

# 関西電力株式会社 納 水火力併用系経済負荷配分装置

The Economic Load Dispatcher for the Combined Thermal and Hydroelectric Power System

井上 定良\*  
Sadayoshi Inoue

棚川 久\*  
Hisashi Tanagawa

静間 敏男\*\*  
Toshio Shizuma

清水 勝良\*\*  
Katsuyoshi Shimizu

河竹 好一\*\*\*  
Kōichi Kawatake

三浦 武雄\*\*\*\*  
Takeo Miura

## 内 容 梗 概

本装置は関西電力株式会社の全電力システムを対象にした経済負荷配分装置で、水力系の経済運用を本格的に考慮したことが大きな特長である。アナログ計算機、デジタル計算機それぞれの特徴を高度に活用したハイブリッド形計算機を主体としている。このほか送電損失率を瞬時に計算する送電損失率計算盤など数多くの新しい方式を採用している。本装置は昭和37年2月より運転にはいつているが、本文では装置の概要および計算方式などについて述べる。

## 1. 緒 言

最近実施されている電力の経済運用は、翌日の負荷需要を仮想し電子計算装置などで火力総燃料費を最少にするような発電計画を求めてゆこうとするものである。このために従来用いられてきた装置はいずれも火力系を対象とするもので水力系を本格的に扱うものではなかった。火力発電所では燃料の単価が既知量として与えられるので経済評価の計算が容易であるが、調整式水力発電所の場合には水の単価を調整池運用の条件から逆算する必要があるうえ、その計算も複雑となるため水力系を含めた経済運用装置はなかなか出現しなかったのである。

しかしわが国では水力の比重が大きく、水火力を総合した立場から運用計算を行なうことがどうしても必要である。この課題を解決するため、昭和33年10月関西電力株式会社と日立製作所は協同研究を開始し、計算方式、装置の構成など基本的な問題から検討を重ね、新しい試みとしてハイブリッド形（アナログ、デジタル併用形）の計算装置を開発することとなった。このおもな理由は下記のとおりである。

- (1) 調整式水力発電所については1日に使用できる総水量が与えられ（これは流入予想、長期計画などで決められる）、これに合致する計算結果を求める必要があるほか、水系のつながりを有する場合には流下時間、越流、逆調、揚水などの問題もからみ、電源開発とともに計算内容が大幅に変る可能性もあるため、デジタル計算機を使用するほうが有利である。
- (2) 切替ひん繁な系統に対し、送電損失の影響を考慮するためには、送電損失率を瞬時に計算しなければならない。このためにはどうしても系統潮流をアナログ模擬盤で模擬する方式が必要となる。また、火力系の計算をアナログ的に行なえばすぐれた取れん性と演算速度が得られ、AFCなど既設装置との結合も容易となるので、将来の運用を考えれば、火力系はアナログ計算機で計算するほうが便利である。

ハイブリッド形経済運用装置は外国においてもその例を見ないのであるが、計算機自体としても新しいもので演算制御、精度などについて種々確認の必要があったので昭和34年10月、火力2、調整式水力3を内容とするハイブリッド形試作装置を完成して詳細検

討の結果、新方式採用に対し十分な自信を得た。次いでこの試作装置により得られた諸データをもととして関西電力株式会社の全系統を対象とする大規模な経済負荷配分装置の製作にかかり昭和36年12月に完成した。この装置は電子技術の粋を集めて完成されたもので下記のような特長をもっている。

- (1) 水力系の複雑な計算を本格的に取り扱い水火力を総合した見地から経済配分計算を行なうことができる。
- (2) アナログ計算機とデジタル計算機を併用した画期的な構成となっている。
- (3) 水力系の計算をデジタル計算機で行なっているため、将来の増設や計算内容に変更が生じてプログラムの変更で比較的容易に対処でき、融通性に富んでいる。
- (4) 送電損失率計算盤（系統接続盤）により送電損失率を電圧の形で瞬時測定できる方式となっているため、AFCをはじめ当日制御と協調させるのに適している。また系統の接続変更が容易にでき、将来計画用の潮流解析も行なうことができる。
- (5) 水力系の計算方式には取れん性の良い“ $\phi$ 平均化法”を用い、火力系計算には可動部のない高精度直流増幅器形回路を用いているので、計算精度が従来のものに比べて1けた高く、演算時間も速い。
- (6) 対象とする系統は今までにない大規模なものであるが、初期値をさん孔テープでデジタル計算機に読み込ませれば、あとは「演算開始」用押ボタン一つですべての演算を全自動的に行ない、計算結果を印字させることができる。
- (7) デジタル計算機はELD計算のほか一般の科学計算にも使用できるよう考慮されているので利用度が大きい。

## 2. 計 算 原 理

### 2.1 本装置で取り扱う計算式

本装置で扱う計算は主として予想計算、すなわち翌日の負荷の総需要量を予想して、これに見合う“最経済的”な発電スケジュールを求めるものである。ここにいう“最経済的”とは、系統全体の火力総燃料費を最少にすることを意味し、それを満足する条件は次に示す公知の電力協調式で与えられる。

$$\lambda = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial_i P_{S1}}}{1 - \frac{\partial_i P_L}{\partial_i P_{S1}}} = \dots = \frac{\frac{\partial F_j}{\partial_i P_{Sj}}}{1 - \frac{\partial_i P_L}{\partial_i P_{Sj}}}$$

\* 関西電力株式会社

\*\* 日立製作所国分工場

\*\*\* 日立製作所日立研究所

\*\*\*\* 日立製作所中央研究所 工博

$$= \frac{\varphi_{H1}}{1 - \frac{\partial_i P_L}{\partial_i P_{H1}}} = \dots = \frac{\varphi_{Hk}}{1 - \frac{\partial_i P_L}{\partial_i P_{Hk}}} \quad (i=1 \sim 24) \dots\dots\dots (1)$$

$$iP_R + iP_L - \sum_{j=1}^j iP_{Sj} - \sum_{k=1}^k iP_{Hk} - \sum_{l=1}^l iP_{Fl} = 0 \quad (i=1 \sim 24) \dots\dots\dots (2)$$

$$P_{Hk0} - \sum_{i=1}^{24} iP_{Hk} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$\left. \begin{matrix} P_{Sj} \leq iP_{Sj} \leq \overline{P_{Sj}} \\ P_{Hk} \leq iP_{Hk} \leq \overline{P_{Hk}} \end{matrix} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

- ここに  $i\lambda$ :  $i$  時間帯の受電端増分燃料費  
 $F_j$ :  $j$  番目の火力発電所の燃料費 ( $j$  番目の火力発電所出力の関数)  
 $iP_{Sj}$ :  $j$  番目の火力発電所の  $i$  時間帯の出力  
 $iP_{Hk}$ :  $k$  番目の調整式水力発電所の  $i$  時間帯の出力  
 $iP_L$ :  $i$  時間帯の送電損失 (各発電所出力, 負荷電力の関数)  
 $iP_R$ :  $i$  時間帯の受電端総需要電力  
 $iP_F$ :  $i$  時間帯の自流式水力発電所出力および融通電力  
 $P_{Hk0}$ : 調整式水力発電所の一日の総発生電力の予定値  
 $\varphi_{Hk}$ :  $k$  番目の調整式水力発電所の増分価格  
 $\underline{P_{Sj}}$ :  $j$  番目の火力発電所出力の下限值  
 $\overline{P_{Sj}}$ :  $j$  番目の火力発電所出力の上限値  
 $\underline{P_{Hk}}$ :  $k$  番目の調整式水力発電所の下限值  
 $\overline{P_{Hk}}$ :  $k$  番目の調整式水力発電所の上限値

(1), (2) 式は,  $i$  時間帯で満たすべき電力協調式, 需給平衡式, (3) 式は各調整式水力発電所が満たすべき総発生電力条件, (4) 式は, 各発電所出力の上下限を示す制限条件である。

予想計算は, (1), (2), (3) 式を  $i\lambda, \varphi_{Hk}, iP_{Sj}, iP_{Hk}$  に関する連立方程式と考えて, その解を求めることにほかならない。

2.2 計算手順

予想計算における計算の手順は次のとおりである。

まず, 調整式水力発電所出力  $iP_{Hk}$  を仮定し, (1), (2) 式を用いて,  $i\lambda, iP_{Sj}$ , および  $i\lambda \left(1 - \frac{\partial_i P_L}{\partial_i P_{Hk}}\right) = i\varphi_{Hk}$  を  $i=1 \sim 24$  時間帯にわたって計算する。次に  $j$  番目の調整式水力発電所に関し,  $i\varphi_{Hk}$  が各時間帯について共通の値となるように, 出力の仮定値を修正する。この場合,  $i\varphi_{Hk}$  が各時間帯の平均値  $\bar{\varphi}_{Hk} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} i\varphi_{Hk}$  に収れんするように修正する方法が, もっともすぐれているので, (5) 式によって修正を行なう。ここではこの方法を  $\varphi$  平均化と呼んでいる。

$$iP_{Hk}' = iP_{Hk} + K(\bar{\varphi}_{Hk} - i\varphi_{Hk}) \dots\dots\dots (5)$$

ただし,  $K$  は修正係数

$iP_{Hk}'$  が上下限値をこえたときは, その時間帯の出力を限界値に固定し, 残りの時間帯で再び前記の  $\varphi$  平均化を行ない,  $iP_{Hk}'$  を計算しなおし, 上下限値をこえるものがなくなるまで反復する。最後にこうして得られた  $iP_{Hk}'$  が (3) 式の制限条件を満足するように補正する。

この補正された値を, 新しい仮定値として, 前記の計算を繰り返し,  $i\lambda, iP_{Sj}, i\varphi_{Hk}$  を求めなおす。この繰り返し計算を数回行なえば, (1), (2), (3) 式を満足する解をうることができる。

3. 装置の概要

3.1 計算装置

前項の計算原理に基づいて, 水火力併用系の経済負荷配分計算を行なう装置としては, 普通, アナログ計算機またはデジタル計算機が考えられるが, アナログ計算機による場合は, 計算の迅速性は

すぐれているが, 装置が膨大になり, 保守, 運用に不便である。これに反し, デジタル計算機のみで計算する場合は, 小形で計算精度が高く, また計算内容はプログラムで処理できることが多いので, 将来の増設, 変更も比較的容易であるなど, 利点は多いが, 系統に順応して簡単に送電損失率を求めることができない欠点がある。このため, 本装置では, それぞれの計算機の短所を補い長所を高度に生かした方式として, アナログ計算機とデジタル計算機を, A-D および D-A 変換器で結合した, ハイブリッド形計算機と瞬時計算のできる送電損失率計算盤を組み合わせた新構想の計算装置としている。

3.2 装置の規模

本装置の規模は次のとおりである。

火力発電所単位	19	将来増設	14
調整式水力発電所単位	15	将来増設	8
自流式水力発電所単位	14	将来増設	3
融通単位	4		
特殊負荷単位	11		
比例負荷単位	46		
線路単位 固定抵抗	149		
可変抵抗	70		

3.3 装置の構成

本装置は, 大別するとデジタル計算機, 信号変換部, アナログ計算機, 送電損失率計算部, 演算制御部および表示監視部に分かれるが, 各部の構成は第 1 表に示すとおりである。

3.4 各部の機能

ELD 計算においては, 前記のような膨大な数の連立方程式を解くことになるが, 各部の特性を考慮して次のように分担させている。

おもに, 火力発電所に関する部分	アナログ計算機
水力発電所に関する部分	デジタル計算機
印字のために必要な計算	同上
送電損失率	送電損失率計算部

上記の分担にしたがい各部の機能は次のようになる。

3.4.1 デジタル計算機

(1) 初期条件の設定

山元総需要, 調整式および自流式水力発電所, 融通, 特殊負荷, プログラム運転火力発電所の各時間帯の予定値をテープにさん孔し, 記憶装置に読み込み, 演算指令によって, 1 時間帯の値から順に D-A 変換器に送り出す。

第 1 表 装置各部の構成

デジタル計算機	計算機本体	1
	制御卓	1
	万能入出力装置	1
	磁気ドラム	1
	電源装置 (M-G および制御盤)	1
A-D, D-A 変換部	A-D 変換架	1
	D-A 変換架	3
アナログ計算機	火力発電所架	2
	制御架	1
	増幅器架	1
	水力発電所架	1
	比例負荷架	1
送電損失率計算部 (系統統盤)	線路単位	219 組
	系統盤	1
演算制御部	系統制御機	1
	演算制御架	1
	呼出測定装置	1
	潮流監視機	1
表示監視盤	潮流監視盤	1

(2) 計算条件の設定

調整式水力発電所の1日の予定電力量( $P_{Hk0}$ )と出力の上下限值  
火力燃料費特性, 修正係数( $K$ )の値をテープにさん孔して読み込  
む。

(3) 次の各項の計算

調整式水力発電所の増分価格 ( $i\varphi_{HK}$ )  
 $\varphi$  の 平 均 化

所別燃料費および総燃料費

水火力出力の合計

(4) 計算結果のタイプアウトおよび記憶  
第2表に, HIPAC-103のおもな仕様を示す。  
第1図はHIPAC-103の外観である。

3.4.2 アナログ計算機

(1) 計算条件の設定

火力発電所出力の上下限值, 増分燃料費特性, 所内電力特性,  
比例負荷比率をポテンシオメータで設定する。

(2) 次の各項の計算

受電端増分燃料費 ( $i\lambda$ )

火力発電所出力 ( $iP_{Sj}$ )

融通点増分価格 (メータ表示用)

余 剰 電 力

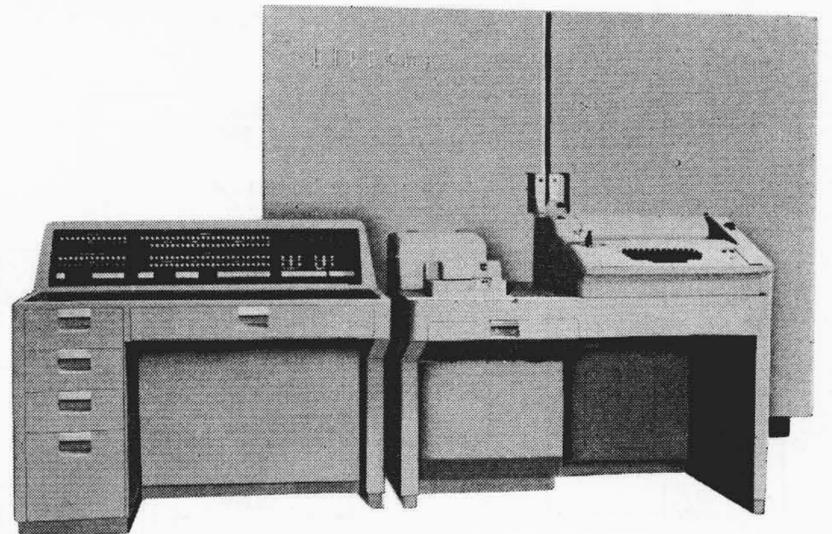
3.4.3 信号変換部

(1) D-A 変換部

デジタル計算機から送り出される初期条件の設定値 (純2進

第2表 HIPAC-103 の仕様

計算機本体	形 式	プログラム内蔵形											
	主演算素子	パラメトロン											
	数値取扱方式	固定および浮動小数点, 並列演算方式											
	数値けた数	固定小数点, 純2進, 数値47けた+符号1けた {浮動小数点, 純2進, 数値39けた+指数8けた+符号1けた}											
命令	命令	ヘッドオーダ方式 110種 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> アドレス インデックスレジスタ3個											
	演算速度	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>固定小数点</td> <td>浮動小数点</td> </tr> <tr> <td>加 減 算</td> <td>0.4ms</td> <td>0.4~1.3ms</td> </tr> <tr> <td>乗 算</td> <td>1.8ms</td> <td>1.8ms</td> </tr> <tr> <td>除 算</td> <td>6.5ms</td> <td>5.7ms</td> </tr> </table>		固定小数点	浮動小数点	加 減 算	0.4ms	0.4~1.3ms	乗 算	1.8ms	1.8ms	除 算	6.5ms
	固定小数点	浮動小数点											
加 減 算	0.4ms	0.4~1.3ms											
乗 算	1.8ms	1.8ms											
除 算	6.5ms	5.7ms											
記憶装置	内部記憶装置 外部記憶装置	磁気コア, 容量1,024語 磁気ドラム, 容量8,192語, 平均アクセスタイム 10ms											
制御卓		計算の監視制御用表示ランプ, スイッチ類取付											
万能入出力装置	印字速度 一行印字数 さん孔速度 文字の種類 読取速度	500字/分 80字 500字/分 94種 3段シフト 機械式 500字/分 光電式 12,000字/分											
	電 源	AC 200V±10% 3相 50 または 60~ { +1~ -2~											



第1図 HIPAC-103

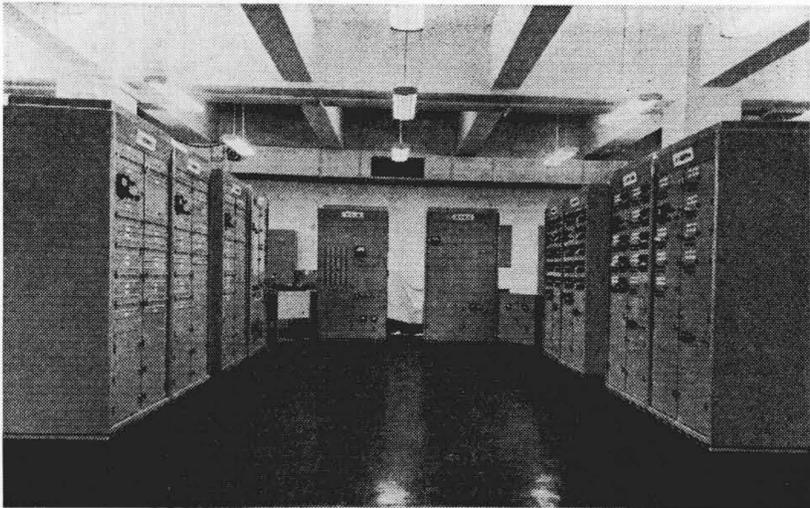
第3表 計算順序一覧表

	No.	計 算 順 序	計 算 内 容	計 算 分 担
計 算 準 備	①	初期値の読み込み	各時間帯の初期値をテープにさん孔して読込記憶する。 初期値の数 山元総需要電力 1×24 (時) 調整式水力発電所出力 15×24 (時) 自流水力発電所出力 14×24 (時) 融 通 電 力 4×24 (時) 特殊負荷電力 11×24 (時) プログラム運転火力発電所出力 5×24 (時)	デジタル計算機
	②	初期値の読み出し (演算開始)	系統制御機からの「演算開始」指令により1時間帯の初期値をD-A変換部に送り出す。 山元総需要電力は, 水力発電所出力, 融通電力を差引き火力総合出力の値にして送る。	
時間帯ごとに行なう	③	D-A 変 換	デジタル計算機より送られてくる, 初期値をD-A変換してアナログ計算機に送る。	D-A 変換架
	④	$\lambda$ , 火力出力の計算	電力協調方程式を解いて $\lambda$ および火力発電所出力を計算する。 計算された出力をこれに比例した直流電流に変換し系統接続盤に送る。	火力発電所架 制 御 架
	⑤	送電損失率計算のための電圧-電流変換	D-A変換部から送られてくる, 各単位の初期値をそれに比例した直流電流に変換して系統接続盤に送る。同様に比例負荷電力に相当する電圧を直流電流に変換する。	水力発電所架 比 例 負 荷 架
	⑥	送電損失率の計算	各単位と基準点との電圧降下を測定して送電損失率を計算する。	系 統 接 続 盤
	⑦	A-D 変 換	$\lambda$ および調整式水力発電所の送電損失率をA-D変換してデジタル計算機に送る。 繰返回数最終回にはこのほか火力発電所出力, 融通の $\varphi$ もA-D変換する。	A-D 変換架
	⑧	$\varphi$ の 計 算	調整式水力発電所の $\varphi$ を計算して記憶する。	
各回の24時間帯終了後	⑨	$\varphi$ の 平 均 値 計 算	調整式水力発電所ごとに各時間帯の $\varphi$ の平均値 ( $\bar{\varphi}_k = \sum_{i=1}^{24} i\varphi_k$ ) を計算する。	デジタル計算機
	⑩	初期値の補正	$iP_k' = iP_k + K(\bar{\varphi}_k - i\varphi_k)$ によって初期値の補正計算を行なう。	
所定繰返計算回数終了後	⑪	燃 料 費 の 計 算	火力発電所出力補正計算後, 燃料費曲線から, 燃料費を計算する。 燃料費は各発電所ごとおよび総燃料費を計算する。	デジタル計算機
	⑫	水, 火力出力の合計	水力, 火力出力の合計を計算する。	
	⑬	タ イ プ ア ウ ト	計算結果を規定の順序でタイプアウトする。	

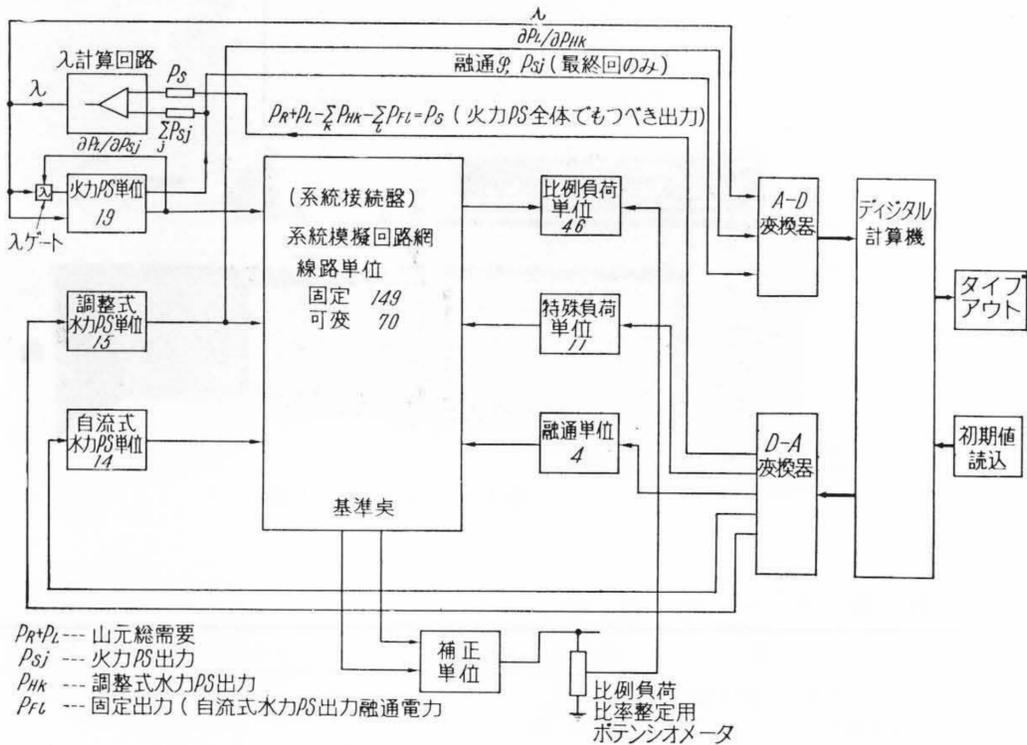
数值) を各 D-A 変換器に分配し、アナログ電圧に変換してアナログ計算機に送る。

(2) A-D 変換部

アナログ計算機および送電損失率計算部で計算された  $i$  および調整式水力発電所の送電損失率  $(\partial P_L / \partial P_{Hk})$  を順次走査して、純 2 進の数値に変換してデジタル計算機に送り込む。



第 2 図 アナログ計算機および変換部



第 3 図 動作 ブ ロ ッ ク 図

第 2 図は、アナログ計算機、A-D、D-A 変換部の外観である。

3.4.4 送電損失率計算部

本計算部は系統接続盤と呼ばれ、模擬系統盤と送電損失率計算盤を兼ねている。模擬系統盤は、関西電力株式会社の全系統に対し超高压系統、154 kV 系統、70 kV 系統を色別された模擬母線で、また発電所負荷などの位置を色別された銘板でそれぞれ表示して実系統との対応を便にし、多くの接続端子によって系統構成を自由に変更できるようにしてある。送電損失率計算盤は、実系統インピーダンスの実効分に相当した模擬抵抗よりなる回路網に、発電所単位、融通単位、負荷単位から、それぞれの電力に比例した強制直流電流を流すと、等価負荷中心点の電位を零にするように補正単位が動作し、比例負荷電力を増減して、自動的に発電電力と負荷が平衡するようになっている。この状態で各单位と基準点間の電圧降下を測定すれば、次式によって送電損失率が計算できる。

$$\frac{\partial P_L}{\partial P} = E - \sum_{l=1}^l \alpha_l V_l \dots\dots\dots (6)$$

ここに E: 測定すべき単位の出力端子電位  
V<sub>l</sub>: l 番目の負荷点の電位  
 $\alpha_l$ : 等価負荷中心点に対する分散率

発電電力と負荷が平衡した状態では  $\sum_{l=1}^l \alpha_l V_l \doteq 0$  である。

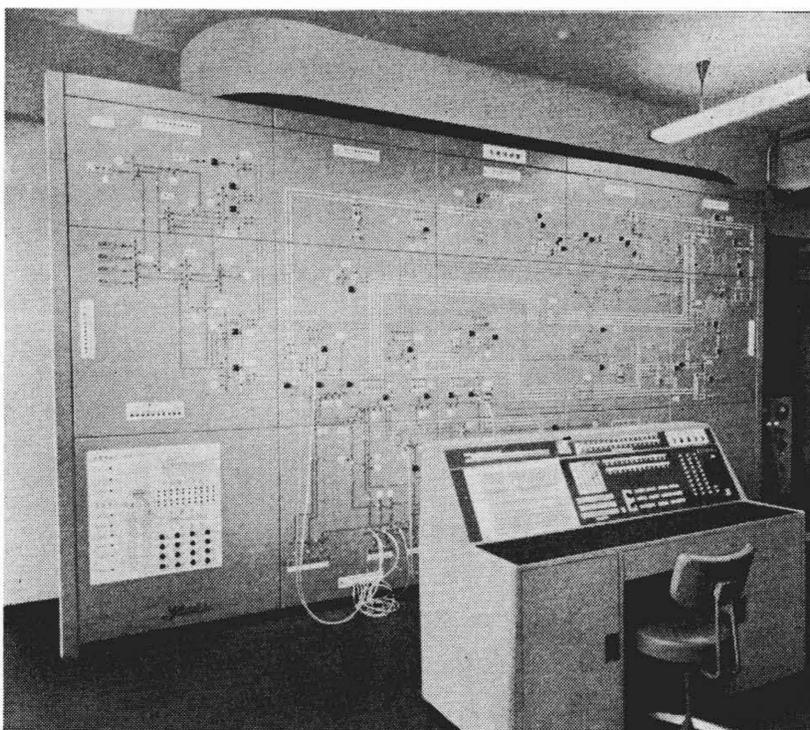
第 3 図は計算回路の原理を示すブロック図、第 4 図は系統接続盤の外観である。

3.4.5 演算制御部

演算の進行を集中的に監視制御するところで、系統制御機が操作の中核になっている。このため、演算条件の設定、演算の制御、監視に必要な設定器、操作スイッチ、表示ランプを設けてあり、テープ読込操作のほかはすべての操作が系統制御機でできるようになっている。第 5 図は系統制御機の外観である。

3.4.6 潮流監視盤

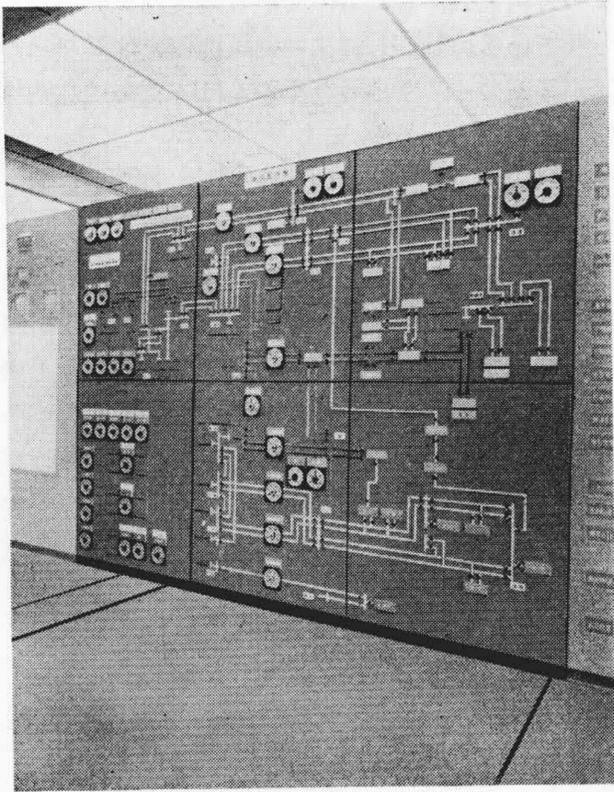
中央給電指令室に、計算の状態および計算結果を表示するために特に設けたものである。系統の模擬回路と各单位の動作状態を示す照光式銘板、計算結



第 4 図 系 統 接 続 盤



第 5 図 系 統 制 御 機



第6図 潮流監視盤

果を指示する各種のメータがあり、計算結果を実系統の運転状態と対比することができる。

第6図は潮流監視盤である。

#### 4. 演算制御方式

##### 4.1 計算の種類

本装置で行なう計算は次の2種類である。

「予想計算」 「潮流解析」

予想計算は、翌日の各時間帯の出力配分を2.2項で述べた手順に従って計算するものである。

潮流解析は、アナログ計算機および系統接続盤を使用して、将来計画などのために構成した系統接続盤上の模擬回路に、各単位の出力に相当した電流を流して、線路各部の潮流分布などをアナログ的に解析するものである。

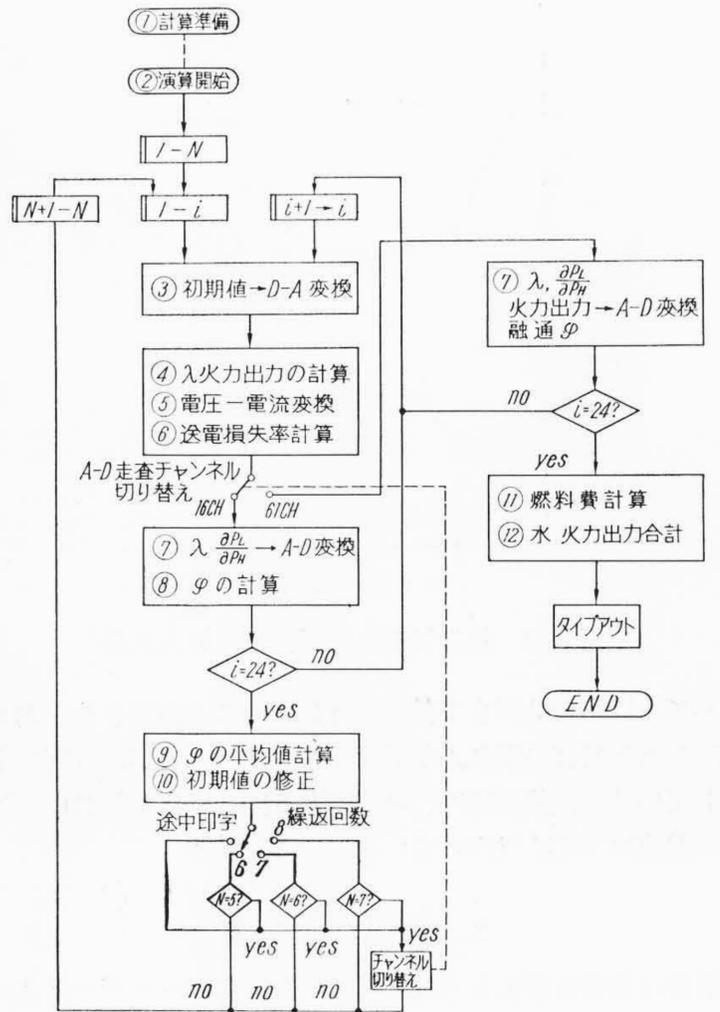
##### 4.2 計算順序

予想計算における計算順序は第7図のフローチャートに示すとおりである。演算準備の段階で、3.4.1項で述べた初期条件をデジタル計算機の記憶装置に読み込み、スタート番地をセットしたのち、系統制御機の「演算開始」用押ボタンを押せば、第7図に示す③から⑫までの計算が自動的に繰り返され、計算結果がタイプアウトされる。

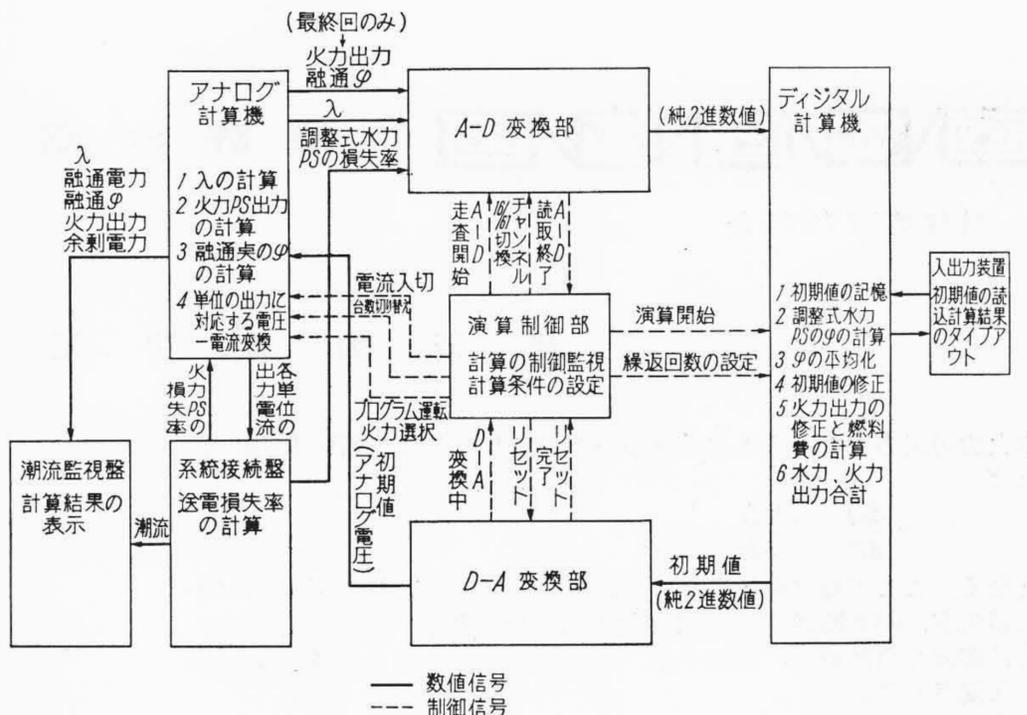
第3表はこれらの計算順序と計算内容および分担を表にまとめたものである。

##### 4.3 制御方式

本装置は、前述のとおり、性質の異なった計算機を組み合わせたものであるから操作の簡易化には特に考慮を払っている。第8図は数値および制御信号の経路を示すブロック図である。図に示すとおり、演算制御部が制御の中心になり、計算はここからの指令とデジタル計算機の制御プログラムの協調によって行なわれ、数値信号はデジタル計算機から、D-A変換部、アナログ計算機および系統接続盤、A-D変換部を経て、デジタル計算機へもどる計算ループを作っている。このように「演算開始」指令をはじめすべての制御指令は、演算制御部から出るが、デジタル計算機と、D-A、A-D変換部相互のやりとりの制御は、その開始と終了を演算制御部で監



第7図 計算フローチャート



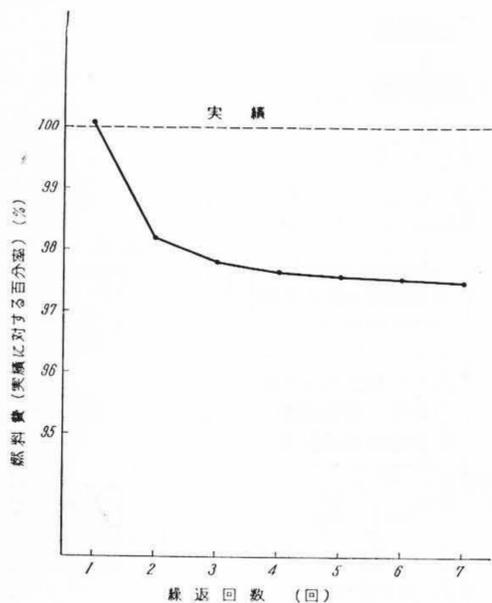
第8図 信号の経路を示すブロック図

視するだけで、局地的に行なわせている。

潮流解析の場合は、系統制御機で「潮流解析」の押ボタンを押せば、水力発電所単位、負荷単位などの出力を、ポテンシオメータで手動整定できる状態になるので必要な出力を整定し、潮流の分布状態を、潮流監視盤のメータまたは、デジタル電圧計で選択測定することができる。

##### 4.4 繰返回数と計算時間

予想計算は調整式水力発電所の出力を仮定して、それを補正しながら繰返計算を行なう逐次近似法によって行なわれているから、繰返回数を多くするほど真値に近くなるが、実際には修正係数 $K$ の値を適当にとれば、数回の繰返して収れんさせることができ、それ以上繰返せば、燃料費の逡減する効果より、計算時間が長くなる不利益のほうが大きくなるので、本装置では繰返回数は6回（初期値の修正回数は5回）を標準としているが、系統制御機の回数設定用押ボタン



第 9 図 繰返回数と燃料費の取れん状態

によって 1 回から 8 回まで任意に選択することができる。第 9 図は繰返回数と燃料費の取れん状態を示す一例であるが、6 回で十分取れんしている。演算時間は、繰返回数 6 回の場合で約 20 分である。計算の精度は 0.5% 以内にはいつている。

5. 結 言

本装置は給電合理化を一段と進めるために、ユーザーとメーカー

が一体となって研究製作したもので、日常使用の面からも十分な検討が加えられている。しかし従来の給電機器とは異なった取り扱いを要する面が多いので、所期の効果をあげるためには関係者の一段の協力と努力がのぞまれる。

本装置は基礎研究、試作、装置製作と 3 年有余の長期にわたる多数関係者の緊密な協力によって完成したものである。すなわち関西電力株式会社稲田部長をはじめ工務部関係各位、吉川所長はじめ技術研究所各位、および吉野次長の絶大なるご指導とご協力を得て、日立製作所中央研究所、日立研究所、戸塚工場、国分工場および昭和電子株式会社、日立製作所大阪営業所の関係者多数が一体となって努力したたまものである。終わりに臨みこのような画期的計画を推進された関西電力株式会社幹部の英断に深甚の敬意を表するとともに、ご指導をいただいた関西電力株式会社の関係各位に厚くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 小林：電気学会連合大会，シンポジウム，S-6 W，昭 34
- (2) 河竹ほか：電気学会関西支部大会，34，昭 34
- (3) 河竹ほか：第 2 回自動制御連合講演会，334
- (4) 川井ほか：電気学会東京支部大会，190，昭 34



特 許 の 紹 介



特許第 267375 号

竹村 克己・小沢 重樹  
平井 善一郎

経 済 的 負 荷 配 分 装 置

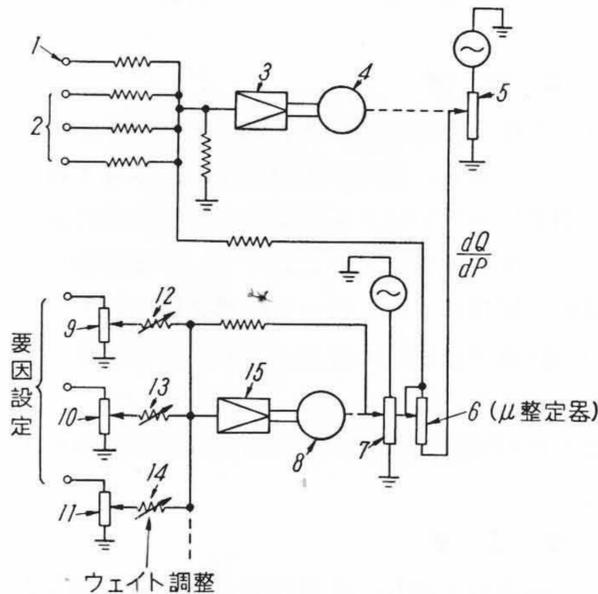
水火併用方式をとる電力系統の経済的負荷配分は等増加率法によれば

$$\mu \frac{dQ}{dP} + \lambda \frac{\partial L}{\partial P} = \lambda$$

となる。ここで  $Q$  は全放出流量， $P$  は水力発電所出力， $\partial L / \partial P$  は増加損失率， $\lambda$  は最経済状態での総出力の増加費用， $\mu$  は補正係数で有効落差や自然流量，降雨予想，季節的配慮など種々の要因によって決定される。

本発明はこれら諸要因を設定し各々にウェイトをつけて  $\mu$  を整定し，上式にもとづいて負荷配分を計算する装置で，端子 1 には  $\lambda$  に，2 には  $\lambda \frac{\partial L}{\partial P}$  に応ずる電圧が与えられ，増幅器 3，サーボ電動機 4 を経て電位差計 5 をセットする。5 は関数抵抗で  $dQ/dP$  に応ずる電圧を発する。6 は  $\mu$  整定器であり，諸要因が設定された電位差計 9,10,11 が調整抵抗 12,13,14 でウェイトをつけられ入力電圧となっているサーボ機構 15,8,7 によって整定される。このようにすれば増幅器 3 の入力には  $\mu \frac{dQ}{dP}$  に応ずる電圧が  $\lambda$ ， $\lambda \frac{\partial L}{\partial P}$  のほかに加えられることになり，サーボ電動機 4 が平衡すれば上記の式

$$\mu \frac{dQ}{dP} + \lambda \frac{\partial L}{\partial P} = \lambda$$



が満足され，水火併用の経済的負荷配分計算ができたことになる。(小川)