D20形電子交換機のハードウェア

Hardware of D20 Electronic Switching System

D20形電子交換機は、中・小容量局への導入を目的として日本電信電話公社が開発した蓄積プログラム制御方式の電子交換機である。最大約16,000加入者を収容することができ、800アーランの通話呼量を運ぶことができる。

経済性及び信頼性を達成するため、オーバレイ方式やICメモリなど新しい技術を採用している。一方、機器部品や基本的な装置は、D10形電子交換機で多量に使用され稼動実績のあるものを用いている。また、要求されるトラヒック容量が少ないことを考慮し、各装置の単純化、増設単位の細分化を図っている。その結果、中・小容量局用電子交換機の実用機として当初の目標を達成することができた。

河野善彌* Kôno Zenya 荒井雄二** Arai Yûji

関 滋夫** Seki Shigeo

川波 充** Kawanami Mitsuru

古屋雅男** Furuya Masao

1 緒言

D20形電子交換機(以下, D20形と略す)は、中・小容量局への適用を目的として開発された蓄積プログラム制御方式の交換機で、最大約16,000端子(800アーラン)の容量を持っている。

部品,実装形式及び保守運用方式は、同一系列の電子交換機である D10 形¹⁾との統一が図られており、また装置構成、ソフトウェアのファイル構成は、中・小容量局用に最適化されている。このほか、オーバレイ方式の採用、ICメモリの導入、予備記憶装置の有効利用など、新しい技術も積極的に用いている。これらにより、多彩な電話サービス及び充実した保守運用機能をもたらす蓄積プログラム制御方式を経済的に実現し、併せて、高い稼動率、設置スペースの縮小などを達成している(表1)。

このD20形は、日本電信電話公社を中心に開発が進められ、日立製作所は、日本電気株式会社、沖電気工業株式会社 及び富士通株式会社とともにこれに協力してきた。その結果、 室内試験機(DEX-A 1 ²⁾)及び現場試験機(DEX-A11 ^{3),4)})が試作された。

その後、このDEX-A11に若干の改良を施し、昭和49年6月に、日本電信電話公社の中・小容量局用電子交換機の標準機種として、D20形^{5),6)}が誕生した。

日立製作所は、昭和50年7月に日本電信電話公社中軽井沢電話局にその第1号機を納入したが、既にサービスを開始し、現在、順調に稼動している。図1に中軽井沢電話局に設置されたD20形を示す。

本稿は、D20形のハードウェアについて、以下、2.でそのシステム構成、3.で経済化を達成するために考慮した項目、4.及び5.で中央処理系装置、通話路系装置の概要、また6.て部品及び実装について述べる。

なお、ソフトウェアに関しては、中・小容量局用として最 適化するために配慮したプログラム構成の特徴、及びその実 現方法などについて、本号の他の論文⁷⁾で別に述べる。

表 I D20形の特徴 D20形の主な特徴と、その実現方法を示す。

	実	現	方	法	
1 蓄積フ	プログラム制御	1方式の採用			
・オ- ・IC	♪技術の採用 −バレイ方式 メモリ 容量磁気ドラム	4			
・局 ・ドラ	小容量局に適し 見模に応じたこ ラム専用チャネ 置単位の小規模	アイル構成	構成		
・量が ・使用 ・プ・ ・架師	ジとの統一 産による価格値 用実績のある部 ラグイン化に。 間ケーブルのコ	8品 よる高密度実 コネクタ接続			



^{*} 日立製作所戸塚工場 工学博士 ** 日立製作所戸塚工場

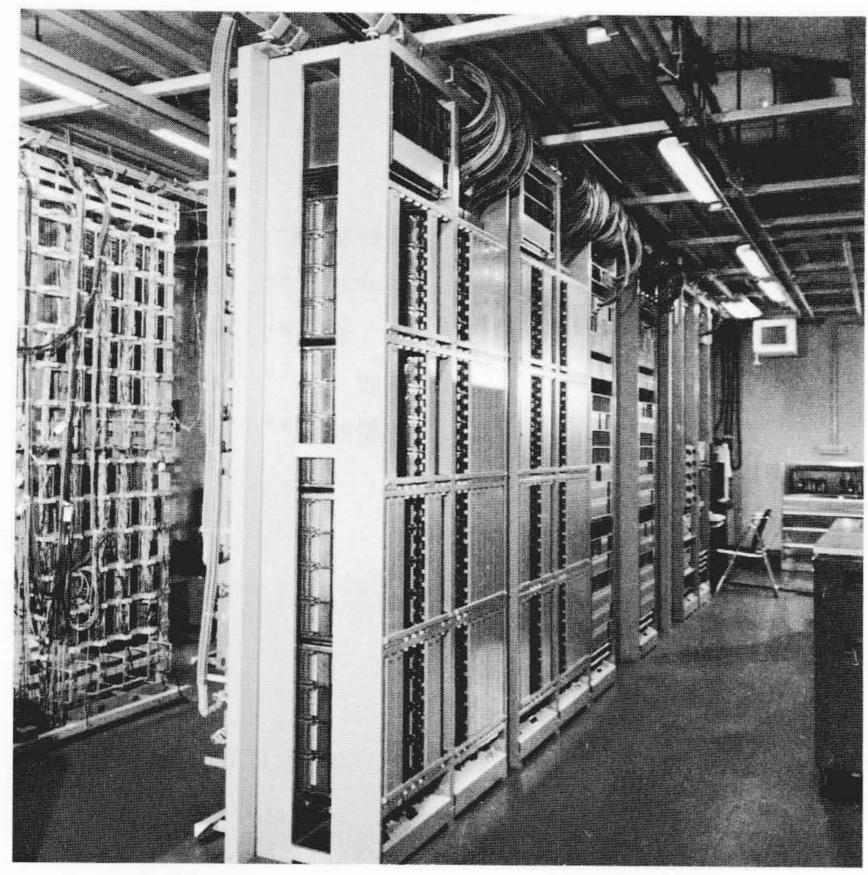


図 I D20形の設置状況 手前側からスイッチ架(No.0, No.1), トランク架(No.0, No.1), 付帯装置架及び監視供給試験架の順に並んでいる。

2 システム構成

D20形のシステム構成を図2に示す。システムは通話路系と中央処理系とに大別される。通話路系は音声の通路となる

部分であり、このため、中央処理系からの制御信号に従って、加入者あるいは他局との各種信号授受、及びそれらの間の接続を行なう。そのための制御手順やデータは、中央処理系の一時記憶装置及び磁気ドラムに記憶されている。中央制御装置はこれを逐次読み出すとともに、通話路系から受信した情報と組み合わせて演算及び判断を行ない、通話路系に制御信号を送出する。

信号受信分配装置はこの制御信号を展開し、通話路駆動装置、走査駆動装置、タイプライタ制御装置などに動作を指示する。これにより各装置はそれぞれネットワークやトランクの駆動、加入者及びトランクの状態の読取り、あるいはタイプライタによる印字の制御などを行なう。

このほか、オプション装置であるマルチプレクス チャネルを付加すると、磁気テープ装置やライン プリンタ装置を接続して課金情報を集めたり、大量の情報を打ち出したりすることができる。

3 経済化のためのくふう

蓄積プログラム制御方式の電子交換機では,回線数や,トラヒックの大小に関係なく,一組みの中央処理系装置を必要とする。

したがって、中・小容量局ではこの装置が全体の価格に占める割合が大きくなり、蓄積プログラム制御方式は経済的に不利であるとされていた。そこで、D20形ではシステム構成から保守・運用に至るまで、中・小容量局としての最適化を図り、蓄積プログラム制御方式の利点に加えて経済性をも兼ね備えたものとしている。ここで、特に経済化のために採用した方法について述べる。

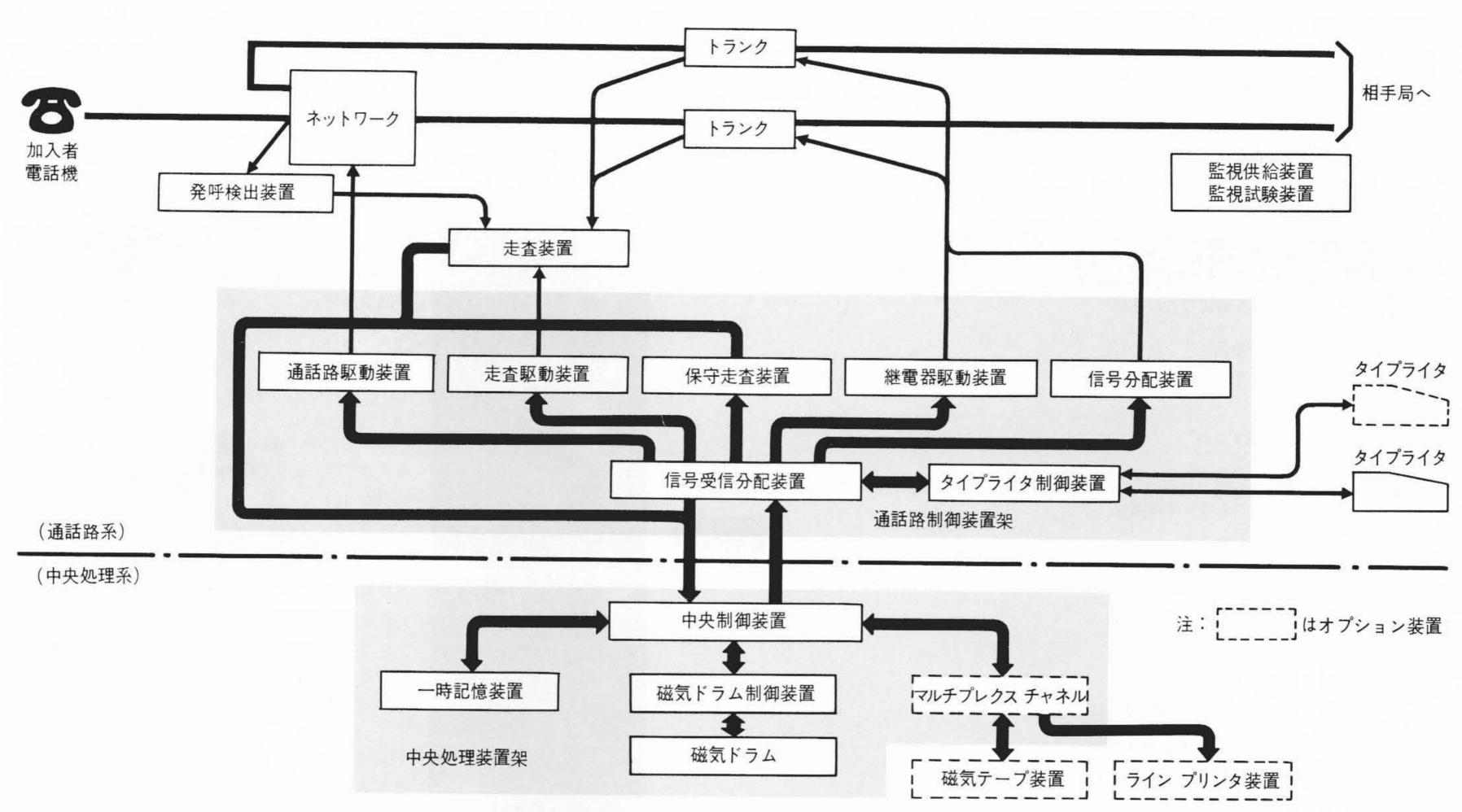


図2 D20形のシステム構成 D20形の制御はすべて中央制御装置が行なう。中央制御装置からの制御信号は、信号受信分配装置で展開され、その上にある通話路駆動装置、走査駆動装置、保守走査装置、継電器駆動装置、信号分配装置及びタイプライタ制御装置などが指定される。これにより各装置は、それぞれネットワークやトランクの制御、あるいは加入者やトランクの状態監視などを行なう。中央制御装置はこれらの制御を、一時記憶装置及び磁気ドラムに記憶されているプログラムやデータに従って実行する。

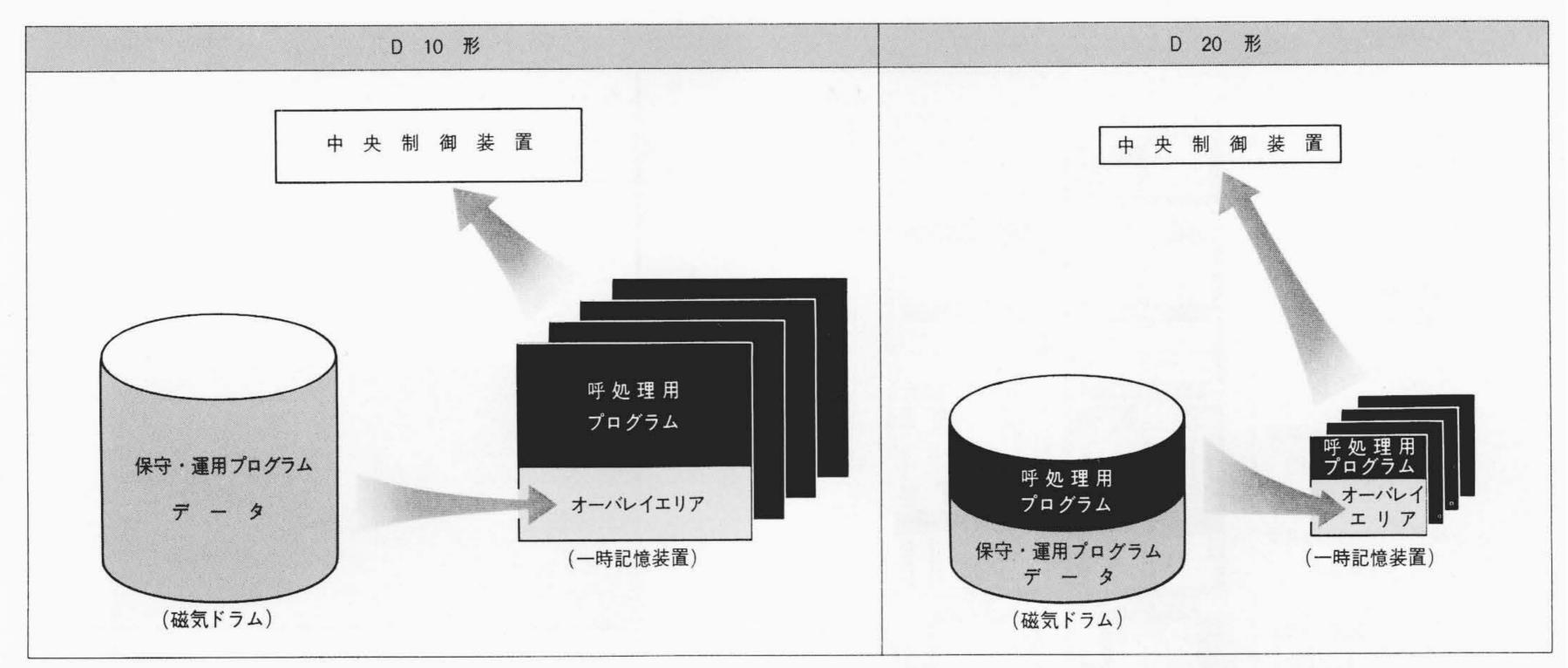


図 3 オーバレイ方式 呼処理用プログラムは、DIO形では一時記憶装置に格納されている。D20形ではこの大部分をビット価格の安い磁気ドラムに格納し、必要に応じて一時記憶装置に読み出してくるオーバレイ方式が採用されている。これにより、メモリ コストは光以下となっている。

3.1 速度の余裕を利用した経済化

(1) オーバレイ方式の採用

メモリは中央処理系のコストの過半を占める。D20形ではこのメモリコストを低減するために、一時記憶装置に比較して低速ではあるが、ビット価格の極めて安い磁気ドラムを積極的に活用している。すなわち、要求される処理能力を満足するために必要な、最小限のプログラムだけを一時記憶装置に常駐させ、その他はすべて磁気ドラムに格納しておき、必要に応じて一時記憶装置内のオーバレイ エリアに移し、これを用いて実行するオーバレイ方式を採用している。この方式は、中央制御装置の処理能力に余裕を持たせ、これを経済化に振り向けたものであると言える。これにより、高速処理を要求されるD10形の場合に比較して、加入者当たりのメモリコストは光以下となっている。この方式の概念を図3に示す。

(2) 発呼検出装置の採用

中・小容量局では一般に加入者呼率が低い。この点に着目し、D20形では発呼検出装置を用いている。この装置は発呼した加入者の番号を符号化して走査装置へ送出するもので、全加入者を直接走査する方式に比較して走査装置数を減少させることができ、発呼検出のためのハード量を約30%削減した。

(3) 低電圧駆動トランジスタの採用

通話呼量が少ないことに着目し、D20形では通話路駆動装置などの駆動周期をD10形に比較して50%長くした。これにより駆動電圧を低くし、駆動回路のトランジスタをより安価なものに置き換え、経済化を図っている。

3.2 装置の小規模化及び専用化

(1) 設置単位の小規模化

オーバレイ方式の採用に伴い、必要な主メモリ(一時記憶装置)の量は局規模に応じて20~50 K語の範囲で大きく変わる。したがって、主メモリの設置単位が大きいと局規模によっては未使用メモリ量が増加する。そこで、一時記憶装置の容量を8 K語/装置として、小刻みな設置、増設を可能とした。

通話路系についても同様な理由で、ネットワークの設置単位は50アーラン(約1,000回線),加入者端子の増設は64端子ごととしている。また、走査装置の増設を電子回路パッケージ

単位で可能とするなど、設置単位の小規模化を図っている。 (2) 磁気ドラム制御装置の専用チャネル化

D20形ではオンラインで使用される入出力装置は磁気ドラムとタイプライタだけである。そこで、タイプライタは通話路系インタフェースのタイプライタ制御装置に接続し、磁気ドラムは専用チャネルにより中央制御装置に接続する構成とした。この結果、入出力装置を制御するためのハード量は、汎用性を考慮したD10形に比べ大幅に減少している。

3.3 D10形技術との統一による経済化

(1) D10形用部品, 実装形式の採用

XS形クロスバ スイッチ, DF形リレーなどの小形電磁部品,各種半導体,集積回路などの電子部品,電子回路パッケージ及び架の構成方法などは既に商用実績のあるD10形用のものと同一である。これにより,製造設備の共用による量産効果が期待できるとともに,D10形の信頼度実績が継承される。(2)保守・運用面での統一

保守及び運用の効率化のため、検査プログラムによる工事 試験の手法及び保守用コマンドなどについても**D10**形との統 一が図られている。

3.4 装置の小形化による経済化

D20形ではD10形と同様に電子部品、小形電磁部品を用いた高密度実装が行なわれているほか、D10形に先がけてのICメモリの導入、小形磁気ドラムの採用など、小形化のためのくふうが施されている。これにより、同一規模のクロスバ交換機に比べ、架延長が約%、設置面積が約%に減少した。またD10形と同様に架間工事はコネクタ接続により行なう。これらにより、局舎建設及び工事の費用を低減している。

4 中央処理系の装置

D20形の中央処理系は1時間当たり約19,000通話を処理する能力がある。

また、必要な信頼性を得るために、中央制御装置、磁気ドラム制御装置及び磁気ドラムを二重化し、一時記憶装置は1装置を予備とするN+1冗長化構成を採っている。図4にこれらの装置を実装した中央処理装置架を示す。

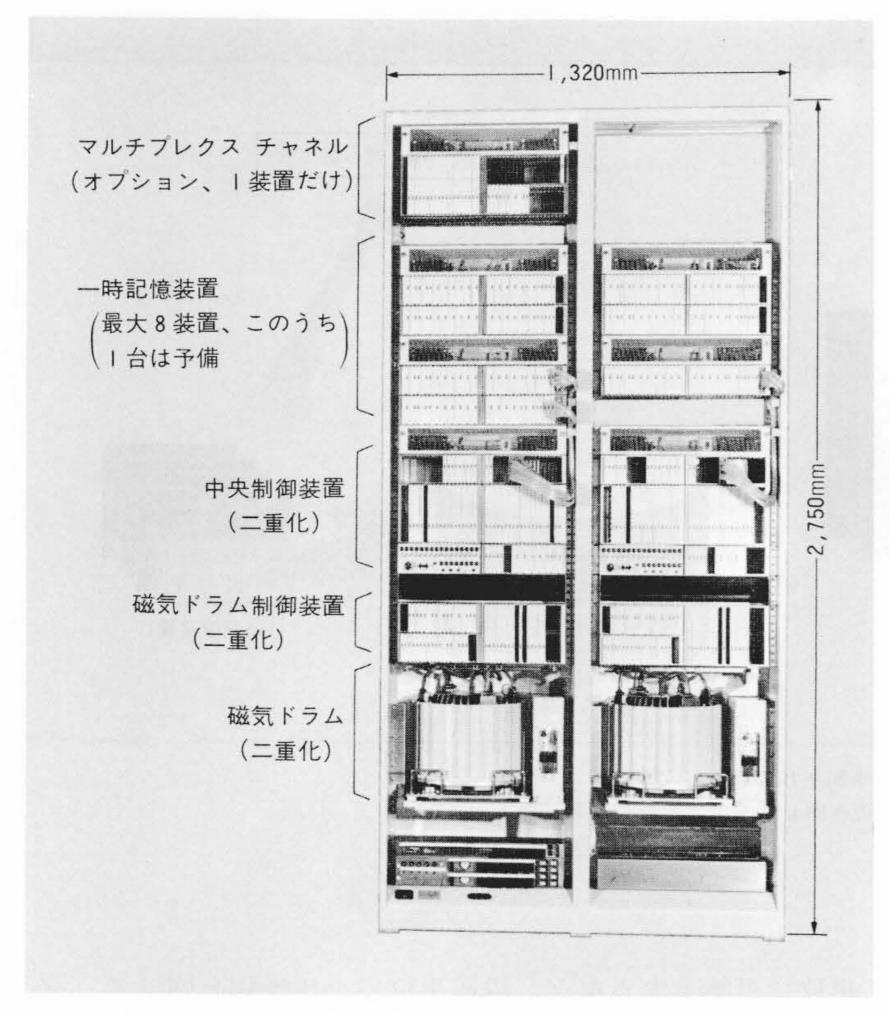


図 4 中央処理装置架 中央処理系装置は、「架にまとめて収容される。 なお、加入者数約8,000以上の局では、磁気ドラム2装置を搭載した架を増設 する。

4.1 中央制御装置

中央制御装置は、一時記憶装置から読み出すプログラム及びデータに従って、各種の演算や判断を行ない、通話路制御装置、磁気ドラム制御装置及びマルチプレクス チャネルを通してそれぞれネットワーク、磁気ドラム、磁気テープ装置などを制御する。取り扱う命令数はオプション命令を含め69であり、また、平均命令実行時間は約2.7µsである。

この装置は二重化されており、2台の装置で同一の動作を 実行し、その結果を照合しあいながら同期運転を行なうこと により、障害を早期に発見する。

また、ある装置の障害により、プログラム制御自体が正常に行なわれなくなるような事態を想定し、罹障装置を切り離し、多重化された装置の中から正常に動作できる系を見つけ出すハードウェアによる自律機能を設けた。これは緊急制御機能と呼ばれ、D10形の運用経験を生かして電源、クロック系の障害及び誤操作などの場合でも確実に動作するように設計されている。

なお、中央制御装置の命令は16ビットである。これは交換 プログラムの特性を分析した結果に基づいており、図5に示 すようにメモリ量の削減にも寄与している。

4.2 一時記憶装置

一時記憶装置は主メモリとして使われ、メモリ サイクルタイムは1.15µsである。メモリ素子として既述したように半導体 I C を採用し、小形化とともに価格低減、低電力化を実現している。記憶情報保持のためのリフレッシュ制御回路は、これが障害になるとメモリ内容が揮発する可能性があるため、二重化して高信頼度化を図っている。

4.3 磁気ドラム制御装置及び磁気ドラム

磁気ドラム制御装置は,中央制御装置の指示に従い磁気ド

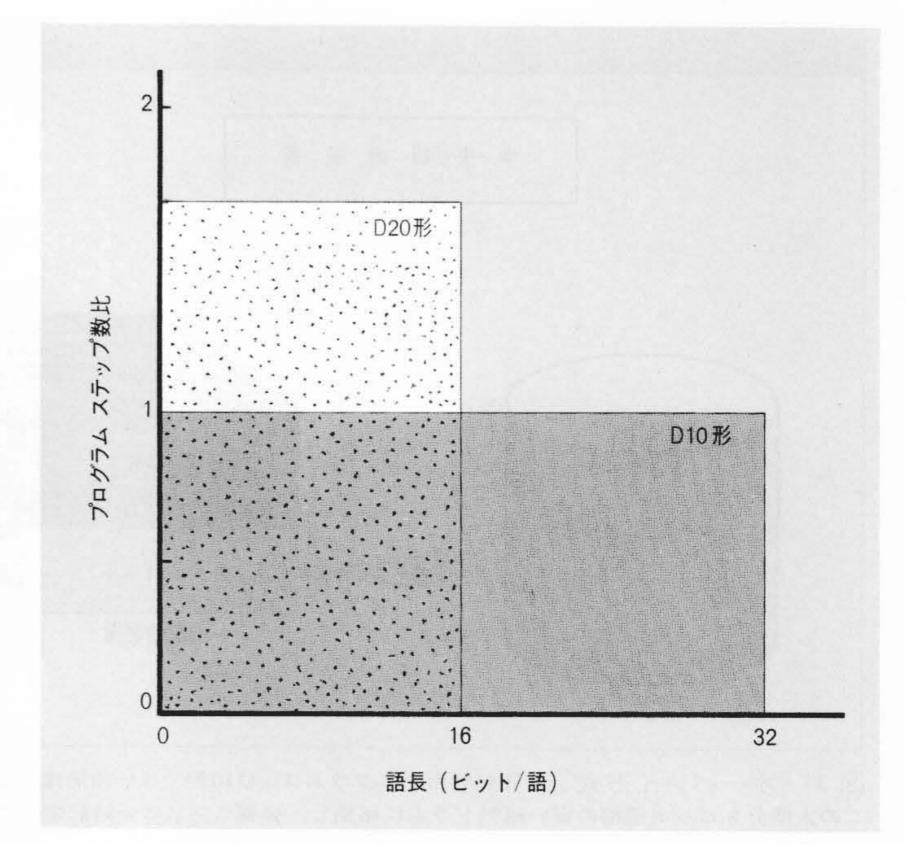


図 5 D20形とD10形のプログラム ステップ数比較 同一機能を実現するためのプログラム ステップ数を比較すると、D20形ではD10形の1.7 倍になる。しかし、語長がD10形の1/2なので、必要メモリ ビット数としては、D10形より約15%減となる。

ラムと一時記憶装置との間の情報の転送を制御する。極力ハード量を少なくするため、機能は読み出し、書込み及び若干の保守動作に限定されている。なお、オーバレイ方式の効率を上げるため、トラックを円周方向に2分割し各々に同一情報を格納しておくことにより、アクセスタイムを½にする機能が設けられている。

4.4 マルチプレクス チャネル

本装置にはD10形の磁気テープ装置, ラインプリンタ装置などを接続することができる。ファイル入れ替え, プログラム デバッグなどの際にこれらの入出力装置が必要となることがある。

5 通話路系の装置

通話路系は、ネットワーク、トランク、通話路制御装置及びその他の装置で構成される。これらの装置は、蓄積プログラム制御方式の採用に伴い、高速化、単純化及び小形化が図られている。

5.1 ネットワーク(スイッチ架)

ネットワークは、加入者相互間の音声の通路である。スイッチは、D10形で使用実績のあるXS形クロスバ スイッチを用いており、また、構成は図6に示すジャンクタ折返し形6段リンク接続形式を採っている。この形式は、経済性、増設性の点で、中・小容量の交換機に適したものとして選択された。同図のネットワークはスイッチ架1架に相当し、109アーランの容量を持つ。最大8ネットワークまで設置でき、その場合の通過呼量は800アーランとなる。また、加入者の通話頻度が小さい局に適用する場合は、ライン リンク ネットワーク(以下、LLNと略す)の一次スイッチを増設することにより、最大約16、000加入者を収容することができる。

なお、XS形クロスバ スイッチは、D10形と同様に8個単位にまとめられ、グリッド板と呼ぶプラグイン ユニットに実装されている。このため、スイッチの増設は、グリッド板を

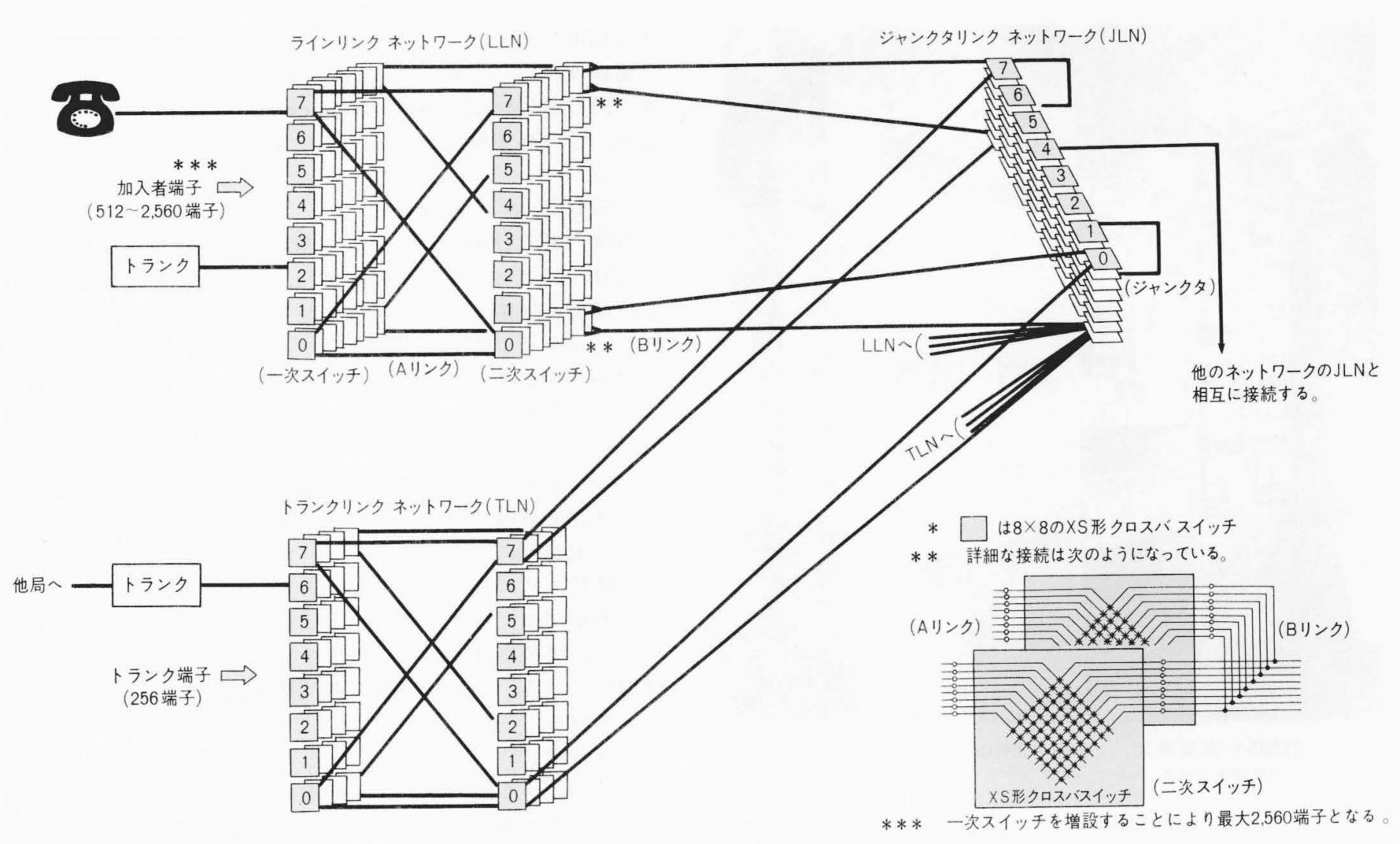


図6 ネットワークの構成 最大2,560加入者端子,256トランク端子及び109アーランの容量を持つ。システム全体ではこのネットワークを8ネットワークまで設置することができる。

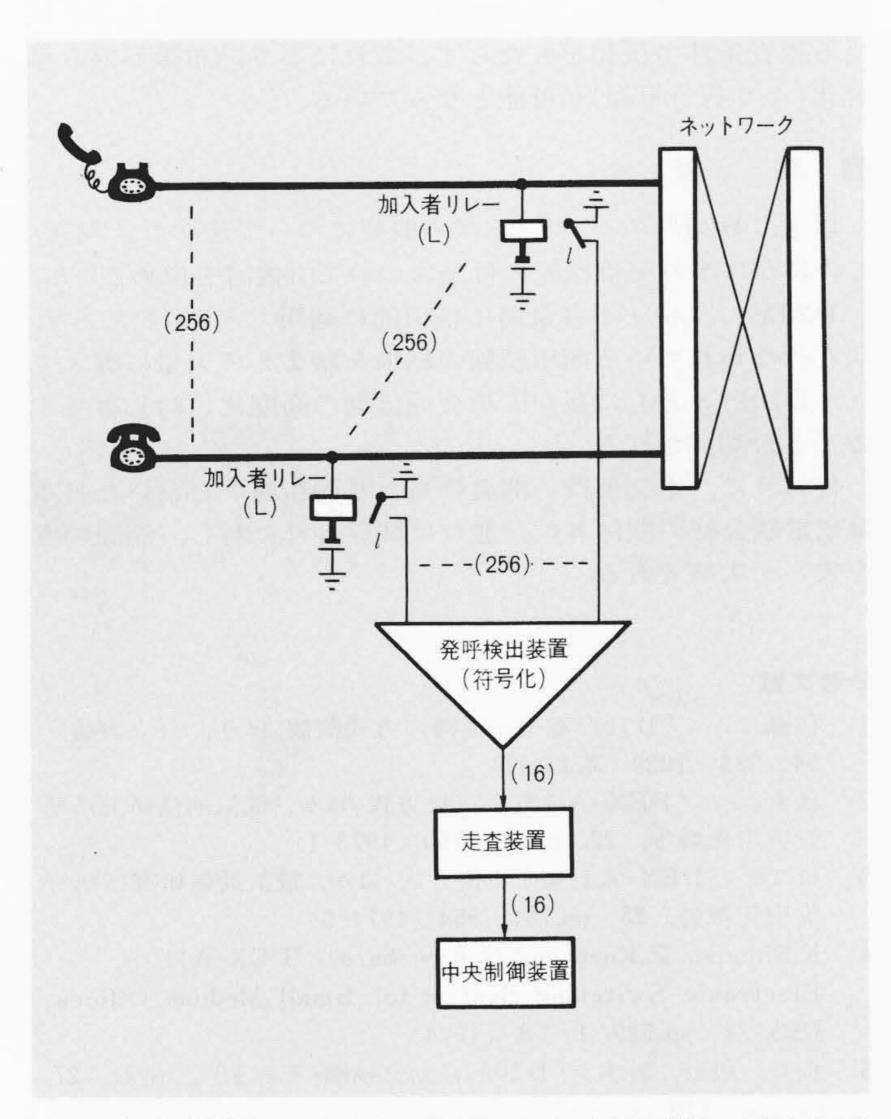


図7 加入者回路 加入者が受話器を上げると加入者リレー(L)が動作する。発呼検出装置は256個の加入者リレーのうち I 個だけを選択し、その収容位置情報を16ビットの情報に符号化して走査装置に送る。中央制御装置は一定周期で走査装置を読み取り、発呼加入者を識別する。

スイッチ架に搭載するだけで済む。

5.2 加入者回路

加入者回路は、図7に示すように発呼検出装置を用いて、 発呼加入者の収容位置情報を集約する方式を採っている。発 呼検出装置は256加入者単位にプラグイン ユニットに実装さ れているので、増設は極めて容易に実施できる。

5.3 トランク

トランクは、加入者からのダイヤルの受信、通話電流供給、相手局への信号送出及び終話監視などを行なう装置である。 D20形では、プログラムによるトランクの制御方法をD10形に合わせることにより、D10形のトランクを使用している。このトランクは、4回路ずつまとめてトランク パッケージと称するプラグイン ユニットに実装されているので、トランクの新設及び増設工事は極めて容易である。トランク架は約5,000加入者(200アーラン)相当のトランク パッケージを搭載できる。また、走査装置も搭載している。

トランクのネットワークへの収容は、**図6**に示すように、 トランク リンク ネットワーク(TLN)だけでなく、LLN にも収容する形式を採っている。

5.4 通話路制御装置

通話路制御装置は図2に示すように、中央制御装置からの制御信号を受信し、これによりネットワークやトランクを制御する各種の装置から成る。制御信号には駆動すべき装置の指定情報、駆動ポイント及び駆動の種類(動作/復旧)の情報が含まれているが、通話路制御装置で、

- (1) 信号速度をµsからmsへ
- (2) 信号形式を2進形式からOne out of N形式へ
- (3) 信号レベルを 5 Vから24V, 30V及び48Vへ などの変換を行ない、ネットワークのXS形クロスバ スイッ

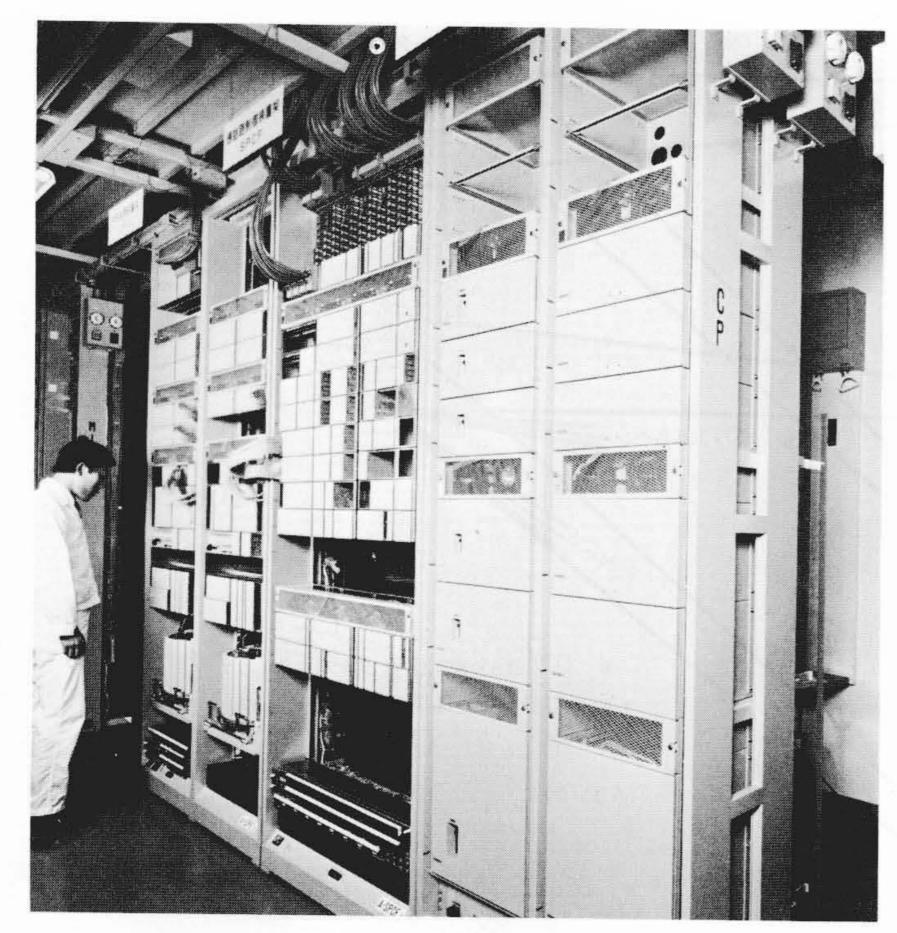


図8 通話路制御装置架置架,右側が電源架である。

中央が通話路制御装置架,左側が中央処理装

チやトランクのDF形リレーなどを実際に動作させ得る信号にする。

これらの装置はD10形で実績のある回路形式を用いており 電子回路パッケージも共通のものが多く使用されている。

図8に電話局に設置された通話路制御装置架を示す。

5.5 その他の諸装置

D20形は、このほか各種の試験装置、その他の雑装置があり、これらの装置についても局規模に応じた集約化を図っている。

(1) 監視供給装置

呼出音,呼出信号,断続信号及び50V電源などを電力室から受け,これらを監視するとともに,トランク架やその他の架へ分配する。

なお,この装置は監視試験装置とともに,監視供給試験架 に実装されている。

(2) 監視試験装置

定期試験,障害探索及び警報表示などを行なう装置であり,保守作業では最も頻繁に使われる。その制御はほとんどプログラムにより実行する方式を採っており,保守員がタイプライタから指令を打ち込むだけで各種試験を行なうことができる。また,このほか交換動作の正常性を定期的に監視する異常監視装置,障害情報を保守局へ送る障害転送装置などがある。(3) その他

上位局からの時間パルスを計数する主時計装置,トーキー増幅器,アナウンスマシン,加入者線自動試験装置などがある。

6 部品及び実装

上述したように、部品及び実装形式はD10形との統一を図っているが、更に経済化及び小形化することを目的として、 次に述べるような配慮が払われている。

(1) ICメモリの採用

D20形では、小容量構成で特に経済的に有利であるICメモ

りを採用している。メモリ素子としては、価格、消費電力及び集積度について検討し、1Kビットのダイナミック形NチャネルMOS (Metal Oxide Semiconductor)を採用している。なお、より高集積度のメモリ素子についても導入が検討されている。

(2) 磁気ドラムの小容量化

実績のあるD10形のドラムを基本とし、容量を%にしている(約1,000万ビット/装置)。また、ヘッドの固定方法を改良し、地震や運搬時のヘッドの振動を抑制している。

(3) パッケージの二層化

従来、ICを実装する電子回路パッケージは、誘導雑音による誤動作を防ぐため、すべて中心にシールド層を持つ3層のプリント配線板を用いていた。しかし、回路の使用条件を検討した結果、D20形では、約30%についてシールド層なしでも雑音を許容できることが明らかとなり、安価な2層のプリント配線板にした。

(4) DCバスの採用

D20形では、バスの駆動側と受信側との距離が短いこと及びバスに接続される装置の数が少ないことから、DCバスを採用している。これにより装置間接続部の小形化、経済化を図っている。

(5) 実装形式

以上のような部品に対する配慮のほかに、各装置の実装設計においても多くのくふうを施している。例えば、**図4**に示すようにマルチプレクス チャネル、一時記憶装置、中央制御装置,磁気ドラム制御装置及び磁気ドラムを1架にまとめて高密度実装を行なっている。このことは、設置スペースを節約するだけではなく、更に、装置内の布線が短くなることによる雑音条件の緩和をもたらす。これにより、布線形態の単純化(より線→単線)が可能となっている。

7 結 言

以上, D20形のハードウェアの概要について述べた。現在, このほかに市外交換機能の付加についても検討を進めている。

D20形は、中・小容量局に経済的に適用できるものであり、 現在行なわれている商用試験の結果を踏まえて大量に導入され、D10形とともに我が国総合通信網の高度化に対し寄与することが期待される。

終わりに、本交換機の開発に当たり御指導いただいた日本 電信電話公社の関係各位、並びに関係各社に対し、深謝の意 を表わす次第である。

参考文献

- 1) 佐藤ほか:「D10形電子交換機の方式概観」ほか、日立評論、 54、985~1029 (昭47-11)
- 2) 秋丸ほか:「DEX-A1電子交換方式」ほか,電気通信研究所研究実用化報告, 22, pp.1~150 (1973-1)
- 3) 楠ほか:「DEX-A11電子交換方式」ほか、電気通信研究所研究 実用化報告, 23, pp.761~954 (1974-5)
- 4) K.Shimizu, Z.Kôno and H.Kuwabara: "DEX-A11 Electronic Switching System for Small-Medium Offices" ISS'74 pp.529/1~8 (1974)
- 5) 稲益, 飯野, 針木:「D 20形自動交換機(その1)」, 施設, 27, pp.115~122 (昭50-7)
- 6) 稲益, 飯野, 高野: 「D 20形自動交換機(その2)」, 施設, 27, pp. 94~100 (昭50-8)
- 7) 道家ほか:「D20形電子交換機のプログラム」,日立評論, 58, 589 (昭51-7)