落ちることなく、空気の漏入もない。又脱気器下部のストレージタンクの外に別に大きな蒸溜水タンクが設けてあり常に脱気された水



| 仕 様                              |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| 陽 極 全 数                          | 48 箇                   |
| 常 用                              | 40 箇                   |
| 予 備                              | 8 箇                    |
| 陽 極 面 積 1 箇 当 り                  | 960 cm <sup>2</sup>    |
| 陽 極 面 積 40 箇 当 り                 | 38,400 cm <sup>2</sup> |
| 冷却面積 1 m <sup>2</sup> 当 り 陽極面積   | 8 cm <sup>2</sup>      |
| 使 用 電 圧                          | 6 V                    |
| 冷却面積 100 cm <sup>2</sup> 当 り 電 流 | 3~5 A                  |
| 全 電 流                            | 144~240 A              |
| 所 要 電 力 最 大                      | 1.44 kW                |
| 陽極 1 箇 当 り 電 流                   | 3.6~6.0 A              |

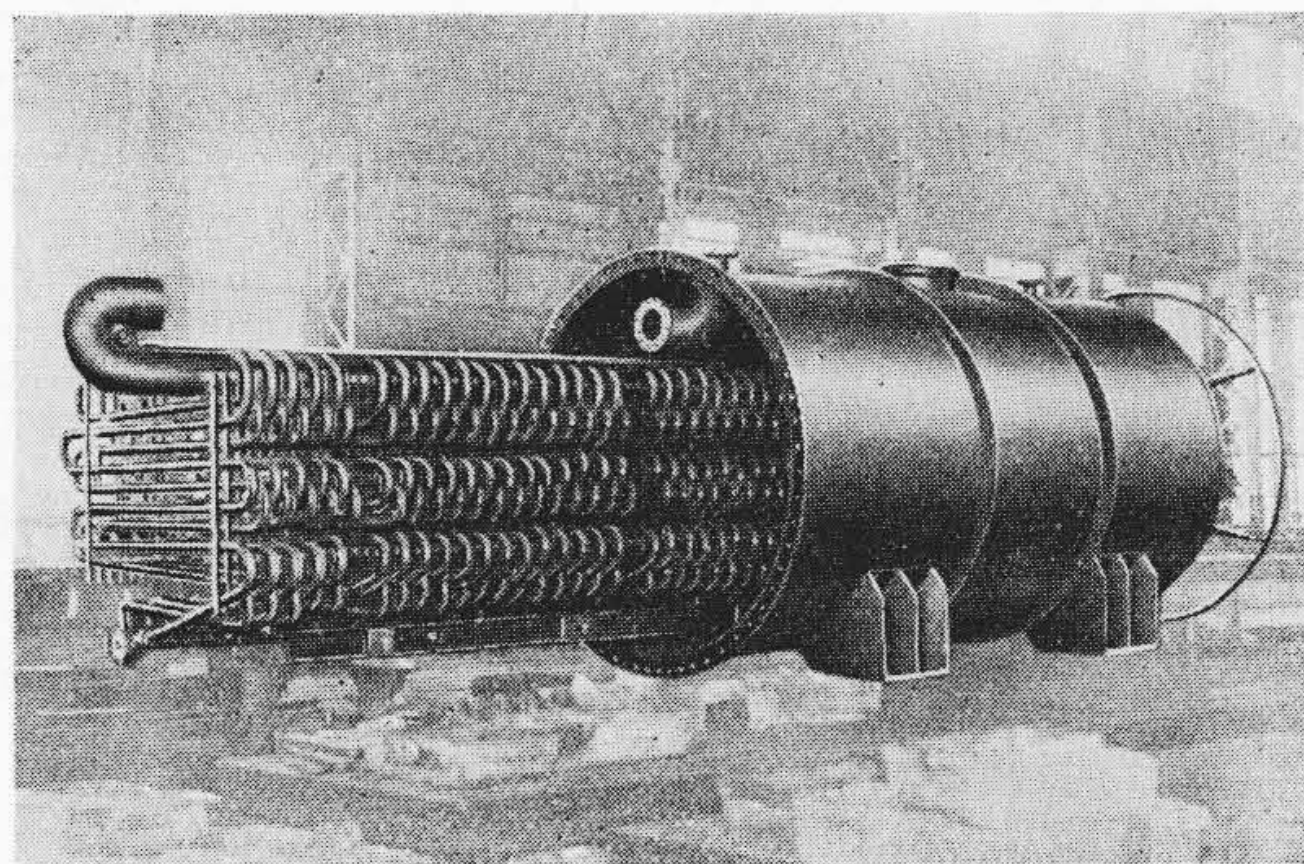
第 8 図 カンバーランド電気防蝕法結線図  
Fig. 8. Connection Diagram of Cumberland Method Protecting for Condenser Tube Corrosion

第 3 表 給水加熱装置計画仕様  
Table 3. Specification of Feed Water Heating Device

| 項 目         | 要 目                                 |
|-------------|-------------------------------------|
| タービン出力      | 50,000 kW                           |
| 抽 気 段 数     | 4                                   |
| 給 水 温 度     | 180°C (50,000 kW 時)                 |
| 補 給 水 生 成 量 | 6,200 kg/hr (50,000 kW 時タービン蒸気の 4%) |
| 生水水質及び温度    | 水道水 13°C                            |
| 汚 水 量       | 1,240 kg/hr                         |
| 蒸 化 器 面 積   | 60 m <sup>2</sup> × 1 台             |
| 蒸 化 器 容 量   | 15 t/hr                             |
| 生水予熱脱気器     | 15 m <sup>2</sup> × 1 台             |
| 排水熱交換器      | 8 m <sup>2</sup> × 1 台              |
| 低圧給水加熱器     | 285 m <sup>2</sup> × 1 台            |
| 蒸 化 蒸 溜 器   | 140 m <sup>2</sup> × 1 台            |
| 脱気器処理水量     | 最大 260 t/hr                         |
| 高圧第一給水加熱器   | 260 m <sup>2</sup> × 1 台            |
| 高圧第二給水加熱器   | 190 m <sup>2</sup> × 1 台            |

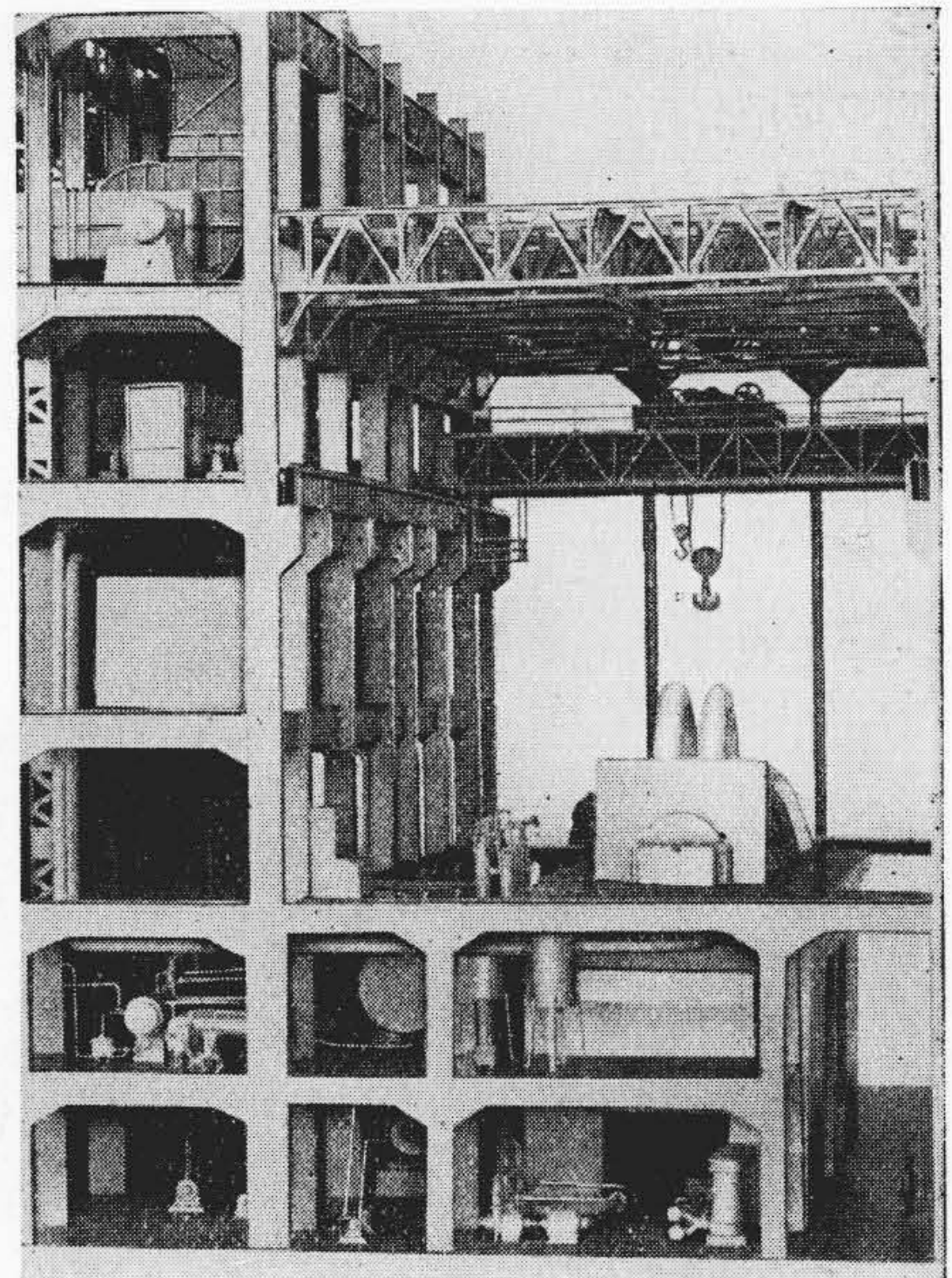


が貯蔵出来る方式とし、全罐水ブローの場合に備えている。ボイラ運転中は常に約 1.5% の連続ブローを行い、罐水の濃度上昇を防止するが、このブローの熱量をフラッシュタンクと排水熱交換器を設けて回収している。蒸化器は一段効果式横型にして従来 2 台設置されたものを第 9 図に示す如く 2 台分の容量を一つの胴体に纏めてあり、胴体上部にはキャリオーバを防止するための特殊な扇形のストレーナーが設けてある。第 11 図は機器配管系統図を示す。尚プラントの美観と操作の容易なる配置とに世界各国とも大いに研究と力とを注いでいるが、我々もこのプラント機器の配置には細心の研究と努力とを

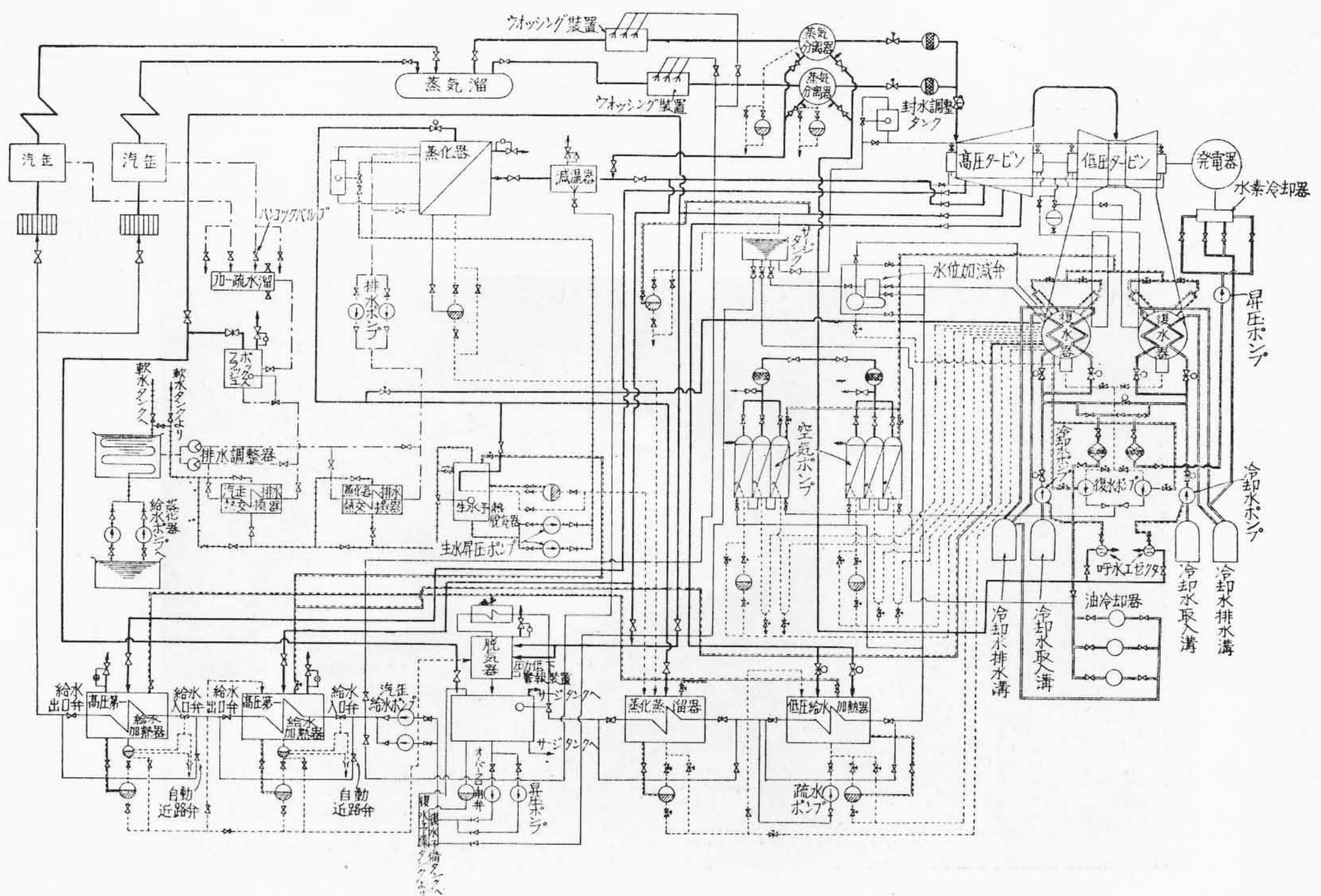


第 9 図 横 型 蒸 化 器  
Fig. 9. Horizontal Type Evaporator

払つたつもりである。更に又各機器は建屋と共に色彩調和も考慮して運転員の精神的能率の向上を計つた。第 10 図はこのプラントの配置を示す。



第 10 図 55,000 kW プラントモデル  
Fig. 10. Model of 55,000 kW Turbo-Generator Plant



第 11 図 機器配管系統図

Fig. 11. Diagram of Machine and Piping



## 〔III〕 発 電 機

## (1) 仕 様

水素冷却の発電機は空気冷却の機械と違って水素ガス圧の変化により出力を増大する事が出来る。仕様もそのため二重の定格を有している。

## (A) 発 電 機

型 式 EFB-K (閉鎖通風横型円筒回転子式)

冷 却 方 式 水素冷却

ガス圧 0.05 及び 0.5 kg/cm<sup>2</sup> (ゲージ)

ガス圧 0.05 kg/cm<sup>2</sup> の場合

出 力..... 50,000 kW

容 量..... 62,500 kVA

力 率..... 0.8

ガス圧 0.5 kg/cm<sup>2</sup> の場合

出 力..... 55,000 kW

容 量..... 67,000 kVA

力 率..... 0.82

電 圧..... 11,000 V

周 波 数..... 50 $\sim$

回 転 数..... 3,000 r.p.m.

## (B) 水 素 装 置

日立独特の方式にして、電解槽より水素を供給する連続掃気式である。

水素供給方式.....電解槽による

純 度 調 整.....連続掃気式

ガス圧力調整.....自動圧力調整

軸 密 封 方 式.....シーリング油に依る

油 処 理 方 式.....真空処理

ガス置換.....炭酸ガスを媒介とする

## (C) ガ ス 冷 却 器

水素ガス冷却器は2箇所よりなり、発電機耐圧ケーシング内に置かれる。

冷 却 方 式.....表面冷却型

冷 却 水.....海 水

冷却水入口温度..... 30°C

## (D) 励 磁 機

励磁機は発電機に直結せず、別置方式を取り三相誘導電動機により駆動される。

主 励 磁 機

型 式 EFUB<sub>1</sub>L-SP (閉鎖通風型他励分巻式)

出 力..... 220 kW

電 圧..... 250 V

回 転 数..... 1,000 r.p.m.

副 励 磁 機

型 式 EFUG<sub>1</sub>-K (閉鎖通風型自励複巻式)

出 力..... 5 kW

電 圧..... 110 V

回 転 数..... 1,000 r.p.m.

駆動電動機

型 式 EFU-KK<sub>1</sub> (閉鎖通風型二重籠型回転子式)

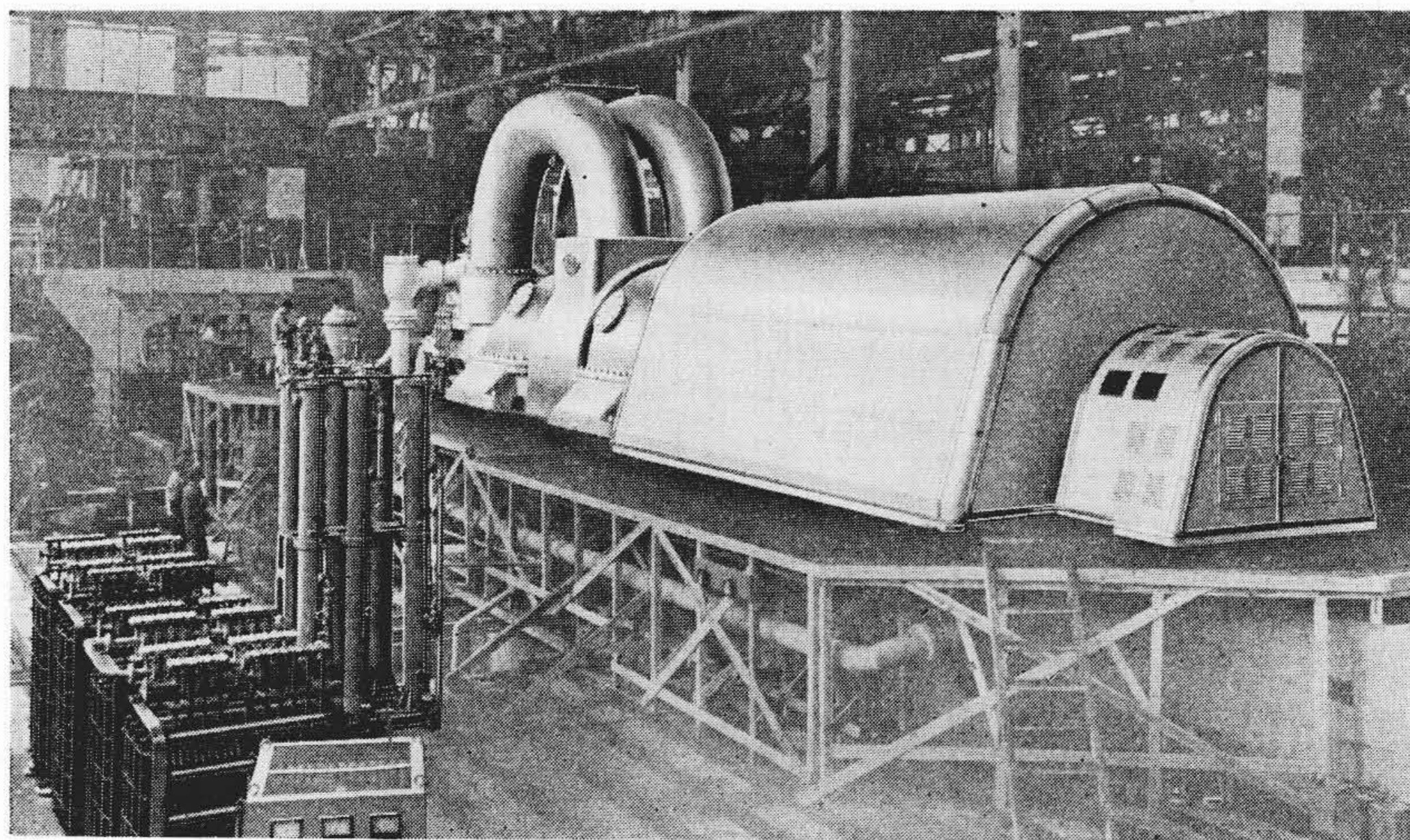
出 力..... 250 kW

電 圧..... 3,000 V

相 数.....三相

周 波 数..... 50 $\sim$

回 転 数..... 1,000 r.p.m. (同期速度)



第12図 55,000 kW ターボ発電機

Fig. 12. 55,000 kW Turbo-Generator



## (2) 発電機の構造

### (A) 概要

水素冷却ターボ発電機の構造は、今迄の空気冷却機と異なり色々な特色がある。その主要なものを列記すると

- 外部を気密なケーシングで完全に包んでしまうと共に、万万一水素ガスの爆発が生じても何等外部に危険を及ぼさないよう耐圧構造にする。
- 回転子軸がこの気密ケーシングを貫通する部分にオイルシーリングが施され、水素ガスの漏洩を防ぐ。
- 水素ガス冷却器は耐圧ケーシングの中に納められる。

以上のような事の外、外部的条件も無視出来ない。このうち最も重要なものは輸送の問題である。大容量機になると必然的に考慮を払われねばならないが、気密耐圧のケーシングは、簡単に分解組立構造にする事は出来ない。

今回の潮田火力発電所用水素冷却 55,000 kW ターボ発電機は、以上のような諸問題を見事に解決し固定子は工場で組立完成したまま、寸法重量とも問題なく日立工場より潮田火力発電所まで鉄道にて納送する事が出来、別に輸送のため特殊貨車を新製する必要はなかつた。

機械全体の構造は回転子を支える方式としてタービン側はタービンの低圧ケーシングで、スリップリング側はペデスタルでそれぞれ支える事にした。かくすれば据付及び振動の防止に就いて今迄の空気冷却機の経験を十分に生かす事が出来、運転保守に安全確実性が得られる。

耐圧ケーシングは固定子枠の剛性を強めると共に  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  の水素空気混合ガスの爆発が万万一生じても安全なよう丈夫にし、 $12 \text{ kg/cm}^2$  の水圧試験を行つて強度を保証した。気密に対しては  $2 \text{ kg/cm}^2$  の空気試験をし、漏洩は皆無に近い事が立証された。

機内の冷却風の通風路は日立製作所の特色ある分布通風方式を採用しているが、暖められた風は耐圧ケーシング上部軸方向に置かれた水素ガス冷却器により冷却され、回転子両端にある軸流ファンによつて機内に押込まれる。

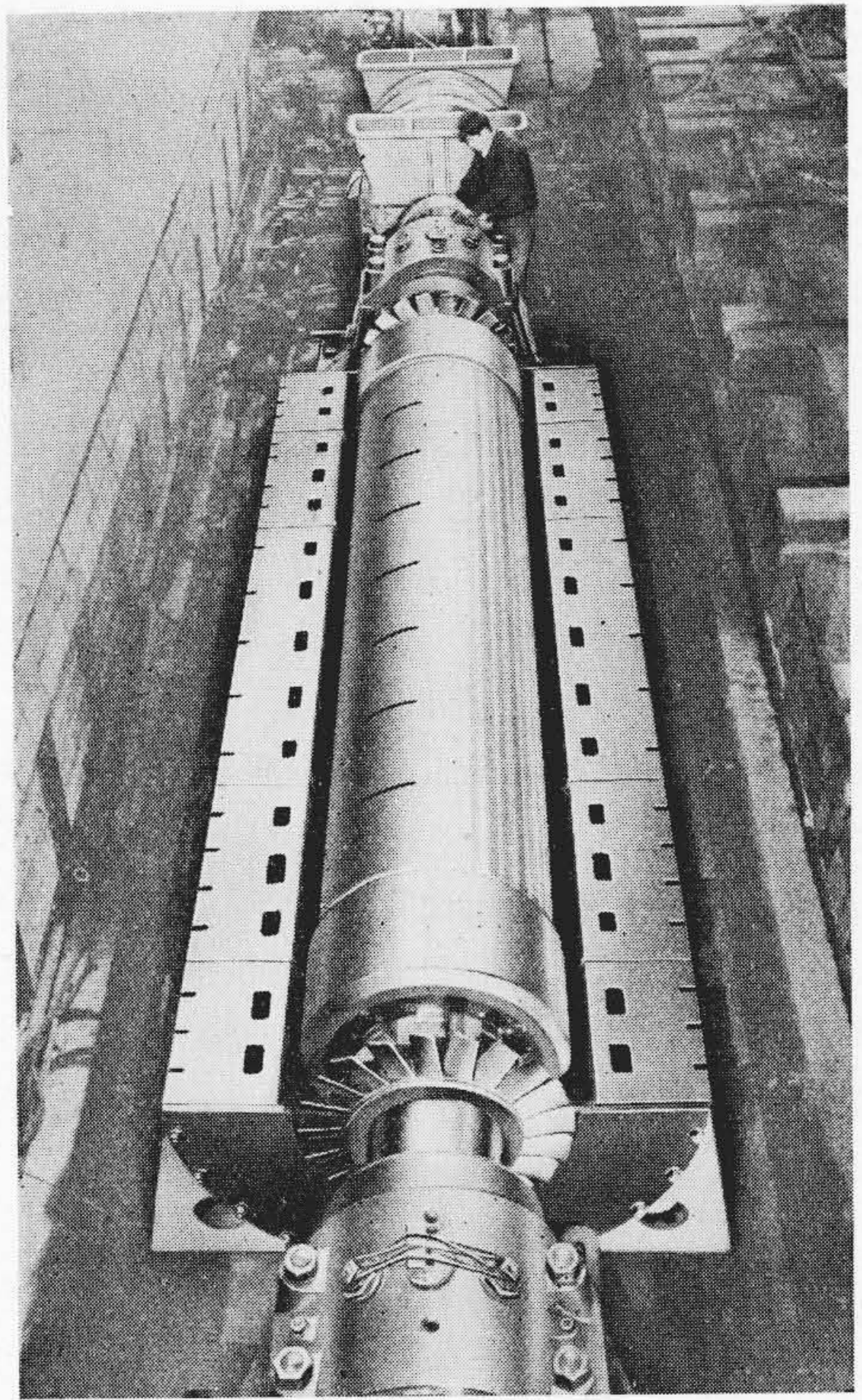
オイルシーリング装置は耐圧ケーシング両端のエンドカバーに取りつけられている。ここでは特に風の流れを制御してシーリング油の霧が機内に侵入する事を防いだ。

ガス冷却器は二つのユニットにして耐圧ケーシング上部に軸方向に置かれ、冷却器と耐圧ケーシングとの温度差による熱膨張は自由に逃せる構造にしてある。

以下各部に亘つて説明する。

### (B) 固定子

固定子は完全に組立られたまま鉄道輸送出来るように



第13図 回 転 子  
(ヒーターボックスに入れている所)

Fig. 13. Rotor in the Heater Box

設計された点に最も特長がある。外周は水素冷却機の特色である円筒形の耐圧ケーシングで包まれている。外径は出来るだけ小さくするよう工夫され例えばフランジは特殊鋼のボルトで締めつけられている。

水素ガス冷却器は耐圧ケーシングの上部に軸方向に2箇所配置した。冷却器の置き方は発電機の四周に縦方向に置いたもの、発電機の上部に軸と直角方向に2箇所置いたもの等発表されているが、この度採用した方式が最も輸送限界に対して有利であり、耐圧上合理的な構造となり更に好都合な事には、日立ターボ発電機の特長である分布通風方式に適切なる方式となつている。

外径を輸送限界内に収めた事によつて生ずる通風の困難さは、通風路の周到に注意された平衡によつて解決され、初めの予定通り毎秒三十数立方メートルの通風が行われている事が試験より立証された。

特殊貨車を新製せず鉄道輸送されるためのもう一つの問題即ち重量制限に対しても色々な研究による処置が取られた。

耐圧ケーシングの外径が小さくなつた事は重量軽減にはよい結果であつた。外径寸法が小さくなる事によつて



ハウジングの振動に対する剛性が弱くなる事は、各部材の配置の合理化によつて救われた。次に耐圧ケーシングのコイルエンド附近の両端は別に切り離して継ぎ加える方式にした。

又電気発生部分は全然軽減する事は許されないが、鉄心押え板等はリングキーで止める構造とし、リブ等をつけて軽量にして強度並びに剛性の強い形にした。

さて鉄心及びコイル等電気発生部分に就いては遺憾なく水素冷却の特色が取り入れられた。即ち既に詳細な試験データを得ておる試作 2,500 kVA 水素冷却ターボ発電機、或は東電花畑変電所水素冷却 20,000 kVA 同期調相機の成績を基礎として設計された。

鉄心は現在入手し得る最上の T-120 を使用、ワニス焼付絶縁をほどこし、鉄心押え板は非磁性金属を使用した。鉄心積みには特殊な油圧装置を用い、占積率は90%以上を確保している。鉄心の積み区分は水素冷却なる事を考慮すると共に、大容量機としての通風を考え中央部と端部とで若干の差を持せて中央部に冷い風がより多く通るようにした。

コイルは日立製作所独特の優れた半乾式絶縁を用いている。即ち転位して絶縁された素線をコンパウンド真空注入を施し、その上にワニス焼付の袋巻絶縁物により対地絶縁が行われた。

その上にはコロナ防止の塗料が塗られている。スロット外のコイルエンドはハーフ・インボリュートカーブで接続され、三相短絡が起つても何等変形を起さないよう強固に保持されている。コイルは最も理想的なコイルピッチを採用し、そのエンドの軸方向に対する角度の取り方と共に鉄心押え板及びコイルエンドカバーの非磁性と相まつて、漂游損失を軽減し局部加熱を十分に防止している。その上、水素冷却なる事を考慮しコイルエンドの間隔は十分小さく取り、その鉄心より出張る長さを可能な限度に短縮して機械の設計を容易にした。

### (C) 回 転 子

回転子の設計は十分安全な優良材料を用い、安全率を高くして猶且つ電氣的に余裕あるようにする事が最も大切な事であり、運転保守に対してはバランスが良く取れ振動の無い機械にする事が重要である。この機械には現在日本で得られる最も優秀な材料を用いた。シャフトは Ni-Cr-Mo 鋼であり、コイルエンドの保持環は日立製作所水戸工場で研究完成された非磁性特殊鋼と Ni-Cr-Mo の特殊鋼とを組合せて使用している。非磁性特殊鋼を保持環に使用すると、回転子の磁束を通す能力が増大し、漂游損失を減少させる効果がある。

単一鋼塊より削り出されたシャフトは、振動特性をよくするため磁極の所には軸と直角方向の切り込みを入れ

た。通風孔はコイル下のダクトや歯に軸方向半径方向に作られた孔により形成される。

コイルは銀入特殊銅線を用いた。日立製作所電線工場で研究製作されたもので硬度は今迄用いられた軟銅線の 5 割以上も高く導電率は何等遜色のないものである。これを適当な型に成形した後スロットに納めた。

絶縁はマイカペーパー、マイカプレートを主体とし、アスベストその他をそれぞれの場所に応じて組合せ使用した。

特にこれ等絶縁物及びワニスは、日立製作所絶縁物工場で精選して製作された原料を用い、その使用に当つては同工場の研究成果を採り入れて実施した。

ファンは軸流送風であり特にファンガイドを用いた優秀な設計のものである。水素冷却機では風損は激減しファンの能率等はあまり問題にならないのであるが。優れた機械を製作するため万全の策が周到に行われている。

スリップリングは軸受外部に置かれた。リード線は中心孔を利用して引出されている。リード線は途中で弱点を作らないようコイルよりスリップリングまで継ぎ目なしで引き出す方法を講じている。又水素冷却なるため気密にする事が要求され、中心孔出口に於てパッキングにより完全に漏洩を防いでいる。

回転子に就いては振動を生じないようにバランスに対して極めて慎重な注意が払われた。シャフトは低温のみならず、温度上昇をした状態に於ても軸心が狂わない事を確認した後加工が進められた。そして加工の終つた時及びコイルが納められた時等にも静的なバランスを検討した。完成後は冷い状態とコイルの温度上昇した状態とでバランスの状態が定格速度で変化しないことを確めた。

定格速度に於けるバランスは、回転子コイル端板に設けられたバランスウエイトのみならず回転子中央附近にもバランスウエイトをつけて測定し、十分なバランスをとつた。

回転子の材料に対しては厳密な試験を行つた。

シャフトに対しては今迄の如き一般試験の他、コアドリルによつて鋼塊深部より試験片を採取し、超音波探傷試験と併行して徹底的な調査が行われ安全確実なシャフトなることを実証した。

超音波試験は次のようにして行つた。被試験シャフトは旋盤上で表面を仕上げた後、非常にゆるやかな回転を与える。超音波探傷器の探触子は適当な器具で支えられ、カナ台に取りつけられシャフト回転数に応じた送りがかけられた状態にて、シャフトに接触させられる。かくすれば常に同一状態で探触子はシャフトに接触させる事が出来、シャフトに就いては全周残す事なく探傷される。



探傷結果は図面上マッピングして記録される。

日立工場としては既に日立研究所を中心としたターボ発電機のシャフトに対しての超音波探傷器の測定結果に対する検討を行っており、10 ton を超すシャフトが切断されて実験に供され種々な研究が行われている。

これ等の総合判断によつて探傷結果の最も不良と思われる箇所よりコアドリルにより試験片が採取され、引張り試験、破断試験、或いは顕微鏡による組織の検討により超音波探傷器に反射を生ぜしめる不良箇所の性質が調査せられる。

大容量ターボ発電機ロータシャフトでは完全に無反射という事は期待出来ず、冶金学的判断や中心孔検査と超音波探傷試験によつたコアドリル試験片による判定と相まつて採否決定がなされた。

エンドコイルの保持環に対しても超音波探傷試験を行つた。保持環は非常に大きな応力が生ぜしめられると共にその大きさもシャフトより一段と小さい故完全無欠なる事が要求され、これに合格したものが使用された。

#### (D) そ の 他

発電機の出力端子はスリップリング側の下部に取りつけられ、中性点側3本、ライン側6本のブッシングを用いた。ブッシングは日立製作所多賀工場で特殊に設計製作されたもので、20,000 V の絶縁段階のものを用い、貫通導体が熱膨張しても何等心配する事のないような取り付け方法を用いている。ブッシング取り付け板は非磁性金属を用い、電流に依る渦流損のための局部加熱を防いだ。そしてこの部分は  $12 \text{ kg/cm}^2$  の水圧試験にも又気密試験にも問題なく合格している。

サーチコイルは固定子コイル温度測定用のみならず、ガス温度測定用にも用いられ、一括して気密な端子板より取り出された。

ガス温度測定用には又別に丸型温度計が用いられているが、耐圧ケーシング貫通部には特殊構造となし気密にせられている。

軸電流防止装置はスリップリング側のペデスタル、及びオイルシーリング装置に施されている。共にベークライト板で絶縁され絶縁ボルトを用い完全に遮断された。

オイルシーリングは耐圧ケーシングのエンドカバーに取りつけられ、2箇所よりなりこの2箇所のリングの間よりシーリング油が押込められる。シーリングリングは軸受メタルの直ぐ傍にあり、リングを通して流出したシーリング油のうち機外に流れたものは軸受油と一緒に流れて去り、機内に流れたものは油切り、ラビリンスで止められリングを取りつけるエンドカバーの内側のボックスを経て機外に流出するようになっている。

ここでは風が機内よりシーリングリングの方へ流れる

ようになっているので、油が機内へ噴霧状になつて侵入する事はない。

### (3) 水 素 装 置

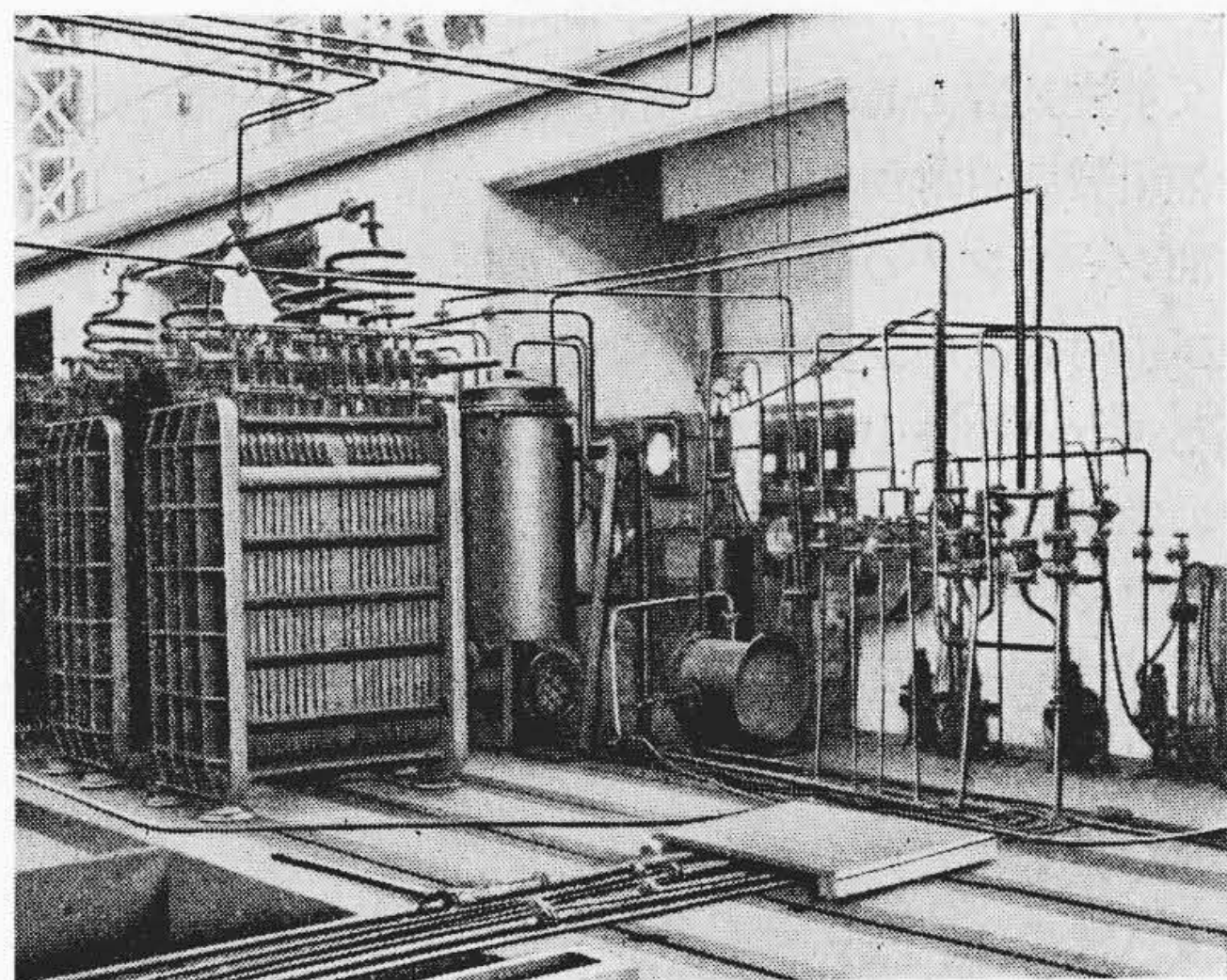
#### (A) 概 要

このターボ発電機の水素冷却は水電解槽による連続掃気式水素供給方式である。

水素冷却の機械でその運転を完全ならしめる第一の条件は水素純度を絶対に爆発限界外にする事である。そのため水素装置としては

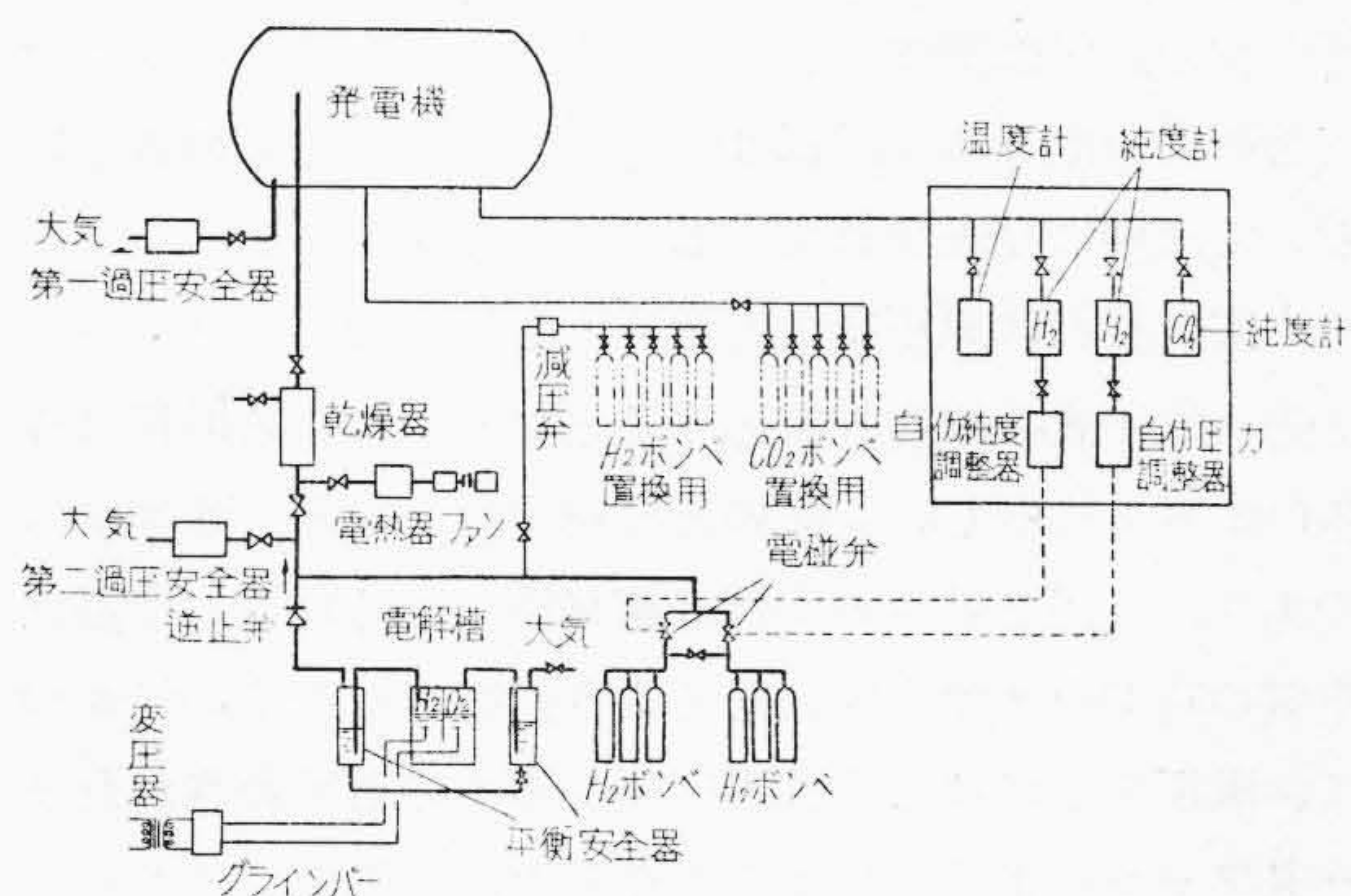
- 機内のガス圧を大気圧より約 50 mm 水柱以上に保つて外部より空気の侵入を防ぐ。
- 油シーリング装置等で空気が油に溶解して侵入する事に対しては油の真空処理、或は純度を保つに必要な水素を常に補充し掃気を行わしめる。
- 油シーリング装置では油の確保を絶対的に保持する。

等が重要事項となる。a) b) に対しては自動操作機構により圧力、純度の低下に応じて水素を補給する消極的な



第14図 水素ガス装置

Fig. 14. Hydrogen Gas Set



第15図 水素ガス供給系統

Fig. 15. The System of Hydrogen Gas Supply



方式も考えられるが、今回は予想される必要な水素補給量に対して十分な安全率を取った水素を常時連続補給し積極的に機内のガスを新陳代謝掃気せしめた。一般に耐圧ケーシングの気密は完全で漏洩は無いのであるが、発電機の運転停止によるガス温度の変化によるガス圧の変化があり、このため機械のガス圧の変化範囲に対しては相当な幅を持たせてあるものの、やはりガスの放出或は補充の必要が生じる。これは見掛けの漏洩として表われるであろう。

次に油シーリングに於ては油の真空処理によつて油中の空気が殆ど除去されるのであるが、若干は機内へ空気が持ち込まねばならない。

これ等の事が考慮され、連続掃気の水素補充量が決定されるのであるが、一般的に見て 55,000 kW のターボ発電機では大体 500 mmWG 程度のガス圧に対して多い目に見て 2~3 m<sup>3</sup>/day 0.5 kg/cm<sup>2</sup> のガス圧では 6~10 m<sup>3</sup>/day であろう。潮田発電所納のこのターボ発電機の水素装置は 1 m<sup>3</sup>/hr, 即ち 24 m<sup>3</sup>/day の水素を絶えず補給するようにし十分に安全側にとつた。

又補充装置として自動操作機構によるポンペよりの水素補給装置も附加されている。

油シーリングの油系統は真空処理のための真空タンク並びに附属品が置かれ、特にシーリング油ポンプはこの真空タンクの油中に置かれた。油ポンプが空気を吸い込むのを防ぐためである。それから又油シーリング装置にヘッドタンクを準備してある。シーリング油の確保に対して如何なる巧妙な装置もヘッドタンクに比すれば安全確実性は劣るとは常識的な事であり、日立製作所のこの着想は最も正しい行き方であろう。

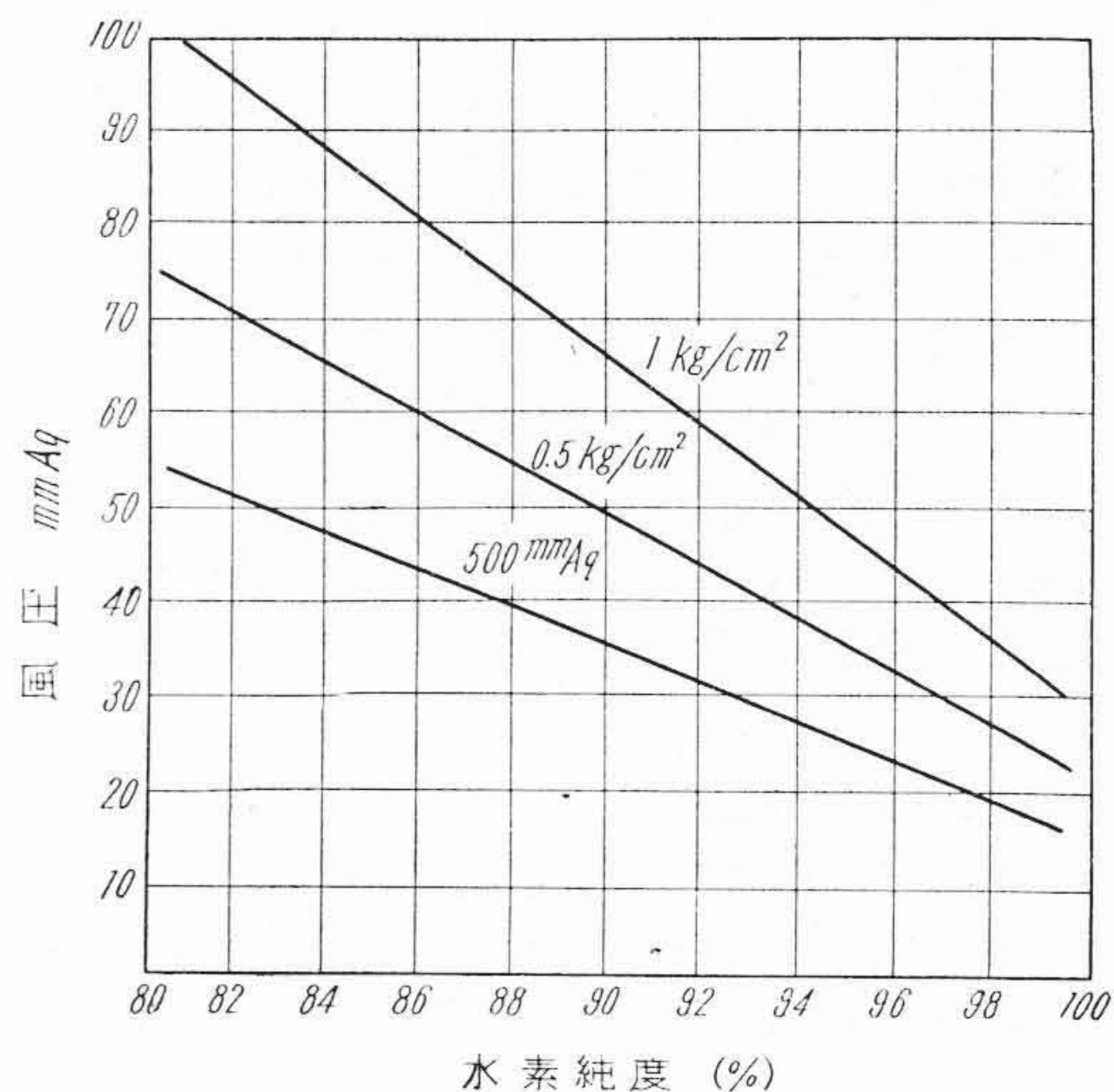
ガス置換は炭酸ガスを媒介とする方式を取っている。

各種計器は日立製作所多賀工場で設計製作された。計器は確実にして乱暴な取扱いによつても絶対安心出来るようなものでなくてはならない。日立製作所として発電所全体の計画に關聯し、日立工場と多賀工場との間に緊密な連絡を取りつゝ計器は製作された。計器類の詳細に就いては別に発表されている。<sup>(1)</sup>

水素純度計は風圧式と光学式とを用いた。

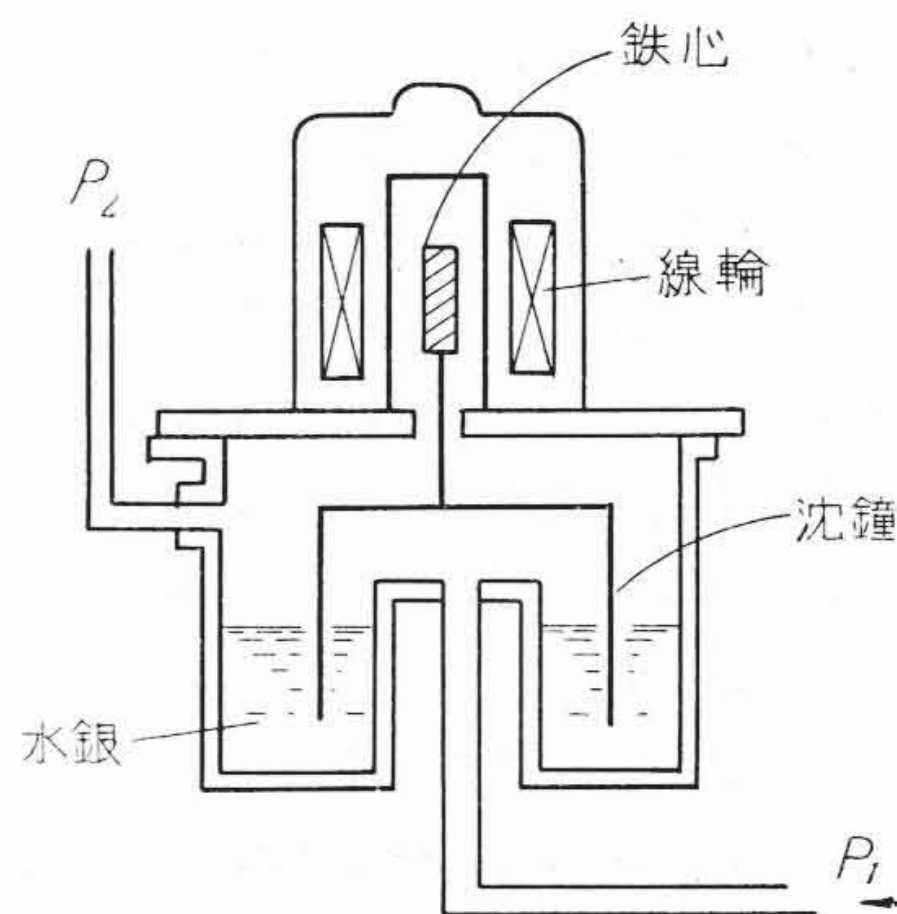
先づ風圧式と純度計を述べるとファンによる風圧はガスの密度に比例し、空気の密度を 100 とすると水素は 7 であり、風圧と純度の関係は第 16 図の如くなる。今回は空気の時 200 mmWG になるよう計画されたものであつて、風圧としては発電機内に生じるものと別置されたモータファンによるものを利用した。

計器はこの風圧を取り出す沈鐘式の発信器と、指示と記録或はリレーをもつ受信器とより成る。風圧の変化は水銀中に浮べられた沈鐘を上下させる。発信器受信器と



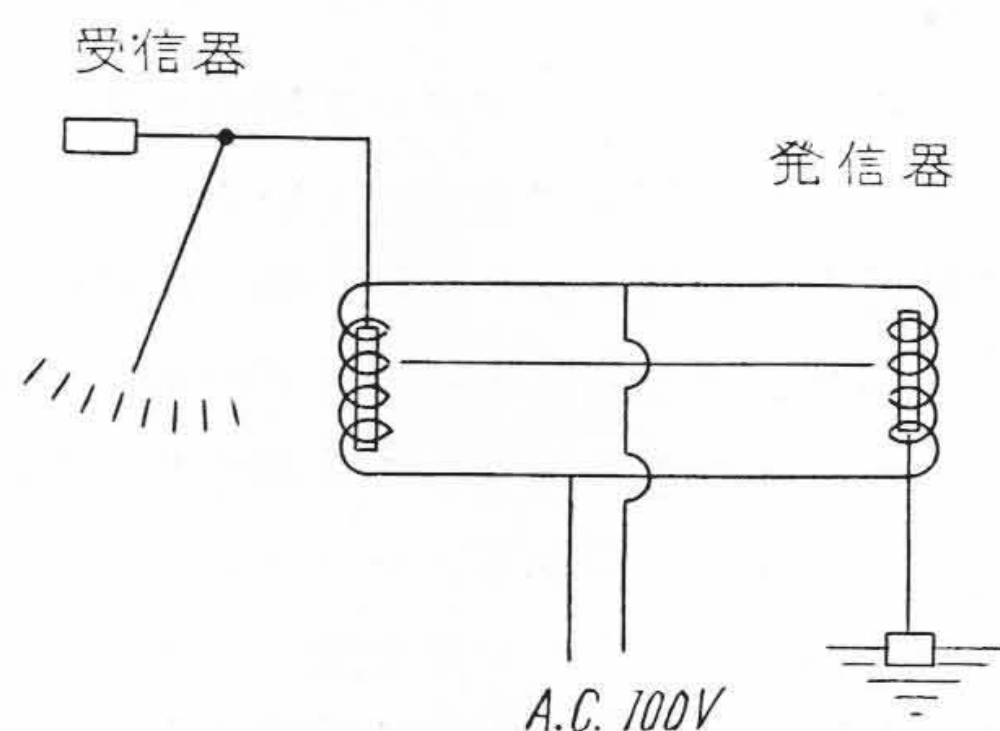
第 16 図 風圧と水素純度との関係 (空気の時 200mmWG とす)

Fig. 16. Relation between Hydrogen Purity and Fan Pressure (200 mmWG at Air)



第 17 図 風圧式純度計 (発信器)

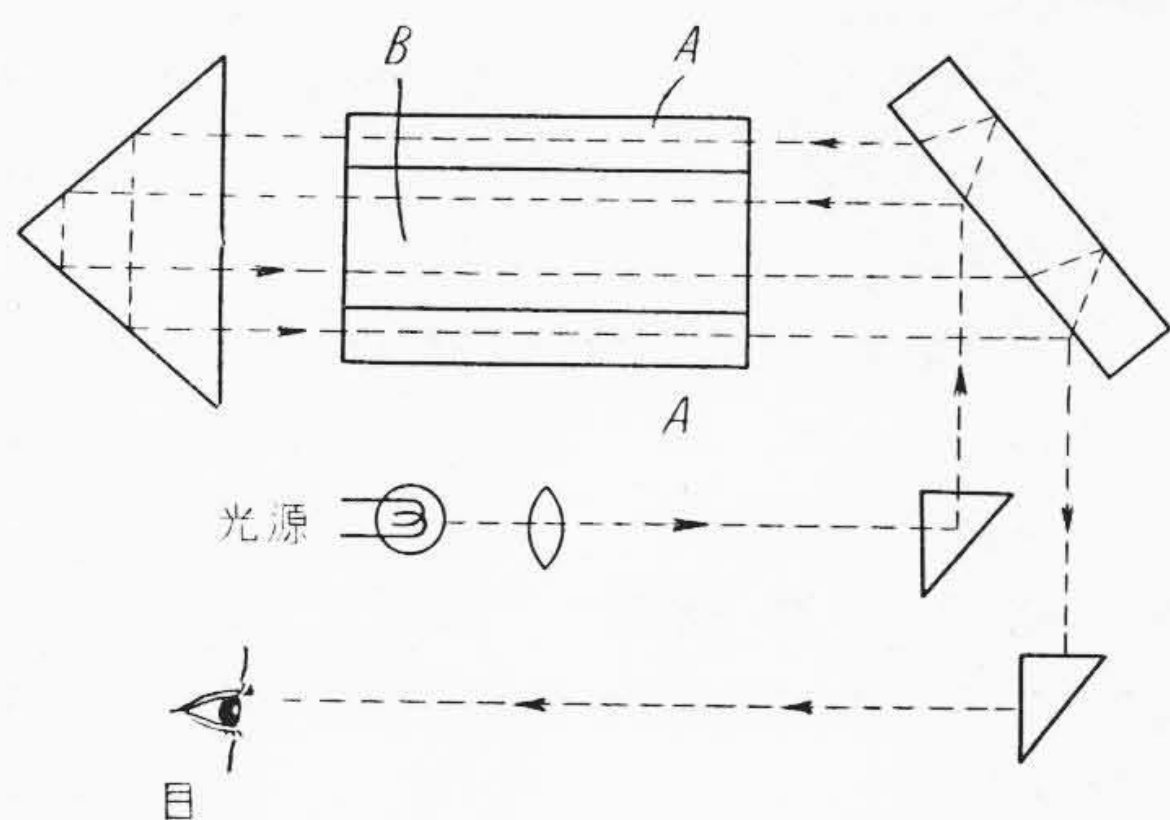
Fig. 17. Hydrogen Purity Meter



第 18 図 純度計用発信器と受信器との連結用電気回路

Fig. 18. Electrical Circuit Connecting the Sender and the Receiver of Hydrogen Purity Meter





第19図 光学式純度計の原理

- (A) 空気を入れる部屋  
(B) 試験水素ガスを入れる部屋

Fig. 19. The Principle of Optical Hydrogen Purity Meter

- (A) A Part of Air  
(B) A Part of Test Hydrogen Gas

の間の連絡は電気誘導型の機構によるものであつて、発振器では沈鐘の上部に鉄片があり外部にコイルがあつて発信し、受信も同様な装置が置かれ発振器の鉄片の上下に応じて受信器中の鉄片が上下するようになっている。その電気回路は第18図に示されている。

光学式純度計は空気と水素とで光の屈折率の違いの利用したもので、同種類のものが既に広くメタンガス検定器として用いられている。第19図に原理図を示す。

風圧式純度計は連続指示であるが、光学式純度計は所要の場所よりガスを採取して測定するものである。

以下各部に渉り述べることにする。

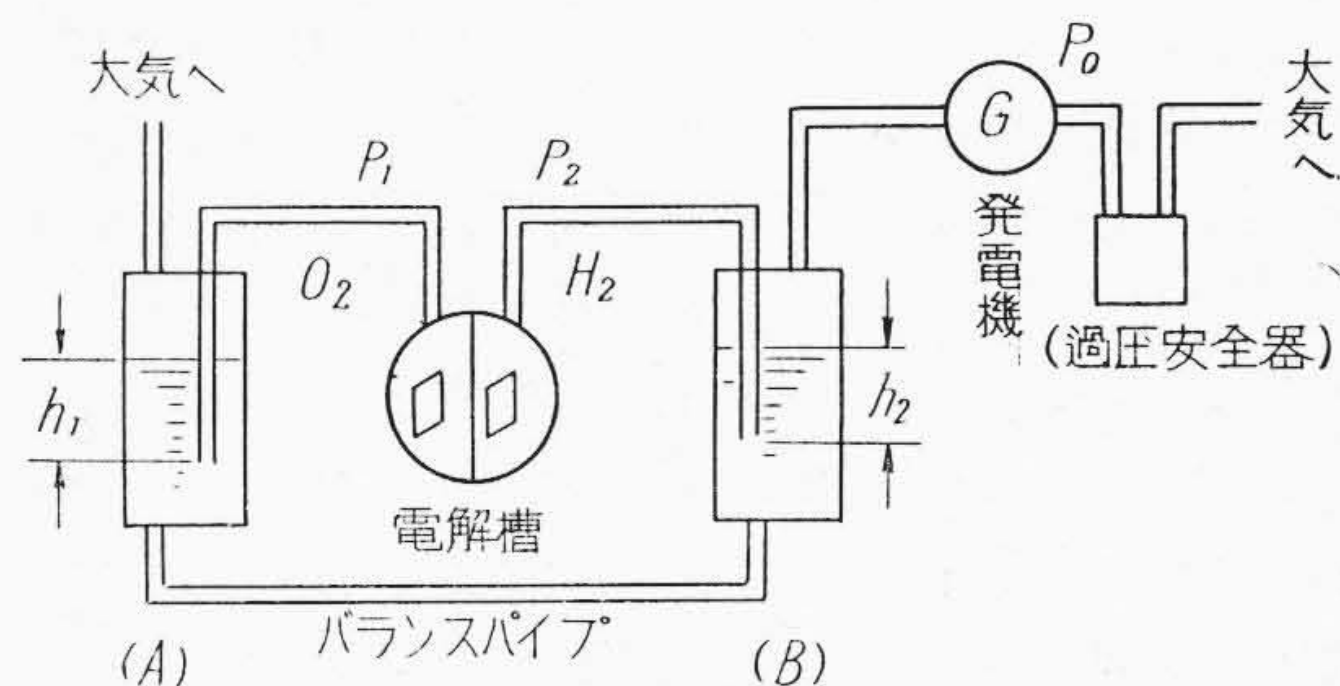
#### (B) ガス装置

電解槽による水素の補給系統は第15図の如くなる。電解槽より出た水素は安全器、乾燥器を経て本体に到り過圧安全器を経て大気へ放出される。

電解槽に於ては酸素側と水素側とのガス圧のバランスが重要な事である。酸素側は安全器の水柱にてヘッドを持たせ、水素側は安全器の水柱と過圧安全器に於ける水銀のヘッドとの和を持たせてある。機内ガス圧の温度等による変化に対しては、安全器に於て酸素側と水素側とのヘッドをもたせる水を連絡することによつてバランスを保たせてある。非常に簡単な日立製作所の特許の方式である。

ガス乾燥器はシリカゲルを用いたものである。シリカゲルは物理特性によつて水分を吸着する多孔質のものであつて再生させる事が出来、再乾燥装置が附属されてあつて空気で再生させ幾回も使用出来るものである。3ユニットとなり交互に使用される。

補助装置としてのガス圧或は純度自動調整装置はガス



第20図 電解槽用安全器の原理

Fig. 20. Safety Mechanism of Water Cell

圧、又は純度検出用の発信器とその指示及びリレーを持つている受信器及び電磁弁とより成り立っている。ガス圧或は純度が低下するとリレーシステムで電磁弁が開きポンベのガスを補給する。

この立会試験はシーリング実験の実物大のモデルロータの軸径を入れたタンクで行つた。結果は一部第23図(13頁参照)に示されている。故意に若干漏洩を多くして自動機構の試験をしたもので、極めてスムーズに運転されている。同図には水素純度の測定データも示され風圧式と光学式との結果を見ると、計器の誤差程度が読みの誤差を含めて分る。又全然原理の違つた計器を用いている事より絶対測定の信頼度も分る。計器の較正は色々な便法も与えられるが、その確実を期して補正の必要のないよう空気水素の混合気体を作つて日立研究所に於て行つた。

水素ガス装置には次のような計器及び警報装置がある。

水素ガス純度計並びに記録計

水素ガス純度低下警報装置

炭酸ガス純度計

ガス圧力計

ガス圧上昇又は低下警報装置

電解槽には

水面計並びに水面警報器

水面差計並びに水面差警報器

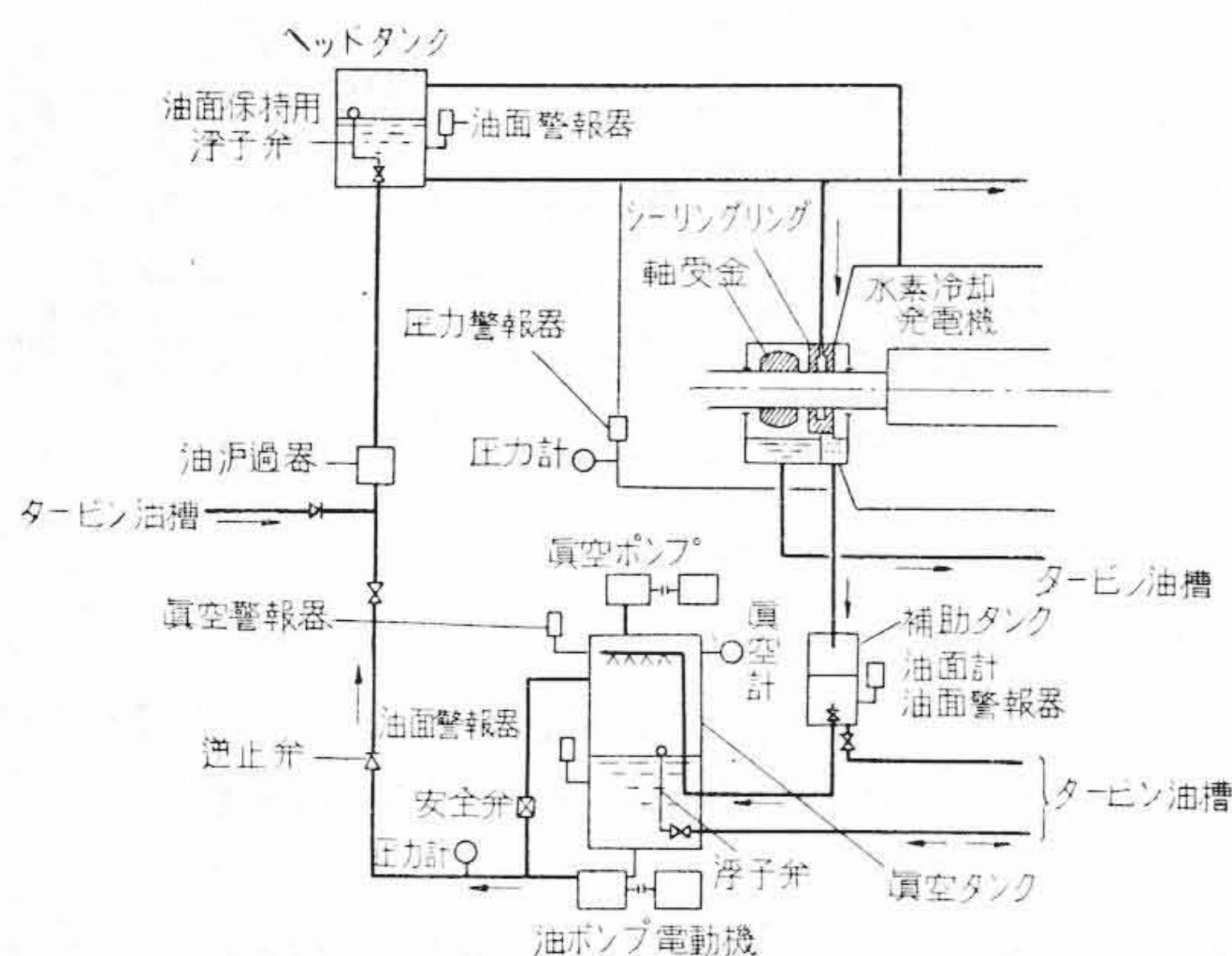
その他

ガス温度計(丸型温度計及びサーチコイル)

#### (C) シーリング油装置

シーリング油系統は第21図(次頁参照)に示されている。主なものは真空タンク、補助タンク、ヘッドタンクである。油の循環は第21図の如くヘッドタンクより来たシーリング油は発電機シーリング部分で機内水素側と機外大気側即ちペデスタル側とに流れる。機内側に流れた油は一旦補助タンクに流入し、気泡等混入した水素を放出させた後、浮子弁で調整させ乍ら真空タンクへ送られ





第21図 シーリング油系統  
Fig. 21. The System of Sealing Oil

る。補助タンクはもう一つの働きをしており、常に油が入っていて発電機内と真空タンク内とが油の配管を通つてガスが漏れるのを防ぐ作用をなし、そのため浮子弁が設けられている。

真空タンクでは補助タンクから来た油の外に、機外に出た油量分だけタービン油タンクより補充されねばならないので、浮子弁により真空タンク中の油面が一定になるようタービン油タンクより油を貰う。

ヘッドタンクは油をシーリング部へ供給し油の補給は又同様浮子弁にて制御されつゝ真空タンクよりその中に設けられた油ポンプにより送られるようになってい

る。ヘッドタンクの上部空間は発電機本体とバランスパイプでその内のガス圧を同じになるよう接続されている。依つて発電機本体のガス圧が変化しても常に一定の油圧を以つてシーリングが行われる事になる。

シーリング油圧は如何に選ぶべきかを述べると発電機停止の場合、シーリングリングの所で油が充満して流れガスの漏洩が防がれればよいので、シーリング入口で本体のガス圧より油圧が僅に高ければよい。発電機運転中は軸の回転による油の遠心力が生じ、これに打ち勝つ量だけが多く要求される。実験と理論によつてこの必要な油圧を調査した。

油圧を増すと殆ど比例して油量が増加して設備が大きくなり、又シーリング油による空気侵入も増加して都合が悪い。

潮田発電所の場合、これ等を考慮して最適値にヘッドタンクの位置が定められた。

シーリング油系統には油冷却器を除いた。シーリング部分の損失や配管タンク等で油は冷却されるがこれ等の能力等が検討され、且つ実際に行つて見て不要なる事が分つたからである。油冷却器用の冷却水設備等を考えるとこれが除去された事は案外な利点を持つ。

計器類は次のようなものがつけられた。

- シーリング油圧計 (ガス圧と油圧との差)
- シーリング油圧低下警報器
- 各タンク油面計
- 各タンク油面上昇又は低下警報器
- 真空計
- 真空低下警報器

#### (4) 発電機の試験

発電機の試験は水素装置の試験と別に行つたので簡単な装置で行われた。

ガス置換した後は水素の補給は計器を見て必要に応じ手動で行つたのみである。勿論シーリング油系統は運転したが、ヘッドタンクは置かないで行つた。

発電機の水素冷却としての試験結果はその特性を極めてよく現わしている。

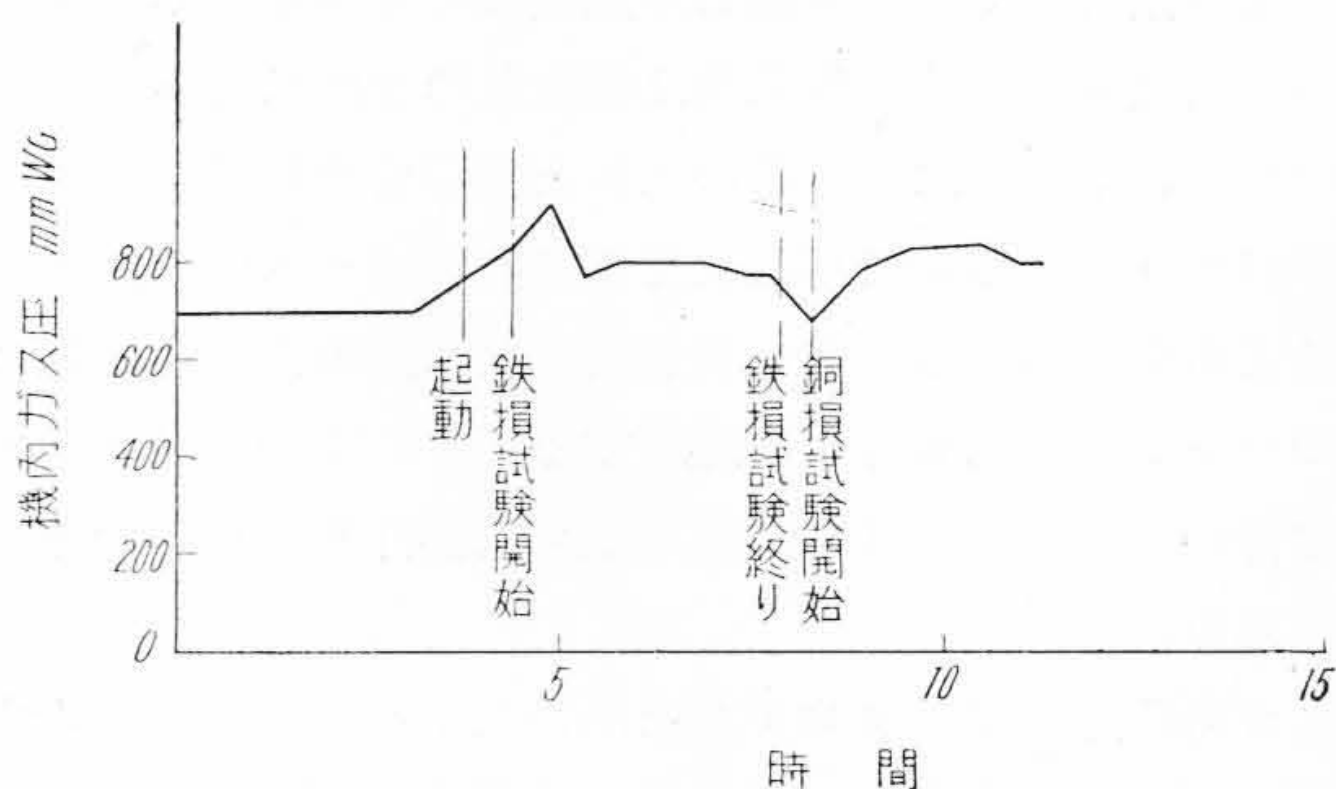
温度上昇を見るに固定子、回転子共に空気に比し水素の場合極めて低く、ガス圧を上げればその効果は更に向上している。

水素冷却で運転すると空運転の場合空気の時に比し電動機の入力が激減し風損の低下を直ちに感ずる。又空気冷却の場合は空運転するだけで、固定子回転子共に約  $10^{\circ}\text{C}$  の温度上昇が生ずるが水素の時は空運転の風損による温度上昇が殆どないのもいちじるしい差異である。

空気冷却の場合は 50,000 kVA 相当、水素の場合は 500 mmWG の時 62,500 kVA 相当、 $0.5\text{ kg/cm}^2$  の時 67,000 kVA 相当になつている。

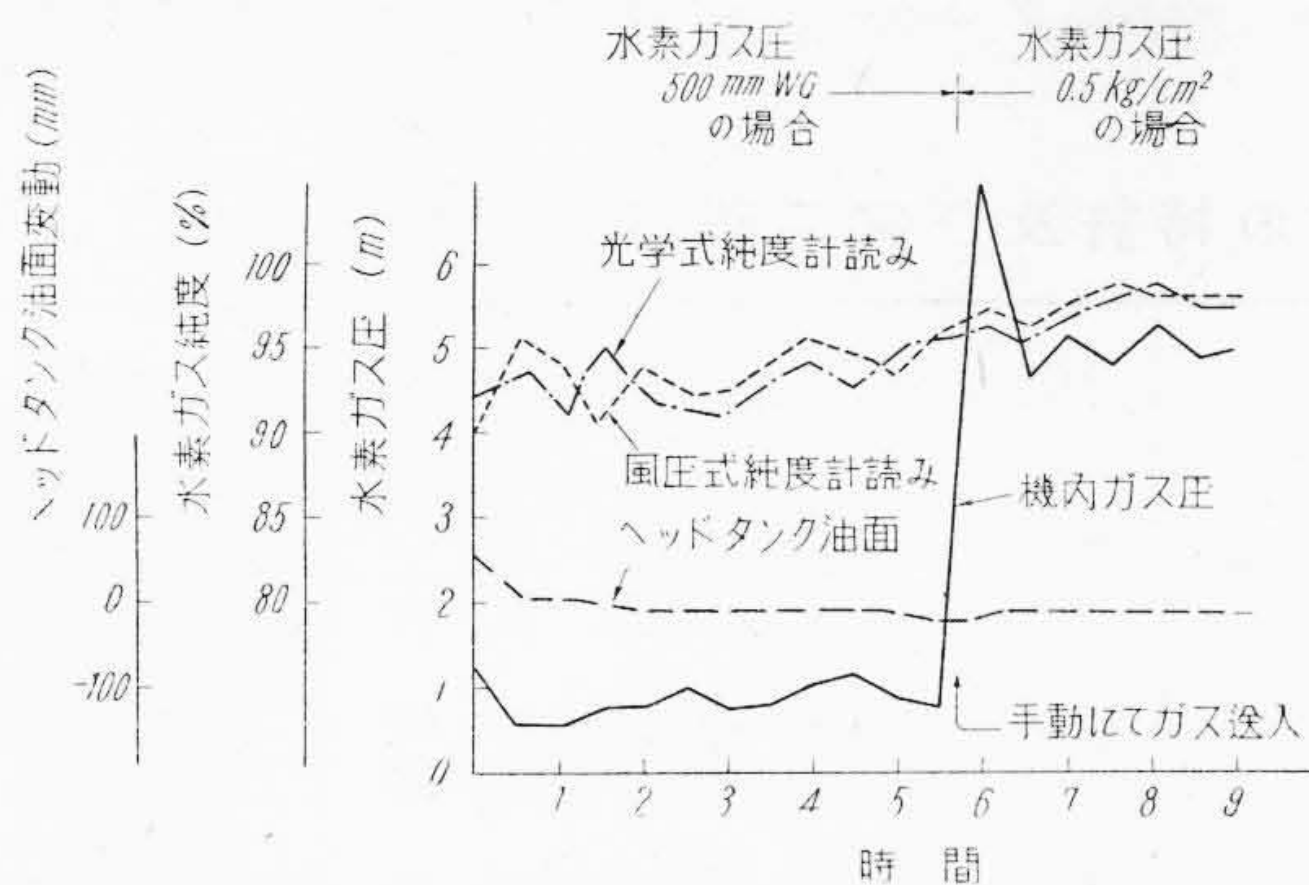
運転中のガスの状態は第22図に示す。

機内ガス圧の銅損又は鉄損等による温度上昇のための変化は案外に少い。大体  $10^{\circ}\text{C}$  の温度上昇により 300 mmWG の変化が生ずるのであるが、この結果より見ると、起動停止等が繰り返されても別に異状が生ずるといふような事は考えられない。



第22図 自動圧力調整を用いないで運転した場合温度上昇試験中の機内ガス圧の変動  
Fig. 22. The Pressure of Gas at Heat Run Test, when Automatic Pressure Regulator Is Not Used





第23図 水素系統自動操作機構試験  
(モデルシーリング装置を利用して行う)

Fig. 23. The Test Data of Automatic Mechanism of Gas System

水素装置の試験はモデルのシーリング実験装置を用いて行われた結果を第23図に示す。純度計の動作、自動操作機構の良好な動作状況が分る。

#### 〔IV〕 結 言

以上潮田発電所納 55,000 kW タービン並びに発電機の概略に就いて述べた。この発電所の3号発電設備はボイラーより発電機、補機に至るまで全機器が日立製作所製のもので近く運転に入り電力供給の一端を担いその偉力を発揮するであろう。

日立製作所は昨年米国最大のタービンメーカーである International General Electric Co. とタービン発電機の製作に関する技術提携を行つたので、日立製作所の持つ技術に更にこれを加えて今後新設される高温高压大容量ターボ発電機に対しては一段と優秀な製品を造り、我国火力発電技術に貢献致し度いと念願している。

#### 参 考 文 献

- (1) 島田他：日立評論 35 681 (昭 28-4)
- (2) 北村：日立評論 26 1 (昭 19-1)
- (3) 菊地：電 力 36 11 (昭 27-11)



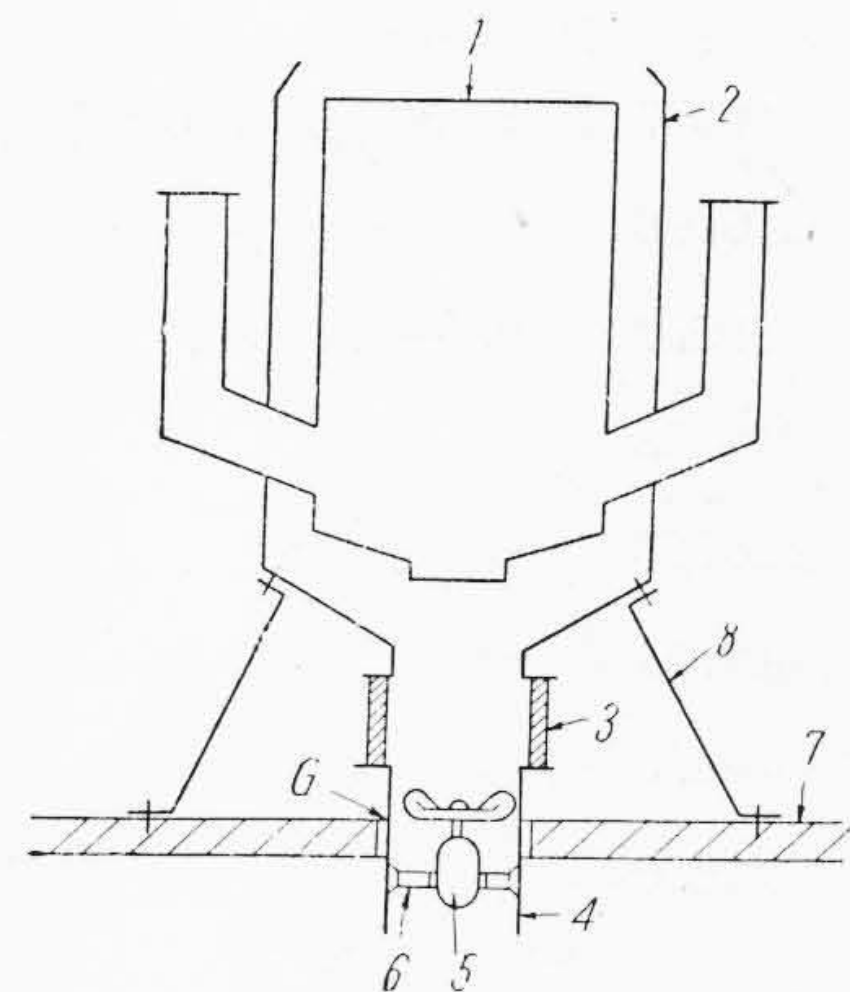
実用新案 第396261号

桑島千秋・緑川勝彌

#### 防音風冷式整流器

水銀整流器が風冷を採用する場合にその騒音防止に就いて考慮することは極めて大事なことである。しかしてこの騒音には、風洞中を強制通風されるために生ずるものと、送風機自身の振動が風洞壁その他構成諸部分を振動さすことから生ずるものがある。この考案は送風機自身の振動がもととなる騒音を対象とする防音構造に係り、送風機が風洞の下方内部に支架収納された場合に特にその効果を期待したものである。

即ち図の1は水銀整流器々槽、2はこれを囲む風洞で、下方に絶縁介装片3 (ニチリット) を介して垂下筒体4を継接する。5は送風機で支架枠6によつて筒体4に支持される。7は基台、8は整流器全体の台脚を示す。冷却用空気を地下道より取るに当つて図に見るように送風機5を内装した筒体4が特に台7を貫通して下方に延びている構造では、従来ならば筒体4が高電圧であるため4が7を貫通する部分の隙は十分大きくとる必要があつた。そのために送風機5自身の振動に端を発する風洞2の下端部からの騒音は隙Gから自由に外部に向つて伝播し整流機全体の騒音の増大を促す欠点を有した。



この考案によれば絶縁物3の介装により隙Gはいくらでも縮小することができ、零に近くすることも可能であるからこれにより外部への騒音伝播を有効に抑圧することができる。尚絶縁介装物の部分を防震ゴムの如き振動伝達を阻止する部片によつて置き換え、これによつて風洞壁の振動伝播防止に役立てたものとして実用新案第397878号がある。(宮崎)





最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

(その1)

| 区 別  | 登録番号   | 名 称                 | 所 属   | 氏 名                 | 登録年月日     |
|------|--------|---------------------|-------|---------------------|-----------|
| 特 許  | 199560 | 三相交流発電機自動揃速装置       | 日立工場  | 小 林 栄 二<br>近 野 大 吉  | 28. 5. 18 |
| "    | 199563 | 電 気 收 塵 装 置         | 日立工場  | 橋 本 清 隆<br>田 中 健 太郎 | "         |
| "    | 199566 | 零 速 度 開 閉 器         | 日立工場  | 横 山 二 郎             | "         |
| "    | 199567 | 負 荷 電 圧 自 動 調 整 装 置 | 日立工場  | 今 尾 隆               | "         |
| "    | 199574 | 遮 断 器 消 弧 室         | 日立工場  | 滑 川 清               | "         |
| "    | 199575 | 碍 子 型 遮 断 器         | 日立工場  | 滑 川 清               | "         |
| "    | 199576 | 碍 子 型 遮 断 器 消 弧 装 置 | 日立工場  | 滑 川 清               | "         |
| "    | 199595 | ディーゼル電気自動車用主発電機界磁方式 | 日立工場  | 牧野田 浩               | "         |
| "    | 199569 | 撓み補償空気ばね式台車の空気加減弁   | 笠戸工場  | 青 木 喜 六             | "         |
| "    | 199570 | 帯鋼縁切剪断機用耳屑巻取装置      | 笠戸工場  | 青 木 喜 六<br>浜 原 一    | "         |
| "    | 199571 | ス ケ ー ル 除 去 装 置     | 笠戸工場  | 浜 原 一               | "         |
| "    | 199572 | 蒸発罐に於けるスケール除去方法     | 笠戸工場  | 青 木 喜 六             | "         |
| "    | 199561 | グラブバケツ巻上制御装置        | 亀有工場  | 原 政 次               | "         |
| "    | 199562 | 制 動 装 置             | 亀有工場  | 久保沢 稔               | "         |
| "    | 199564 | 両回転方向に半自咬する制動装置     | 多賀工場  | 横 内 直 中             | "         |
| "    | 199565 | 続流阻止式单相再閉路遮断方式      | 多賀工場  | 前 川 幸 一<br>敷 野 亥 右  | "         |
| "    | 199577 | 大電流用回転締付型断路器        | 多賀工場  | 小 林 哲 郎             | "         |
| "    | 199596 | 定 電 圧 発 電 装 置       | 多賀工場  | 吉 川 繁 治             | "         |
| "    | 199597 | カーボンパイル電圧調整器        | 多賀工場  | 吉 川 繁 治             | "         |
| "    | 199573 | 螢 光 灯 点 灯 装 置       | 亀戸工場  | 福 本 務               | "         |
| 特 許  | 199568 | 電 子 レ ン ズ 系 磁 気 回 路 | 中央研究所 | 木 村 博 一             | 28. 5. 18 |
| 実用新案 | 402634 | 油 圧 軸 封 装 置         | 日立工場  | 安 島 賢 亮             | 28. 5. 18 |
| "    | 402635 | 高 低 水 位 警 報 器       | 日立工場  | 滑 川 清               | "         |
| "    | 402636 | 早 切 開 閉 器           | 日立工場  | 横 山 二 郎<br>白 土 義 次  | "         |
| "    | 402638 | セグメント式上部案内軸受        | 日立工場  | 菊 地 弥 十 郎           | "         |
| "    | 402639 | 圧 力 槽 排 出 弁 開 閉 装 置 | 日立工場  | 黒 沢 光 明             | "         |
| "    | 402640 | コ ッ ト レ ル           | 日立工場  | 吉 見 環               | "         |
| "    | 402641 | 油入開閉器油槽揚卸装置         | 日立工場  | 白 土 忠 治<br>田 所 武 夫  | "         |
| 実用新案 | 402642 | 速 動 型 制 限 開 閉 器     | 日立工場  | 横 山 二 郎<br>白 土 義 次  | 28. 5. 18 |

(第24頁へ続く)