

5. 計 測 制 御 装 置

MEASUREMENT CONTROLLING EQUIPMENT

5.1 電 力 制 御

5.1.1 経済負荷配分装置

関西電力株式会社へ納入した経済負荷配分装置 (ELD) は、火力のみならず水力の配分計算もできる画期的なもので、高い精度と信頼性を備えており、昭和37年4月以来好調に営業運転を続けている。

本装置のおもな特長は次のとおりである。

- (1) 水火併用系統用である。
- (2) デジタル計算機とアナログ計算機を組み合わせたハイブリッド計算機であり、おのこの長所を活用している。
- (3) 送電損失率計算盤を備えているので、送電損失率の測定が瞬時に行なえ、また系統構成の変更が容易であり、潮流解析も可能である。
- (4) デジタル計算機は単独に一般技術計算にも使用すること

ができる。

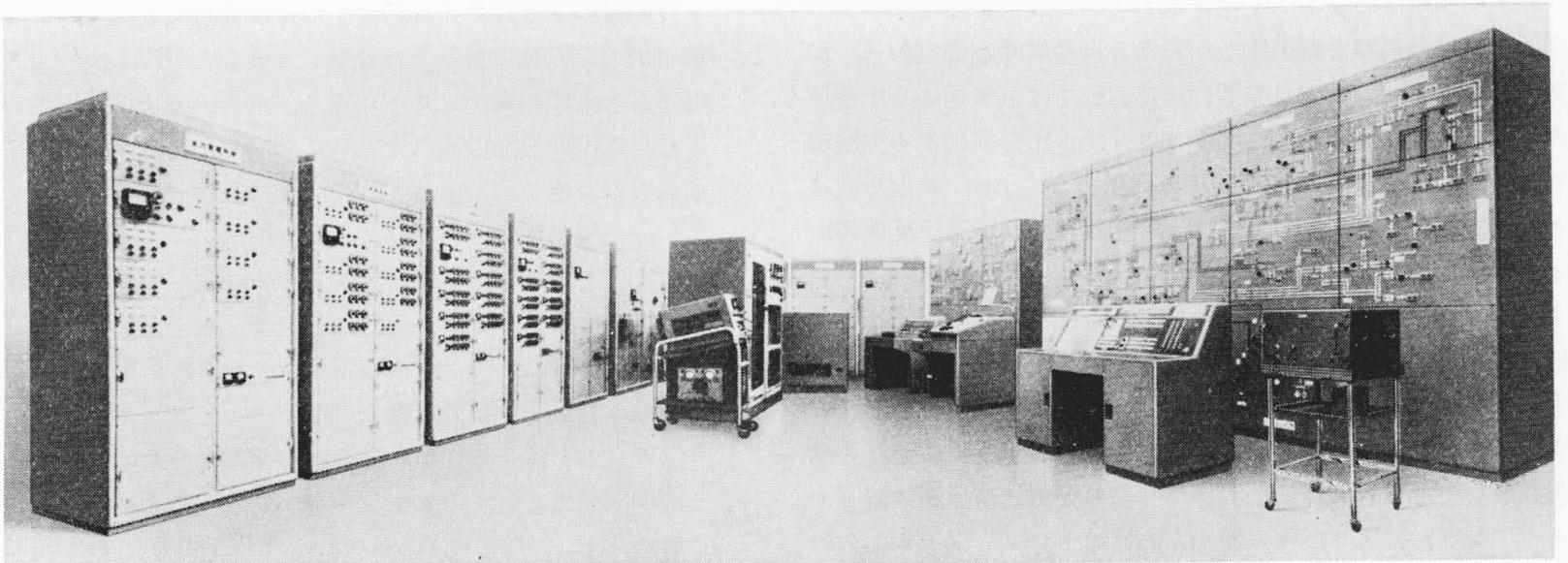
第1図は関西電力株式会社納入の経済負荷配分装置の全体を示す。

5.1.2 新形自動負荷周波数調整装置あいついて納入

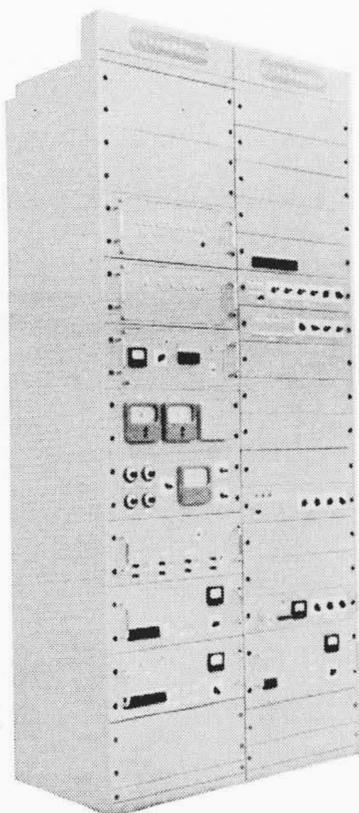
37年度には最新の技術を取り入れた新しいAFC装置を完成した。それはデジタル式AFCと磁気演算増幅器を演算要素として用いたAFC装置である。

デジタルAFCは関西電力株式会社中央給電所に設置され丸山、小原両発電所を制御するもので昭和37年4月に納入し、現在好調に運転している。演算回路の主素子はトランジスタで小形軽量化はもちろん比例、積分、微分制御を合理的に取り入れた画期的な装置である。第2図は中央給電所設置装置の外観を示す。

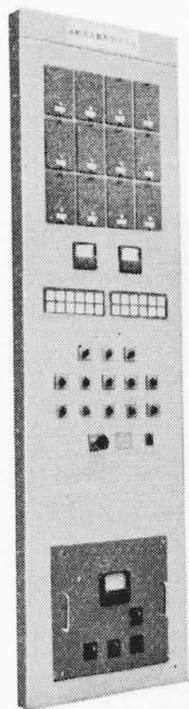
磁気演算増幅器を使用したAFCは北海道電力株式会社雨竜発電所に納入され昭和37年4月から好調に営業運転にはいつている。磁気演算増幅器は0.5%を上回る精度とすぐれた安定性を有し、制



第1図 関西電力株式会社納経済負荷配分装置



第2図 関西電力株式会社納AFC中央給電所設置架



第3図 北海道電力株式会社納AFC装置操作盤

御用演算要素としてすぐれた特性をもっている。この装置の平常運転実績によれば制御結果は $50 \pm 0.1\%$ 以内に十分収まっている。

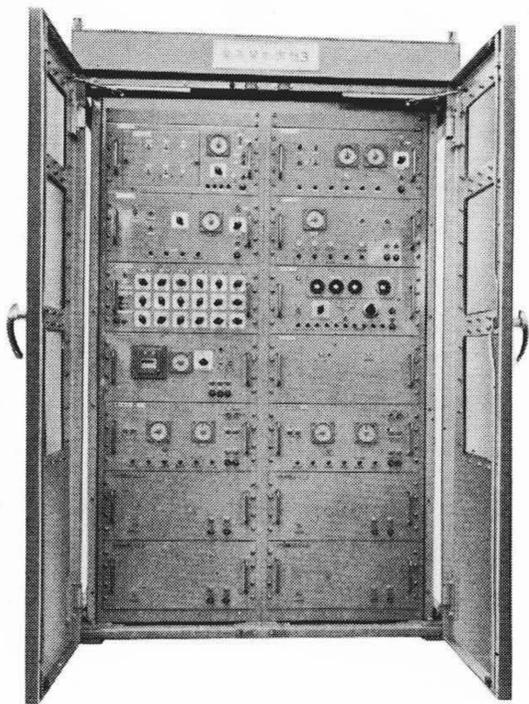
富士製鉄株式会社室蘭製鉄所のミルによる重負荷変動により30 MWの負荷急変がある場合でもほぼ $50 \pm 0.3\%$ 以内に収まっている。第3図はAFC操作盤の外観を示す。

5.2 電 動 力 制 御

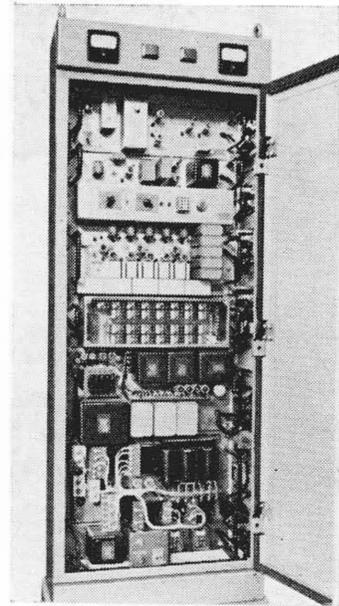
5.2.1 電動力計測制御装置

(1) 圧延機用プログラム運転装置

熱間可逆圧延機の運転を計画にしたがい自動的に行なう自動プログラム制御装置は、36年夏国産品として初めて完成した東都製鋼株式会社(豊橋)納分塊圧延機用、日新製鋼株式会社(南陽)納粗圧延機用に続き、37年度において、住友金属工業株式会社(和歌山)納粗圧延機用、大同製鋼株式会社(知多)納分塊圧延機用の設備が完成、運転に入った。また東都製鋼株式会社(豊橋)納H形鋼ミル用の設備を製作中である。最近の自動プログラム装置の特長は、(a)トランジログが全モールド形の安定した扱いやすいものとなっていること。(b)回路の動作のチェック回路がいつそう確実、便利なものとなったこと。(c)ミルの各装置の運転の順序を制御するシーケンス制御が、いつそう複雑となり、時間関係



第4図 日新製鋼株式会社納 AGC 装置



第5図 遠隔運転装置

を規制して、所要時間の短縮が図られていることをあげることができる。

(2) 自動板厚制御装置

製鉄工業の圧延工程において、鋼帯の厚み偏差を少なくし、歩どまりよく高精度の製品を生産することが、最近特に要求され、自動的に鋼帯の板厚を制御するいわゆる自動板厚制御 (AGC) が必要となってきた。日立製作所においては数年前より圧延理論の解明と、日立研究所における3タンデム圧延機による実験研究の結果、35年度より可逆冷間圧延機用として AGC 装置を数基納入し、現在好調に実動している。37年度は熱間鋼帯圧延機用、フォイル圧延機用、センジマミル用と合計3台納入した。センジマミル用は従来の可逆冷間圧延機用 AGC に、センジマミルとして特殊性を考慮し、電子管式 AGC を納入した (日新製鋼株式会社大阪工場)。第4図は AGC 装置である。

熱間鋼帯圧延機用は国産第1号機 (住友金属工業株式会社和歌山製鉄所) で、日立製作所において開発した磁気演算増幅器 (マグオペアンプ) により、厚み計からの信号と、ロードセルからの信号を演算増幅し、6スタンドの速度指令を変化せしめ、5~6スタンド間の張力調整による板厚制御系である。本装置には12台のマグオペアンプを使用し、厚み計までの死時間の補償、張力極限において指令をホールドさせること、AGC装置の円滑な作動指令および終止指令を出すことなどの制御を行なっている。

フォイル圧延機 (東洋アルミニウム株式会社八尾工場) 用も同様マグオペアンプを使用し、主電動機速度制御による AGC 装置である。マグオペアンプは10台使用し、はく切れの検出も本装置内でできるよう考慮されている。

(3) 遠隔運転装置

地上よりクレーンを操作すること、あるいは製鋼クレーン上より地上のインゴットバギーを操作することにより作業の能率と安全性とを向上せしめることができるが、日立製作所は住友金属工業株式会社 (小倉) にインゴットバギーをピットクレーン上より遠隔操作する設備を納入した。本装置はレシービングテーブル前より各炉行きの指令および各炉前よりレシービングテーブル行きの指令をピットクレーン上の押ボタンで与えると、指令はおのこの定められた周波数の変調波として一本のトロリー線を経て有線搬送し、地上受信設備で受信、復調して所定の動作指令として電動機制御装置に伝達される。本装置においては、各信号は二周波組み合わせで一信号となし、また三周波動作は誤動作として不動作とせしめるなど、確実な動作を行なうよう設計製作された。

(4) 自動車生産管理設備

自動車、特に乗用車は同一車種であっても、塗色、取付部品、エンジンなどのいろいろな組み合わせがあり、その生産管理は非常に複雑である。

日産自動車株式会社に納入した生産管理装置は FACTROL の応用例で、各種の組み合わせをさん孔した IBM カードを生産計画書とともに制御センターに送り、センターでは IBM カードにより工場内の製品の流れを完全には握し、管理するものである。本装置の機能を列挙すると次のようになる。

(a) 製品番号伝達系統

工程が分岐し、また合流する点では製品の順序が変化するので、車の番号、部品の番号などをチェックし、押ボタン式の発信送置により、センターの電動プリンタに自動送信を行なう。

(b) ストレージ管理系統

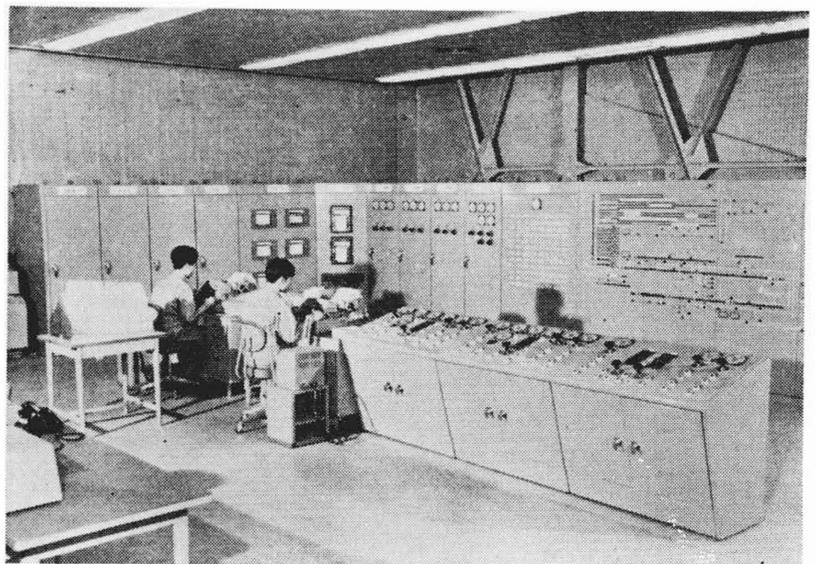
コンベヤによる作業を円滑に行なわせるため、ところどころに緩衝地帯としてのストレージがあり、このストレージ状況を管理する。

(c) 作業指令系統

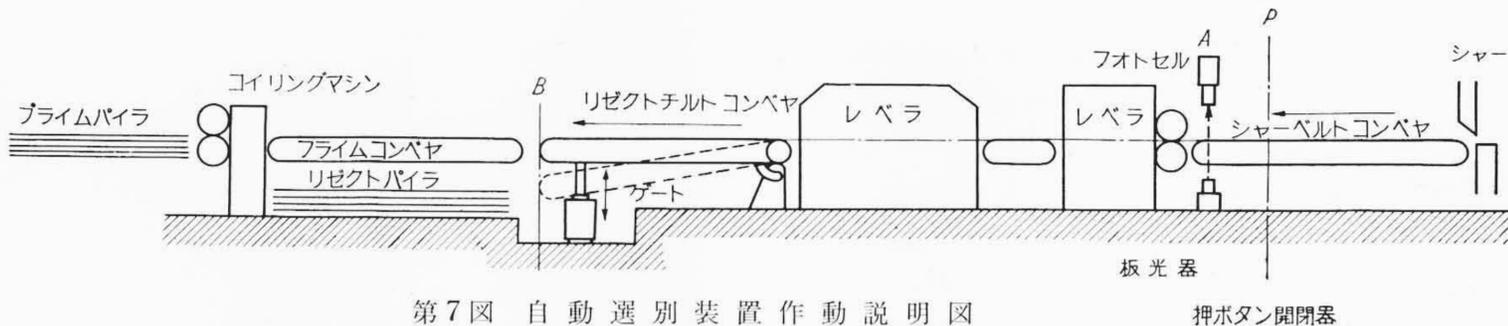
コンベヤに乗って流れてくる車に、どのような部品を付けるべきかを、センターより IBM カードの内容がテレタイプによってタイミングよく現場へ送信する。第6図は制御センターである。

(5) 自動選別装置

製鉄工業の圧延工程中、最終工程として製品の鋼帯を一定寸法



第6図 制御センター



第7図 自動選別装置作動説明図

に切断するシャープライン工程において、その製品の良否を選別する自動選別装置を住友金属工業株式会社和歌山製鉄所に納入した。

第7図は本装置の作動説明図である。すなわち切断された鋼帯(2 m 以上)が連続して出てくるP点において人為的に良否の信号を発生させると、その鋼帯がB点に到達したならば不良品に対してはゲートを開き、リゼクトパイラへ送り、良品に対してはゲートを閉じてプライムコンベヤを経てプライムパイラに送り込まれる。

第8図は本装置の構成をブロック線図で示したものである。すなわちプリセットカウンタは4台収納しており、フォトセルのオンにより順次計数を開始する。A点よりゲートまでの距離はコンベヤ電動機に直結されたパルス発振器からのパルスを計数することにより得ている。今もし不良品がきた場合には押ボタンを押すことにより、ちょうどゲートまでの距離に相当したパルス数に到達したとき、リレーを動作せしめゲートを開く。押ボタンを押さない場合すなわち良品の場合にはリレーを動作せしめることなく、一定パルスまで計数すると自動的にリセットし、次の動作に備えている。もしも連続して不良品がきた場合にはゲート用リレーを保持するよう考慮している。

(6) シャープダイナモメータのプログラム運転

シャープダイナモメータは、自動車の動的走行性能の試験を目的とする室内試験機であり、速応性の良い高精度の制御を行なうことが要求される。日立製作所では、この試験をプログラムにのせ自動制御する方式を開発し、東洋工業株式会社および日立製作所多賀工場へ装置一式を納入した。

プログラムの要求は、予定走行の道路こう配、同一速度で走行する区間長及びその区間の制限速度の3種で、テープに鎖孔させる。次に被試験車駆動により発生するドラム回転同期パルスにて、テープリーダーを駆動させ、プログラム量を電気符号として取り出し、これを符号変換器にかけて、こう配、区間長及び制限速度の現在より5区間さきの信号を得、これを表示し、かつ現在のこう配量は、増幅器を通してレオナード制御回路に加わり、被試験車を制御するものである。このプログラム運転の制御素子は、すべてトランジスタを採用し、装置は無接化され、信頼性のある高精度、高速度のプログラム運転が行なわれる。

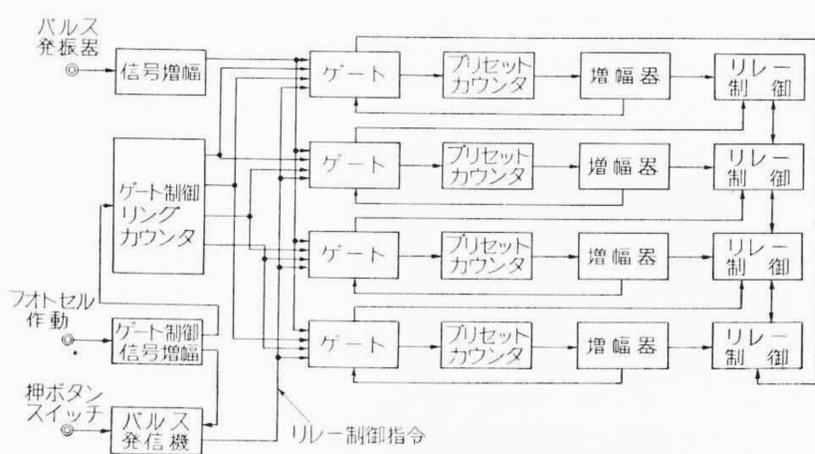
また被試験車の変化に対応したいかなる道路こう配をも人工的に作り出すことが可能となり、それに応じた各種のデータを能率よく反復して取ることができる特長も有している。

第9図に、シャープダイナモメータ自動プログラム運転装置のブロック図を示す。

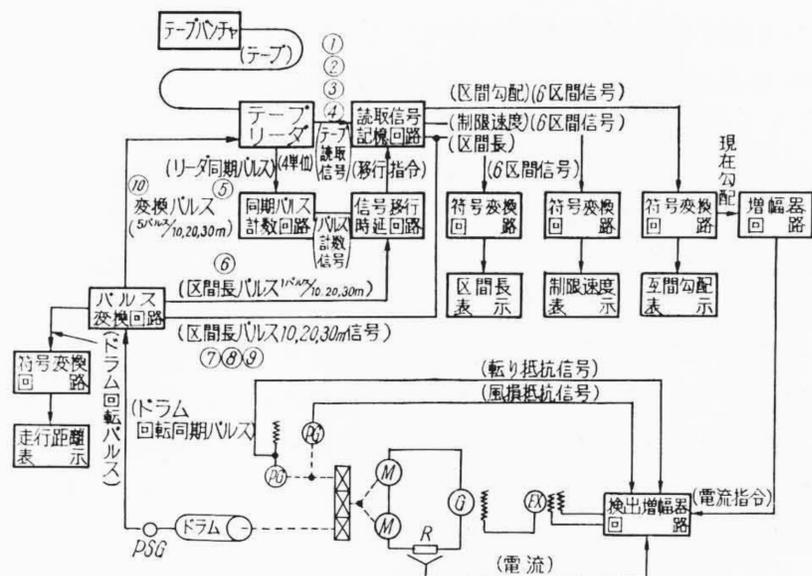
5.3 工業計装

5.3.1 工業計装

37年度も36年度に引き続き数多くの工業計装装置を納入した。協和ガス化学工業株式会社中条工場納計装盤はプラント一式(ケミコ法による天然ガス分解アセチレン製造設備)を日立製作所にお



第8図 自動選別装置ブロック線図



第9図 シャープダイナモメータ自動プログラム運転装置ブロック図

いて製作納入したものの一環として納入されたもので、おもな特長は次のとおりである。

- (1) 単純化されたフローラインによるセミグラフィック方式とし保守ならびに監視を容易にしている。
- (2) 運転中の機器、主管はグラフィック中に設けられた表示灯(丸形および矢印形)により表示し、運転状態のは握を容易にした。
- (3) 爆発性ガス(C₂H₂, H₂, CH₄など)を取り扱うため、プロセスの異常時には、安全かつ確実に応動するよう緊急遮断系統には特に考慮をはらった。
- (4) プロセスの性質上、ある種のプロセス条件の異常は、他の条件の異常を伴うため、このような故障群にたいしては、最初に起きた異常を赤色、他の付随的に発生する異常を白色表示できるようにした。これにより、従来この種異常発生重複による原因の不確実性を一掃した。
- (5) コークスフィルタの洗浄管にはコーク粒子が流れるため国産ピンチバルブを採用したが、十分過酷なひん度の使用にも耐えている。なおピンチバルブは8インチ、3インチの口径で、耐圧

は7kgである。

その他、日産化学工業株式会社長岡工場納メタノール設備用計装盤、日本レイヨン株式会社宇治工場納ナイロン精練設備用計装盤など多数製作納入し、好調に実動中である。

5.3.2 モデルプラント

従来、この種モデルプラントは水のみ液相系について構成されていたが、茨城大学工学部に納入した設備は、水、空気による液気相で構成され、単一相のみでなく異相間の物質移動、熱移動を取り扱えることが大きな特色となっており、最近特に目ざましい発展をみている空気調和プロセスに応用できる。

このほかおもな特長は次のとおりである。

- (1) 信号伝送方式に全電子式、空気圧式、電気誘導式と通常用いられるいろいろの伝送方式を包含している。
- (2) 通常、工業プロセスで多く使用される温度、流量、圧力、液位、湿度などの測定制御を網羅(もうら)している。
- (3) 干渉系、カスケード系、オンオフ系を備えている。
- (4) 調節端には弁類のみでなく磁気増幅器、電磁開閉器などを含む。

このように計測、制御工学の研究、教材として用途の広いものである。このほか内容積11m³の防湿、防音、断熱構造の空調室を設け、室内温度を6~35℃、湿度は露点6℃~飽和度98%の範囲内で一定に制御できる系となっている。またこの空調室において快感帯や不快指数を実感できるなど興味ある実験項目も含んでいる。

第10図は制御盤とプラントの一部を示す。

5.3.3 プロセスオプティマイザ

オプティマイザは最適化制御装置とも言われるもので、プロセスの利潤など(効率、生産量などなんでもよい)を計算機で計算し、その値を与えられた制限条件の下で最大に運転する装置である。

第11図は群馬大学へ納入した試行法と呼ばれるオプティマイザの一種で、プロセス変数をステップ変化させ、その変数変化ごとの評価関数(たとえば利潤)を計算し、その値が、前のステップ時の値より大きいときには、次のステップは同一方向に進み、小さいときには、別の方向にステップを進め、それを順次繰返して最高利潤運転点を見出し、目的を達する。この特長としては

- (1) プロセスの特性が不明確であっても適用しうる。
- (2) プロセスの適用範囲が広い。
- (3) 制御変数の数を1変数、2変数に選択できる。
- (4) ステップを進める制御回路は長寿命化してある。
- (5) 変数変化の進行状態をランプ表示してあるため、運転、監視が容易である。

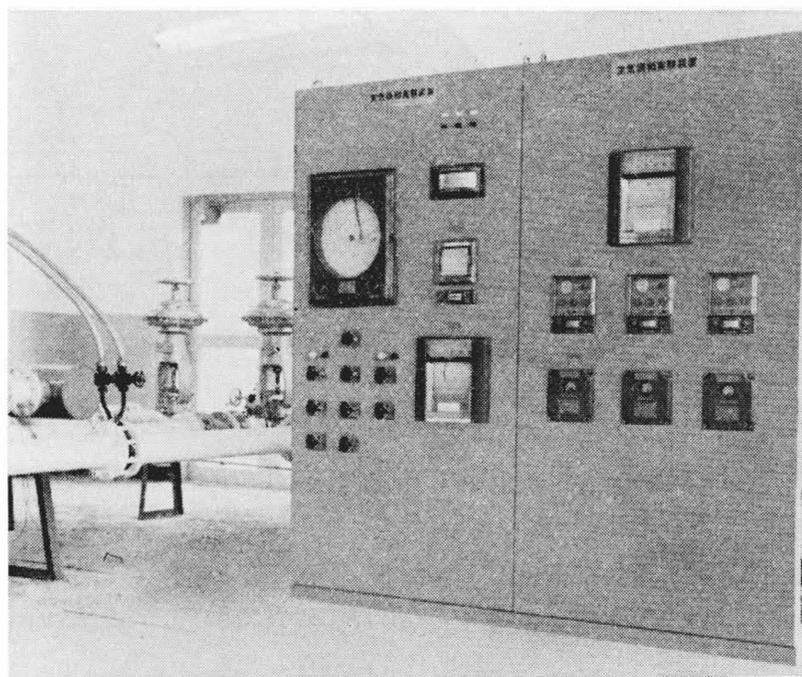
5.4 データ処理装置

最近あらゆる企業がオートメーション化の方向へ大きく進み、このために各分野の高度な技術の発展と有機的な結合が盛んに行なわれるようになった。その代表的な例としてデジタル技術と計測技術、制御技術などが結合されてクローズアップされつつあるのがデータロガーである。

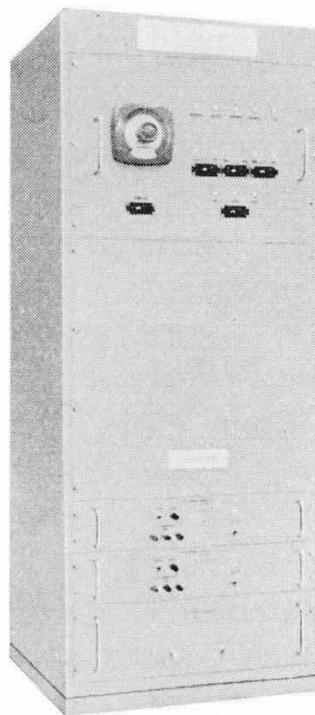
データロガーは最近では電力、鉄鋼、化学、その他各産業分野で次第に多く実用されるようになってきた。

データロガーには簡単な記録、監視の機能から計算や判断機能を備えるものまで多岐にわたり、これらの機能を用いて運転日誌の作成、運転制限条件の監視、効率あるいは操業指数などの算出を行なうことができ、在来の計器では得られない大きい特長を有している。

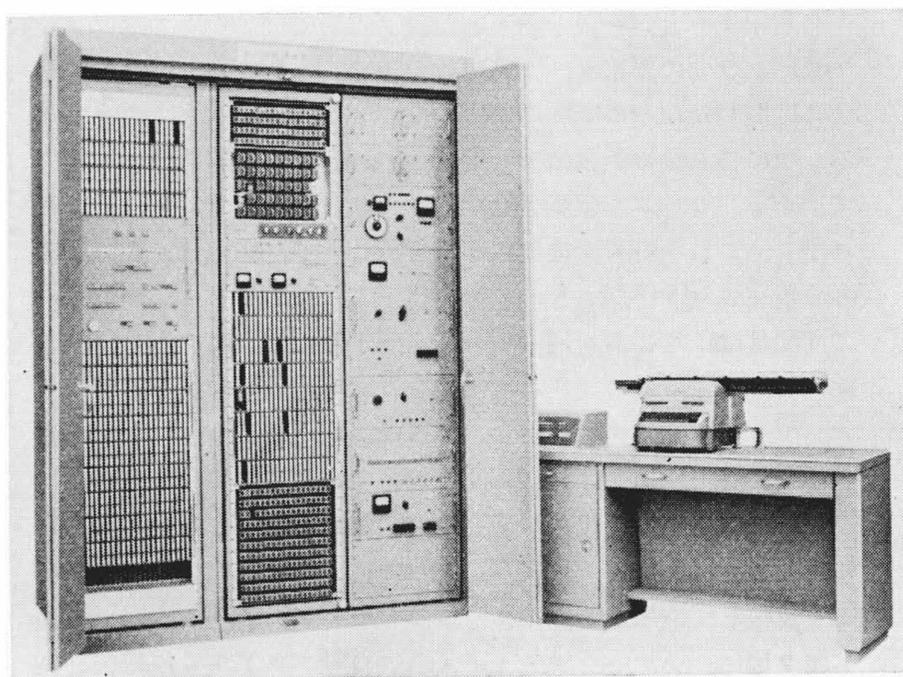
最近ではコンピューティングロガーをさらに進めてプロセスの最適制御を行なう計算機制御が開発されつつあり、コンピューティングロガーの技術的発展は将来の計算制御に直結するものとして重要視



第10図 モデルプラント制御盤とプラントの一部



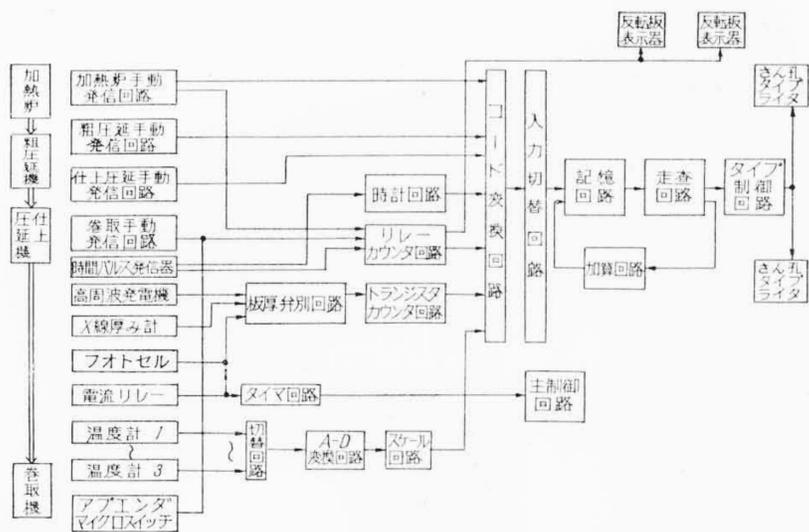
第11図
オプティマイザ



第12図 北海道電力株式会社納データロガー

される。

日立製作所では電力、鉄鋼、化学の各分野を始めその他各分野に対してすでに数十台のデータロガーを納入してきた。第12図は北海道電力株式会社滝川火力発電所3号機用に納入したデータロガーの外観である。以下各項目について過去1個年のデータロガーの概



第13図 ホットストリップミル用データ処理装置ブロック図

要を述べる。

5.4.1 データ処理装置

各種工業の合理化設備の一環としてのデータ処理装置を種々製作納入した。次にあげるのは二、三の代表例である。

(1) 住友金属工業株式会社和歌山工場納ホットストリップミル用データ処理装置

第13図はそのブロック図であり、加熱炉を出たスラブが圧延されて巻取機に巻き取られ、コイルになるまでの各種データをコイルごとにさん孔タイプライタによって印字さん孔する装置である。この装置の特長はX線厚み計によって測定した板の厚み信号を用いてオンゲージ長、オフゲージ長を記録する装置と加熱炉から巻取機までの間に数種のコイルが存在するので、バラバラにはいってくる入力信号をコイルごとに選別記憶する装置とである。

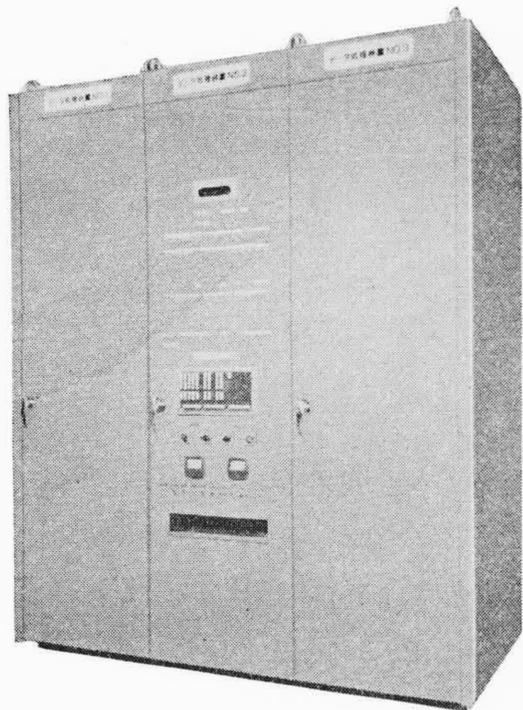
なおさん孔テープは電子計算機の入力データとなり、データの集計、生産の管理に有機的に利用されるようになっている。

(2) 川崎製鉄株式会社千葉工場納焼結設備用データ処理装置

第14図はこの外観図であり、この装置は各種の温度、圧力、流量などの測定を行なうほか、各種原料の流れを管理する上から、各種原料の積算重量を計数するチャンネルが多数あり、全チャンネルの約半分が積算チャンネルになっている。

5.4.2 コンピューティングロガー

日立製作所ではデータロガーシステムのうち制御用電子計算機を含むコンピューティングロガーをすでに納入し実用に供している。



第14図 川崎製鉄株式会社納焼結設備用データ処理装置

これらコンピューティングロガーは、運転日志の作成、運転制限条件の監視、その他プラントの効率計算などを行なって、プラントの安全運転と保守点検の自動化に役だたせている。これらの装置に引き続き37年度も発電所、変電所用コンピューティングロガーを数台納入した。

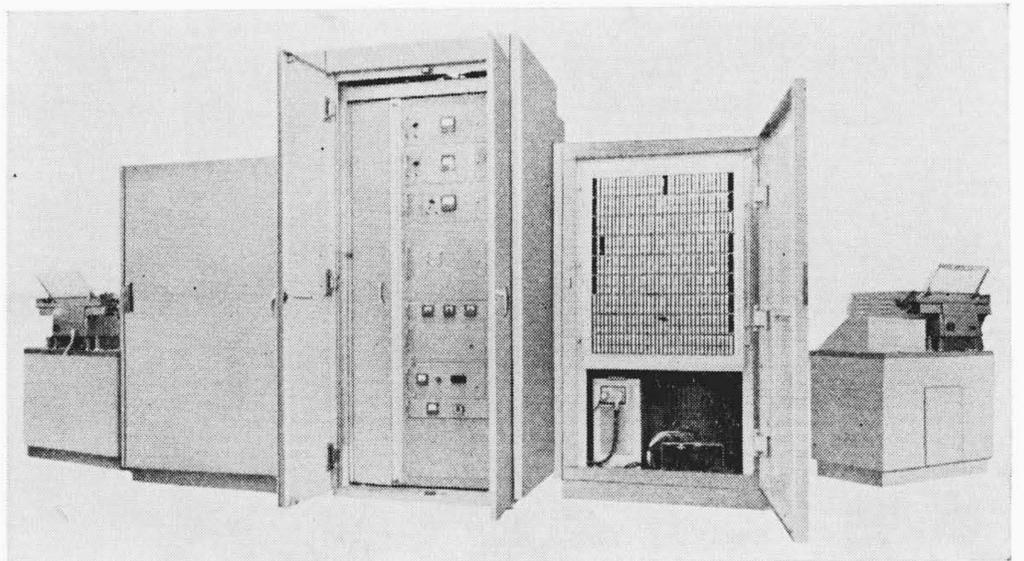
第15図は中国電力株式会社水島火力発電所用125MWプラントに納入したコンピューティングロガーの外観を示す。この装置はボイラ、タービン発電機に関する各種のプラント変量約110点を測定し、効率計算、その他諸種の計算を含む運転日志として「ボイラ運転日志」「タービン発電機運転日志」を作成するかたわら、常にプラントの運転制限条件の監視を行なうものであり、その総合仕様は下記のとおりでである。

記

(1) システム名称	HITACHI DATALOGGER 1103
(2) 処理対象	各種プラント量 約110点
(3) 処理内容	上下限比較 測定値の印字作表 積算値 平均値 温度差、温度上昇率 温度領域判定 効率計算、その他
(4) 印字周期	5, 15, 60分切換可
(5) 走査速度	1点/2秒
(6) 制御装置	トランジスタ
(7) 演算装置	電子計算機 HITAC-501 X 2
(8) 出力装置	レミントンランド 27" プリンタ 2台
(9) 付属装置	光電式テープリーダ・テープパンチ
(10) 電源	AC 220V 3φ および AC 110V 1φ

5.4.3 スキャニング・コントローラ

トランジスタ、半導体ダイオードを始めとする固体電子部品の長足の進歩、これらを使用する回路技術やプリント配線方式、プラグイン・システムなどの製作技術があいまって、データロガー、スキャニング装置の実現が可能になり、工場におけるデータの処理、監視を集中化して行なうことが著しく促進され、管理の面で多大の進歩をもたらしたことは周知の事実である。本装置の姉妹製品であるスキャニング装置は信越化学工業株式会社、宇部興産株式会社を始めとして多数納入され、高性能、高信頼性が実際運転によって証明された。これらの技術を土台にして完成されたスキャニング・コントローラは従来のデータロガーやスキャニング装置の有する機能のほか、比例制御の機能をあわせもったもので、これによって工場内



第15図 中国電力株式会社納コンピューティングロガー

のかなり多数の点を、制御まで含めて1台の装置で運転管理することが可能となった。第16図の装置は100個所の情報を0~10mV DCの電圧信号として受け取り、5点/秒の速度で切替え走査して次の各動作を行なう。

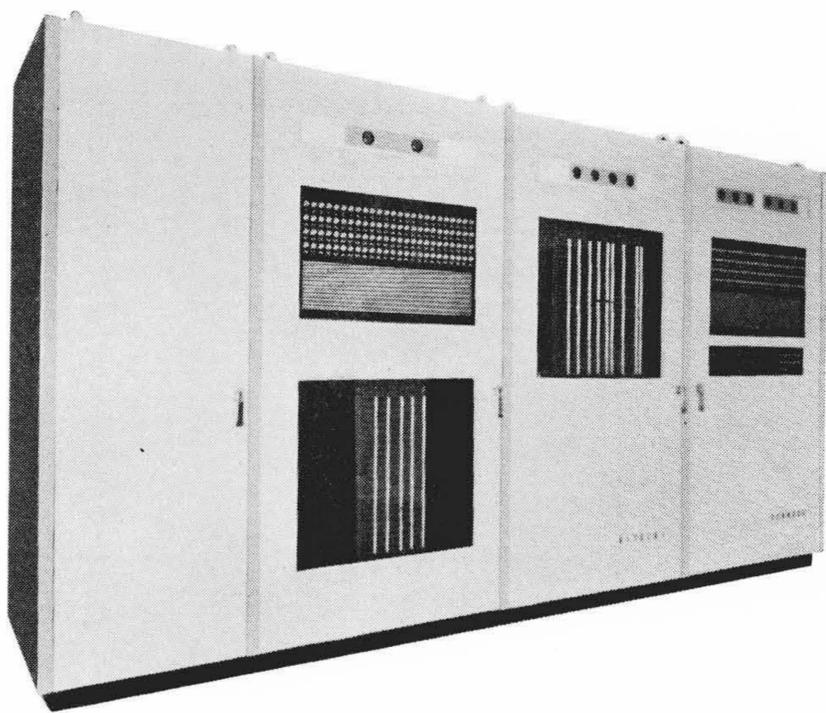
(a) 監視 各測定点ごとに所定の限界値(上限, 下限)をピンボード上に設定しておくことにより、装置はこの設定値と測定値を比較して行く。測定値が設定値の範囲を越えていると、これを異常点としてその点に相当するランプを点灯し、ブザーによる警音を発する。前からあった異常点と区別する意味で新しく発生した異常点のランプはフリッカー点灯を行なう。確認ボタンを押すことによりブザーは停止し、ランプは連続弱点灯に移行する。表示用のランプは、フィラメントがないこと、消費電力が少ないことからすべてネオンランプを採用している。異常点が発生すると上記の動作のほか、プリンタによって異常点発生時刻、測定点の番号、測定値を赤字で印字する。正常に復帰した場合には、同様な記録を黒字で行なう。

(b) 呼出し表示 装置表面にある測定値表示器、ケーブルで接続された遠隔操作表示器は、それぞれに付属した押ボタンで呼び出すことにより、任意の点の測定点番号、測定値、操作量の値を0.2秒以内に表示する。2組の表示器の間には優先順位が定めてあり、両方の押ボタンで異なる点を呼び出した場合には優先順位にしたがって2種類の測定値をそれぞれの表示器に順次表示できる。

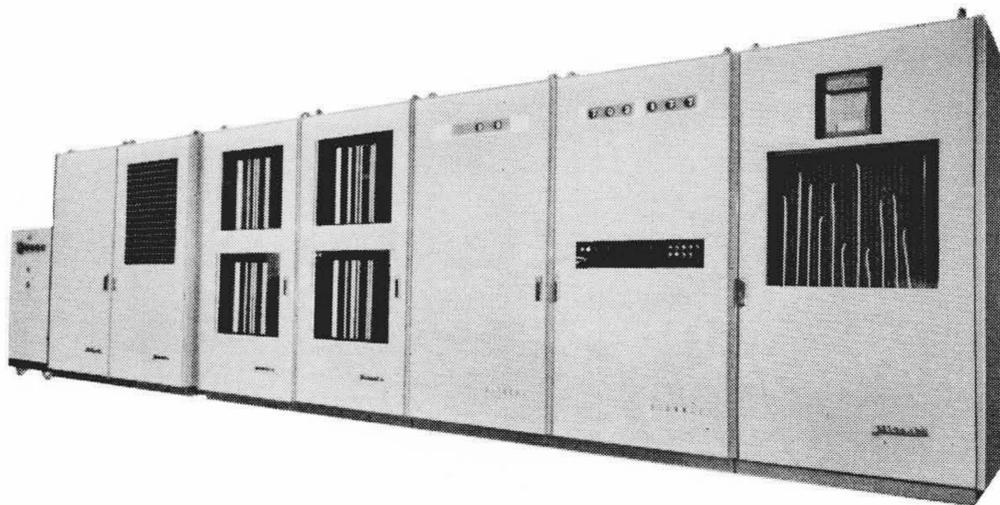
(c) 記録 一定の時間間隔ごとに定められた点の瞬時値、積算値、平均値(総計50点)の記録を、その時刻とともに記録し、日報を作成する。スケール変換、直線化、開平、その他の演算は必要に応じて行ない、その結果を印字する。正常な点の記録は黒字で、異常点のそれは赤字で行なう。

(d) 制御 100点各個別にピンボード上に設定された目標値、比例帯(1, 2, ……, 10%)にしたがって操作量を算出し比例制御を行なう。

第17図は積水化学工業株式会社納入のスキヤニングコントローラの外観で、多数の合成樹脂成形品の押出し機温度を管理、調節するものである。温度検出器は、応答速度の点を考えて特殊なCAサーモカップルを使用している。入力信号を分岐してジャックボードに接続し、全測定点のうち任意の12点をジャックで選び出し、自動



第16図 SCD-100形 スキヤニングコントローラ



第17図 SPD-700形 スキヤニング・コントローラ

平衡形多点記録計でアナログ記録が行なえるようにしてある。スキヤニングコントローラは入力を10点/秒の速度で走査し、 $1/4^{\circ}\text{C}$ の精度でA-D変換を行ない、監視、制御を行なう。本装置は最終的に700点の装置にされる予定であるが、第17図はこの中の400点分を示すものである。これに300点分の制御部分を付加することにより、全計画が完了する。