U.D.C 681.32.022.06：621.395.345

DEX-1 電子交換機のオンラインプログラム

On-line Programs for the DEX-1 Electronic Exchange

白須宏俊* 橋本隆*
Hirotoshi Shirasu Takashi Hashimoto
橋本寿之* 関滋夫*
Hisayuki Hashimoto Shigeo Seki

要　　旨

DEX-1 電子交換機は蓄積プログラム制御方式を採用した室内実験用電子交換機である。すべての交換動作はプログラム制御により行なわれ，また，交換機能の障害からの自動的な回復，障害装置の自動診断など従来のクロスバ方式にはなかった新しい技術を開発し，蓄積プログラム交換制御技術の基礎を確立した。本論文は DEX-1 ソフトウェアシステムの内容につき概説したものである。

1. 緒　　言

近年におけるエレクトロニクスの進歩によって，長年電磁系が支配的であった電話交換技術にもようやく電子化の波が押し寄せることになり，すでにアメリカにおいてはベルシステムの No. 1 ESS が最初の本格的実用電子交換機として 1965 年以来各地で続々商用に供せられつつある。

わが国では 1964 年 8 月より日本電信電話公社電気通信研究所を中心に，日本電気株式会社，沖電気工業株式会社，富士通株式会社および株式会社日立製作所が共同で電子交換機の実用化研究を開始し，その第 1 弾として室内実験用電子交換機 DEX-1 (Denden-kosha Electronic Exchange) を試作した。DEX-1 は通話路は機械接点（フェリード）による空間分割方式，制御は蓄積プログラム方式を採用している。DEX-1 試作運用の目的は蓄積プログラム制御技術の修得を目ざしたものであるが，現在電気通信研究所内の構内交換機として順調に稼働を続けており，当初の目的をほぼ達成したものと考えられる。

蓄積プログラム制御方式は下記のような特徴を有している。

（1） 電話交換機に要求される基本機能のほか，各種新サービスなど，より高度の交換機能に対する適応力を持っている。

（2） 交換機の保守管理運用が大幅に自動化され容易になる。

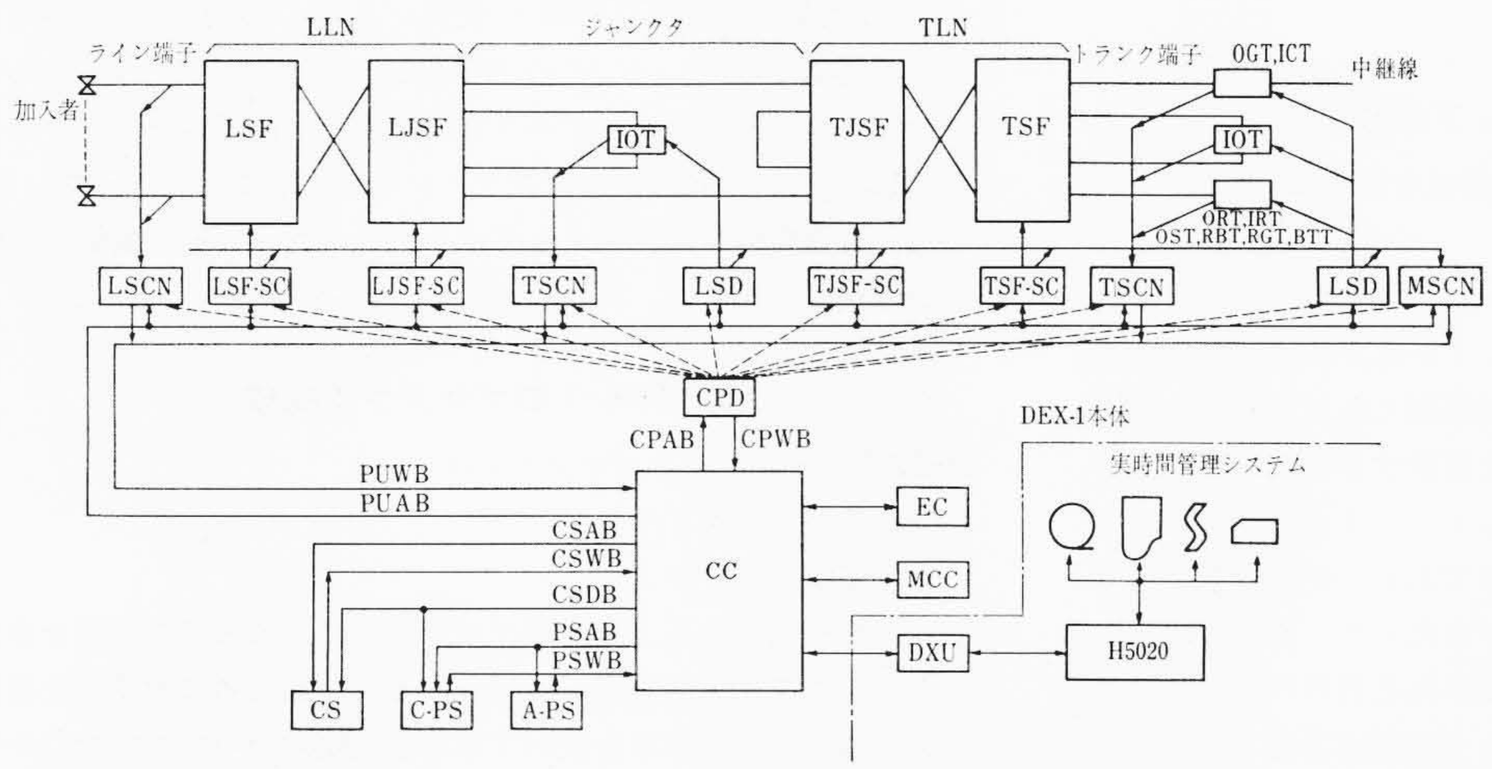
（3） メーカーで生産すべきハードウェアの装置種類が減少する。

（4） 工事布線量が減り，機能のプログラム化により工事を規格化できる。また，工事試験の自動化が可能となる。

（5） 課金用度数計が廃止され，より合理的な課金体系が可能となる。

（6） 制御系の情報処理機能を利用して全く新しいサービスが可能になる。

以下ハードウェア構成を簡単に述べ，次にプログラムについて述べるが，交換動作の外部条件はクロスバ方式と大差ないので，呼処理用のプログラムについてはそれをプログラムにより実現する方法に主眼を置いて説明する。一方，DEX-1 で行なっている自動保守は全く新しい技術であるので，保守用のプログラムについては保守に対する基本的な考え方および保守のやり方



分類	略号	名称
通話路装置	LLN	ラインリンクネットワーク
	LSF	ラインスイッチフレーム
	LJSF	ラインジャンクタスイッチフレーム
	TLN	トランクリンクネットワーク
	TSF	トランクスイッチ，フレーム
	TJSF	トランクジャンクタスイッチフレーム
	IOT	自局内トランク
	OGT	出トランク
	ICT	入トランク
	ORT	発信レジスタトランク
	IRT	入レジスタトランク
	OST	出センダトランク
	RGT	呼出信号トランク
	RBT	呼出音トランク
	BTT	話中音トランク

分類	略号	名称
通話路制御装置	LSF-SC	LSF通話路駆動装置
	LJSF-SC	LJSF通話路駆動装置
	TJSF-SC	TJSF通話路駆動装置
	TSF-SC	TSF通話路駆動装置
	LSCN	加入者走査装置
	TSCN	トランク走査装置
	MSCN	集中監視走査装置
	LSD	低速信号分配装置
	CPD	高速信号分配装置
中央処理装置	CC	中央制御装置
	CS	一時記憶装置
	A-PS	半固定記憶装置
	C-PS	デバッグ用一時記憶装置
	EC	集中試験席

分類	略号	名称
中央処理装置	MCC	集中保守席
	H5020	汎用計算機 (HITAC-5020)
	DXU	DEX-1—H5020 接続装置
バスシステム	CPAB	CPDアドレスバス
	CPWB	CPDアンサバス
	PUAB	周辺装置アドレスバス
	PUWB	周辺装置アンサバス
	PSAB	PSアドレスバス
	PSWB	PSアンサバス
	CSAB	CSアドレスバス
	CSDB	CSデータバス
	CSWB	CSアンサバス

図 1　DEX-1 の装置構成

* 日立製作所戸塚工場

表1　おもなトランクとその機能

トランク種別	おもな機能	接続対象*1
IOT	音声信号伝送，通話監視	F側　加入者 R側　加入者
ICT	音声信号伝送，通話監視，中継線の監視信号の送受	F側　相手局OGT R側　加入者,IRT,RBT
OGT	音声信号伝送，通話監視，中継線の監視信号の送受	F側　加入者，OST R側　相手局ICT
RBT,BTT	各種信号音（呼出音，話中音その他）の送出，切断監視	F側　加入者，ICT R側　端子なし
RGT	被呼加入者への呼出信号送出および応答監視	F側　加入者 R側　端子なし
OST	対相手局との起動信号，起動完了信号の送受および数字パルス送出	F側　OGT R側　MF送信器*2
ORT	加入者電話機よりの数字パルス受信	F側　加入者 R側　押ボタン受信器*2
IRT	局間の数字パルス（MF）の受信	F側　ICT R側　MF受信器

*1　F側　Front側　　R側　Rear側
*2　ダイアルパルス信号形式の場合には不要

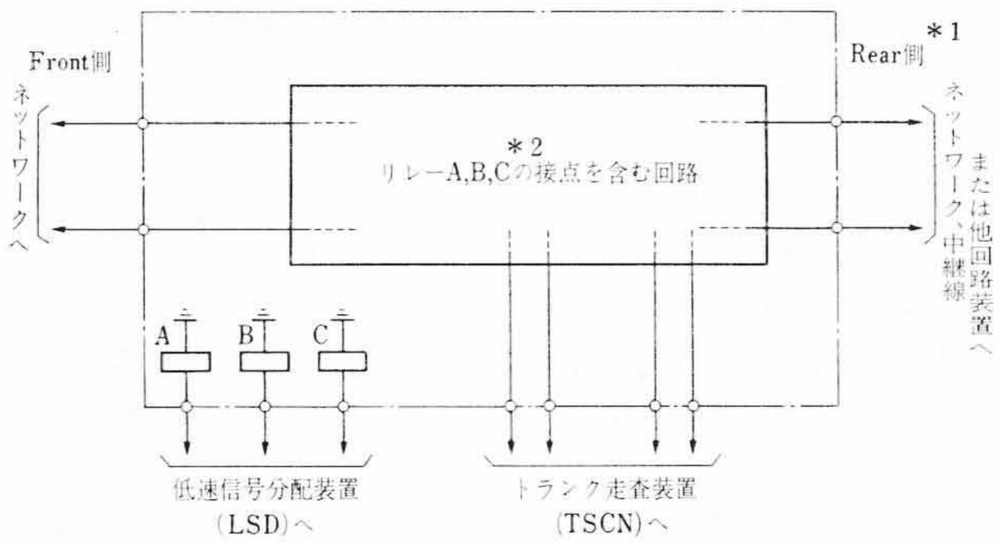


図2　トランクの構成

*1　Rear側端子の無いトランクもある。
*2　A,B,Cはラッチリレーである。

に重点を置いて説明する。

2. DEX-1のハードウェア構成

DEX-1のハードウェアシステムの概略構成を図1に示し，以下説明する。

2.1 通話路装置

通話路装置としてネットワークとトランクがある。ネットワークはフェリードスイッチで構成された接点回路網であり，ライン端子およびトランク端子中の任意の2端子間を接続することができる。

トランクは表1に示す機能を持ち，ネットワークにより加入者やほかのトランクと接続される回路ブロックである。交換処理の進行に伴いその接続は適宜つなぎ換えられる。またトランクの回路自体も，接続の進行状況や，対相手局間に送受される信号の種別などに応じて切り換えられる。そのため，トランクの構成は図2のようになっており，プログラムの指令により，後述するLSDを介してパターンリレーが切り換えられ，回路構成が更新される。

2.2 通話路制御装置

SCはネットワークのフェリードスイッチの開閉を制御し，LSDはトランクのラッチリレーの動作，復旧の制御を行なう装置である。制御対象がいずれも電磁部品であり，動作・復旧にms以上のオーダの時間を要するため，CCから制御指令を受けると，以後の制御はSC，LSDが行ない，CCは直ちに別の指令の実行に移ることができる。

走査装置は電流検知機能を持つフェロッドで構成されており，フェロッドの接続点における電流の有無を検出する手段をCCに提供する。用途によりLSCN（発呼検出用），TSCN（トランク用），MSCN（各種制御装置の動作状態監視そのほか）などの種類がある。

CPDはCCから指令され，一つの装置に対し起動信号を送出する。

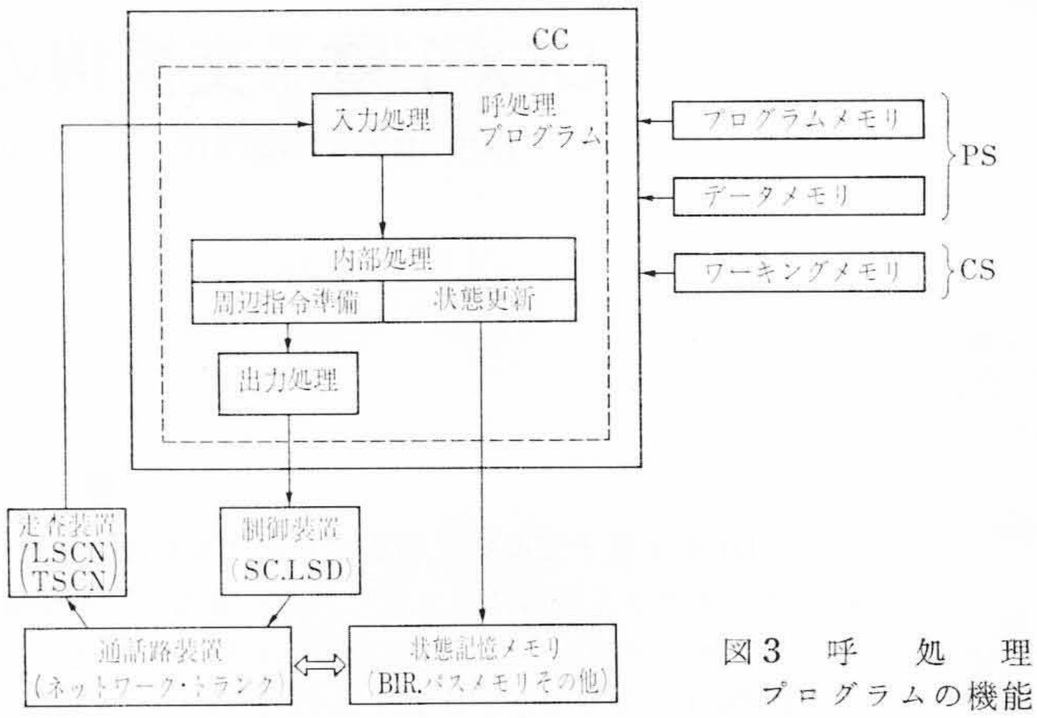


図3　呼処理プログラムの機能

以上の各制御装置は，局規模によりそれぞれ複数個用意される。

2.3 中央処理装置

CCは，プログラムに従ってデータ処理，通話路装置に対する入出力制御を行なう制御装置で，1命令の実行時間は約4 μsである。

PSはメタルカードメモリで，CCを制御するプログラムおよび固定データを記憶する。内容の書き替えは電気的には行なわれず，カードの差し替えによる。なお，C—PSは同じ目的に使用されるが，デバッグ用であり，電気書替が可能なコアメモリである。

CSはコアメモリで，情報の一時記憶用である。

ECはCCの試験，調整用の装置であり，またMCCは交換機の試験，運用のための装置で，それぞれ表示パネル，電鍵(けん)，タイプライタを持ち，ECはさらに紙テープリーダを備えている。

DEX-1のCCはDXUを介して汎用計算機HITAC5020に接続され，実時間管理を受けることができる。DEX-1は実験局なので計算機により，大量の入出力の制御と，交換システムの動態のは握ができるように考慮されている。このH5020はプログラムのデバッグ，メタルカードせん孔用ソーステープ作成などにも使用されるが，さらにもう1システムのH5020がオフライン専用として用意されている。

なお，日立製作所は装置としてはトランクおよびその制御装置関係，計算機2システム，DXUを納入している。

3. DEX-1のプログラム構成

DEX-1のオンラインプログラムは

（1）　呼処理プログラム
（2）　保守プログラム

の二つから構成される。呼処理プログラムは，加入者の発呼を検出してそのダイアル信号を受信し，目的とする加入者に通話路を接続し，通話後はその通話路を復旧するなど交換動作のすべてをつかさどる。保守プログラムは，障害が発生しても交換機能を維持し障害装置を自動診断するなど障害に関する処理をつかさどる。

通常は呼処理プログラムを実行して交換動作を行ない，障害を検出すれば保守プログラムを実行して交換動作の正常性を確保する。

プログラムの規模は呼処理プログラムが34K語，保守プログラムが22.5K語である。

4. 呼処理プログラムの概要

4.1 呼処理プログラムの機能

図3は呼処理プログラムの機能を概念的に示したものである。図にも示してあるように，プログラムは三つに大別され，入力処理は走査装置を通して加入者および中継線からの信号を読み取る。内部処理はその信号に対し，通話路，トランクをどのように制御すべきかを決め，スイッチ，リレーを駆動するための指令の準備と，通話

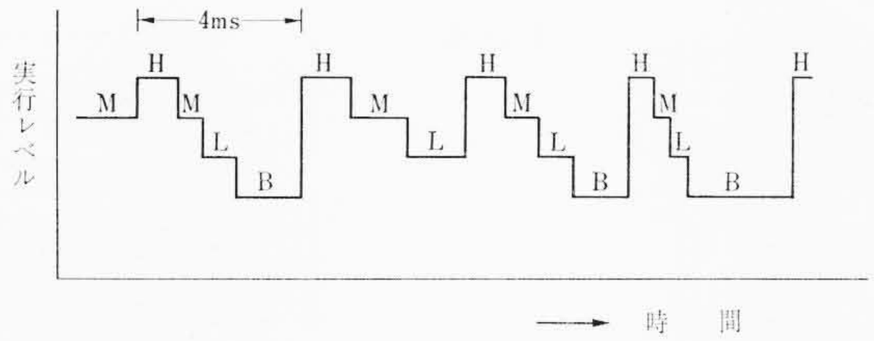


図 4　レベル遷移の一例

路，トランクの接続状態を記憶しているメモリの更新を行なう。出力処理は準備された指令を実行し，通話路装置の接続状態を更新する。すなわち，呼処理プログラムの入力は走査装置の表示であり，出力は通話路装置の接続状態の更新と，装置に対応するメモリの内容の更新である。

4.2　呼処理プログラムの機構

加入者がある操作をしてから，交換機内で通話路，トランクの接続変更が行なわれる時間は，人間の感覚に対して遅くなりすぎなければよいので，通常数百 ms 以下であればよい。一方，たとえばダイアルパルスは，メーク 33 ms，ブレーク 67 ms というパルス信号であり，これをサンプリングにより，誤計数のないように計数するには 10 ms 程度の周期で走査する必要がある。出力処理も別の理由で一定周期ごとに実行される必要がある。すなわち，LSD や SC は 28 ms 周期で駆動されるが，これが短くなると，スイッチ，リレーの動作，復旧の保証が取れなくなり，長くなると，これら装置の保留時間が長くなる。パルス送出プログラムにおいては周期の正確さがパルス波形に関係する。このようなことから入出力処理を周期的かつ優先的に実行し，その残りの時間で内部処理を実行し，各プログラム間の情報引継を中継用メモリによって行なう方式が必要となる。内部処理は，入力処理によって検出された情報があればその都度起動され，その情報に関する処理を行なうが，一定時間ごとに入出力処理に割り込まれる。DEX-1 の CC は 4 ms のクロック割込機構を持ち，実行中のプログラムを 4 ms ごとに中断し，それより上位のレベルのプログラムを実行することができる。

4.3　実行管理プログラム

以上述べた時間管理を行なうために，実行管理プログラムが設けられる。呼処理上は CC のレベルはクロックレベル（H, M, L）およびベースレベル（B）の 4 段階で，常時はベースレベルであり，4 ms ごとにクロックレベルに飛ぶ。図 4 にレベル間遷移の様子を示し，以下にレベル制御の概要を述べる。

（1）　H は M, L, B のいずれにも割り込む。

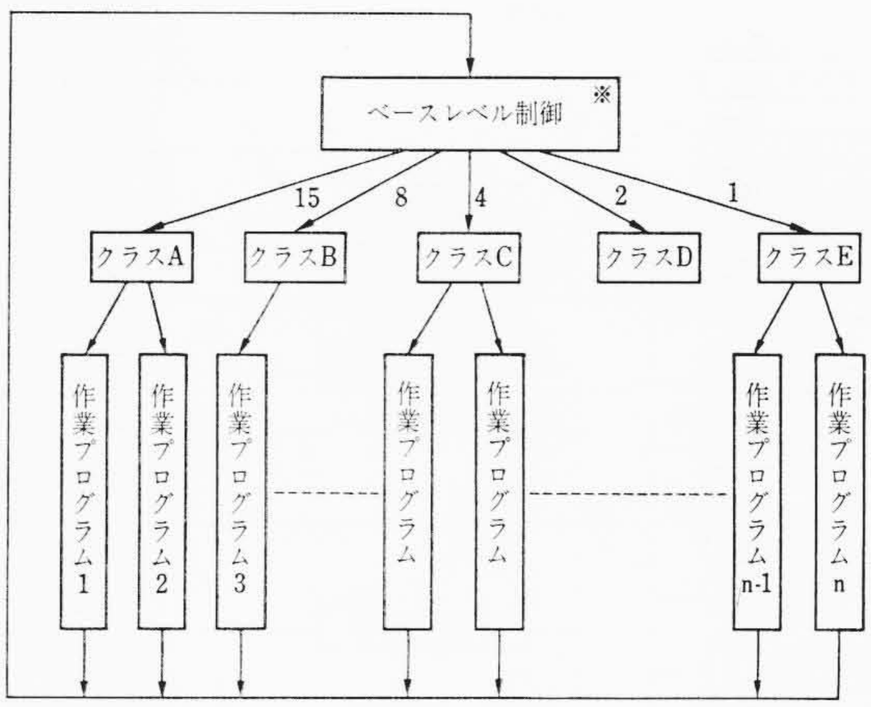
（2）　M に H が割り込んだとき，H の終了後 M の中断点に戻る。

（3）　L に H が割り込んだとき，H, M の終了後 L の中断点に戻る。

（4）　B に H が割り込んだとき，H, M, L の終了後 B の中断点に戻る。B は自分自身で閉ループになっている。

クロックレベルには，入出力処理プログラムが割り付けられる。

ベースレベルも A～E の五つのクラスを持ち，各クラスは割込関係でなく，実行ひん度が互いに異なるように制御される。その様子を示したのが図 5 である。ベースレベルの作業プログラムとしては，優先順位を下げたほうがよい加入者走査プログラム，各ホッパのディスペンサプログラムと，それにつながる内部処理プログラムなどがある。加入者走査は，クロックレベルの管理プログラムが 200 ms ごとに実行を指示し，その表示があり，かつベースレベル内での実行の順番が来たときに実行される。ディスペンサプログラムはメモリ内に入出力処理プログラムにより設定された情報があるとそれを取り出し，該当する内部処理プログラムを起動してその情報を引き渡す。



※ 各クラスは〝ABACABADABACABAEABAC……〟の順に実行され各クラスの実行ひん度は図に示す割合となる。

図 5　ベースレベルの制御

4.4　呼処理プログラム用メモリ

すでに述べたように，プログラムで交換機を制御するために，通話路装置の状態を記憶するメモリおよび情報引継用メモリが必要である。ここではそれらについて説明する。

4.4.1　リンク空塞表示（BIR : Busy/Idle Record）

BIR はネットワークの各リンクおよびジャンクタのそれぞれに 1 ビット割当てられ，それらの空塞を表示する。ネットワークのある 2 端子を接続し得る通路は数千のオーダで存在するが，リンクおよびジャンクタの BIR がすべて空を表示している通路だけが使用可能であり，その選択は完全にプログラム的に行なわれる。

4.4.2　パ ス メ モ リ

パスメモリにはラインパスメモリ（LPM）とトランクパスメモリ（TPM）の 2 種ある。LPM は LLN のジャンクタ端子ごとに，TPM はトランクごとに，それぞれ 1 語設けられ，接続ルートに関する情報を記憶する。入力処理プログラムで検出されたトランクに対する信号は，トランク番号を伴った形で内部処理プログラムに引継がれる。このトランク番号から TPM, さらに LPM を参照することができ，トランクが接続されている通路，予約されているトランクとその通路などが判明し，接続替えなどの動作が行なわれ，接続状態が更新される。

TPM はまた，対応するトランクが空きのとき，トランク選択用のチェーンを組むのに使われる。すなわちトランク A，B，C，…があるとき，A の TPM で B のトランク番号を，B の TPM で C のトランク番号を……というように記憶し，トランク間の関連づけを行なう。このチェーンは同一種のトランクごとに組まれ，チェーンの端にあるトランクから選択していく。

4.4.3　加入者メモリ（LM : Line Memory）

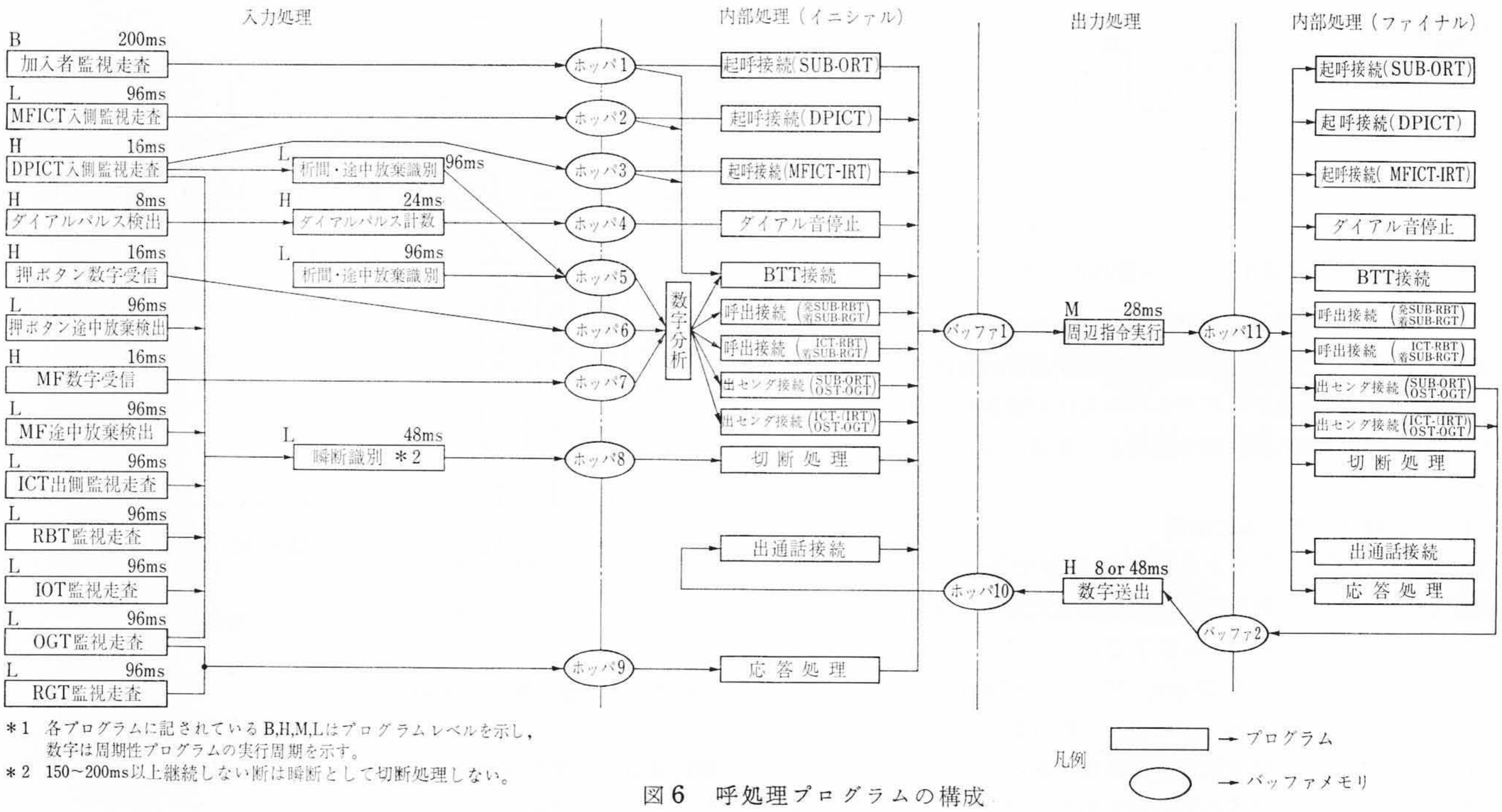
LM は加入者ごとに 1 ビット与えられ，1 は空き，0 はふさがりを示す。加入者走査プログラムは LM が 1 で走査結果が電流ありのとき，発呼とみなし，また着信接続プログラムは LM が 1 のときその加入者に着信させ，0 のときは話中音接続とする。

4.4.4　トランク監視メモリ

トランク種類ごとに各種の監視メモリが 1 トランクあたり数ビット用意される（説明は 4.5.1 に譲る）。

4.4.5　ホ　ッ　パ

入出力処理プログラムから内部処理プログラムへ情報を引継ぐ際に使用されるメモリで，引継情報は主として加入者端子番号とトランク番号である。ホッパの種類については図 6 を参照されたい。



＊1　各プログラムに記されているB,H,M,Lはプログラムレベルを示し，数字は周期性プログラムの実行周期を示す。
＊2　150～200ms以上継続しない断は瞬断として切断処理しない。

図6　呼処理プログラムの構成

4.4.6 バッファ

内部処理プログラムから出力処理への情報引継用メモリで，周辺指令実行用と数字送出用の2種がある。

4.5 呼処理プログラム各論

呼処理プログラムの全構成を簡略化して示したのが図6である。以下その内容について簡単に述べる。

4.5.1 入力処理プログラム

入力処理プログラムで検出される情報は二つに大別される。その一つは発呼，応答，切断など状態変化に関するもので，もう一つは，ダイアルパルス，押しボタンなどによる数字信号である。

（1） 状態変化信号の検出

加入者，中継線からの状態信号はLSCN，TSCNのフェロッドに電流を通すか否かの形態を取る。実際に呼処理に対する入力となるのはこの状態信号そのものではなく，その変化である。すなわち，電流無 ⟶ 有の変化は発呼，応答，閉塞などを意味し，電流有 ⟶ 無の変化は切断，閉塞解除などを意味する。それらのいずれの意味であるかは，現在の接続状態により決まる。

状態変化を検出するため，前回周期において走査結果を記憶し，今回の走査結果と比較する。そのためトランクごとに1ビット，LL(Last Look)メモリが置かれる。一方，接続処理中のトランクなどを走査すると異常な状態変化を取り込むことがあるので，走査の有効性を示すビットが必要であり，トランクごとに1ビット，SS（Supervisory Scan Activity）メモリが置かれる。SS，LLと走査結果を示す1ビットの計3ビットについて比較処理することにより，状態変化が検出される。

（2） 数字信号の受信

数字受信プログラムはダイアルパルス，押ボタン信号で異なる。ダイアルパルスはループの断続によるパルス信号なので，電流断の検出ごとに1パルス受信とみなしてそのパルス数を計数する。監視メモリとして，SSに相当するPD(Pulse Detect)ビット，LLおよびパルスが一定時間来ないことを検出してそれを桁間あるいは途中放棄とみなすための制御用ビットなどが必要である。

押しボタン信号の場合受信器の出力として，コードが受信されるとそれを知らせるSP(Signal Present)リードと，数字リードがあるので，常時はSPを監視し，SP信号が来た時，数字リードを読む。

```
TSF    CON
TJSF   CON
TSF    CON      通話路接続指令
TSF    CON
DELAY           待合せ指令
ICT･C  OP
BTT･A  OP       リレー制御
DELAY
SCAN            ループテスト
BTT･A  RLS
ICT･B  OP       リレー制御
DELAY           待合せ指令
END             リスト終了指令
```

凡例
CON：通話路接続
OP：リレー駆動
RLS：リレー復旧
A.B.C：リレー名称

図7　指令リストの一例（ICT-BTT接続）

4.5.2 出力処理プログラム

（1） 周辺指令実行プログラム

このプログラムは28 msごとに起動し，SC，LSDにより通話路の接続，復旧，トランクの回路制御などを行なう。内部処理プログラムにより，バッファメモリ上に図7のような指令リストが状態更新を必要としている呼ごとに作られる。このプログラムはその一つのリストに従って指令を送出する。リスト上にDELAY指令あるいはすでに使用中の制御装置を使用する指令が現われると，それに続く指令の送出は次の周期にまわされ，別のリストがあれば，そのリストの処理に移る。なお，28 msごとに前回送出した指令の実行の確認が取られる。

（2） 数字送出プログラム

フリップフロップによりOSTのリレーを制御し，所定のパルス出力を得るもので，ダイアルパルス用，多周波信号用の二つある。

4.5.3 内部処理プログラム

内部処理には，入力情報により取るべき処置を決める分析作業と，その決定結果によりバッファ上に指令リストを組み，また，BIR，パスメモリなどの装置対応メモリを書替える作業がある。以下分析作業の具体例を述べる。たとえば，おなじRGTで応答を検出しても，自局内接続か入接続かで処理内容が異なる。すなわち，入力を検出したトランクの種別，接続状態などを知る必要がある。同様に加入者発呼に対しては，その加入者が回転ダイアルか押しボタンか，一般，共同，公衆のいずれか，発信停止でないかなどを表わす加入者クラスを知る必要がある。公衆加入者が市外

をダイアルしてきたとき，話中音接続とするのも分析の仕事である。このように，現在の接続状態，検出トランク種別，受信数字，加入者クラスなどが分析の対象となり，その結果として処理内容が決まる。

メモリ書替えは出力処理の実行の前後に分けて行なう必要があり，そのため内部処理は Initial と Final とに分れている。

4.6 CC の処理能力について

CC が呼処理プログラムを用いて，どれだけの呼を処理できるかをその CC の処理能力という。CC による呼処理システムはきわめて複雑な待合せ系を構成し，その処理能力を正確に求めることは困難である。以下に，呼処理プログラムの性格をマクロ的に捕えた処理能力の算出方法について述べる。

CC が呼処理プログラムを実行するときの作業量には二つの要素があり，端子数に比例するもの(入力処理の性格はこれに近い)と，取り扱う呼数に比例するもの(内部処理の性格はこれに近い)とがある。1万端子(3 HCS)における前者の作業量を f，後者の作業量を v (f, v は CC の全能力に対するそれぞれの作業の占める百分比) としたとき，処理能力 N 万端子は次のように求められる。

$$N\{f+(1+\beta)v\}=1 \qquad \beta=0.44 \qquad (A)$$

β は，呼数が時間的に変動するので，その影響を折り込むためのパラメータである。平均呼数の 1.2 倍の長期変動に対し，さらに 20 %の短期変動を考慮することにして，$1+\beta=1.2\times1.2$, $\beta=0.44$ とした。式(A)の左辺は CC の能率を表わしており，式(A)はピーク状態で CC の能率が 1 となることを示している。一つのプログラムの平均実行時間は ms 以下のオーダで，交換機として許される処理遅延時間の数百分の 1 以下であり，CC 能率をほとんど 1 まで高くすることができる。処理遅延が数十 ms を越えると優先度の低い加入者走査のような入力処理は時々実行が省略されるようになるので，式(A)が成立する状態でも，CC の能率は実際には 1 より小さい。このような点から，式(A)によって処理能力を定義した。DEX-1 の処理能力の算定結果は 1.54 万端子 (3 HCS/端子：無効呼を含む) である。

5. 保守プログラムの概要

電子交換機は運用期間中は連続運転を行なう必要があり，従来の電子計算機のように運転を止めて予防保守することはできない。また，クロスバ方式では処理能力の点で共通制御装置は複数個用意されているので，そのうちの 1 個が障害になっても局全体が停止することはなかった。しかし，電子交換機では電子回路を使用して高度に制御を集中化しているため，障害が局に及ぼす影響は大きく，容易に局全体の停止に導かれる。このため，CC をはじめ各制御装置を 2 重化し，障害があればただちに検出して交換機能を回復し，障害装置を敏速に修復する。これは金物とプログラムの協力により達成されるが，本章ではまずこの協力関係を述べ，次にそのプログラムについて記す。

5.1 保守目標とその達成方法

従来の交換機にたちうちできるよう，以下の 3 項目から成る信頼性と保守性を目標とする。

(1) 局全体の停止時間が交換機の寿命である 40 年間に 2 時間以下であること。

(2) 処理誤り率が 0.02% 以下であること。

(3) 故障が敏速かつ容易に修復できること。

(1)の目標を達成するため，障害装置の自動診断を行ない，修理後は自動確認を行なって障害装置を敏速に修復し (平均修復時間は 2 時間)，予備装置まで障害になって局全体が停止する確率を小さくすることが必要である。これは診断用金物，診断プログラム，回復試験プログラムにより実現される。このほかに，検出されずに埋もれた潜在障害は局停止の原因になり得るので，定期試験プログラムを実行して検出する。

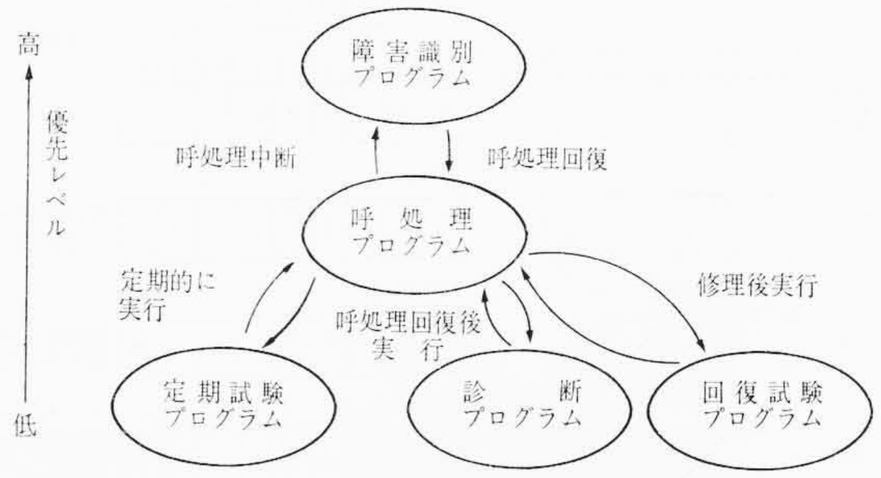


図 8　保守プログラムの実行状況

(2)の目標は，障害が起こればただちに検出して正常系を確立し，交換機能をすみやかに回復することにより達成される。これは，障害検出用金物で障害を検出し，割込み用金物で呼処理プログラムを中断し，障害識別プログラムで交換機能を回復することにより実現される。また，プログラムの制御を喪失させるような障害は，緊急動作金物がこれを検出してプログラム制御を回復する。

(3)の目標は，(1)と同様に，自動診断し，修理後に自動確認することにより達成される。

5.2 障害処理の流れ

障害が発生してから修復が完了するまでの処理の流れを以下に述べる。

(1) 障害を検出したら障害識別プログラムを実行して障害装置を識別し，正常系を確立して交換動作を再開する。この処理は，呼処理プログラムの最も優先度の高いレベルよりさらに高いレベルで実行され，ダイアル信号などが失われないように短時間で終了するようにする。

(2) 交換動作の再開後に診断プログラムを実行し，診断結果をタイプライタに印字する。診断実行時間は保守者による修理時間に比べてじゅうぶん短いので，診断プログラムは呼処理プログラムの最も優先度の低い E クラスで実行される。

(3) 保守者は診断結果に基づいて障害装置を修理する。

(4) 保守者からの指示により，E クラスで回復試験プログラムを実行して修理の確認をする。

なお，(1)～(4)の系列にははいらないが潜在障害を検出するための定期試験プログラムがある。これは平均故障時間に比べてじゅうぶん短い周期で実行すればよいので，E クラスで定期的に実行される。図 8 は保守プログラムの実行状況を示したものである。

以下，保守プログラムについて述べるが，診断プログラム，回復試験プログラム，定期試験プログラムはほぼ同じ機能なので後の二つのプログラムについては説明を省略し，障害識別プログラムと診断プログラムについて説明する。

5.3 障害識別プログラム

処理手順を以下に記す。

5.3.1 障害識別プログラムの起動

障害検出時点の CC の主要な内容は割込み回路により CS に格納されるので，割込み後にこの情報を分析して障害を起こした系統を知り，該当する障害識別プログラムを起動する。

5.3.2 一時的誤動作と障害 (永久障害) の区別

異常動作を発生した命令を再実行し，正常であれば一時的誤動作と考えて誤動作の記録を残し中断していた呼処理プログラムを再開する。再実行しても異常であればかなり高い確率で障害であると考え，障害装置の識別を行なう。

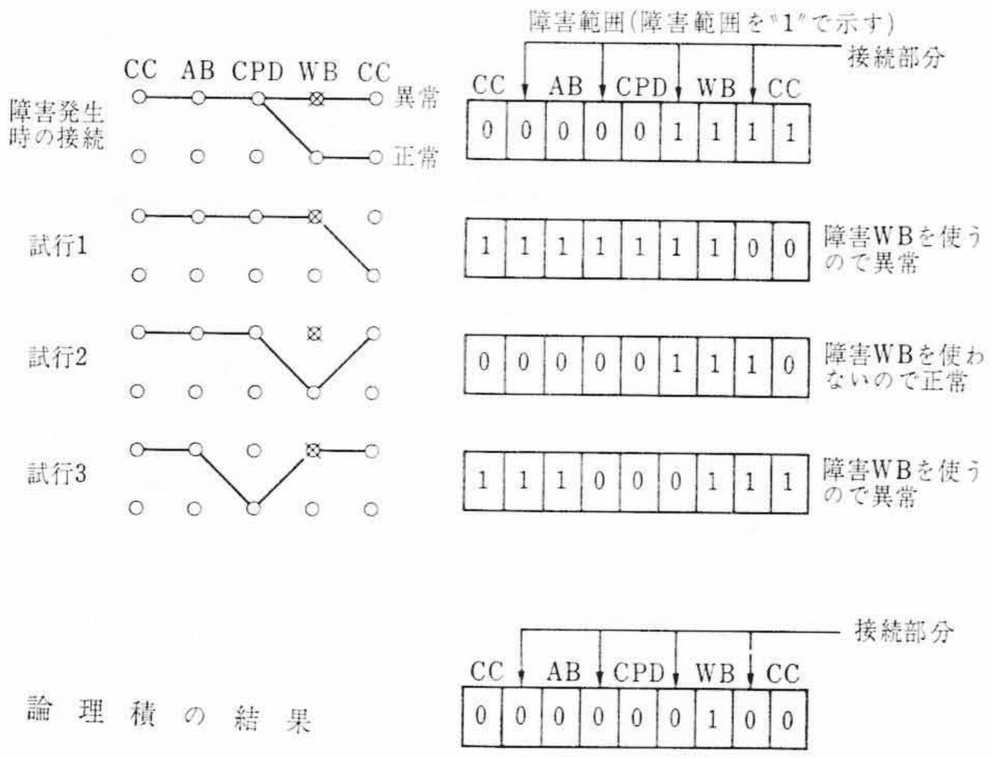


図9　障害識別の例（CPD）

5.3.3　障害装置の識別

障害個所の識別単位は，交換動作の中断時間を極力短くするため正常系を確立するうえで最低限必要な装置単位までとする。

障害装置がCCの場合は，自分で自分自身を試験しなければならないので，障害識別プログラムの実行に先だってプログラムでは試験できない基本的回路をまず金物で試験する。その結果が正常であれば両CCは同時に同じ試験プログラムを実行し，各CCで自己論理による結果の判定を行ない，障害を検出しなければ照合回路を通して相手CCの正常性を試験する。もしこのような試験をすべて通過すれば両CCとも正常であり，一時的誤動作と考える。

障害装置がCC以外の場合の識別方法は各装置系ともほぼ同じであり，障害系統内の装置を一つずつ2重化した相手装置と切り換えて試験し，その試験結果より障害装置を識別するという置換法を用いる。CPD系のWBが障害の場合を例に，図9で説明する。

（1）　障害発生時の接続構成から障害範囲を求める。片CCで異常を検出しているので，CPDとWBの接続部以降が障害範囲である。障害範囲をCSに記憶する。

（2）　正常結果を得たCCを切り離し，試行1，2，3を行なって各試行で得た障害範囲をそれぞれCSに記憶する。

（3）　（1），（2）でCSに記憶した障害範囲の論理積を行ない，障害装置（この例ではWB）を識別する。

5.3.4　正常系の確立

障害装置がCCの場合は，CCからの制御により正常系を確立できる保証はない。すなわち，両CCが同期運転を行なっているときでも必ず片方は現用CC，他方は予備CCであり，現用CCのみがシステムを変更できるので，現用CCが障害になればプログラムで正常系を確立できない場合がでてくる。このため，障害を検出すると金物で緊急時検出用タイマを起動し，確立不可能になればタイマのオーバーフローにより緊急動作回路を起動してCCの現用，予備を切り換え，あらためて障害識別プログラムを最初からやりなおすことにより正常系を確立する。

5.3.5　呼処理プログラムの再開

障害検出時にCSに退避しておいたCCの内容をCCに戻して呼処理プログラムを再開する。

5.4　診断プログラム

障害識別プログラムが切り離した障害装置を敏速，かつ容易に修復できるように，障害個所をパッケージ単位まで識別する。なおDEX-1では診断技術の見通しをつけるため，主要装置の一部とCCについては一部の回路について診断プログラムを作成した。

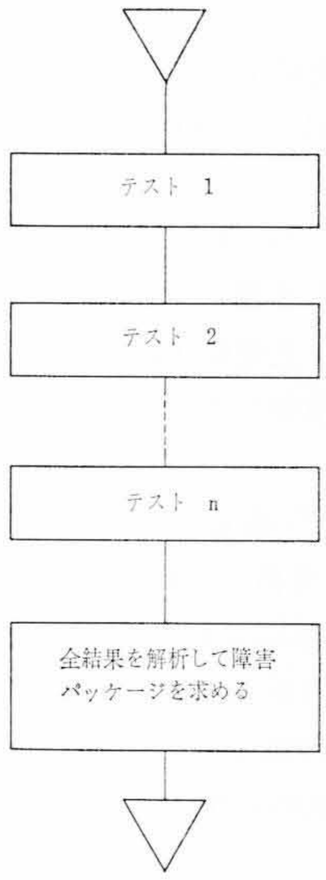


図11　網羅法

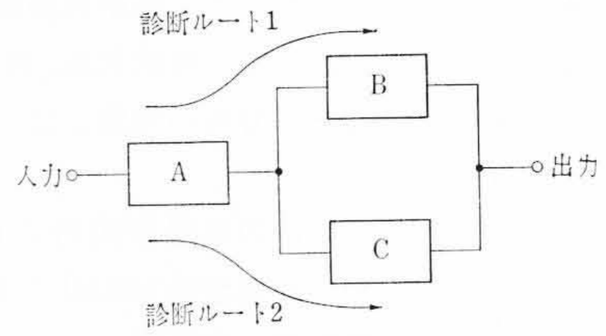


図10　診断方法

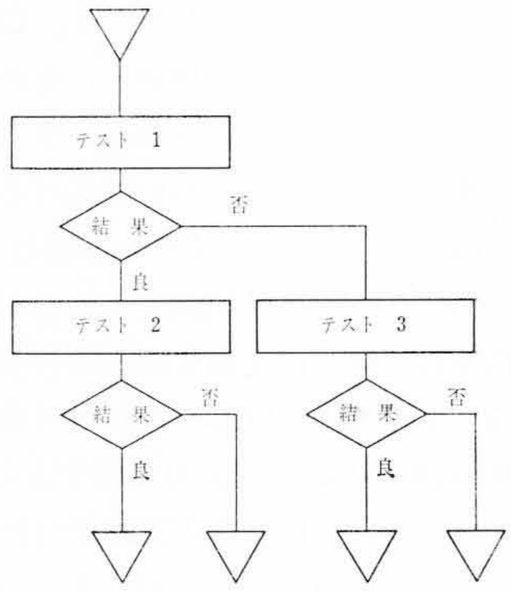


図12　切分け法

**** MSCN DIAGNOSIS DICTIONARY ****

EXIT-NO	DETAIL INFORMATION	FAULT LOCATION	COMMENT
EX-00	0000000000000001	30-09（B04）	CD#0 BIT#0
（EX-01）	0000000000000010	30-09（B04）	CD#0 BIT#1
	0000000000000100	30-09（B04）	CD#0 BIT#2
	0000000000001000	30-09（B04）	CD#0 BIT#3
	0000000000010000	30-11（B04）	CD#0 BIT#4
	0000000000100000	30-11（B04）	CD#0 BIT#5
	⋮	⋮	⋮　⋮

図13　診断辞書の例（MSCN）

5.4.1　前　　提

障害装置内の障害個所は1個所とし，論理素子の入力あるいは出力の値が固定した障害（縮退形障害）であることを前提とする。

5.4.2　目　　標

障害の分解能は平均パッケージ数枚とし，診断的中率は80％とする。

5.4.3　診断の基本原理

障害装置に診断用の試験入力を与えることができ，かつその結果を読める機能が必要である。図10を例に診断の基本原理を述べる。A，Bを通る診断ルート1を選びここを通るデータを入力として与え，次にA，Cを通る診断ルートを選ぶ。もし，Bに障害があれば診断ルート1では異常，2では正常となる。このように診断用入力を順次障害装置に与え，その出力を試験結果としてCSに記録し，試験終了時に試験結果を解析して障害パッケージを求める。

被診断装置がCC以外の場合は，CCから比較的容易に診断できるが，CCの場合は以下の2方法を用いる。

（1）　MATE CONTROL 法

正常CCが相手（障害）CCを制御する方法で，相手CCの内容を読取り，書替え，相手CCの命令を1 μs だけ進めたり1命令だけ実行することにより試験する。

（2）　同期照合法

両CCで同時に試験を実行し，正常CCの結果と障害CCの結果を1命令ごとに照合して各試験結果を判定する。

5.4.4　診断手法

診断手法には一般に次の2種がある。

（1）　網羅（もうら）法

試験結果の良否に無関係にすべての試験を網羅的に実行し，その後に全結果を解析して障害パッケージを求める方法である。

（2） 切 分 け 法

試験結果の良否に応じて次の試験を選び，順次試験結果により分岐し，試験終了時のプログラムの出口が障害パッケージに対応するという方法である。

図 11, 12 はその概念をフローで示したものである。網羅法は複雑に入りくんでいる大きな回路に適し，切分け法は比較的回路構成が単純で試験結果により容易に回路の良否が切分けられる場合に適する。DEX-1 では両方法を適宜に使い分けている。

5.4.5 診 断 辞 書

診断結果は障害パッケージ番号，収容位置，種別などを保守者に直接タイプライタで印字すると便利であるが，多量のメモリを必要とするので診断辞書をあらかじめ作成しておく。診断プログラムは図 13 に示すような診断辞書の EXIT NO と DETAIL INFORMATION のみを印字し，この情報から保守者は辞書を索引して障害パッケージを求める。

6. 結 言

呼処理プログラムと保守プログラムを作成し，両者を接続して交換動作ならびに障害処理が予期したとおりに実行されることが1966年11月に確かめられた。現在は日本電信電話公社電気通信研究所において各種実験のため試験運用されている。

終わりに臨み，終始ご指導をいただいた日本電信電話公社電気通信研究所藤本調査役，交換研究部秋丸室長，城水調査役，水戸室長，技術局近藤調査役（元電気通信研究所交換研究部）をはじめ関係各位，および共同開発に従事された日本電気株式会社，沖電気工業株式会社，富士通株式会社の関係各位に感謝の意を表する。

参 考 文 献

（1） 城水，川島，白須，吹抜，関： 昭41電気通信学会全国大会 No. 946

（2） 水戸，斎木，吹抜，橋本，原田，山田： 昭42四学会連合大会 No. 2208

特 許 の 紹 介

特許 第505475号（特公昭42-12045号）

上村正二・水町修造
青木 勝・渡部富治

コールカッタの自動制御装置

構 成

この発明は駆動用電動機の入力電流の変化に対応してフィードドラム駆動モータの油圧調整弁を制御する装置に関するもので，つぎにかかげる構成を特長としいる。

駆動用電動機の入力側にそう入した電流変成器の二次電流に応答する電流—油圧変換弁を設ける。

電流—油圧変換弁の出力油圧によりフィードドラム駆動油圧ポンプの吐出量制御用油圧調整弁を制御するようにする。

電流変成器の一次電流に対する二次電流の割合いが，駆動用電動機の温度の変化に応じて加減されるようにする。

圧油モータ駆動用の圧油管に過負荷検出装置を設ける。

効 果

1. コールカッタは切削する石炭の硬軟に応じて自動的に送り速度を適正に調整し，電動機を常に過負荷から保護しつつ最大の能力を発揮する。
2. 従来のコールカッタと同じ電源だけですみ，ほかに特別の電源を要しない。
3. 制御機器が著しく小形，簡素化されるとともに，さわめて急速に応答する特性をも備えることができる。 （富田）

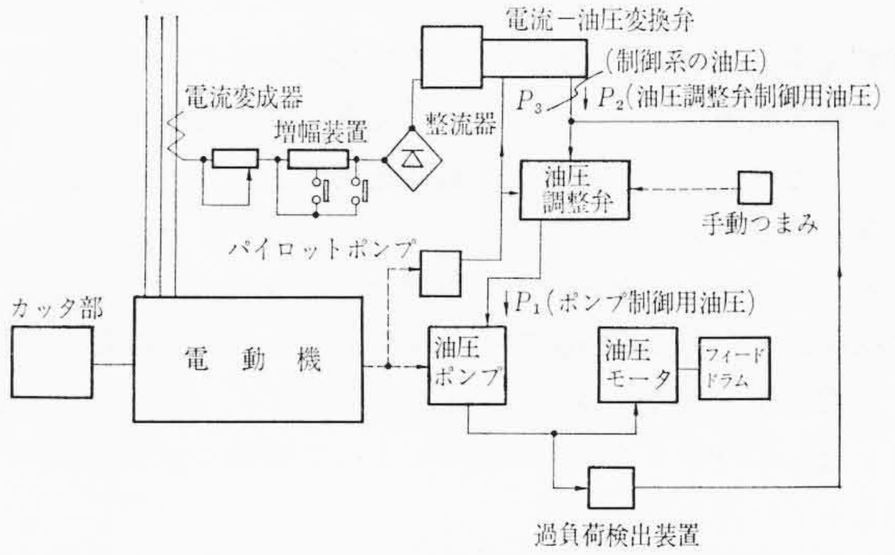


図 1

Vol. 30 日 立 造 船 技 報 No. 2

目 次

■論 文

- 針路安定性の悪い船の操縦性の判定方法について
- ディーゼル機関潤滑油の化学洗浄方式の自動化
- オーステナイト系ステンレス鋼のウエルド・ディケイ対策
- 魚腹型ゲートの水理実験
- 尾道大橋の走行荷重による動的応答について
- 高圧用メカニカルシールの研究（第2報）
  —密封圧力によるしゅう動面の変形が密封特性に及ぼす影響—
- 高圧用メカニカルシールの研究（第3報）
  —しゅう動面の熱変形が密封特性に及ぼす影響—
- すぐ歯平歯車の疲れ試験（その3）
  —給油と損傷について—
- 純流体OR-NOR素子の切換に関する二，三の考察

……本誌に関する照会は下記に願います……

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町60 郵便番号554