

四 国 電 力 株 式 会 社

松尾川第一, 第二発電所自動周波数調整装置の現地試験

国 近 昭 徳* 西 堀 博** 小 林 栄 二*** 伊 藤 晃 二****
 小 沢 重 樹***** 平 井 善 一 郎*****

Field Tests of Flat Frequency Control Equipment for
 Matsuo-gawa No. 1 and No. 2 Power Stations,
 Shikoku Electric Power Company

By Akinori Kunichika
 Shikoku Electric Power Co., Ltd.
 Hiroshi Nishibori, D.S.E. and Eiji Kobayashi
 Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
 Kōji Itō
 Hitachi Works, Hitachi Ltd.
 Shigeki Ozawa
 Taga Works, Hitachi, Ltd.
 Zen'ichiro Hirai
 Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

It seems that the automatic frequency control for the power system is increasingly catering for the industrial needs in Japan, chiefly for the reason of quality improvement of the electric power. Hitachi, Ltd., in a close cooperation with Shikoku Electric Power Company, has recently completed the automatic frequency control device for the first time in Japan. The device was subjected to the field test in the middle of last March which ended in utter success, and has been in service since then to the entire satisfaction of the user.

The success of this manufacture is meaningful because the test has resulted in providing valuable data for the more advanced controlling system, such as the tie-line bias control, time error correction, etc.

The writers give the result of the field test which may be summarized as follows: In the normal running, the device was able to maintain the frequency at the setting value, 60 cycles, within a deviation of $\pm 0.05\sim$, except very few instances in which the deviation increased to $0.07\sim$, but even in such cases, it was restored to the setting band almost immediately. When given a disturbance from outside, it also functioned readily displaying a very stabilized characteristics. For instance, when an abrupt change was caused in the power, system the frequency characteristics was found to be $2.7\sim 5.5\text{ MW}/0.1\sim$, there covering time was $12\sim 22\text{ s}/10\text{ MW}$, and almost no hunting was observed during the recovering process.

* 四国電力株式会社
 ** 日立製作所日立研究所 工博
 *** 日立製作所日立研究所

**** 日立製作所日立工場
 ***** 日立製作所多賀工場
 ***** 日立製作所日立国分分工場

〔I〕 緒 言

電力系統の自動周波数調整 (AFC) は電力の質的向上の見地から、我国においても漸く実施される機運になつて来た。今回四国電力株式会社の要請にこたえて日立製作所は四国電力株式会社との協同研究により、本邦におけるこの種装置の最初の製品を完成、同社松尾川第一、第二発電所に採用した。現地における試験は昭和29年3月中旬に好成績裡に終了してたゞちに営業運転に入り、爾来順調に運転を続けている。

〔II〕 計 画 要 旨

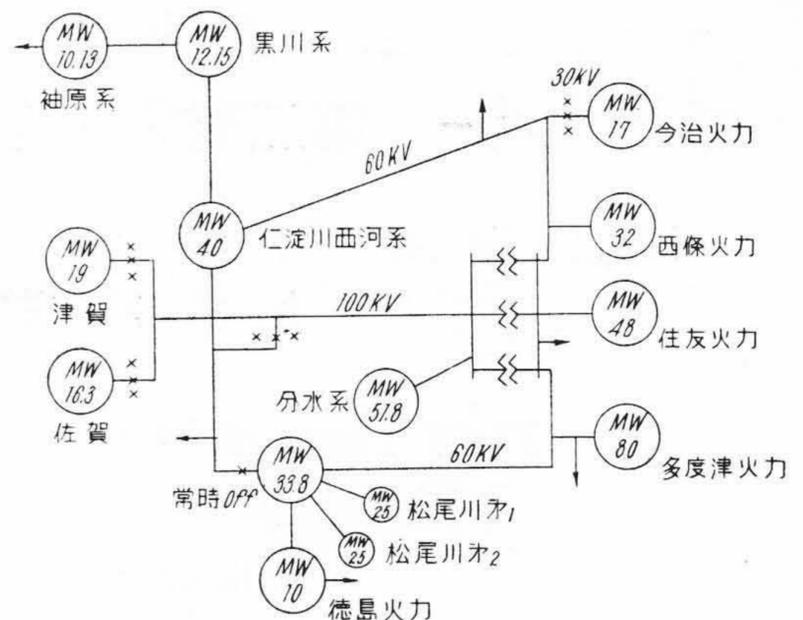
四国地方の電力系統は第1図のごとく単独系統であるから AFC 実施に当り系統連繫による利益、あるいは融通電力の調整などの経済的問題は当面の問題とならないが、それより周波数を規定範囲内に保つこと自体がまずもつて考慮されねばならぬ。周波数調整は従来より手動で実施されてきたが、多くの労力を必要とするのみならず運転員は片時も計器より眼を離せないという精神的疲労も加重され、さらにその変動の状態を正確かつ敏速に感知して調整することは至難である。

四国電力における AFC 計画は昭和26年松尾川第一および第二発電所の開発着工と同時に立案された。すなわち同発電所は貯水式であり、かつ合計最大出力 40 MW であるから四国内の需用約 300 MW (最大) に対し最適と考えられたためである。以来この方面の調査研究を進め昭和27年7月には本邦において初めての AFC 試験を津賀発電所で実施し、貴重な資料を多数得ることができた⁽¹⁾。その後も松尾川発電所の建設工事と並行して水車调速機の動作特性、水槽サーヂの波動特性などの調査を数度におよんで実施し、昭和 28 年 10 月には AFC 装置の最終設計を完了することができた。

松尾川第一、第二両発電所は上下流に直列になつており中間にある井内谷調整池の容量が非常に小さく、かつ高落差ペルトン水車であるため出力変化速度が遅いなどの特殊条件がある。しかして本邦においてはかかる問題にしばしば遭遇せざるを得ないもので、これを克服すべく AFC 装置を設計したことが大きな特長である。

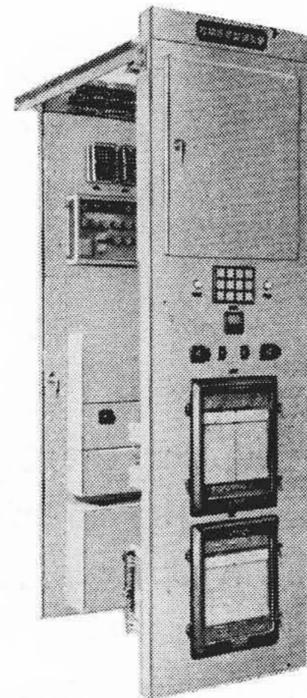
〔III〕 自動周波数調整装置の概要

第2図は松尾川第二発電所に設置された本装置の外観を示す。本装置は第一ならびに第二発電量 0~40 MW を負荷の増減に応じて変化させ、周波数を予定値に保持するものである。すなわち四国系統の周波数が整定値から $\pm 0.05\sim$ 以上変化した場合その調整値からの変化量



第1図 四国電力系統図 (概略)

Fig.1. Electric Power Line Networks Diagram of Shikoku Electric Power Company



第2図 自動周波数調整装置

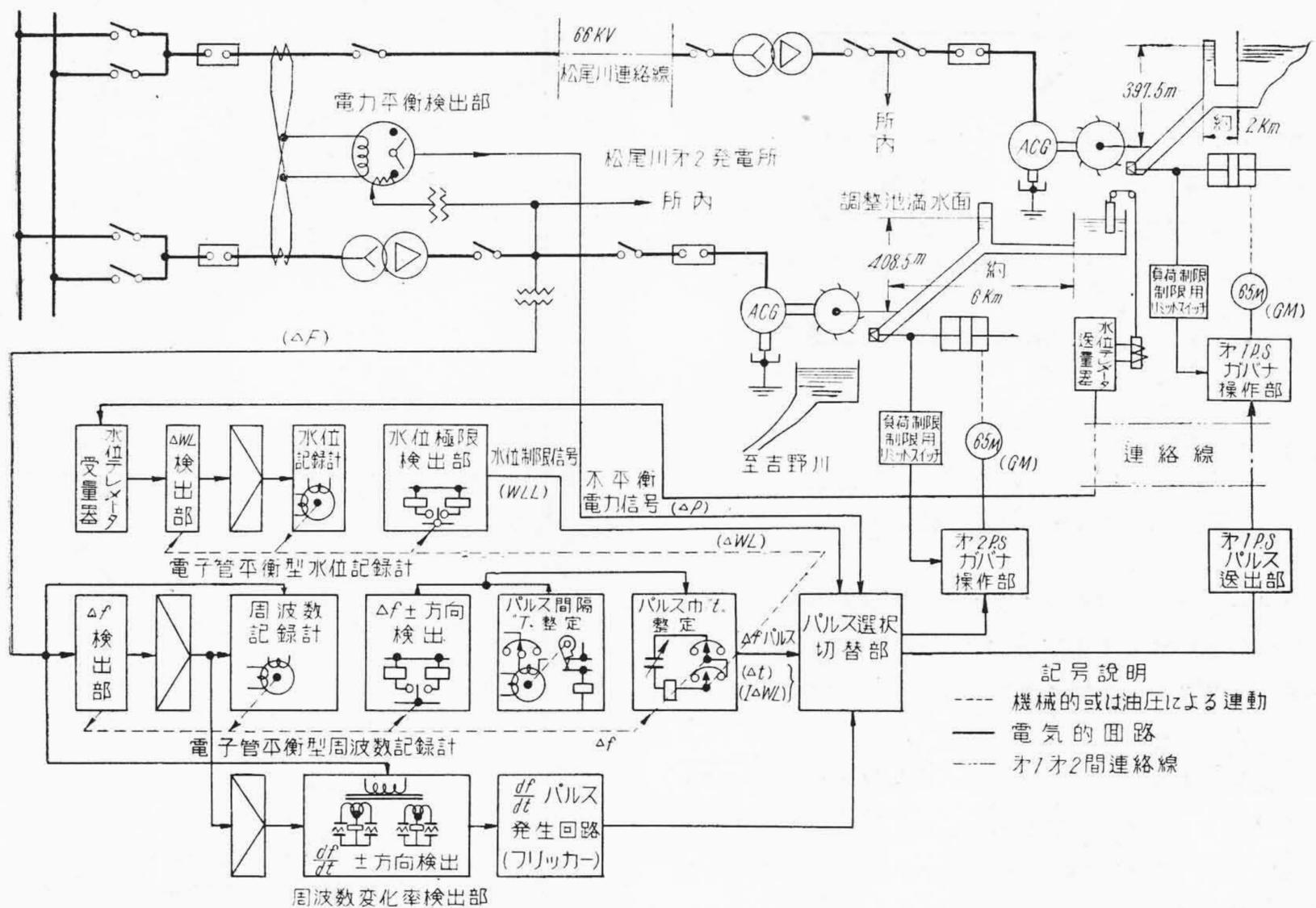
Fig.2. Flat Frequency Control Equipment

に比例して、水車调速機(65M)に断続操作パルスを送り水車のニードルならびにデフレクタの開度を調整する。以上の操作により系統の周波数変動を $\pm 0.1\sim$ 以内に安定させるものである。また前述のごとき特殊条件を克服するため井内谷調整池の水位により第一、第二の発電量を逆制御して円滑な運転を行うように水位補正を行うほか、水位制限、電力平衡をも加味した制御方式とした。

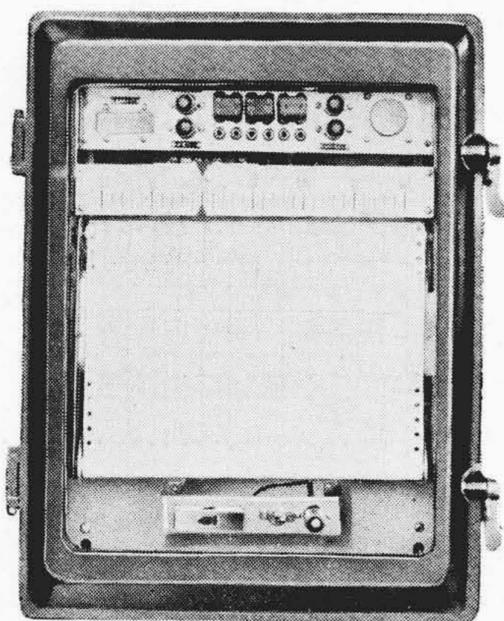
装置のブロックダイヤグラムを第3図に示す。

(1) 電子管平衡型周波数記録調節計

第4図は本記録調節計の外観を示す。本器は高感度の電子管式自動平衡型記録計に AFC に必要な調節機構を加味したものである。周波数範囲は $56.5\sim 59.5\sim$ および $58.5\sim 61.5\sim$ 二段切換になつており、 $57\sim 61\sim$ の間任意に整定できる。また整定周波数より $\pm 0.05\sim$ (± 0.03



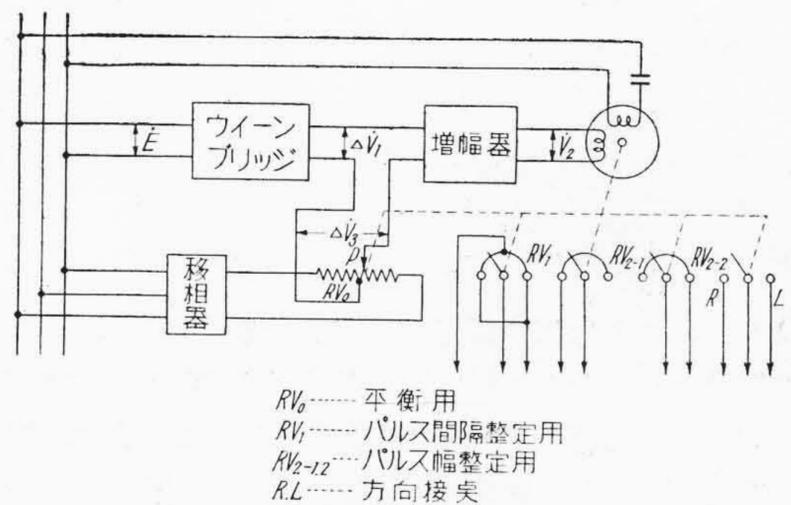
第3図 自動周波数調整装置のブロックダイアグラム
Fig. 3. Schematic Diagram of Flat Frequency Controller



第4図 電子管平衡型周波数記録調節計
Fig. 4. Electronic Indicating Type Frequency Recording Controller

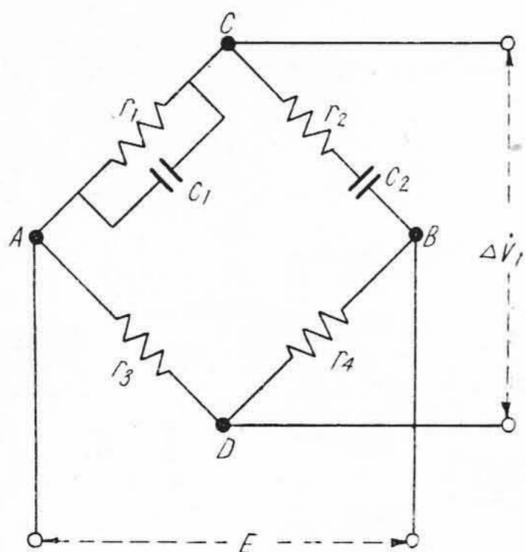
~0.1~まで調整可能)以上変化するとRまたはL接点が閉路しAFC操作を開始する。操作パルスの調整は0.5~までは周波数の変化量に比例し、0.5~以上1~の間は0.5~に相当した操作パルスで制御する。

第5図により動作原理を説明しよう。周波数の検出は60~(または58~)にて平衡する回路常数をもつたウィーンブリッジを線路に接ぎ、周波数が ΔF だけ変化した場合 ΔF に比例した大きさを持ち位相が \dot{E} と 90° 異なる



第5図 周波数記録調節計動作原理図
Fig. 5. Principle of Frequency Recording Control

る不平衡電圧 $\Delta \dot{V}_1$ が生じ、これは増幅器により増幅され $\Delta \dot{V}_2$ となり二相電動機の駆動コイルに与えられる。二相電動機が回転すると、その軸と連動するP点が移動して $\Delta \dot{V}_3$ が生ずる。 $\Delta \dot{V}_3$ を移相器により $\Delta \dot{V}_1$ と同位相に調整すれば $\Delta \dot{V}_1 = \Delta \dot{V}_3$ のとき $\Delta \dot{V}_2 = 0$ となり二相電動機は停止しPの位置にて周波数を指示することができる。なおR、L接点、 RV_1 、 RV_{2-1} 、 RV_{2-2} の各摺動子は指針と連動しており、また RV_1 、 RV_{2-1} 、 RV_{2-2} の各抵抗は周波数整定ダイヤル連動にて調整できる機構になっている。



第 6 図 ウィーンブリッジ回路
Fig.6. Wien Bridge Circuit

ウィーンブリッジを第 6 図について考察を加えて見ると同図において入力電圧 \dot{E} と出力電圧 $\Delta\dot{V}_1$ の間に次式が導かれることは衆知である。

$$\frac{\Delta\dot{V}_1}{\dot{E}} = \frac{r_3}{r_3+r_4} \frac{j\omega r_1 c_2}{1-\omega^2 r_1 r_2 c_1 c_2 + j\omega(r_1 c_1 + r_1 c_2 + r_2 c_2)}$$

今このブリッジが周波数 $\omega_0 (=2\pi f_0)$ なるときに平衡し $\Delta\omega$ だけ周波数が変つたときの不平衡電圧 $\Delta\dot{V}_1$ を最大にするための条件を求めると

$$\omega^2 r_1 r_2 c_1 c_2 = 1$$

$$c_1 = \frac{1}{2} c_2$$

$$r_1 = 2r_2$$

$$r_3 = r_4$$

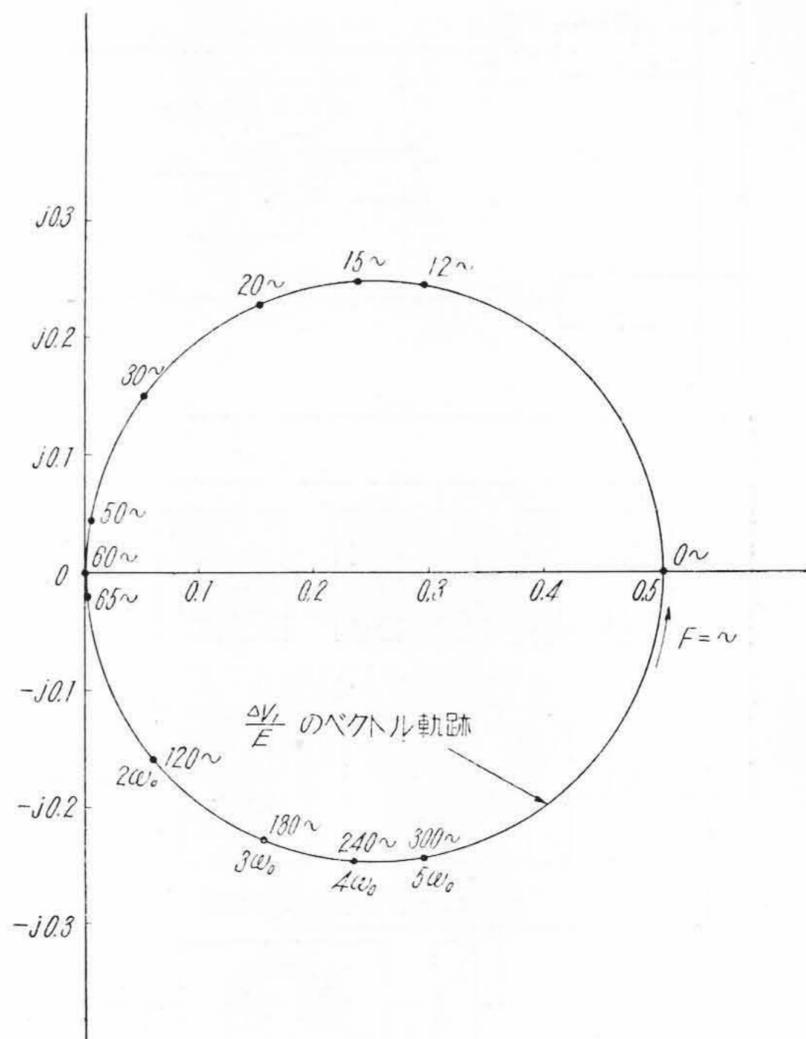
であればよく、この場合には

$$\frac{\Delta\dot{V}_1}{\dot{E}} \approx -j \frac{1}{4} \frac{\Delta\omega}{\omega_0} \quad \text{ただし} \quad \Delta\omega \ll \omega_0$$

となる。これは出力電圧 $\Delta\dot{V}_1$ は周波数の偏差 ΔF にはほぼ比例しかつその位相は入力電圧 \dot{E} と 90° ずれている。

$\Delta\omega \ll \omega_0$ と簡略できない場合には別箇に計算する必要があるが、試みに求めた周波数軌跡は第 7 図のごとくである。以上によりあきらかなごとく電源に高調波が含まれている場合、ブリッジの高調波出力は増幅器の入力電圧として相当大きなものとなるゆえ増幅器は高調波に対する減衰を大きくしなければならぬ。また前述のごとく $\pm 0.05\sim$ の検出を満足させるために記録計の感度としては $0.02\sim$ 以上であることが必要である。以上のごとき条件から CZ-501D 3 本, CZ-504D 1 本の 4 段増幅器とし、高調波の減衰を得るため LC 濾波器, RC 濾波器を使用した。このほか低周波の高利得増幅器であるため低周波発振およびハム(本器の場合特に誘導ハム)などの防止に留意した設計としてある。

このようにして製作された本器の性能を要約して見るとつぎのごとくである。

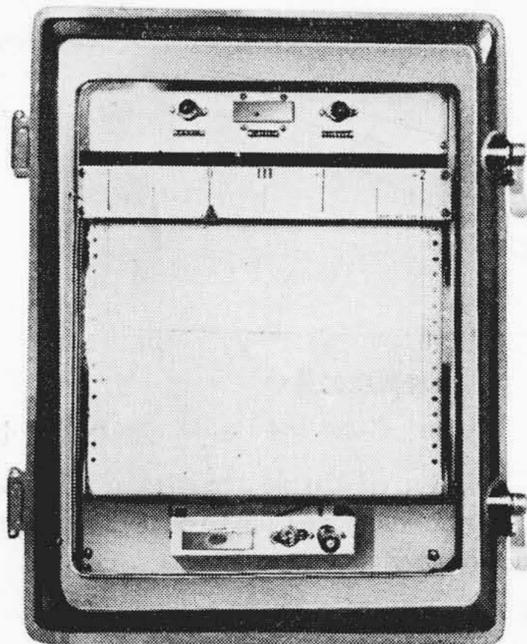


第 7 図 ウィーンブリッジの周波数特性
Fig.7. Frequency Characteristics of Wien Bridge

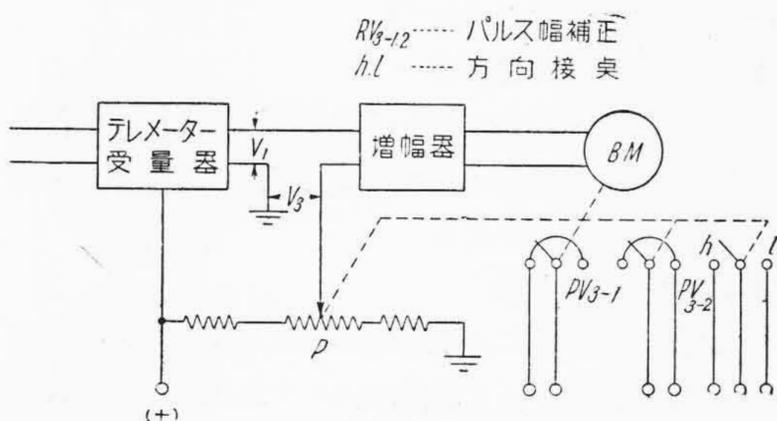
- (A) 標準状態における誤差
 - Aバンド (56.5~59.5~).....+0.03~
 - Bバンド (58.5~61.5~).....+0.01~
- (B) 標準状態における感度
 - A バ ン ド.....0.01~
 - B バ ン ド.....0.01~
- (C) 増幅器の電源電圧変化の影響
 - 80V から 120V の変化にて誤差なし
 - 動作限度.....70V
- (D) 増幅器の総合利得.....84 db
- (E) 増幅器の減衰特性
 - 第 3 高調波.....41 db
 - 第 5 高調波.....70 db
- (F) 速 応 度
 - 標準状態において目盛の 90% 移動するに要する時間 (たゞし AFC 操作機構を含む).....6 s
- (G) 安 定 度.....良好

(2) 電子管平衡型水位記録調節計

第 8 図は本記録調節計の外観を示す。周波数記録調節計と同様に電子管式自動平衡型であり、水位テレメータにより駆動される。井内谷調整池の基準水位 +0.5m より -1.5m の間の記録を行い、第一発電所, 第二発電所への AFC 操作パルスは水位が $\pm 0.1m$ 以上変化すると



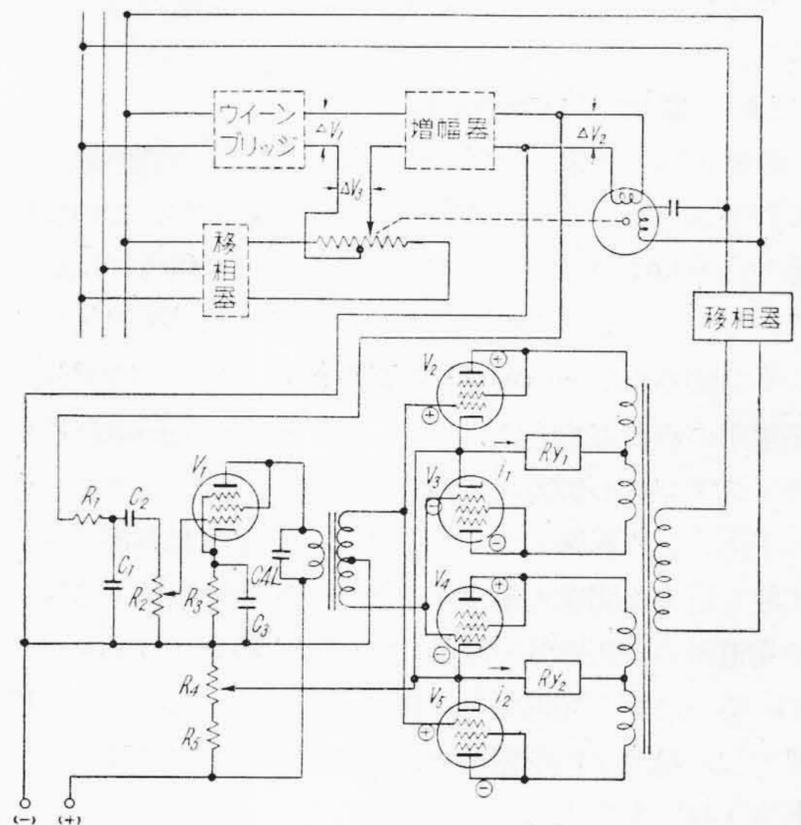
第8図 電子管平衡型水位記録調節計
Fig.8. Electronic Indicating Type Water Level Recording Controller



第9図 水位記録調節計の動作原理図
Fig.9. Principle of Water Level Recording Controller

水位の上昇、下降を復帰させるために水位の偏差に応じてパルス幅を加減する。また水位が 0.5m 以上変化した場合は警報および水位制限パルスを送出する。第9図は水位記録調節計の動作原理図を示したものである。記録計としての動作原理については本紙においてすでに発表されている⁽²⁾ので省略する。またパルス調整用抵抗の機構は周波数記録調節計と同一である。ただし規準水位は一定であるから各抵抗は固定されている。本器の性能を要約すると下記のごとくである。

- (A) 標準状態における誤差
(水位テレメータとの総合誤差)
指示範囲.....0.33%以内
- (B) 標準状態における感度
指示範囲.....0.3%以上
- (C) 増幅器の電源電圧変化による誤差
80V から 120V の変化にて誤差なし
動作限度.....70V
- (D) 増幅器の利得..... 96 db



第10図 dF/dt 検出装置の動作原理図
Fig.10. Principle of dF/dt Detector for Automatic Frequency Control

(E) 速応度

標準状態において目盛の 90% 移動するに要する時間 (ただし AFC 操作機構を含む)..... 5s

(F) 安定度.....良好

(3) dF/dt 検出装置 (特許申請中)

第10図は dF/dt 検出装置の動作原理を示したものである。本装置は急激な周波数変動があつた場合速応性のよい周波数調整を行うために、周波数微分値が一定の値以上になつた場合その変化方向を検出し、 dF/dt パルス発生回路の継電器を動作させるものである。線路周波数 F がある速さで変化した場合すなわち dF/dt が生じた場合周波計の指針は若干時間おくれで同じ速さで F に追従する。この追従速度は二相電動機入力すなわち増幅器の出力電圧 ΔV_2 に比例する。したがつて ΔV_2 はほぼ dF/dt に比例する。また ΔV_2 の位相は dF/dt の正負により反転する。この ΔV_2 を濾波回路に通じ高調波を除き、真空管 V_1 で増幅し、結合トランスによつて図のように $V_2 \sim V_5$ のグリッドに印加する。また $V_2 \sim V_5$ の陽極には、グリッド電圧を同位相または逆位相となるような交流電圧がかけられている。ある瞬間に図示のような極性となつた場合は V_2 にのみ電流が流れ、0.5~ 後にはすべての極性は、図示の場合と逆になるから V_3 のみに電流が流れる。 ΔV_2 の位相が上記と 180° 変つたときには同様に V_4, V_5 のみに電流 i_2 が流れる。 RY_1 と RY_2 はそれぞれ i_1, i_2 により動作する。したがつて本装置の利得および RY_1, RY_2 の動作電流を適当に選んでおけば dF/dt が所要限界になつたとき RY_1 また

は RY_2 によつてパルス発生回路に信号を送ることができる。

(4) 電力平衡検出部

松尾川第一発電所の放水池は第二発電所の調整池として利用されていることは前述の通りであるが、この調整池から6kmの圧力トンネルにより第二発電所にはいつている。しかしてこの調整池は全負荷単独運転の場合に約2分間くらいしか有効水位を保持できない。また第一発電所の負荷の増大は約6kmのトンネルの水路抵抗や、サージタンクの影響などのため、約2分後によりやく水位下降として影響してくる。このような自動制御系として最も厄介な問題を解決するため、可及的に第一、第二の発電所の使用水量を同量に保つ最も簡易な方法として、第一、第二発電電力を平衡させることとした。この目的のため電力平衡継電器を用いて第一、第二の電力不平衡度 (ΔP) を検出した。

なお有効落差の差異、水車の能率などを勘案して、第一、第二発電所の最大発電電力に対して約4MWのバイアスを加味した。

(5) 操作回路 (特許申請中)

本操作回路は前述の周波数ならびに水位記録調節計内蔵の連動機構により得られた諸検出量により動作する。周波数の調整は65M(GM)に適当な操作量すなわち操作時間および休止時間を、いずれも整定値よりの偏差量に比例して変えるように構成する。これは系統周波数と発電機出力との間に乱調を起させずに、発電機出力を制御して、周波数を整定値に調整させるためである。以上の操作を行うための制御回路の各項について概略を述べる。

(A) ΔF 土方向検出

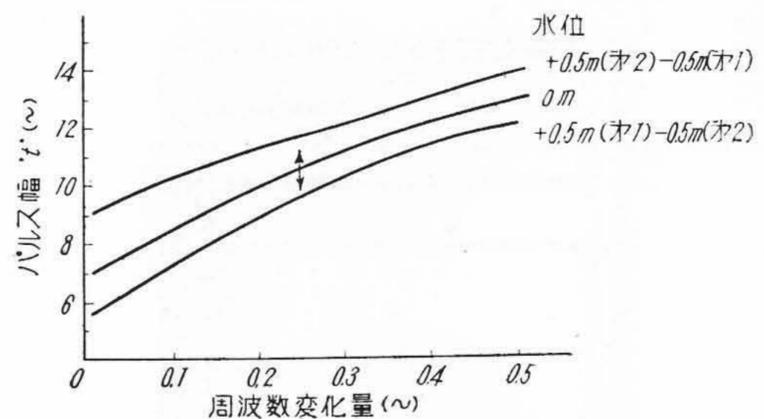
周波数記録調節計内に $\pm 0.05\sim$ 以上の周波数偏位のある時間だけ、降速、昇速 (L, R) 側に接点が閉ち、本装置を動作させる。

(B) 操作パルス間隔 “ T ” 整定 (操作時間 + 休止時間)

調速機、水車発電機ならびに系統を含めて周波数復元の時定数を勘案して、周波数偏位量 $\pm 0.05\sim 0.5\sim$ に対して約7~3秒の間隔を持つように、カム電動機の回転数を周波数記録計にて制御する。0.5 \sim 以上に対しては0.5 \sim の変化に相当した制御を行う。

(C) 操作パルス幅 “ t ” の整定

前記 “ T ” のうちの65M(GM)を操作する時間で、この時間は蓄電器の放電の時定数を周波数ならびに水位に応じて、第一、第二へ操作に必要な時間 “ t ” を持つように変える。第11図は系統周波数に対応した操作パルス “ t ” の一例である。



第11図 パルス幅 “ t ” — 周波数曲線

Fig. 11. Times of Pulse Duration—Frequency Deviation for Automatic Frequency Control

(D) dF/dt パルス発生回路

前述(3)の検出部は dF/dt が1秒当り約0.1 \sim 以上ある間動作するもので、この間に適当な断続パルスを送出するものである。なおこの送込に際し ΔF の変化方向の符号の異なる場合は、 ΔF に比例したパルスは抑えられて出ないよう連動されている。

(E) パルス選択切替部

前述のごとく dF/dt , ΔF , WL , ΔP の4種の操作パルスを送出するに際し、これらの優先順位を勘案した連動を行うための回路である。

(F) 調速機操作部

パルス選択切替部により選別されたパルスは、操作する水車発電機が上下限の極限以内であれば直ちに65Mを駆動してパルス幅に応じた開度までニードル弁を開閉する。なお負荷極限を超えた場合には復帰する方向のパルスに対しては応じられる。

[IV] 試験計画

(1) 松尾川発電所の仕様概要

松尾川第一、第二発電所の紹介はすでに本紙に発表されている⁽³⁾⁽⁴⁾ので要点のみを第1表に再記するに止める。

(2) 試験項目

本試験に先き立ち予備試験を行い、主として調速機の特性を調査した。なお装置の整定に対して検討を与える。本試験においては以上の資料に基き整定値の可否、系統周波数の安定性について試験した。試験内容としては昼夜間の別、系統内の水力、火力の配分を変えた場合、について津賀、佐賀両発電所の発電電力を漸変または急激に減ずる方法を用いた。

(3) 測定

本試験に際しての測定には12素子電磁オシロ1台(日立)、6素子電磁オシロ2台(四電)、電力記録計1台(四電)および特殊要素測定装置として特に研究を重ねた日立製作所独特の微小周波数変化測定装置(較正装置付)のほか、電力研究所の電力増幅器が用いられた。

第 1 表 松尾川第一, 第二発電所の概要
Table 1. Outline of Matsuo-gawa No. 1 and No. 2. Power Stations

項目	松尾川第一発電所	松尾川第二発電所
発電機種類	横軸三相交流同期発電機	横軸三相交流同期発電機
容量(kVA)	24,000	24,000
水車型式	横軸二輪四噴射型ペルトン水車	横軸二輪四噴射型ペルトン水車
出力(kW)	21,600	22,100
回転数(rpm)	450	450
台数(台)	1	1
制御方式	1人制御方式を含む遠方監視制御方式	1人制御方式
速度調定率(%)	3	3
無拘束速度(379mにて)	195% (877.5rpm)	195% (877.5rpm)
速度変動率(100%負荷)	30%	30%
但し発電機回転部GD ²	93 t-m ²	93 t-m ²
使用水量(m ³ /s)	6.44~1.4	6.44~1.4
落差	有効(m)	383.6~361.6
	基準(m)	375.0
調整池または利用水深(m)	37.0	3.0
貯水池有効貯水量(m ³)	12,600,000	2,600

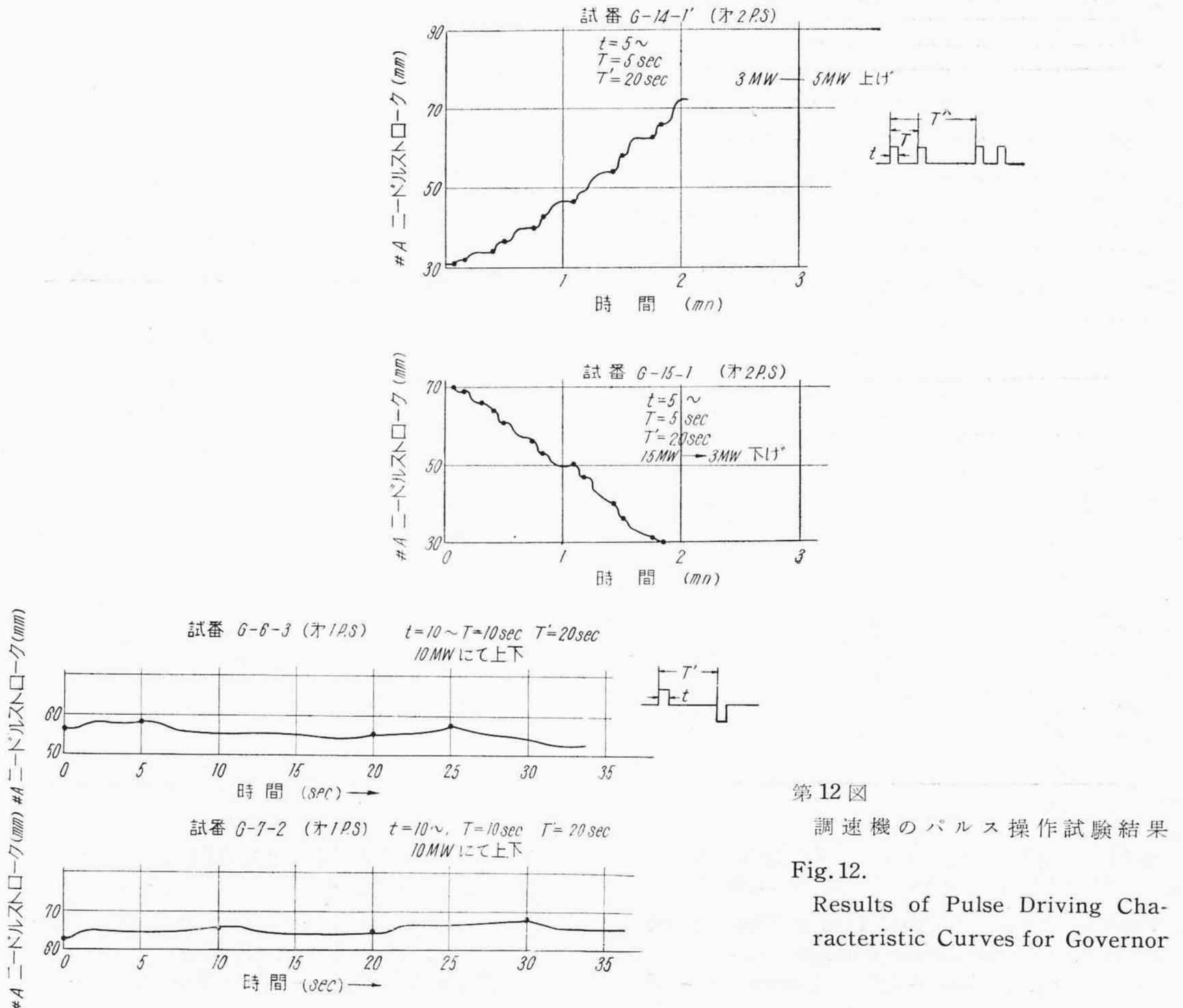
[V] 予備試験結果ならびに検討

(1) 調速機特性試験

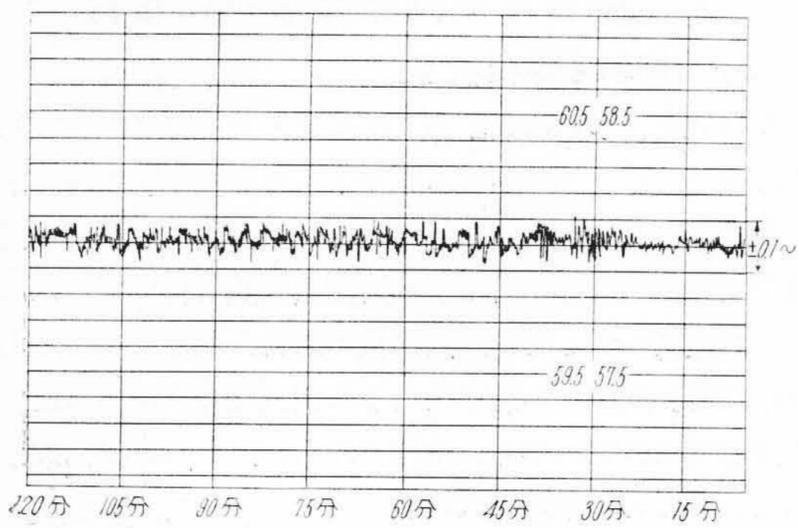
AFC 操作パルスの幅“*t*”は数サイクル程度以上であるので, このようなパルスに対する速応性を有水時に求めたものである。その結果の一例を第12図に示す。本試験中は分水第一発電所で手動周波数調整を行っていたので, 調速機に対して系統周波数の影響はあまりないと考えられる。同図から明かなように調速機のパルスに対する速応度は非常に早く, 操作パルスに対して忠実に運動していることが確認された。

(2) AFC 装置の調整試験

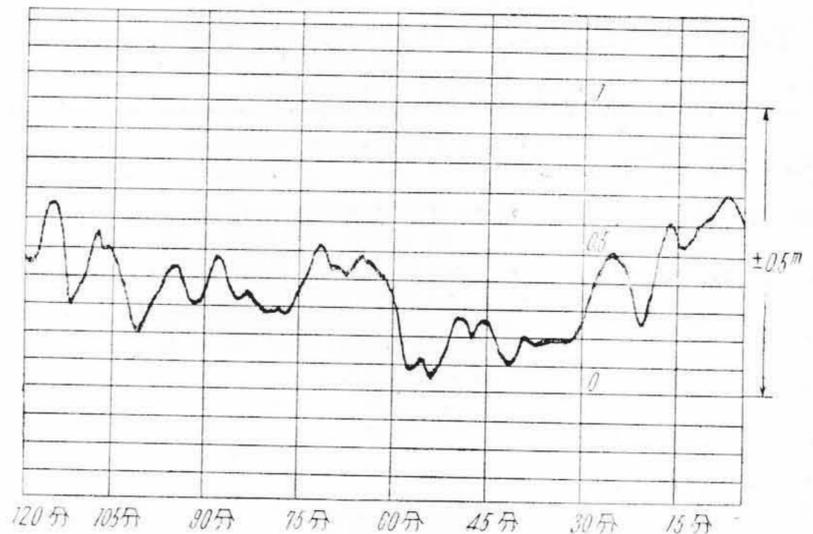
本試験に際して系統周波数を ±0.1% 以内に収めることは [I] にて述べた諸資料により予定した設計値にて十分であることが確認されたが井内谷調整池水位の安定には理論的にも困難な問題があることが認められたので種々の検討を加えた。すなわち水位変動は第一, 第二の使用水量の差によるものであるが, 両発電電力差と水位変動率との間には一定の遅れ時間をもっている。この値は約



第 12 図
調速機のパルス操作試験結果
Fig. 12.
Results of Pulse Driving Characteristic Curves for Governor



(a) 周波数記録



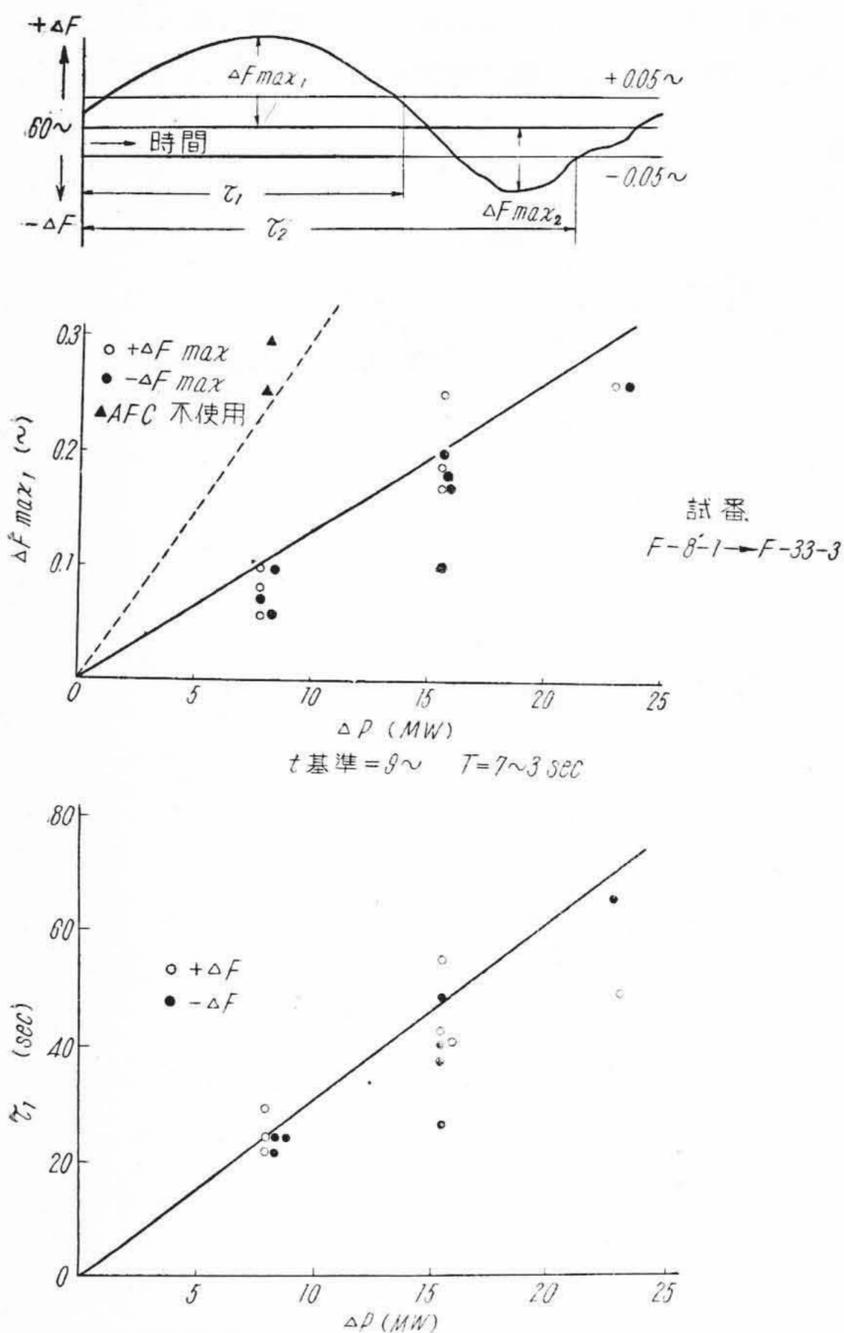
(b) 水位記録

第 13 図 平常 運 転 時 に お け る 記 録 の 例

Fig. 13. Examples of Records at Normal Runing

(a) Frequency

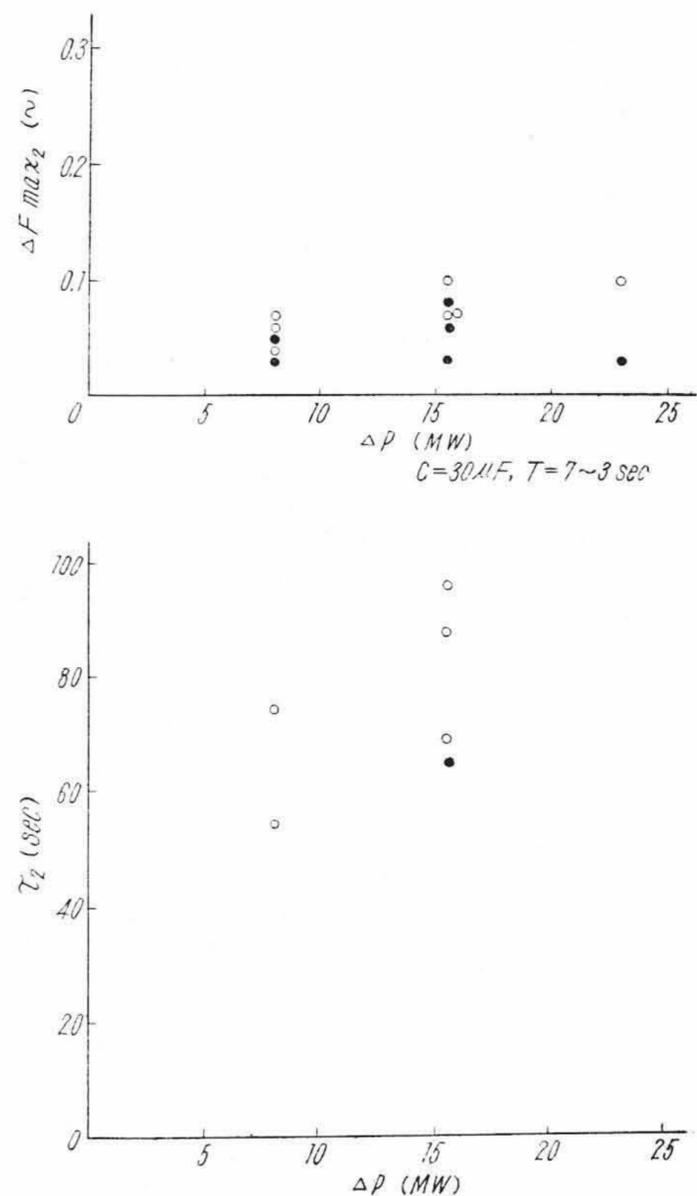
(b) Water Level



第 14 図 発電力漸変の場合の AFC 試験結果
(上) $\Delta F_{max1} - \Delta P$ (下) $\tau_1 - \Delta P$

Fig. 14. Results of AFC Test in Case of the Internal Power Change

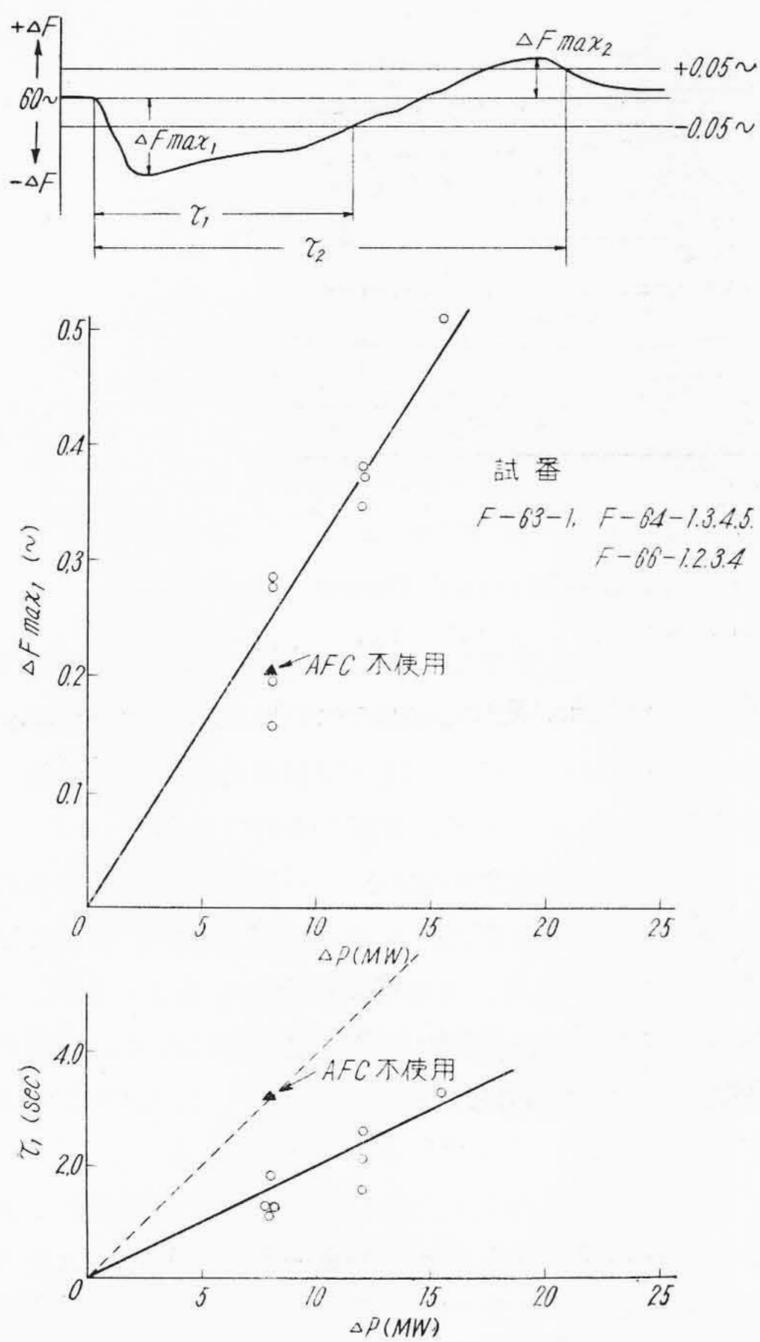
(Upper) $\Delta F_{max1} - \Delta P$ (Lower) $\tau_1 - \Delta P$



第 15 図 発電力漸変の場合の AFC 試験結果
(上) $\Delta F_{max2} - \Delta P$ (下) $\tau_2 - \Delta P$

Fig. 15. Results of AFC Test in Case of the Internal Power Change

(Upper) $\Delta F_{max2} - \Delta P$ (Lower) $\tau_2 - \Delta P$



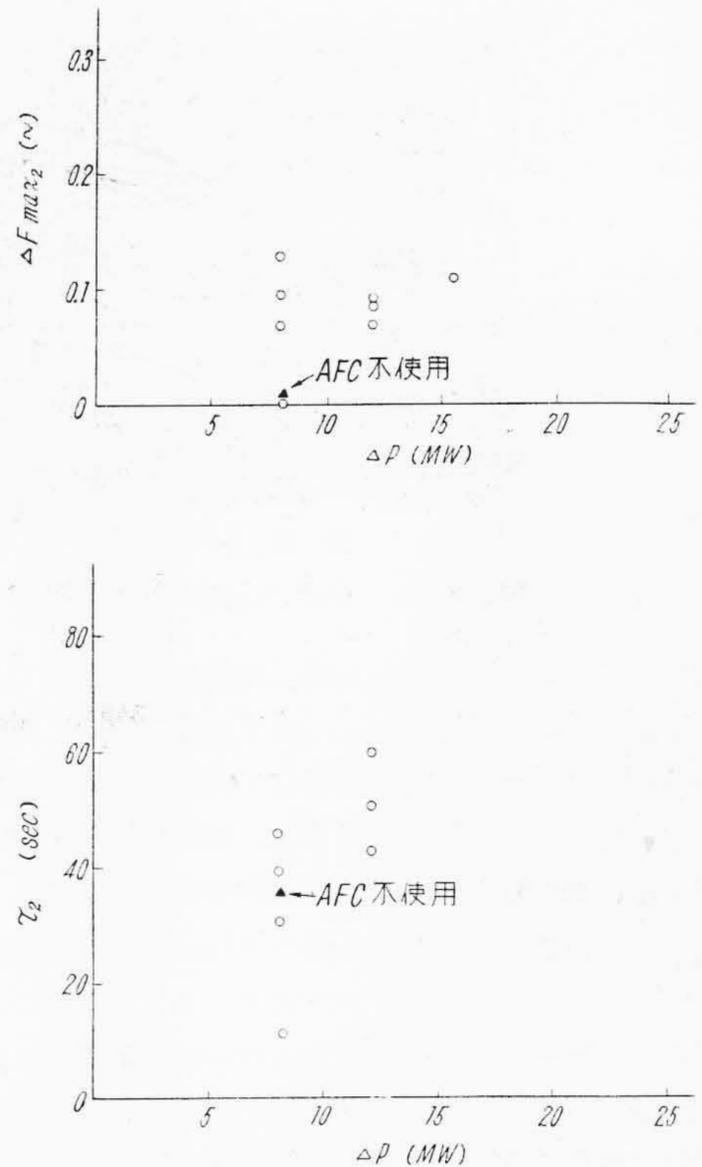
第16図 発電力急変の場合の AFC 試験結果
(上) $\Delta F_{max1}-\Delta P$ (下) $\tau_1-\Delta P$
Fig.16. Results of AFC Test in Case of the Internal Power Trip
(Upper) $\Delta F_{max1}-\Delta P$ (Lower) $\tau_1-\Delta P$

0.75分である。また第一, 第二の発電力に対して使用水量が一致する条件として最大出力のときで約 4 MW のバイアスを必要とすることもあきらかとなつた。これらのバイアスは両発電所の落差の相違, 水車をも含めた総合能率の差異ならびに第一発電所の電力を第二発電所内にある母線の入口で検出しているが, この第一連絡線の途中で一部工事用の電力が分岐されているため実際の第一発電所出力を工事用の消費分だけ少く検出していることによるものであつた。

以上の結果より水位安定の方策として電力平衡要素をもつて対処することは水位変動に先行する操作として最も当を得たものであることを立証し得た。

[VI] AFC 使用試験結果ならびに検討

本試験は昼, 夜間にわたり前後約 100 回の試験が繰返された。試験時の四国全系統電力は 220~260 MW で各



第17図 発電力急変の場合の AFC 試験結果
(上) $\Delta F_{max2}-\Delta P$ (下) $\tau_2-\Delta P$
Fig.17. Results of AFC Test in Case of the Internal Power Trip
(Upper) $\Delta F_{max2}-\Delta P$ (Lower) $\tau_2-\Delta P$

試験時について水力, 火力の割合はほぼ一定であつた。以下試験の種別によりその概要を述べる。

(1) 平常運転試験

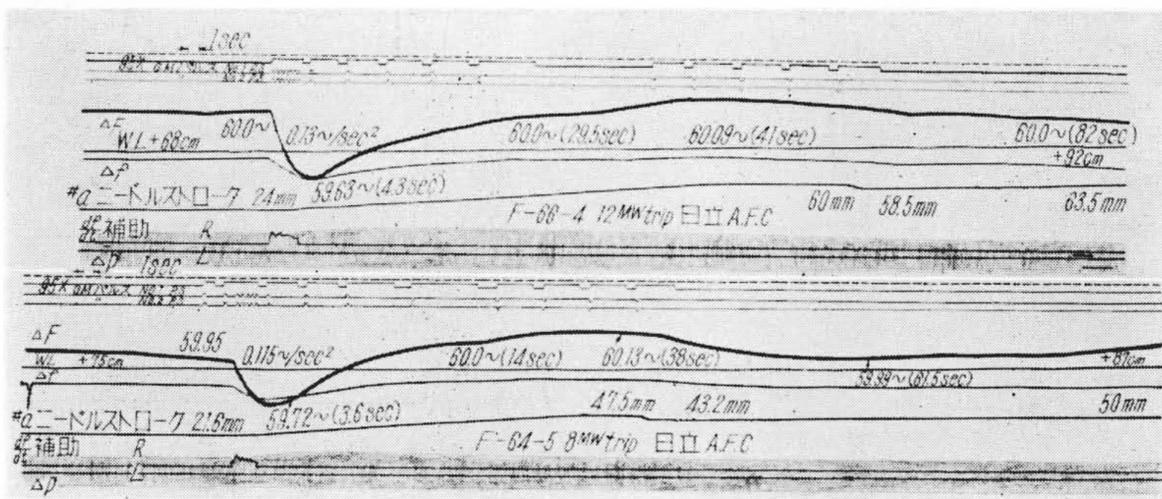
本試験中の各記録計のチャート記録を第13図(a)(b)に示す。系統周波数は整定値 60~ に対し ± 0.05 ~ 以内に大部分収まり, 稀に 0.07~ の偏差が現われているが, いずれも短時間にて整定値内に回復した。また同時間中の水位も基準水位 +0.5m の ± 0.5 m の許容範囲内に十分安定させることができた。

(2) 発電力漸変試験について

津賀ならびに佐賀発電所の出力を 10~45 秒でゆるやかに変化させ, そのときの AFC の効果を確認した。AFC を停止し调速機のみによる場合の記録計表示は, 擾乱後一定の偏差のまま周波数の回復は見られなかつた。AFC を使用した場合は第14図および第15図のごとく, 前記表示の場合にくらべて約半分以下の偏差に止まり, かつ非常な短い時間で回復している。しかも第2波 (ΔF_{max2}) の偏差もほとんど 0.1~ 以内に収まっている。

(3) 発電力急変試験について

系統内で大きな, しかも急激な擾乱を与え AFC の効



第 18 図 発電力急変の場合の AFC 試験 オシログラム

Fig. 18. Oscillograms of AFC Test in Case of the Internal Power Trip

果を確認するために、津賀ならびに佐賀の両発電所で負荷を急遮断せしめた。それぞれの結果を第 16 図および第 17 図(前頁参照)に示す。前述の場合と同様に AFC 不使用と使用の場合とを比較して見ると、周波数偏差の最大値 (ΔF_{max1}) は改善されないが、回復時間 (τ_1) は約 1/3 に短縮されている。しかし第 2 波の ΔF_{max2} については AFC を利用した場合がわずかに大きいようであった。本試験中における動作オシログラムの一例を第 18 図に示す。本記録より周波数変化率 (dF/dt) 継電器を始め各操作継電器の動作は実に安定していることがあきらかである。

また系統の周波数特性は概略 2.7~5.5 MW/0.1~, 時定数は 2.5~3 秒程度である。

なお第 16 図の AFC 不使用においては松尾川第一、第二発電所の水車調速機は急変電力 8 MW に対し、それぞれ約 3 MW の負荷を取っており、系統周波数も 60 秒くらいで回復していることは日立調速機の優秀性を如実に示しているものと考えられる。

[VII] 結 言

今回完成した装置の性能、すなわち各検出部の感度、精度ならびに水位調整、電力平衡をも含めた結果は、本

試験によりその忠実度ならびに安定性について十分に実証されたと考える。勿論細部については研究改善を要する点が残されているが、引続き関係者の努力により逐一改善されつゝあり、今後の発展が期待される。

なお本試験の成功は前述のごとく優秀な調速機の上に樹立されたものであることを特に附記したい。このたびの試験は AFC 装置の性能確認に主眼をおき、AFC と系統特性との間の定量的な資料は二次的になり、定量的な資料が非常に少いのはやむを得なかつたものと考えられる。

しかし、四国電力株式会社の関係者各位の積極的な御援助により一応 AFC 実用化の第一歩を印したことを厚く感謝するとともに、試験中における電力中央研究所の終始一貫した御指導に対し厚く御礼申上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 富山, 朽木, 飯島, 佐野, 梅津, 尾出: 電研報 Vol. 3 No. 5
- (2) 中谷, 滝田, 井沢: 日立評論, 別冊 3 91 (昭 28-6)
- (3) 井原, 伊藤, 佐藤: 日立評論 35 1007 (昭 28-7)
- (4) 三田: 日立評論 35 1405 (昭 28-10)

