

## 5. 計測制御装置

### MEASUREMENT CONTROLLING EQUIPMENT

電力関係では AFC, ALR など発電所の連系制御が普及してきた。鉄鋼部門では前年に引き続き圧延機のプログラム制御, AGC の採用が行なわれ, 転炉用コンピューティングロガーも初の完成をみた。

化学部門は依然プロセスの工業計装が盛んであるが, オートメ化の前提であるロガーによるプロセス解析およびシーケンスコントロール化の傾向が目立っている。そのほか用途にも演算部をもつ制御装置の採用が活発化しており, これら用途に応ずるため汎用性のある制御計算機 HI-COM や SCR コントローラが新たに完成された。

#### 5.1 電力制御

##### 5.1.1 配電網計算盤

配電線の計画にあたっては, 柱上変圧器の配置, 容量, 電線の太さなどを定めるため, 一つの電力会社で, 年間2~3万件に及ぶ手計算を行なっている。特に環状や格子状バンキングになると手計算が非常に困難になる。本計算盤はこれらの計算を交流模擬回路によって短時間に処理するよう開発されたもので, これにより配電計画の日常業務を著しく簡素化することができる。本装置は定電圧電源, 移相器, 変圧器, 負荷, 線路の各单位より成り, ひん度の多い V 結線電灯動力共用方式の計算に対しては特に設定が容易にできるように工夫されている。昭和39年10月末, この装置の第1号機が九州電力株式会社に納入された。第1図はこの外観を示す。

特長は次のとおりである。

- (1) 取り扱いが簡便で, 支店, 営業所での日常計算に適している。
- (2) 計算値は, 直接メータに指示され, 換算の必要がない。

##### 5.1.2 四国電力株式会社納 火力 AFC 装置

###### (1) 火力 AFC 制御方式

四国電力株式会社中央給電指令所(中給), 松山発電所および新徳島発電所に火力 AFC 装置を納入し昭和39年3月より営業運転にはいった。

本装置は中給側装置と発電所側装置よりなり, 中給装置では, 水力発電所群(既設)と火力発電所群の協調がとれるよう制御信号の計算が行なわれる。また ELD 制御との結合も容易にできるよう考えられている。発電所側装置はこの中給からの指令を受けて適当な信号の変換を行ないボイラ, タービンの安全限界内で出力

を制御する。

###### (2) 装置の構成

第2図は新徳島発電所(125 MW) 納火力 AFC 装置を示す。

###### (3) 特長

- (i) 水力発電所群と火力発電所群を協調して AFC を行なうことができる。
- (ii) ELD 制御との協調も容易で各発電所は最経済的な出力の近傍で AFC 制御を行なうことができる。
- (iii) 各火力発電所出力に対し安全な時限をとって自動的に移動する中間リミット装置をつけ, 安全度の高い操作ができるようになっている。
- (iv) 装置の主体をなす演算部および中間リミット検出部にはそれぞれ磁気演算増幅器トランジスタ式比較器を用いて無接点化している。

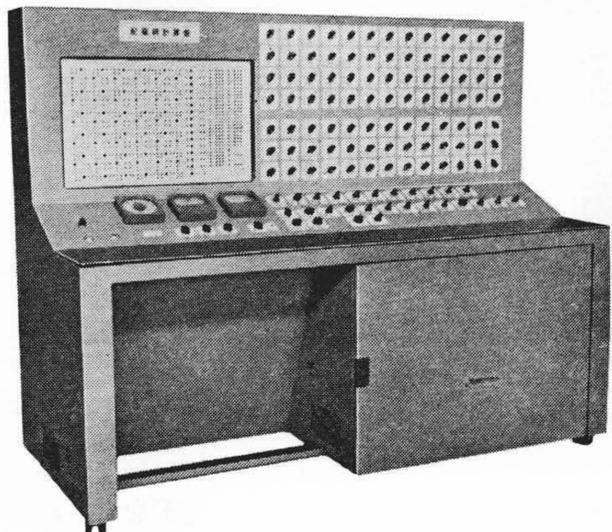
##### 5.1.3 日本国有鉄道技術研究所納中央出力制御装置

日本国有鉄道技術研究所納中央出力自動制御装置が昭和39年8月完成した。本装置は中央給電指令所に設置されて小千谷および川崎発電所を制御するものである。この装置により各発電所は ELD 予想計算で求めた最経済出力を中心として当日の負荷ズレ分を所定の比率で分担することができる。また負荷変動を急変分と緩変分に分離し, それぞれ各発電所の特性に応じた比率で配分することができる。本装置のおもな特長をあげると

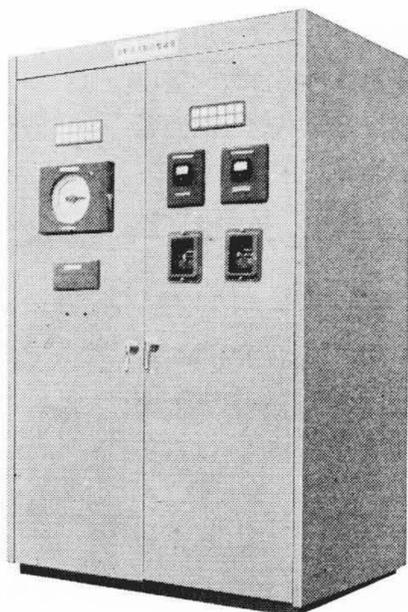
- (1) トランジスタを用いたデジタル方式であるためフルスケールのいかにかわらず1 MW 単位の計算ができ計算精度が高い。また保守も容易である。
- (2) デジタル式の1次おくれ要素を開発して負荷変動の緩変分のみを分離し, 急変分と区別して配分計算ができるようになっている。第3図は本装置の外観を示す。

##### 5.1.4 北海道電力株式会社納自動負荷調整装置(ALR)

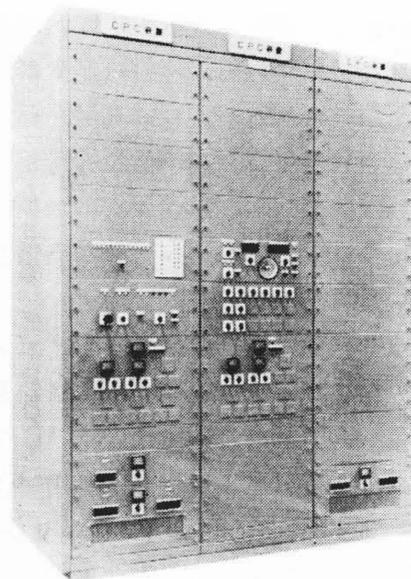
北海道電力株式会社滝川発電所, 新江別発電所に ALR をそれぞれ納入した。滝川発電所は昭和39年3月より, 新江別発電所は昭和39年6月より営業運転にはいつている。本装置は中給から送られて来る AFC, ELD 信号を受け, これに出力が一致するよう各発電機を制御するもので, 負荷変化速度, 急変変化幅のリミッタを有し, これらの安全な範囲内で極力系統制御に協力させることができ



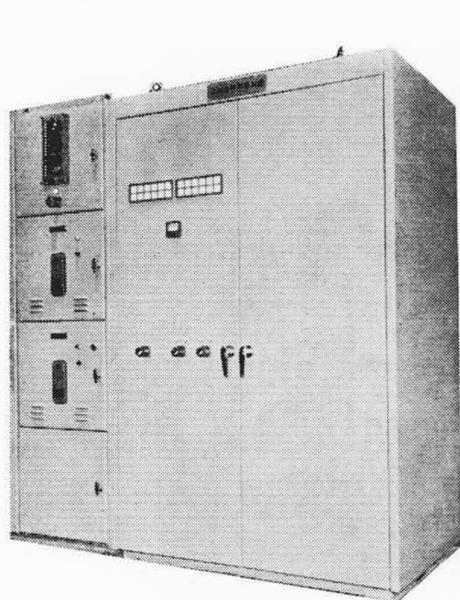
第1図 配電網計算盤



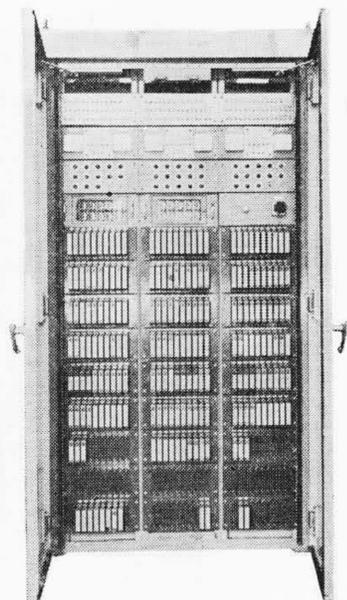
第2図 四国電力株式会社新徳島  
発電所納火力 AFC 装置



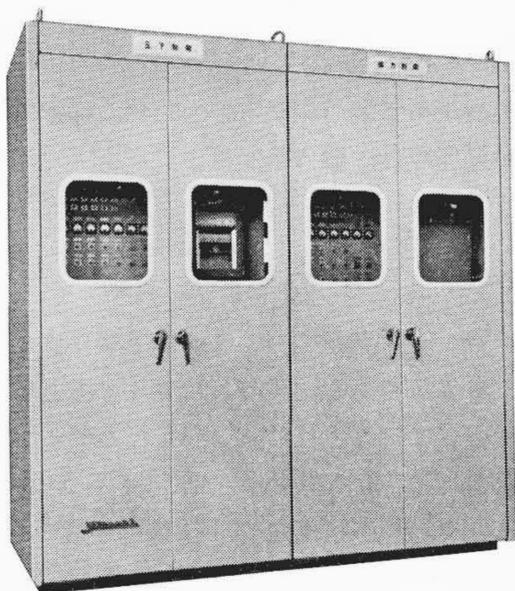
第3図 日本国有鉄道 鉄道技術研究所  
中央出力自動制御装置 (CPC 装置)



第4図 北海道電力株式会社  
滝川発電所納 ALR 装置



第5図 トピー工業株式会社  
(豊橋)ワイドフランジ圧延  
機用プログラム制御盤



第6図 大洋製鋼株式会社船橋工場納  
4Hコンビネーションミル用 AGC 装置

る。おもな特長は下記のとおりである。

- (1) 磁気演算増幅器, TRS を主体に構成したもので, 信頼度が高く, 保守が容易である。
- (2) 負荷制御電動機 (LLM, GM) 駆動回路には, 制御電動機の目標回転角計算用の積分器をおいて実回転角をこの目標値に追随させる方式を用いている。これによって広範囲に制御速度の調整ができ, 制御電動機の起動電圧, 機構的不動帯などの悪影響を除去することができる。
- (3) 切換えによって GM, LLM いずれの制御もできる。

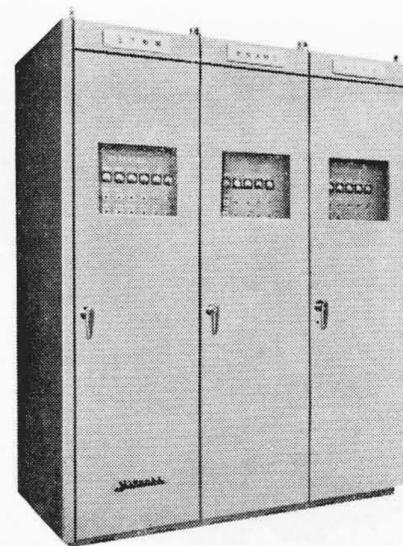
第4図は滝川発電所納 ALR 装置を示す。

## 5.2 電 動 力 制 御

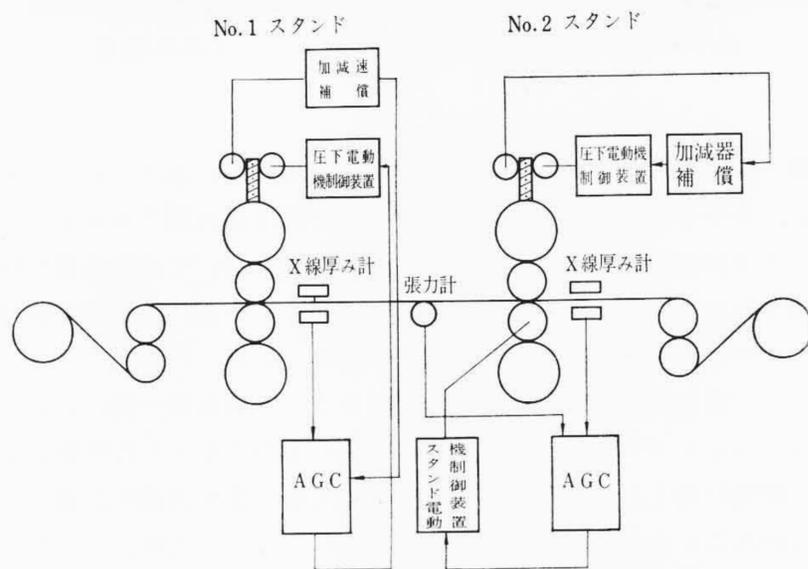
### 5.2.1 電 動 力 計 測 制 御 装 置

#### (1) 圧延機自動プログラム運転装置

39年度においては, トピー工業株式会社(豊橋)納ワイドフランジ圧延機用と, 富士製鉄株式会社(釜石)納ワイドフランジ圧延機用とが完成した。前者はカード入力によるプログラム運転であり, 後者はプリパッチ盤設定によるプログラム運転である。ワイドフランジ圧延機としての要求により, いずれも水平, 垂直, エッジャーロールの位置ぎめは,  $\pm 0.025$  mm の高精度に設計され, 運転結果においても所要精度を満足すると同時に, 運転調整時間も, 手動運転時より短縮される好成績を得た。富士製鋼株式会社(釜石)納設備においては, 前, 中間, 後面サイドガイドもまた, 水平, 垂直, エッジャーロールのプログラム位置に関連して自動位置ぎ



第7図 東海製鉄株式会社納2タンデムコールドミル用  
AGC 装置



第8図 東海製鉄株式会社納2タンデムコールドミル用 AGC 装置

めされる。

また, 八幡製鉄株式会社(堺)納分塊圧延機用カードプログラム自動運転装置も現在製作中である。

#### (2) 自動板厚制御装置 (AGC)

39年度は AGC 装置として大洋製鋼株式会社船橋工場納 4H コンビネーションミル用として 400 c/s および 1 kc/s 磁気演算増幅器を使用した, 張力制御 (入側出側の巻取機の張力を制御することにより板厚制御する方法) と圧下制御 (サンプリング制御) よりなる AGC 装置を製作納入した。本 AGC は真空管をいっさい使用せず半永久的の寿命を有する磁気増幅器と電話継電器の組み合わせによるもので, 保守点検の便宜を図っている。

第6図は本制御装置の外観である。

コールドタンデムミル用 AGC 装置としては東海製鉄株式会社に一式納入した。本 AGC 装置は No.1 スタンドのサンプリング圧下制御と No.1~2 スタンド間の張力制御による AGC 装置で, 低速時においてもオンゲージが得られるよう, 日立特許方式による板厚補償装置を内蔵しているのので, 従来加減速時のオフゲージ長を短くし, 歩留の向上を図っている。

第8図は本 AGC 装置の説明図で, 第7図は装置の外観である。

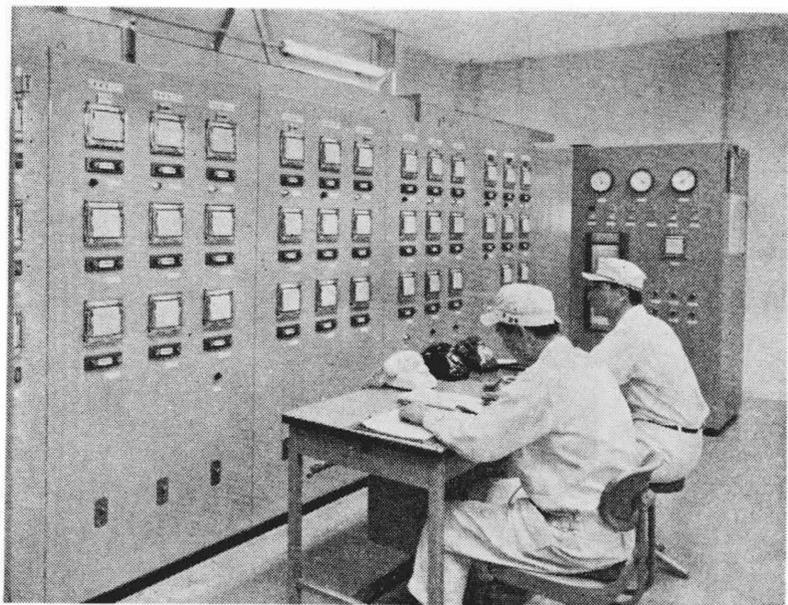
また本年度はフォイル圧延機用 AGC 装置も東洋アルミニウム株式会社に一式納入した。

## 5.3 工 業 計 装

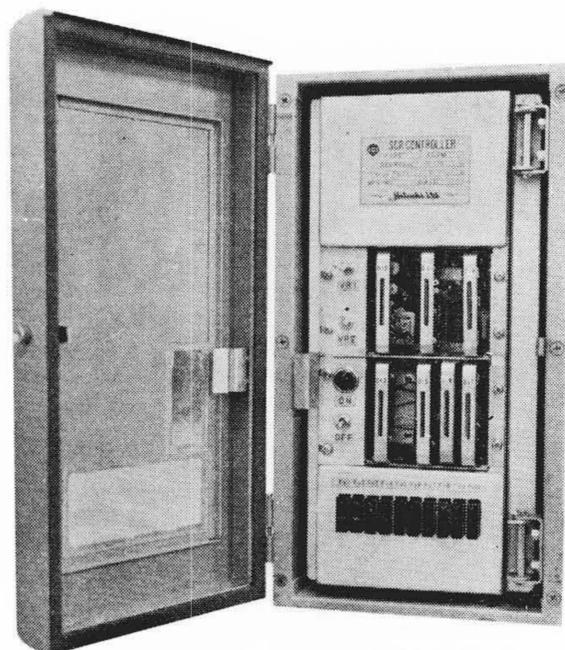
### 5.3.1 一般工業計装

急速な進歩をとげた工業計器はプラント用として各種各様の品種が整備され, これらを使用した数多くの計装設備が納入された。そのうちでおもなものとしては

- (1) チッソ石油化学株式会社に, 塩化ビニルプラント用計装設



第9図 明治製菓株式会社納薬品プラント用計装盤



第10図 SCR コントローラ (パネル取付け形)

備一式が納入された。先年より開発使用されているストレンゲージ、トランジスタ・チョップを使用した電子式計器“ユニットロール”で計装を行なっている。重合缶の計装においては全自動で作業を行なうよう、シーケンス制御を考慮している。計装盤は特殊グラフィックとしてプラント運転に便ならしめている。

(2) 明治製菓株式会社納薬品プラント用計装設備一式においては、バッチプロセスが多く使用されているが近年とくに性能および精度の向上した小形計器を主体として集中管理方式の計装が行なわれている。その他の個所に納入したのものとしては、シーケンス制御により自動的に工程が歩進し、工程ごとに電子式調節計にて各部の制御を行なう計装品も納入され、好評を博している。

(3) 繊維会社に納入された、ポリエステル合成プラントの計装においては高温、高粘度、真空などの測定制御に適切な検出器、操作器を使用してプラント計装が行なわれている。

(4) 首都高速度道路公団に納入された大気監視用計装品は三宅坂インターチェンジ内のトンネルに使用されており、赤外線分析計によるCOの測定、特殊警報設定装置および可視度測定装置を取りまとめたものである。

以上おもな計装品について記したが、このほかにも合成樹脂重合缶の計装、ガラス炉の制御装置、および化学工業用計装設備が多数納入され、いずれも現在好調に運転中である。近年の計装設備は電子式計器を主体として、シーケンス制御を使用したプラントの自動化の方向に移行しつつある。

### 5.3.2 SCR コントローラ

一般工業計装において、操作端に制御電動機を有する場合はしばしばある。この場合、市販の電子式調節器の信号はそのまま制御電動機を駆動することはできないので、ここに両者を簡便に結合できる装置が必要である。SCRコントローラはこの要望を満たすため生まれたもので、SCRの位相制御を応用した装置で、この種の用途に適するようコンパクトにまとめられている。第10図は、東京都水道局に納入されたもので、電子式調節器と組み合わせて配水ポンプの圧力制御装置に適用した例である。本器の特長は次のとおりである。

- (1) 操作信号を偏差に比例させ、微分補償を併用しているため制御性および整定精度がきわめて高い。
- (2) 装置の主要部にはプリント配線方式を採用している。
- (3) 点検が容易なように引出し回転形の構造としている。
- (4) 外部からの信号で本器をインターロックできること、内部故障のときは信号を外部に出すようにするなど保護および表示も

完備している。

なお本器は単に工業計装のみにとどまらず、発電所における调速機電動機の自動操作など一般自動制御装置にも広く応用できる。

## 5.4 データ処理装置

### 5.4.1 4000 シリーズデータ処理装置

4000 シリーズデータ処理装置は、ストアプログラム方式のコンピューティングロガーである。39年度は第1号機として東海製鉄株式会社に転炉用として納入された。中心となるデジタル計算機はHI-COM-2100で記憶容量は2048語の磁気コアと640語の固定磁気コアである(HI-COMについては5.5.1を参照されたい)。

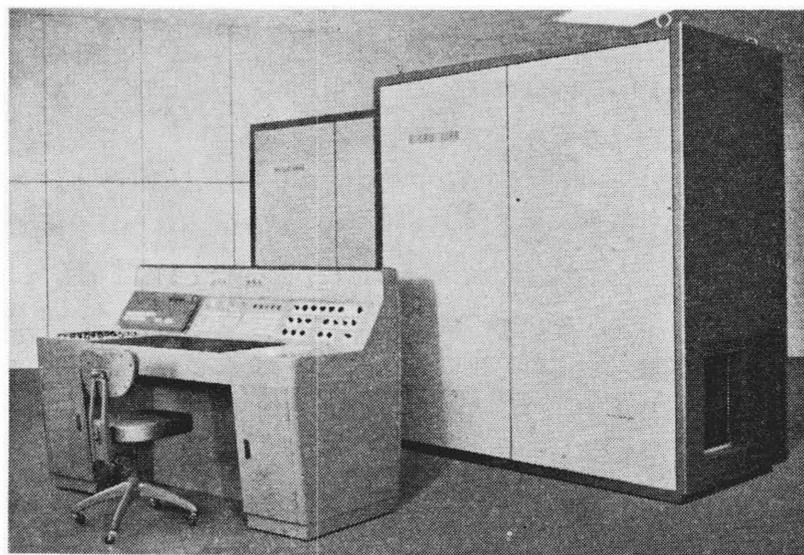
本データ処理装置は転炉2基のデータを収集し、数式モデルから副原料、酸素使用量などを算出し、操作員に操業指針を与えるものである。100項目以上のデータは、作表され作業記録とされるが、同時に紙テープ化されて、他のデジタル計算機に与えられ、解析されて、数式モデルの改良に使われたり、経理統計のデータとされる。

本装置は制御ループとしては、完全な閉ループとなっていないが計算機制御への第1段階として意義深いものがある。

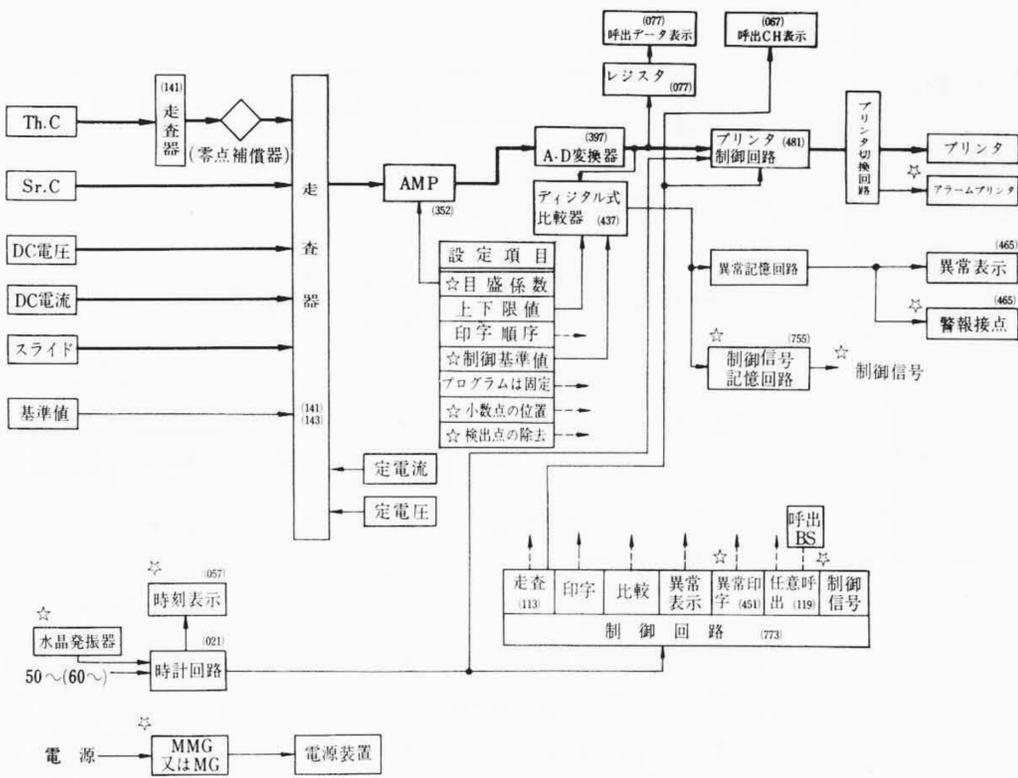
### 5.4.2 CODAL 1001~1003

#### (1) システム構成とその機能

1001~1003の特長は、演算機能は比較的簡単ですむが、処理点数が多く、またオンラインで使用されるため、きわめて高い信頼度が要求されることである。第12図に1003のブロック図を示

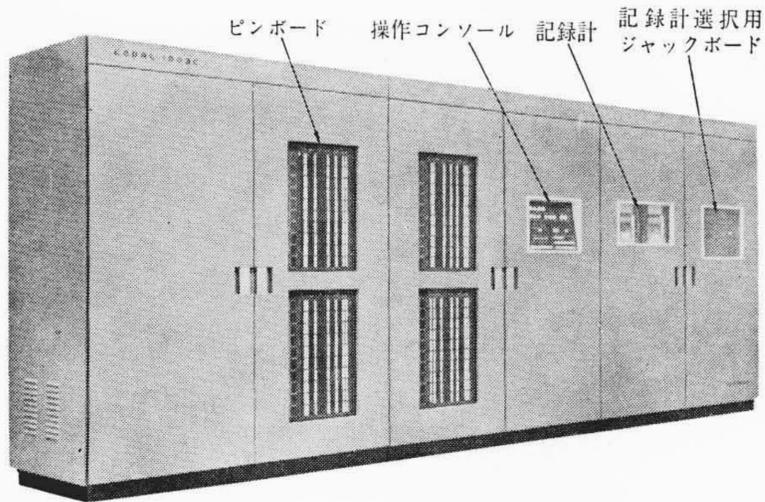


第11図 転炉用データ処理装置

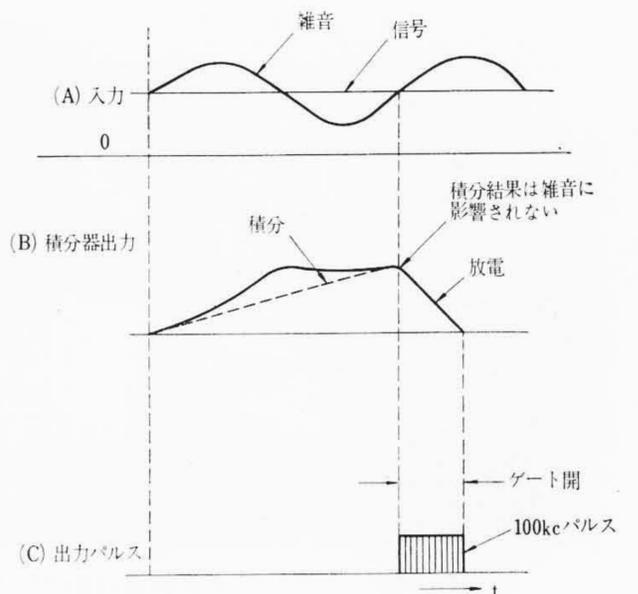


(注) ブロック図中に回路名称とともに ( ) 内に記載した番号はビルディングブロック回路の番号を示しております。  
ブロック図中☆印の付いた部分は特注により取り付け可能です。

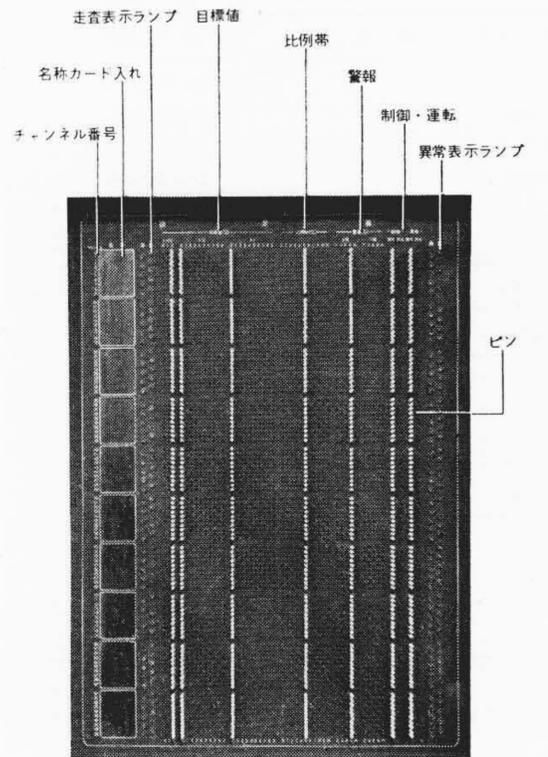
第 12 図 CODAL 1003 ブロック図



第 14 図 400 点用 CODAL 1003 C



第 13 図 A-D 変換器原理説明図



第 15 図 時間比例制御付き CODAL 1003 C 用ピンボード

す。次に、代表的機能を下記する。

- (i) 入力点数 50~800点程度
- (ii) 走査速度 1点1秒~10点1秒
- (iii) 監視 異常点は、ランプおよびブザーによって警報する
- (iv) 呼出 呼出ボタンにより、任意点のアナログあるいはデジタル表示を行なう
- (v) 記録 記録計による選択記録、または、タイプライタによる日報作成
- (vi) 制御 ON-OFF 制御、あるいは時間比例制御

(2) アナログ量処理方式

この種装置では、入力信号に混入するノイズの除去が大きな問題となるが、このために、新たに開発した積分方式を全面的に採用している。これは、ノイズの主成分が、電源周波数のものであることに着目し、入力信号を1周期間積分し、ノイズの影響を除去するもので、第13図にA-D変換器に採用した場合の原理図を示す。

(3) 自動チェック

各ブロック別単位に、自動チェック機能をもたせ、万一の故障時には直ちに警報し、故障個所の発見が容易なよう考慮してある。

また、特に重要な部分については、2重設置を行ない利用率の向上を図っている。

(4) 制御方式

制御対象より要求される制御の質に応じて、ON-OFF 制御、または、時間比例制御を行なう機能をもたせている。

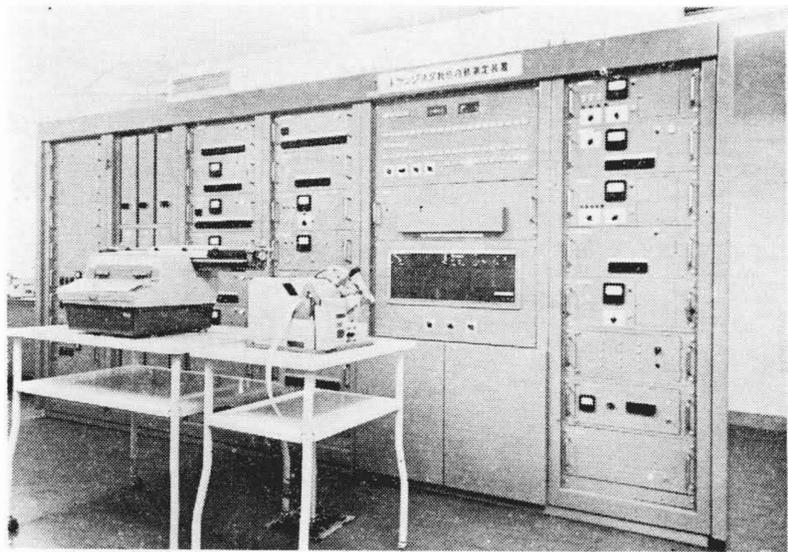
第14図は東京タキロン株式会社に昭和39年6月納入した400点用温度監視制御装置CODAL 1003Cである。第15図は、ピンボードの一例を示したものである。

5.4.3 トランジスタ特性自動測定装置

半導体部品の開発によりこれらの集合体である装置は複雑で大規模となり部品の信頼性が、重要な問題となっている。電信電話公社電気通信研究所に納入された本装置は、半導体部品のデータを多量に自動測定するもので、わが国では最初、外国でも数社が製造しているのみの画期的新製品である。研究所においては信頼性の研究、半導体メーカーにおいては、製品の検査、検査表の作成、ユーザーでは購入検査、設計基準の作成などに用いられるよう考慮している。

本装置の信頼性、安定性、再現性には十分な注意が払われ、一般工業制御装置なみの設計基準が適用されている。

1回の測定で最大20個のトランジスタが測定され、1個1項目の測定時間は約1秒である。測定結果はタイプライタで印字作表さ



第16図 トランジスタ特性自動測定装置

第1表 測定項目一覧

測定項目	測定法	範囲	精度	試験条件
I <sub>CB0</sub> または I <sub>EB0</sub>	DC	0.001~0.01 μA	±10%	V <sub>CB</sub> または V <sub>EB</sub> 0~±99 V 0~±49.5 V
		0.01~0.1 μA	±2%	
		0.1~1 μA	±2%	
		1~10 μA	±2%	
		10~100 μA	±2%	
100~1000 μA	±2%			
V <sub>CB0</sub>	DC	1~±200 V	±2%	I <sub>CB</sub> 0.1~1 mA
V <sub>EB0</sub>	DC	1~±99.9 V	±2%	I <sub>EB</sub> 0.1~1 mA
h <sub>FE</sub>	270 c/s	1~100	±2%	i <sub>b</sub> 0.002, 0.02, 0.2 2 mA V <sub>CE</sub> 0.5~49.5 V 0.1~9.9 V I <sub>E</sub> 1~99 mA 0.1~9.9 mA
		1~200	±2%	
		1~999	±2%	
h <sub>FE</sub>	パルス 幅: 350 μs 周波数 50 pps	1~100	±2%	I <sub>B</sub> : 0.02, 0.2, 2.20 200 mA I <sub>C</sub> : 0.1~1 A V <sub>CE</sub> : 5~100 V
		1~200	±2%	
		1~500	±2%	
V <sub>CE(SAT)</sub>	パルス 幅: 350 μs 周波数 50 pps	1~100 mV	±2%	I <sub>B</sub> : 0.02, 0.2, 2.20 200 mA I <sub>C</sub> : 0.1~1 A
		10 mV~1 V	±2%	
		0.1 V~10 V	±2%	

I<sub>CB0</sub>, I<sub>EB0</sub> のみ自動けた上を行なう。

れると同時に、テープ穿孔され、デジタル計算機での解析に用いられる。第16図に外観を、第1表に測定項目を示す。

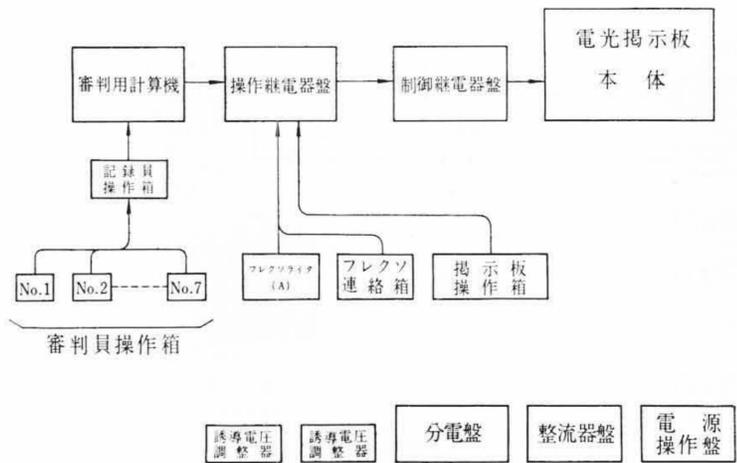
5.4.4 セメントプラント用データ処理装置

焼成工程管理用として日立セメント株式会社に納入された本装置は全チャンネル数70点の高信頼データロガーと各チャンネルの積算および24時間の平均値演算を行なう計算部により構成されている。データロガーは60点のアナログ入力に対し1点/秒の速度で監視を行ない、また10, 20, 30, 40, 50, 60分ごとの任意時間に全チャンネルの印字を1点/秒の速度で行なう。計算はデジタル方式で2~5進法が採用されているから、誤動作のチェックは容易である。データロガー、計算部ともに周囲条件に強く製作されており、周温0~40°Cで正常に動作し特に空調を必要としない。またセメント工場に多い塵埃にも考慮を払い設計製作されている。また保守点検の容易なシステムが採用され利用率の飛躍的向上が図られている。

5.4.5 国立総合体育館設置 電光掲示装置および審判用計算機

オリンピック組織委員会および日立水泳連盟の要望にもとづき、飛込競技審判用計算機を付属した電光掲示装置を製作、納入した。本装置は、新設の国立屋内競技場に設置され、東京オリンピックの水泳競技に使用して威力を発揮し内外から注目を浴びた。

本装置は審判用計算機と連動して競技進行のオンラインに使用されている。これは世界にも例が無い。

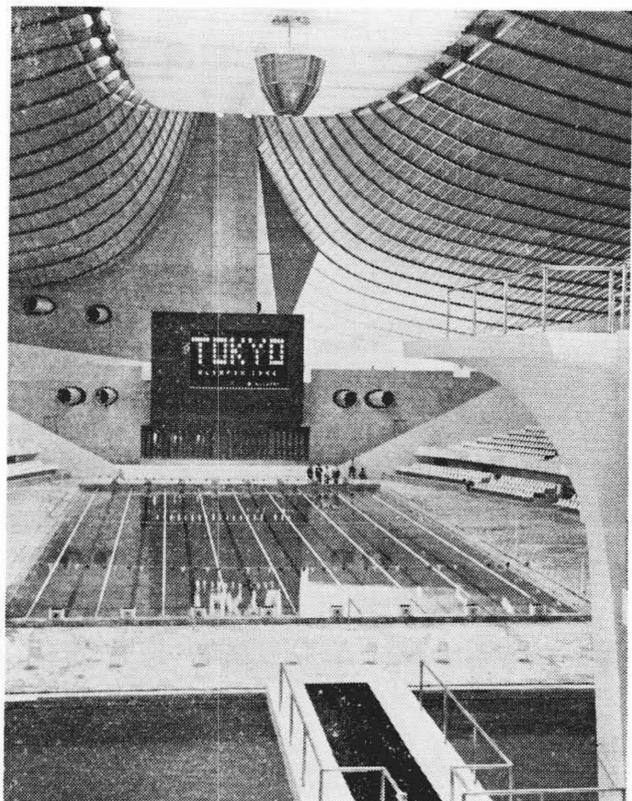


第17図 電光掲示装置ブロック図

装置は第17図のブロック図に示したような機器で構成されている。電光掲示板本体(第18図)は高さ6m幅9mで9行27列、合計243の文字ユニットが配置されており、1文字は35個のランプで描く。掲示文字の読込みには、フレクソライタを用いるが、(1)カードまたはテープの読込み、(2)文字キーの操作、(3)計算機の実出力信号、などにより容易に行なわれる。装置の全システムは、競技場内の指令所に設けられた掲示板操作箱により遠隔操作される。文字パターンの保持を行なうリレーは、掲示板を構成する文字ユニットに内蔵されているが、座標選択、その他の制御用リレーは、操作継電器盤および制御継電器盤に収められている。審判用計算機はトランジスタ化されており、飛込競技の審判の際に掲示装置と連動する。

装置は、FINA(国際アマチュア水泳連盟)の競技規定に準拠した処理を次のように行なう。競泳、水球競技では、選手氏名、国籍、記録などをパンチしたカードを読込ませて自動的に掲示する。飛込競技では、審判員評点器より与えられた7人の審判員の採点結果は、記録員操作箱で減点、最大、最小点のオミットを終えて審判用計算機へ送られる。計算機で平均、難易率乗算、累計などが行なわれ、その結果は直接掲示板に与えられて掲示される。

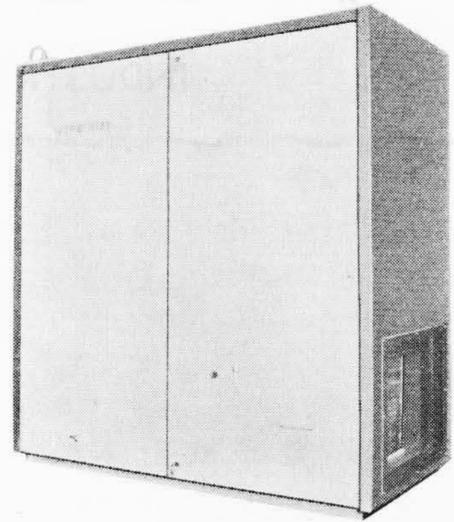
本装置は用途の特殊性にかんがみ、0°C~40°Cにおける動作の安定性、操作の容易性、他の用途への融通性などに重点を置いて製作された。



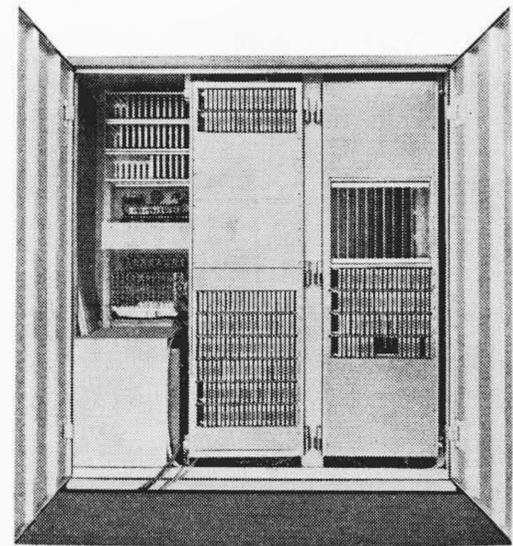
第18図 電光掲示板本体

第2表 HI-COM仕様

		基本仕様	オプション機能
方式		プログラム内蔵方式	
語	数値語	内部2進, 固定小数点 20 bit+符号+パリティ	
	命令語	Function 6 bit+Address 15 bit	Indexing 付 Function 6 bit+Index 2 bit +Address 13 bit
演算方式		直列, 同期式	
演算速度		加減算: 730 $\mu$ s 乗除算: プログラム処理	乗除算(金物) : 530 $\mu$ s Max
命令種類		17	Mult. Div. Priority Interrupt. Indexing Drum memory control Max 64 種
アドレス方式		1アドレス(アドレス演算付)	
基本周波数		100 kc	
基本回路		トランジスタ, スタティック 同期式	
記憶装置		コアメモリ, 1,024 $\times$ n (ワードアレンジ方式)	固定メモリ 磁気ドラム
入力		8ジ単位テープ 並列入力 21 bit 外部機器指定 10,000 まで	
出力		並列出力 21 bit+ストロープ アドレス選択出力 並列 15 bit+ストロープ 外部機器指定 10,000 まで	
周囲温度		0~40 $^{\circ}$ C	
電源		200 V AC 3 $\phi$	
寸法		1,800(幅) $\times$ 900(奥行) $\times$ 1,900(高さ)	



第19図 HI-COM



第20図 HI-COM 内部

5.5 制御用計算機

5.5.1 制御用計算機 (HI-COM)

計算機制御用, データ処理装置用として開発された高信頼度デジタル計算機で, 一般制御装置なみの設計基準により製作され, 次の特長をもっている。

- (1) 周囲温度変動は0~40 $^{\circ}$ C まで許容される。
- (2) 論理素子には雑音に強い方式を採用し, 部品保護のためコーティングをしている。

- (3) 記憶装置は外部選択方式磁気コアメモリで, 雑音, 温度変化に強い。
- (4) 重要なプログラムは固定コアメモリ化できる。
- (5) 電氣的, 構造的にビルディングブロック方式を採用しているので, システムの拡張, 保守が容易である。
- (6) ソフトウェアは完備されており, プログラムもビルディングブロック化されている。

第2表に仕様を第19, 20図に外観を示す。

昭和39年度における日立製作所の社外寄稿の部門別成果

(昭和38年11月~昭和39年10月)

	38/11月	12月	39/1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合計
電機関係	42	15	37	12	13	15	15	16	47	27	45	20	304
車両関係	11	7	4		7	2	3	6	11	5		2	58
機械関係	15	7	6	8	4	10	8	6	3	6	8	8	89
化学プラント関係	4	6	3	4	3		2	2		3	1	1	29
建設機械関係								2	2	1	1	1	7
汎用機関係		1		2	3	2							8
商品関係	3	5	1	4	2	4	3	5	4	3	4	4	42
自動車機器関係					1	1			2			1	5
家電関係	8	5	7	3	3	6	5	6	8	5	6	21	83
通信関係	23	13	3	7	3	4	5	3	7	11	3	6	88
コンピュータ関係	11	6	1		5	2		2	5	3	2	2	39
電子部品関係	17	8	10	6	3	4	10	6	18	1	10	1	94
計測器関係	14		4	8	10	8	3	6	10	11	10	7	91
研究関係	25	15	19	52	17	14	16	36	32	37	27	14	304
経営・管理関係	5	2	2	1	1		1	1		2	1		16
その他	12	16	13	12	9	4	15	5	7	5	23	13	134
計	190	106	110	119	84	76	86	102	156	120	141	101	1,391
学会	103	35	44	56	25	22	19	34	92	63	84	25	602
協会の	18	10	15	14	14	9	14	11	9	9	18	10	151
その他	69	61	51	49	45	45	53	57	55	48	39	66	638
合計	190	106	110	119	84	76	86	102	156	120	141	101	1,391