

製鉄工業におけるデータ処理装置

Data Logger for Use in Iron Manufacturing Industry

小 淵 要* 小 栗 俊 也* 井 原 広 一*
Kaname Kobuchi Toshiya Oguri Kōichi Ihara

内 容 梗 概

製鉄工程を大別すれば、製鉄・製鋼・圧延の3工程になる。製鉄製鋼工程では、原料の運搬、配合、熱管理などが、また圧延工程では、製品厚みなどの記録、オンゲージオフゲージの仕分け、また圧延までの履歴および圧延過程の記録などが品質管理上、また営業政策上重要なものとなっている。このため各種計測、データ処理、自動化へ大きな努力が払われ、さらにこれらのデータによりプロセスを解析し、次の段階である計算機制御に入る機運にある。

ここでは製鉄製鋼について代表的な例を述べ、圧延についてはホットストリップミルの実施例を詳述する。

1. 緒 言

製鉄工業においても、他産業におけると同様に、最近のエレクトロニクス技術の発達とともに生産工程全体の管理を自動化、機械化する機運にある。自動化、機械化を実現するための中心が電子計算機であることはもはや疑う余地のない事実であるが、この電子計算機を十分に駆使するには各種計装、データ処理、運転の自動化などがまず必要となる。

製鉄工程はこれを大別すると第1図に示したように、製鉄・製鋼・圧延の3工程になるが、データ処理装置⁽¹⁾はそれぞれの工程に応用されて、各工程の運転状況のは握・監視に威力を発揮するものと思う。

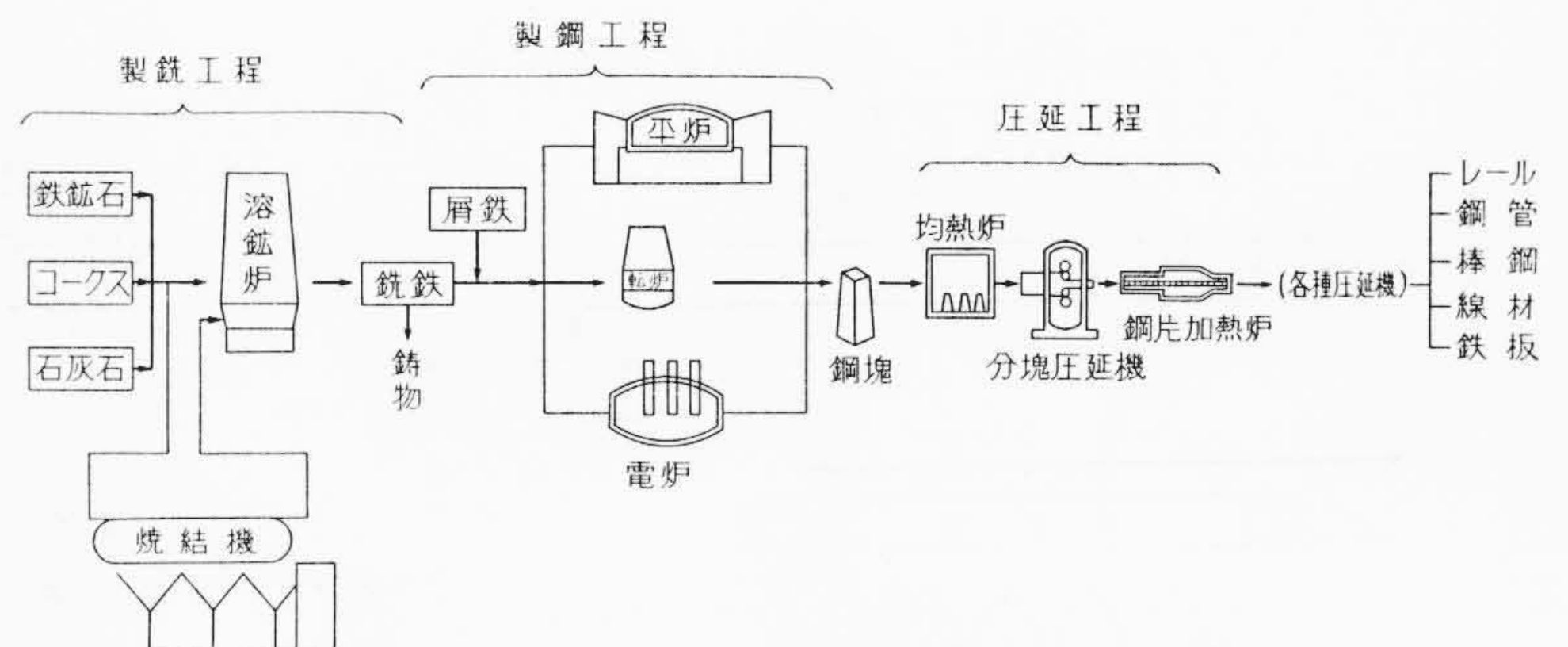
2. データ処理装置とは

各工程における応用を述べる前に、データ処理装置の最も基本的なものについて、その機能を述べる。

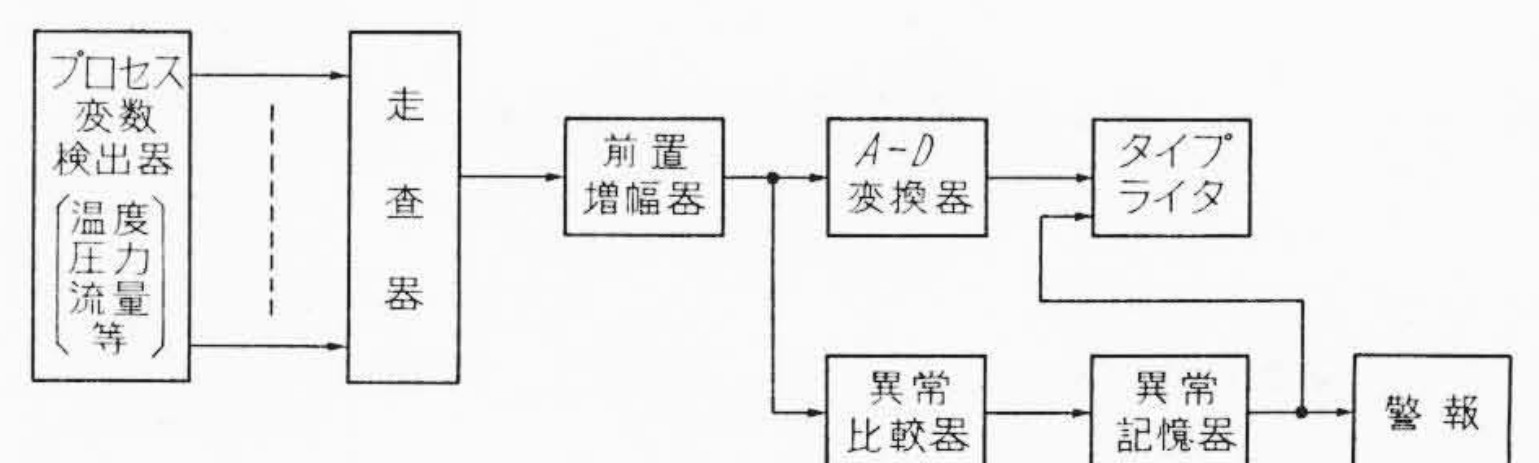
一般にデータ処理装置と言われているものの範囲は広く、また明確でないが、生産設備用として使われるときは、いわゆるデータロガー (Data Logger) の意味に使われている。

従来は温度・圧力などのプロセスデータを知るため、指示計あるいは記録計を一つ一つ設置していたが、データ処理装置 (データロガー) は、それら多数のデータをほとんど時間遅れなく一枚のデータ用紙に印字するもので、プロセスの運転状況が一目瞭然となる大きな利点がある。さらに常にプロセスが正常に運転されているか否かを監視していて異常が発生した場合は警報を出すことができるし、そのときの時刻およびデータを印字することもできる。第2図はこれらの機能をもったデータ処理装置の最も基本的なブロック図である。その動作は以下述べる通りである。すなわち温度・圧力などの検出器出力はデータ処理装置の走査器に導かれ、走査器ではそれらを順次走査して前置増幅器へ信号を送っている。A-D変換器は前置増幅器出力(アナログ量—一般には電圧)をデジタル量に変換し、タイプライタはそのデジタルと量を印字するものである。一方タイプライタによる印字作表を行っていないときは、前置増幅器出力は比較器につなされ、あらかじめピンボードなどで設定された値よりも大きい小さいかが比較される。その結果異常であることが判明すると、その測定点が異常であることが記憶されて、異常警報(ブザー、ランプ)が発せられるとともに、タイプライタによって異常点の番号(チャンネル番号)と異常発生時刻が印字される。またそのチャンネルが正常に復帰したときは異常記憶はリセットされる。

* 日立製作所日立工場



第1図 製鉄工程概略図



第2図 データ処理装置基本ブロック図

トされて、ふたたびその時刻とチャンネル番号が印字される。

データ処理装置は以上述べたような機能をもつものであるが、その特長を列挙すると次のようになる。

- (1) 人為的誤差を含まない正確なデータがほとんど時間遅れなく整理された形式で得られる。
- (2) 多勢の人間が神経をすり減らして運転を監視していないでも機械が監視してくれる。
- (3) データが迅速に得られるので、運転監視、品質管理上の適確な操業指針がたてられる。
- (4) 電子計算機に直結することが容易にできるから計算機制御への移行が円滑に行なえる。

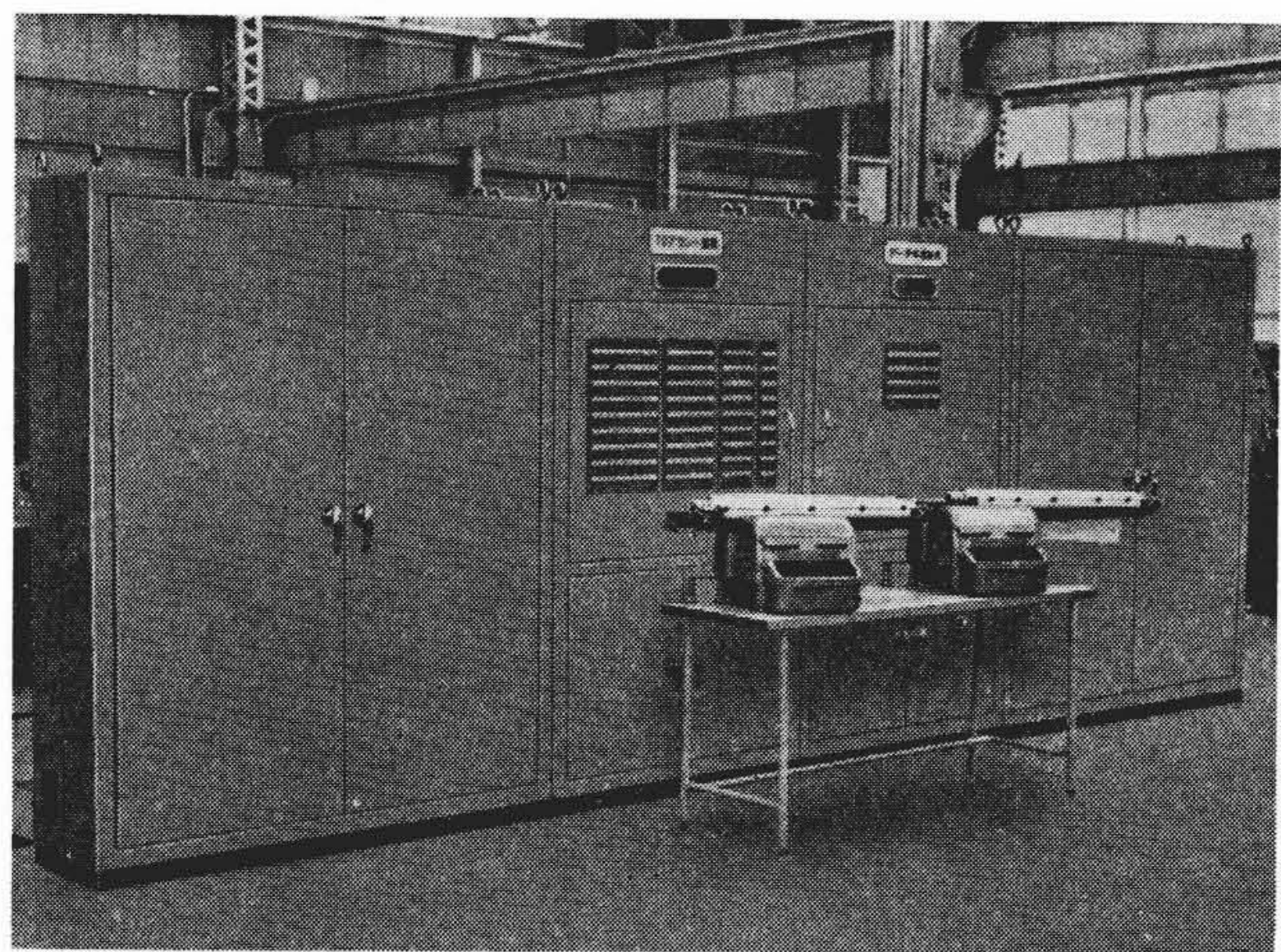
第3図は上述の最も基本的なデータ処理装置の写真であって、製鉄に欠くことのできない酸素の大量発生装置 (TO-プラント) 用として製作されたものである。

3. 製鉄・製鋼における応用

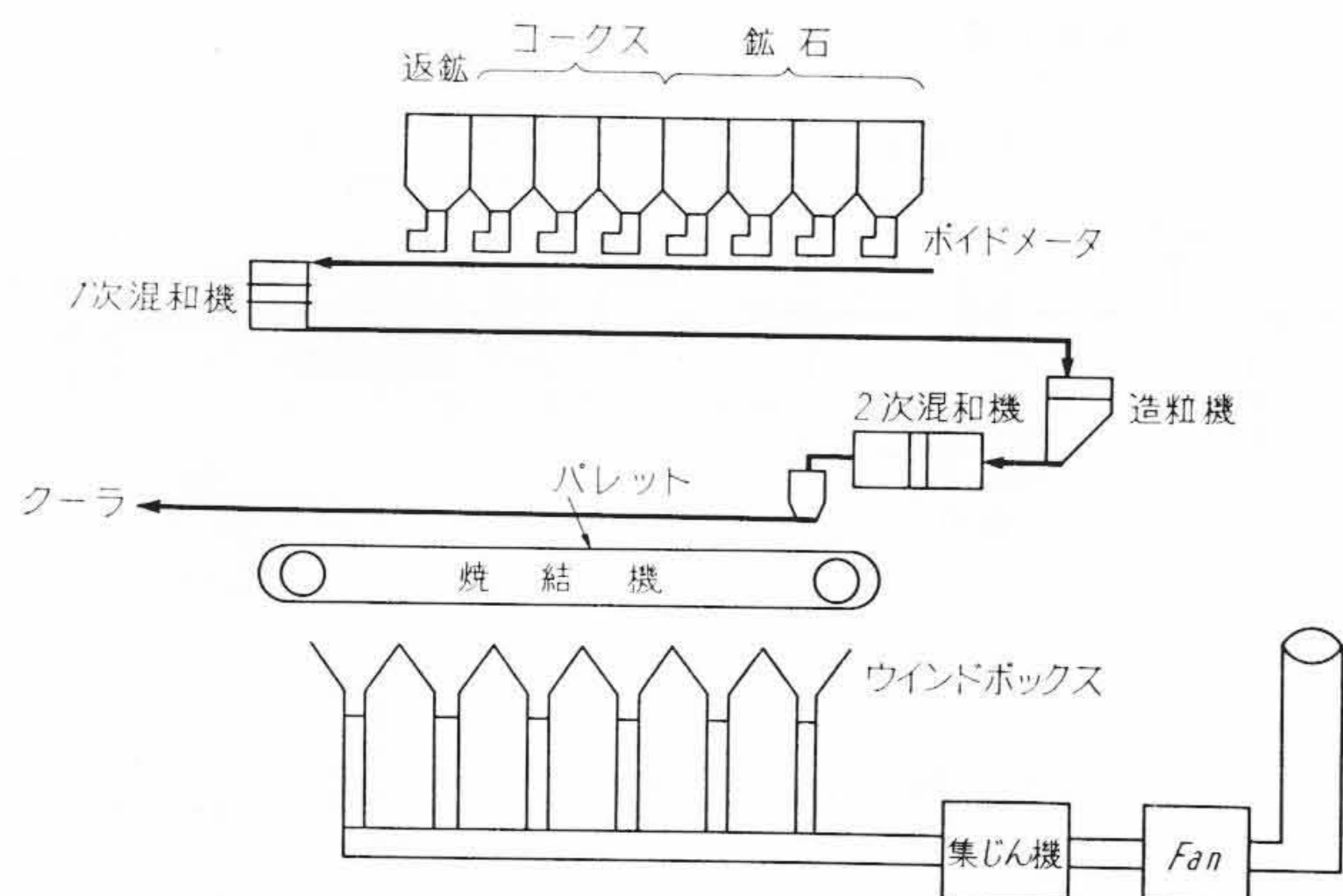
本節では焼結設備および転炉用としてのデータ処理装置の応用例について略述するが、ほかにも熔鋼炉、平炉などにも応用される。

3.1 焼結設備における応用

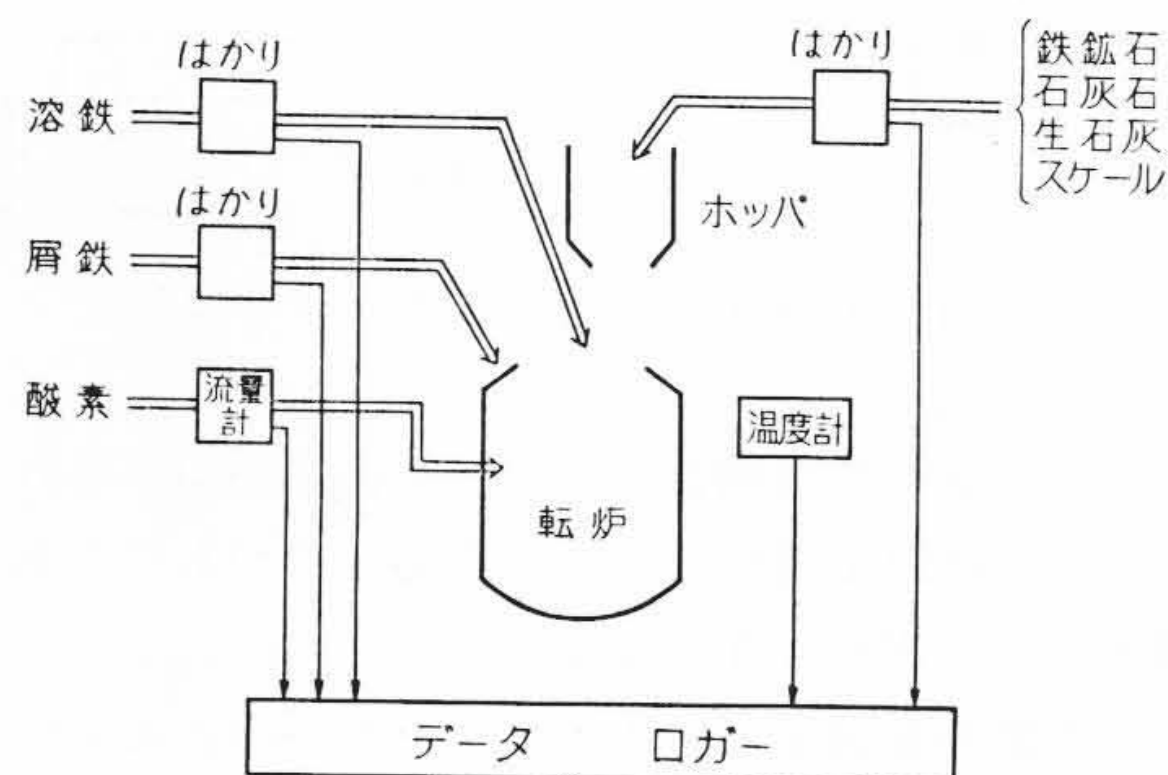
第4図は焼結設備の概略図であるが、データ処理装置はコークス、鉱石、返鉱などの重量をポイドメータから発信するパルスとして計数し、さらに製品の重量も計数し一定時間ごとに印字する。ま



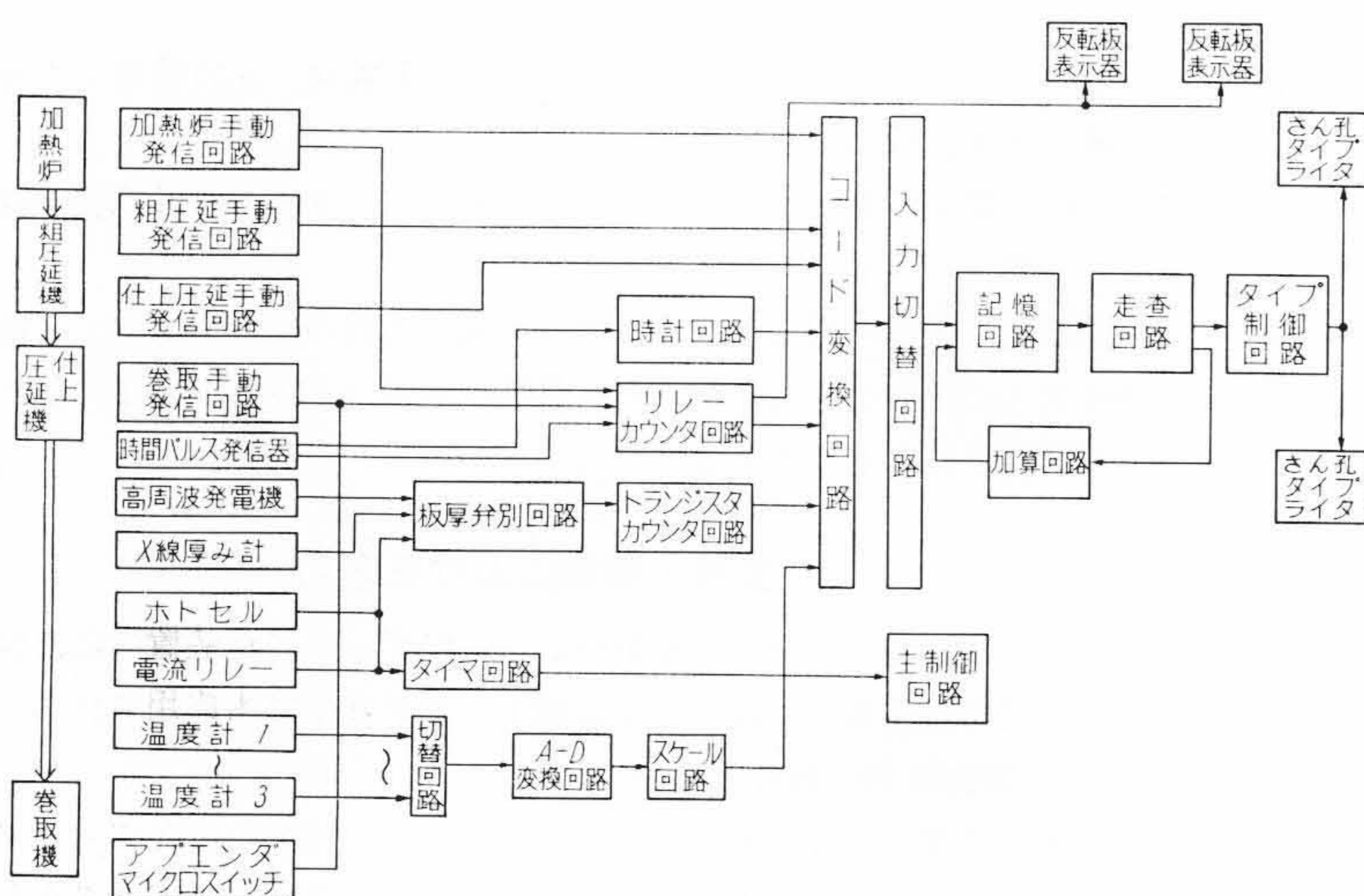
第 3 図 TO-プラント用データ処理装置概観



第 4 図 焼 結 設 備 概 観



第 5 図 転 炉 概 略 図



第 6 図 圧延用データ処理装置ブロックダイアグラム

たその他添加水量、点火炉温度・圧力、ウインドボックス温度・圧力、排出風量・温度・圧力などを定期的（30 分または 1 時間ごと）に測定印字を行ない、常時はそれらの値が適正值内で運転されているか否かを監視する。この場合のデータ処理装置は 2.1 項で述べた基本的なもののほかにパルスカウンタを備えたものとなる。

3.2 転炉における応用

第 5 図はデータ処理装置を転炉に応用する場合の概略図であるが、原料となる熔銑・屑鉄・添加物の重量および酸素・水の流量、製品の重量、熔鋼温度、ランス位置吹錬時間などを鋼番ごとに印字作表する。これだけなら前述の 2.1 項、2.2 項の例とあまり変るところはないが、データ処理装置は作表・監視の機能のほか、簡単な計算を行なう機能を付加する事が容易にできるので、

原料総重量 = 熔銑重量 + 屑鉄重量 + 添加物重量

歩 留 り = $\frac{\text{製品重量}}{\text{原料総重量}}$

酸素原単位 = $\frac{\text{酸素量}}{\text{製品重量}}$

などの計算結果も同時に鋼番ごとに印字作表する。この場合はやや高級なデータ処理装置ということができる。次に詳述する圧延工程における例はさらに複雑な場合である。

4. 圧延工程における例

本節では圧延工程におけるデータ処理の実例として、熱間圧延設備用データ処理装置について述べる。圧延工程において処理されるデータとしてはスラブ寸法、圧延きず、スラブ重量、コイル板厚、コイル長さ、コイル重量など製品品質についてのデータ、炉抽出温度、圧延温度、板張力など圧延状況についてのデータ、圧延休止時間、運転所要電力など機械運転状況についてのデータなどがある。圧延工程のデータ処理の特長は圧延工程が連続工程であるため、他の連続工程におけるデータ処理と同じように、個々の製品について品質あるいは圧延状況についてのデータを得るためにはデータ記憶装置を必要とすることである。

本データ処理装置は圧延設備の各工程からのデータを手動あるいは自動で処理するが、主要なデータは仕上圧延工程のコイル板厚と圧延温度に関するデータである。

処理すべきデータの内容が製品品質データ、圧延状況データ、機械運転状況データのいずれをも含みそれぞれ性質が異なるため、処理項目数に比較して、装置は複雑なものになっている。

4.1 装置の概要

本装置一式は下記より成っている。

- | | |
|--------------|-----|
| (1) 記憶装置盤 | 1 台 |
| (2) カウンタ盤 | 1 台 |
| (3) 加熱炉発信デスク | 1 台 |
| (4) 粗圧延発信デスク | 1 台 |
| (5) 巻取機発信器 | 1 台 |
| (6) 反転板表示器 | 2 台 |
| (7) 検出器 | 1 式 |
| (8) 整流器盤 | 1 台 |
| (9) 電池 | 1 式 |

装置のブロックダイアグラムは第 6 図に示すとおりである。素材スラグは加熱炉で適当な温度に加熱された後、粗圧延機、仕上圧延機を通過して規定の板厚に圧延され巻取機に巻き取られる。加熱炉発信デスクより手動設定により個々の作業ごとのデータと個々の素材ごとのデータが発信される。粗圧延発信デスクからは手動設定により設備の休止、再開、ミスロールの信号が発信される。

第1表 データ印字方式

素 材 デ ー タ						製 品 デ ー タ				
	抽出順序炉番	チャージ番号	鋼 塊 番 号	スラブ番号	スラブ重量	抽 出 時 刻	抽 出 温 度	オンゲージ長	オーバゲージ長	アンダゲージ長
作 業 デ ー タ →	(A) 1	245A 1	12	5	X 105	(z)DS		T 4 C	b	112
	1001	N145960	01	T	1150	0805	125	750	040	028
運 転 状 況 デ ー タ →	2002	N145960	01	1	1150	0807	125	748	038	032
	S 08	09 010		4	1 I					
	2003	N145960	01	B	1150	0817	126	750	035	032
	2013	N145960	01	B	1150	0830	125	750	040	030
	TS 0	10								

(注) S: 休止を表わす。
TS: 休止時間合計を表わす。

ミスロールとは素材が圧延に失敗し工程から脱落することである。仕上圧延工程においては製品ストリップの板厚上下限設定値に対するオンゲージ長、オフゲージ長と全長、圧延時の素材温度についてのデータが検出器からの信号を処理することにより得られる。巻取工程では巻取数を自動的にカウントし記憶する。二つの反転表示器は加熱炉よりの抽出順序数、巻取数をそれぞれ表示するためのもので約100 mの距離から判読できる。さん孔タイプライタの中1台は全処理項目を印字さん孔するが、他の1台は巻取機付近のコイルコンベア室に設置され次の工程に必要な一部の項目のみを印字する。将来処理したデータを電子計算機の入力とするためさん孔テープを同時に作成できるようなさん孔タイプライタを使用している。

データ処理項目の一例は下記のとおりである。

(1) 作業データ	5
(2) 素材データ	7
(3) 製品データ	8
(4) 圧延状態データ (圧延温度)	3
(5) 運転状況データ (休止時間、素材重量合計など)	5
合 計	28

これらのデータは一枚の印字用紙に印字されるがその模様は第1表に示すとおりである。素材データ、製品データ、圧延状態データは製品ごとに1行ずつ印字されるが、作業データ、運転状況データは随時上の項目欄とは無関係に行間に印字される。1コイルの全データは約1分で印字完了する。

第6図には装置内部の信号の流れも示してある。板厚弁別回路、トランジスタカウンタ回路、タイマ回路は後述するように主としてトランジログにより構成され、カウンタ盤に収容されている。他の回路については記憶回路は記憶用リードリレー (RDA-9)、それ以外の回路はワイヤスプリングリレーにより構成され、記憶装置盤に収容されている。A-D変換回路は記憶装置盤に収容してあるが、この回路にはトランジスタリードリレーが使用されている。加算回路は、加熱炉手動発信回路により与えられる素材スラブ重量値を積算するためのもので走査回路により制御され、結果は再び記憶回路に記憶される。時計回路は時間パルス発信器より送られる1分ごとのパルスを計数し、時刻を分単位、24時間方式で表わす。

次節より本装置製作上の二、三の問題点をやや詳細に説明することとする。

4.2 記憶回路の構成と制御

記憶回路は製品コイルごとのデータ記憶回路、作業データ記憶回路、運転状況データ記憶回路からなり、いずれもリードリレー RDA-9を使用している。記憶内容は数字、アルファベット、その他二、三の記号であるが、さん孔タイプライタ制御コードと同一の6符号コードにより記憶する。電源には浮動充電の電池を用い停電時に記憶内容が消滅しないように考慮している。

第2表 製品データ記憶回路構成

記憶回路番号	加熱炉入力データ 25語	仕上圧延入力データ 26語	巻取入力データ 7語	その他 3語
1				
2				
3	○	○		
4	○	○		
5	○			
6	○			
7	○			
8				
9				
10				

注1 ○は記憶回路動作を表わす。上表は動作例を示したもの。
注2 語数は印字時字数により表わしたもの。

製品コイルごとのデータ記憶回路は1製品コイルについて61語の記憶回路が10回路設けてありその構成は第2表に示すようである。各入力データは素材が通過するごとに順次記憶回路の番号順に記憶され、記憶回路に入力データ全部が記憶され、製品コイル巻取終了の信号を受けると、走査回路が起動してデータを読み取りタイプアウトする。タイプ終了信号により記憶回路はリセットする。ある記憶回路に加熱炉入力データが記憶されてからその記憶回路データの読取指令を受けるまでの間に、最大6素材分の加熱炉入力データを記憶しなければならない。したがって記憶回路は最小限6回路あればよいが、将来圧延ピッチが短縮された場合を考慮し予備として4回路加え合計10回路とした。記憶回路リセット後、全記憶回路の内容を1回路ずつシフトする方式をとれば、記憶回路の容量を半減できるが、制御回路が複雑になるので本装置には用いてない。

すでに述べたように圧延工程上の素材は何かの理由でミスロールとして工程から脱落することがある。ミスロールとなった素材はその後の工程からの入力データを与えないので、記憶回路のそれに対応した部分は、空白としなければならない。本装置ではミスロールした素材がどの記憶回路に対応しているか判定するために、各記憶回路に対応する素材がどの工程にあるかを表示する装置を粗圧延発信盤上に設け、これにより発信盤操作者は、ミスロール素材に対応する記憶回路にミスロールを設定する。各入力データ切替回路は設定された記憶回路を飛び越して歩進するように設計されているので、その記憶回路のミスロール設定後の部分は空白となり、また各入力データも製品に正確に対応して記憶されることになる。

作業データ記憶回路は37語2回路、圧延状況データは23語4回路より構成され、発信盤からの手動指令により随時データ処理、記憶、読出しが行なわれる。

4.3 板厚弁別回路

第6図ブロックダイアグラムに示した板厚弁別回路とトランジスタカウンタ回路は板厚データ処理 (Gage Logging) のための回路で本装置の特色となるものの一つである。X線厚み計、高周波発電

機、ホットセルあるいは電流リレーから信号を受けて、製品コイル長さ 1m につき 1 パルスの信号を作り、これを板厚弁別回路のゲートで振り分け、カウンタ回路でカウントする。4 セットあるカウンタのカウント数はそれぞれ製品コイルの全長、オンゲージ長、オーバゲージ長、アンダゲージ長を表わす。これらカウンタの内容はコード変換回路を経て、記憶回路に記憶される。

弁別回路のブロックダイアグラムは第 7 図に示してある。この回路は比較器を除いてすべてトランジログ論理素子⁽²⁾により構成されている。比較器としてはトランジスタ差動増幅器形のものを使用している。

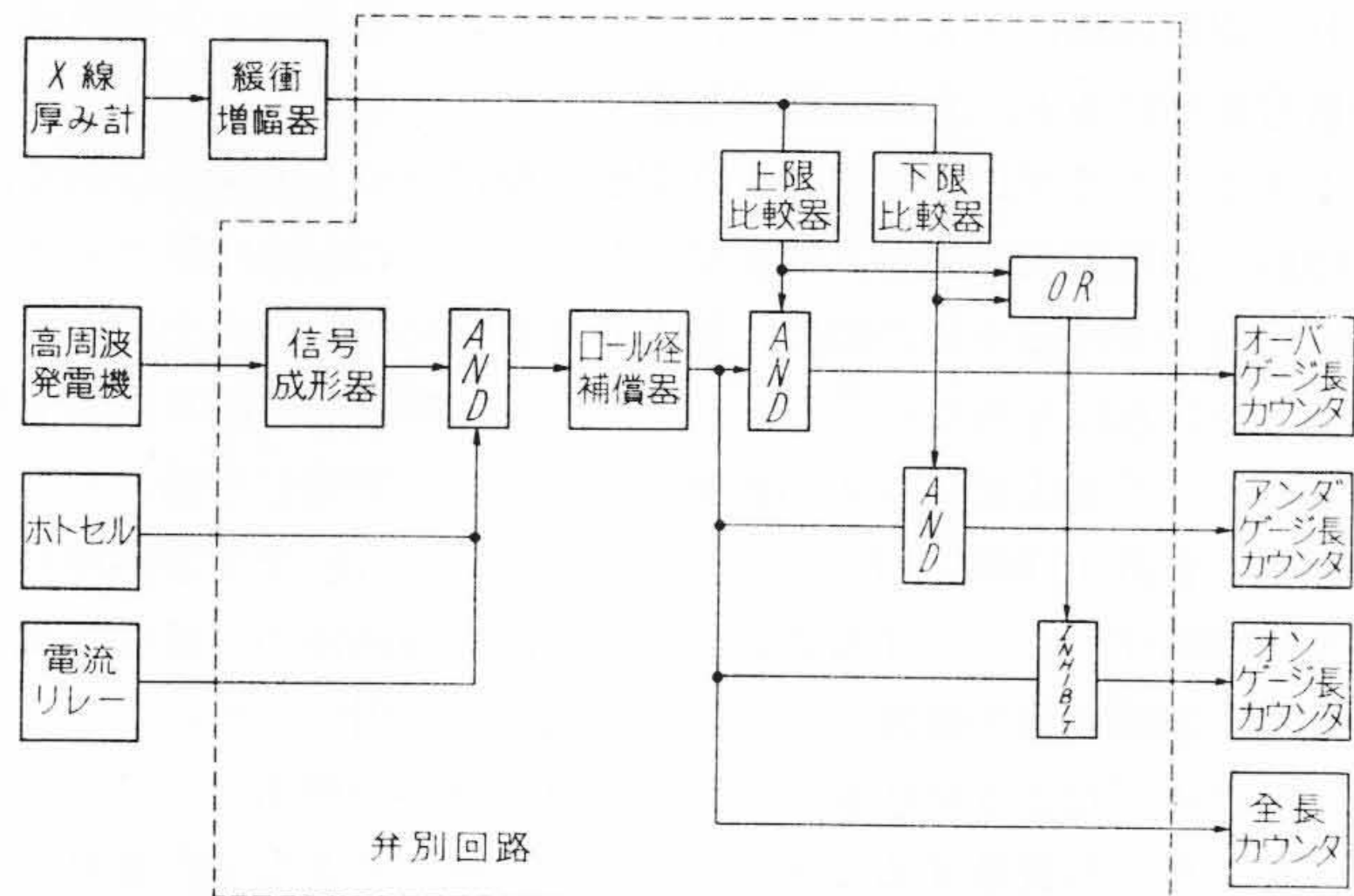
高周波発電機は仕上圧延機最終スタンドのロールにギヤを介して結合されロールの回転に応じてパルス信号を発生するように設計されている。これからコイル長さ 1m につき 1 パルスの信号を得るにはコイルの進みとロール外周の進みが等しいとして、ロール周長からコイル 1m 当りの信号周波数が得られる。圧延に伴ってロールは摩耗して径が小さくなるので、それだけ通降数を増してやらなければならない。

この意味でパルス通降器のことをロール径補償器と呼んでいる。補償器はトランジログで構成したリングカウンタでその基本回路を第 8 図に示す。ロール径の変化は -10% まで考慮し、通降数の設定はロータリスイッチの手動切り替えによっている。

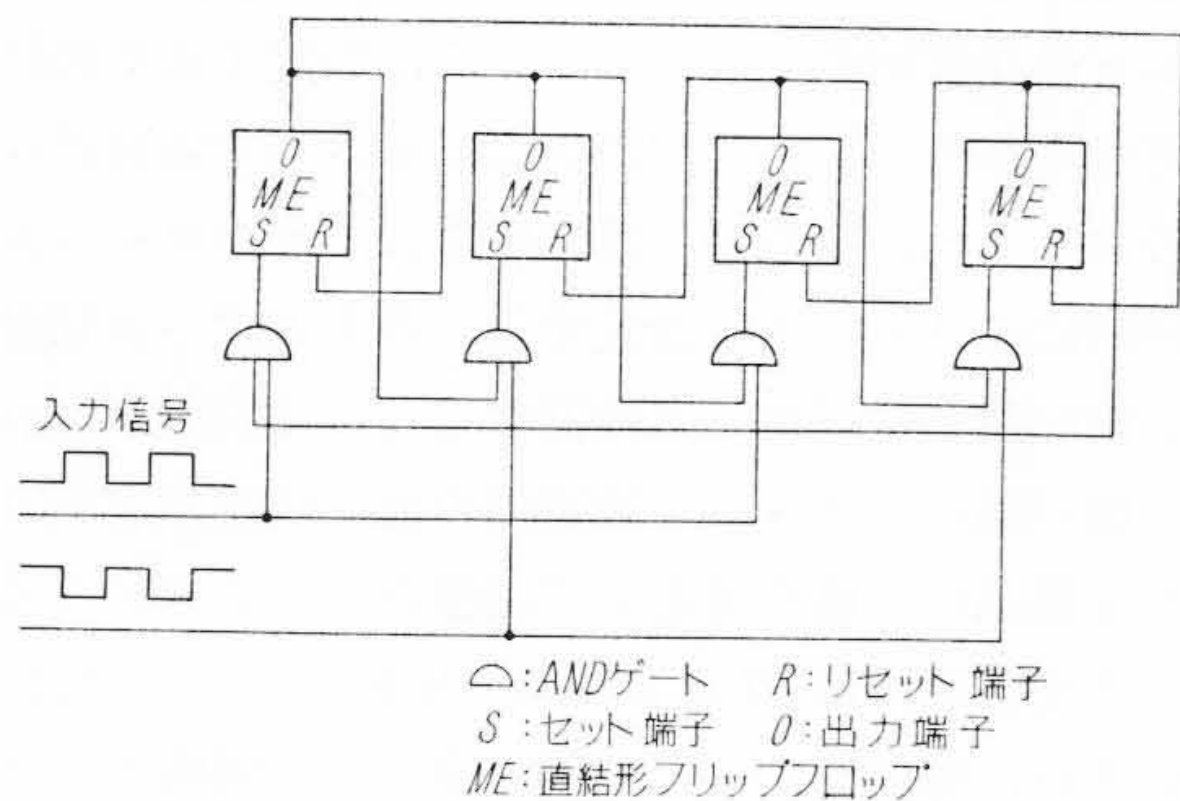
板厚の測定は X 線厚み計を用いている。比較器の上下設定は電圧値で手動設定され比較器は比較結果によりゲート回路を開閉する。

高周波発電機からの入力コイルが最終スタンドロールを通過中のみ補償器を駆動する。通過開始、終了の信号は最終スタンド直後に設置されたホットセルによっている。

カウンタは補償器と同様にトランジログで構成した 10 進リング



第 7 図 板厚弁別回路ブロックダイアグラム



(4 進リングカウンタ)

第 8 図 トランジログリングカウンタ基本回路

カウンタで、1 セット 3 けたである。カウンタ盤から記憶装置盤までの距離は約 200 m あり、カウンタ出力はコード変換後、ワイヤスプリングリレー接点により記憶回路に送られる。

本装置は、数千 kW 級水銀整流器数台を含む動力源と同一建屋内にあるので、かなりの誘導雑音を考慮しなければならない。デジタル信号の盤間伝送はすべて接点開閉により、またアナログ信号のレベルは充分に大きくとってある。

4.4 圧延温度測定

装置はまた仕上圧延機の入口、出口、巻取機入口の三カ所でコイル上の一点の温度を測定する。測定されたアナログ量は A-D 変換回路でデジタル量に変換されスケール回路、コード変換回路を経て、記憶回路に記憶される。コイル前端的入口通過、出口通過の信号をホットセルあるいは電動機電流リレーからとり、タイマ回路により一定時間遅延させて、測定指令としている。タイマ回路はトランジログリングカウンタにより構成され、遅延時間は 0~60 秒間可変で、手動で設定される。タイミングとして電源周波数 60 c/s を利用している。

測定指令は一つのコイルについては、仕上入口、出口、巻取入口の順に与えられるが、巻取入口の測定前に、次のコイルの仕上入口測定指令が入ることもあり得る。

それで、A-D 変換回路入力の切替回路は、測定指令を受けた任意の温度計出力端子を探して変換回路入力端子に接続する回路になっている。

A-D 変換回路はスキャンニング形データ処理装置用に標準化されているもので帰還方式により 0~±10 V のアナログ入力を 1-2-2-4 コードを用いて 3 けたの 10 進数に変換する。変換精度は 0~40°C で 0.2%、変換時間は 600 ms である。温度計はスライド抵抗発信器で最大電流 30 mA 測定範囲 400~1,200°C である。

前節に述べた板厚ゲージで表わしたコイル品質データと圧延時の素材温度データを記録して、両者の関係を調べるのが本装置の重要な目的の一つである。

以上述べたように本装置はデータ処理装置として多くの機能をもっているが、特色といえるのは、連続工程を流れる製品のデータ処理機能をもつこと、またその機能の一部として、板厚データ処理機能を含んでいることである。本装置は単能機器としてはほぼ限界と思われる程度の規模を有するため、今後要求される機能がさらになくなった場合は制御用計算機を主体として、板厚データ処理装置を付属されるようにまとめるのが得策であろう。さらに近い将来の問題としてその計算機を使用して計算制御に発展することが期待される。

5. 結 言

以上データ処理装置の製鉄工業における応用例を挙げたが、データ処理装置はほかにも多数の応用方法が考えられ、品質管理、運転管理の面で大いに貢献することとなる。

終りに臨みデータ処理装置の製作に当り種々ご指導を賜った日立製作所日立工場泉部長、平川副部長、西課長、また開発途上において試験調整に種々ご協力を戴いた制御器検査課の関係諸氏に厚くお礼を申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 岩田、平井、藤木：日立評論 別冊 No. 34, 27 (昭 35-2)
- (2) 小西、前川：日立評論 43, 498 (昭 36-4)