

# 非常用可搬形デジタル交換装置

## Transportable Digital Switching Equipment for Emergency Use (KSI)

情報社会の通信を確保するため、電話局の交換設備が水害や地震などで被災した場合の応急復旧を目的とした非常用交換装置が数種類実用化されてきた。しかし、いずれも加入者交換機能だけであり、また、容積、重量とも大きく道路損壊時には運搬が困難であった。

非常用可搬形デジタル交換装置は、これらの課題を解消するために開発したものであり、D70形自動交換装置をもとにトランクの電子化、汎用化などの小形・軽量化、装機部品の軽量化を行ない、幅2m、長さ3mの収容箱4箱で構成した。各収容箱を組合せ使用することにより加入者交換機は2箱、中継交換機は2～3箱で、いずれの交換機も救済可能である。また、各収容箱の運搬重量は従来の $\frac{1}{5}$ の2t以下であり、ヘリコプター輸送も可能である。

大槻兼市\* Ken'ichi Ôtsuki  
 高坂明義\* Akiyoshi Takasaka  
 生田睦雄\* Mutsuo Ikuta  
 飯野幸雄\* Yukio Iino  
 生田 昭\* Akira Ikuta

### 1 緒 言

情報社会で安定な通信の確保は重要な課題であり、災害による通信の途絶に対しては、早期復旧が必要である。

日立製作所は、日本電信電話株式会社と共同で交換設備の被災に対処するための非常用移動電話局装置(C23-K)<sup>1),2)</sup>、大容量可搬形電話局装置(KD20)<sup>3)</sup>、非常災害用D10形自動交換機(D10-K)<sup>4)</sup>を開発してきた。これらの交換設備はいずれもLS(加入者線交換機)の代替として用いられるものであり、それぞれ加入者800端子、1万端子、3万端子まで救済可能である。一方、TS(中継交換機)に対しては、回線分散、複数ユニット化、局分散による回線分割設定などによりTC(集中局)、DC(中心局)の救済が図られてきたが、小規模局へは経済的に適用が困難であるため、小規模中継交換機の非常救済用装置が必要となっていた。

また、東海地震対策の一環として、通信途絶時の早期復旧が望まれているが、従来の可搬形交換機は、6mのコンテナに収容されており重量も8～13tと重く専用のトレーラで輸送しなければならないことから、道路破損時にはその運搬に制約が生じる。このことから、小形・軽量で新しいサービス機能を備えた非常用可搬形交換装置が必要となった。

このような背景から本装置の開発が計画され、次に述べる条件を満足することが要求された。

- (1) 加入者線交換機、中継交換機及びその併合交換機の内いずれも救済可能であること。
- (2) 可搬形であり普通トラック及びヘリコプター輸送が可能であること。
- (3) 被災局での目標復旧日数は5日とすること。

システムの規模は、加入者線交換機としてはC23-K(最大3装置組合せ使用可能)の代替を考慮し最大2,400端子、中継交換機としては本装置一式で小規模局の6割、三式でそのすべてを救済可能な規模の1,000回線を収容する。また、各収容箱はいずれも運搬重量2t以下、大きさは幅2m、長さ3m、高さ2.6m以下である<sup>5)</sup>。

日立製作所は、本装置の開発に当たりハードウェア、ソフトウェア両面から検討した結果、(1)中規模の中継交換トラヒックを運べ、(2)小形・軽量化が容易に行なえるビルディング

表1 非常用可搬形デジタル交換装置主要方式諸元 加入者線交換機及び中継交換機両方の機能をもっている。

項 目		方 式	
適用階梯		LS, TS, TLS, 従局中継, 集中特番及びこれらの複合階梯	
適用規模	LS	規 模	2,432加入者端子(一般2,064, 公衆240, 共同96, その他32), 480出入トランク
		能 力	240アーラン, 7,800BHCA
	TS	規 模	2,000出入トランク (LP回線最大1,200出入トランク)
		能 力	700アーラン, 22,600BHCA
TLS		LSとTSを併合可能	
信号方式	加入者線	DP(10pps, 20pps), PB	
	中継線	共通線	CCITT No.7
		個別線	LM, SRM, LD, SRD
構成	通話路系 (64kビット/秒)	集線段	T(時間)スイッチ1段
		分配段	T(時間)-S(空間)-T(時間)
	素 子	メモリ及びゲート回路	
	冗長構成	二重化	
信号処理系	処 理 方 式	デジタル信号処理方式	
制御系	制 御 方 式	集中制御(二重化)	
	メ モ リ 容 量	MM:1Mワード FM:2Mワード	
保守運用系	監視試験装置	電子化装置	
	入出力装置	キーボード付きCRT, プリンタ, フレキシブルディスク, カートリッジ形磁気テープ装置	
収容箱	寸 法	幅2,000×奥行3,000×高さ2,600(mm)	
	重 量	2,000kg/収容箱 以下	
目標復旧日数		LS4日, TS5日, TLS5日 以下	

注:略語説明 LS(加入者線交換機), TS(中継交換機), TLS(併合交換機), LM(ループ多周波), SRM(センドレシーブ信号多周波), LD(ループダイヤルパルス), SRD(センドレシーブ信号ダイヤルパルス), DP(ダイヤルパルス), PB(多周波信号), CCITT(国際電信電話諮問委員会), MM(主メモリ), FM(補助メモリ), CRT(Cathode Ray Tube)

\* 日立製作所戸塚工場

ブロック構成になっており、(3)今後の新しい機能追加に容易に対応でき、(4)早期に実現可能な方式として、既に運用に供されているD70形自動交換機<sup>6),7)</sup>を基本に設計することにした。ハードウェアは、早期復旧を実現するため、局階梯、局規模に応じて箱数が最少となる構成をとることができるようにし、箱数を最少構成LSで2箱、最多構成(TLS：併合交換機)でも4箱となるようにした。そのため、D70形自動交換機に対し、架数で80%、重量で60%と小形・軽量化を行ない、従来の可搬形交換機に対して、2,400端子LS構成時、容積で $\frac{1}{3}$ 、重量で $\frac{1}{5}$ とすることができた。

ソフトウェアでは交換プログラムの変更は行なわず、早期復旧実現のための支援プログラムの機能追加を行なった。

表1に本装置の主要諸元を示す。また、本交換装置の応急復旧時の出動からサービス開始までのモデルを図1に、輸送中の状態を図2に示す。

## 2 装置構成と適用条件

### 2.1 装置構成

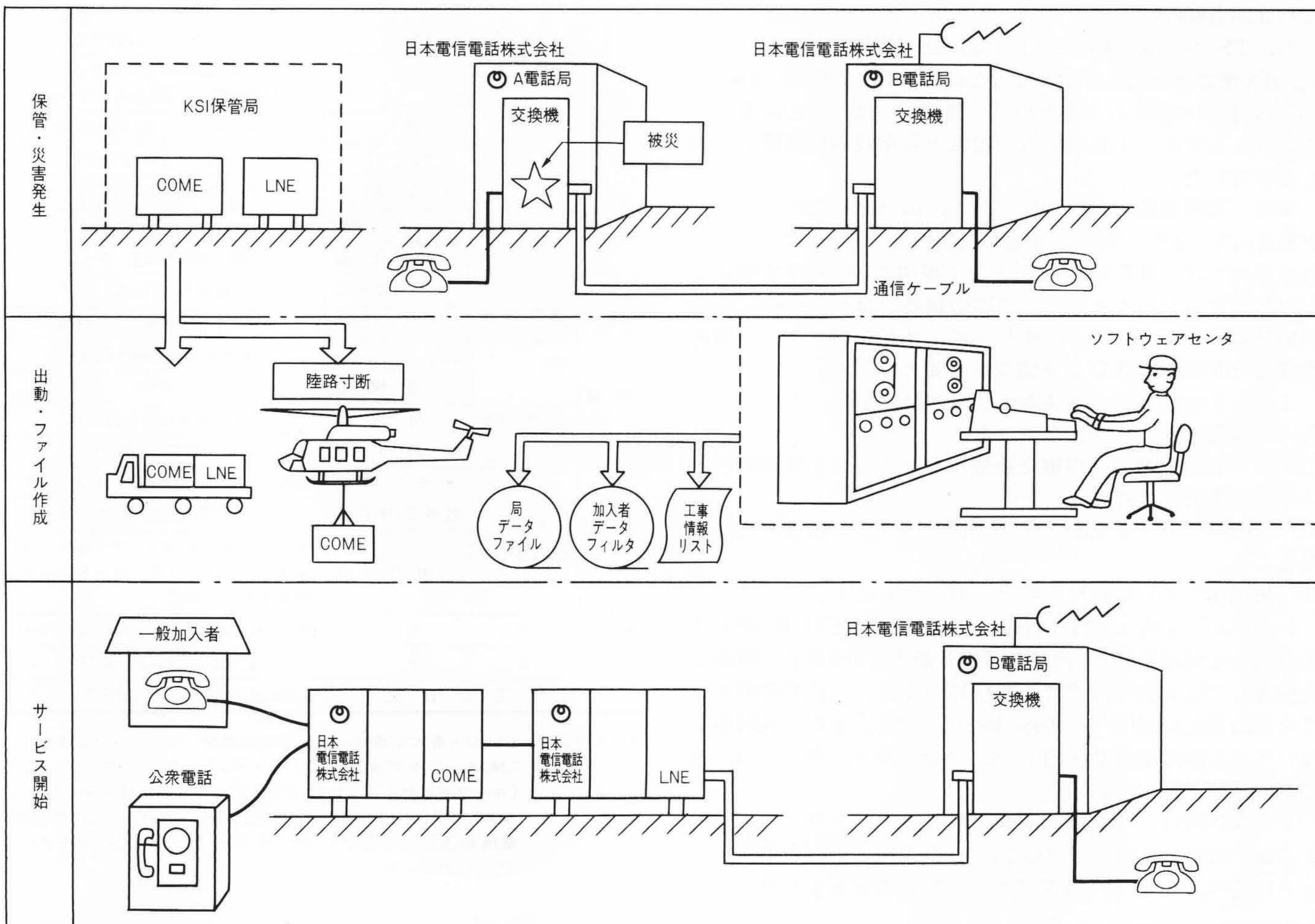
本装置は、共通機器から構成されるCOME(共通装置箱)、加入者を収容するLNE(加入者線装置箱)、中継線を収容するTRKE(トランク装置箱)に分割してあり、被災局の局規模、局階梯に応じて箱数が最少となるようにそれぞれを組み合わせ使用することができる。表2にその組合せと接続を示す。各装置箱間の接続は、応急復旧工事を迅速かつ正確に行なえ



図2 非常用可搬形デジタル交換装置(共通装置箱ほか)外観図  
11tトラックに二箱搭載した状態を示す。

るよう、すべてコネクタ付きケーブルにより行ない、COMEから他装置へ放射状に接続する。また、接続ケーブル本数は、信号用4~5本、電源用6本と極めて少なくし、箱間接続を容易に行なえるようにした。

本装置には、他にCAB(輸送箱)があり、輸送時には箱間接続ケーブルなどを収納運搬するとともに、設置時には各装置



注：略語説明 KSI(非常用可搬形デジタル交換装置)、COME(共通装置箱)、LNE(加入者線装置箱)

図1 応急復旧作業の手順 応急復旧作業の主な手順を示す。本装置を輸送する間にソフトウェアセンターでは局データ、工事情報リストを作成する。

表2 局階梯, 局規模別装置箱構成 装置箱の簡単な組合せで局条件に応じた最少箱構成をとる。

局階梯 局規模	装置箱数				接続構成
	COME	LNE	A-TRKE	B-TRKE	
LS2,400端子	1	1	0	0	○ COME ○ LNE
TS480回線	1	0	1	0	○ COME ○ A-TRKE
TS1,000回線	1	0	1	1	○ COME ○ A-TRKE ○ B-TRKE
TLS 2,400端子 480回線	1	1	1	0	○ COME ○ LNE ○ A-TRKE
TLS 2,400端子 1,000回線	1	1	1	1	○ COME ○ LNE ○ A-TRKE ○ B-TRKE

注: 略語説明 TRKE(トランク装置箱)

箱と連結し, 前室として用いることもできる。

応急復旧用装置には, このほかに-48Vなどを供給する電源装置箱, 搬送用機器としてPCM(Pulse Code Modulation)端局装置などがある。図3にこれらの箱の設置状態を, 図4に応急復旧システムの構成を示す。

### 2.2 適用条件

本装置は被災した交換機がもっていた機能(一般交換接続, 特番集中接続など)や各種サービス機能(短縮ダイヤル, PBX(構内交換機)ダイヤルイン, 自動着信転送など)のすべてが代替可能である。

相手局との局間信号については, 被災前のものをそのまま変更せずに引き継ぐため, トランク回路を各種信号の送受が可能ないように汎用化した。回線終端インピーダンスも600Ωに加え1,600Ω, 2,000Ωの3種を用意し, 切替えによりインピーダンス整合を図るようにしている。更にデジタル回線とのインタフェースもっており, デジタル網にも適用可能である。

保守については保守局にI/O(入出力)機器, 磁気テープ装置, 監視試験情報転送装置を設け, 遠隔地からも通常の保守ができ, 有人, 無人いずれでも保守が可能である。また, 保守局からの初期プログラムロードを自動, 手動いずれでも可

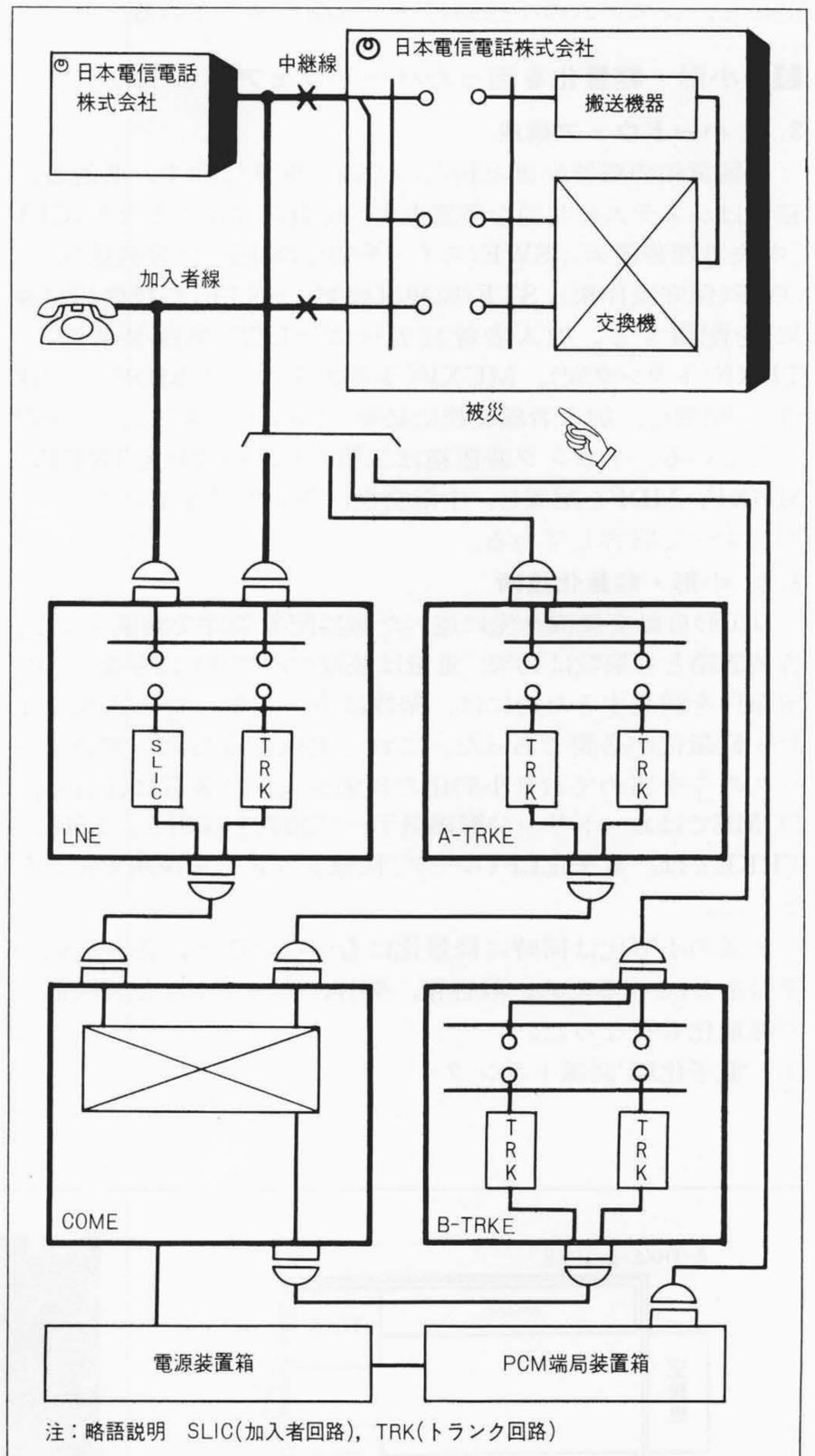


図4 応急復旧システム構成図 電話局の全装置が被災した場合に, 応急復旧システムで代替する接続を示している。また交換機だけ被災した場合は, それに見合って交換装置だけを使用することもある。



図3 応急復旧システム設置状態 非常用可搬形デジタル交換装置, 電源装置箱, PCM(Pulse Code Modulation)端局装置箱などが設置された状態を示す。

能にし、システムの不稼動時間の短縮を図っている。

### 3 小形・軽量化を図ったハードウェア

#### 3.1 ハードウェア構成

各装置箱の機器配置と箱内の外観を図5に示す。共通装置箱にはシステムに共通な装置をすべて収容することとし、CPF(中央処理装置架)、SWF(スイッチ架)、SGEF(信号装置架)、OMF(保守操作架)、STF(監視試験架)、SSTF(監視供給試験架)を配置する。加入者線装置箱にはLCF(集線装置架)、TRKF(トランク架)、MUXF(多重装置架)及びMDF(主配線盤)を配置し、加入者線交換に必要な回線インタフェースを収容している。トランク装置箱は二箱あり、いずれもTRKF、MUXF、MDFを配置し、中継交換に必要な回線インタフェースをすべて収容している。

#### 3.2 小形・軽量化技術

D70形自動交換機を先に述べた機器配置条件で実装すると、各装置箱とも架数は10架、重量は装置だけで2tにもなり、要求条件を満足するためには、架数は $\frac{4}{5}$ 、重量は $\frac{2}{3}$ と大幅な小形・軽量化が必要であった。これを実現するため、実装スペースの $\frac{1}{4}$ を占めており小形化の効果が大きい装置に注目し、COMEではカートリッジ形磁気テープ装置を採用し、LNE、TRKEでは、電子化LP(ループ)回線トランクを採用することとした。

装置の小形化は同時に軽量化にもつながるが、各装置箱の重量を2tとするため、収容箱、架枠、ケーブルなど装機部品の軽量化も行なった。

##### (1) 電子化LP回線トランク

D70形自動交換機では、特殊用途を除くと17種の電磁式LP回線トランクが局間信号に応じて使い分けられている。本装置は中継交換機の機能ももっているため、使用する回路数も、約1,600と多く、これを小形・軽量化及び統合化することが必要であった。

電子化LP回線トランクの設計に当たっては、電子回路技術の採用と各種局間信号方式に対処できる回路の汎用化により、電磁式のものに比べて、実装効率を2倍に向上させ、重量を $\frac{1}{3}$ まで軽量化した。

図6にLP回線出トランクの構成を示す。電子化LP回線トランクは回線対応部の主要回路を実現する専用ハイブリッドIC、回線制御回路を実現する論理IC及び通話線を直接制御する超小形リレーで構成し、専用ハイブリッドICは、各種LP回線トランクに共通に使用できるものを設計した。

また、回線制御回路機能を汎用化することにより、LP回線トランクの種類を統合を行ない、設備数を電磁式のものに比べ $\frac{2}{3}$ まで低減させた。

更に、電子化LP回線トランクは、デジタルシステム実装<sup>8)</sup>に用いられる大形のパッケージに実装することで、収容回路数を接続先装置と同じ数にすることができ、接続方法を簡便にした。

##### (2) カートリッジ形磁気テープ装置

D70形自動交換装置は、初期プログラムロード、課金データと最新ファイルの収集などの日常保守に用いる外部記憶装置として、大容量のオープンリール形のD10E-MTE(D10E磁気テープ装置)を用いている。D10E-MTEは、駆動部が大形のため、2装置で収容箱内の実装スペースの $\frac{1}{3}$ を占有し、重量は、

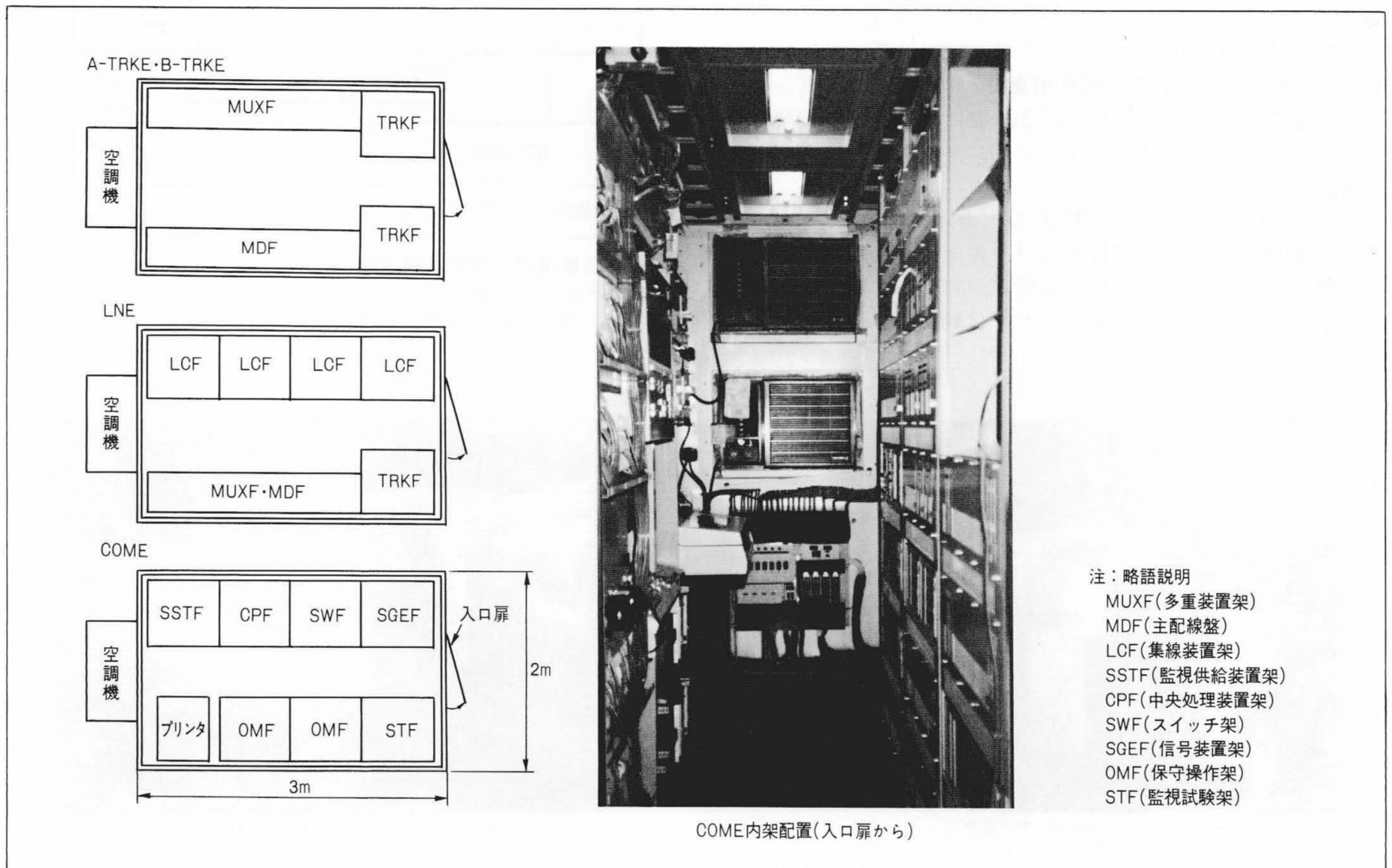
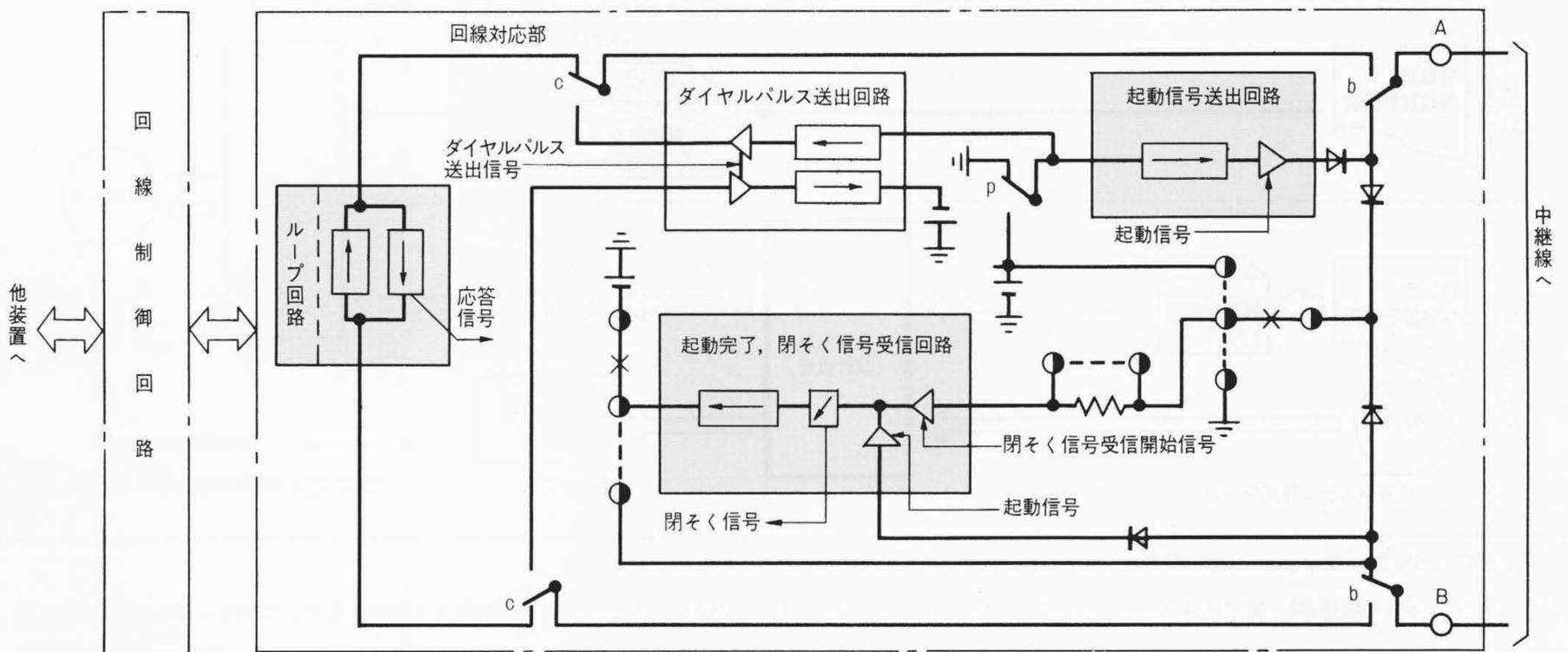


図5 非常用可搬形デジタル交換装置架配置図 各装置箱には中央の通話を挟み向かい合った形で架を配置している。MDFの前面は作業スペースを多くとるように工夫してある。



注：●印は用途切替用端子を示す。

図6 LP回線出トランク構成 局間信号が多周波信号、ダイヤルパルス信号いずれの場合にも使用できる。起動信号送出回路と起動完了、閉そく信号受信回路及びループ回路は各々専用ハイブリッドICで作られている。

収容箱内に搭載する装置の全重量の $\frac{1}{4}$ を占める。このため、小形・軽量化に適し、機能的にもD10E-MTEと親和性の高いCMTE(カートリッジ形磁気テープ装置)を採用した。

CMTEは、既存のD10E-MTEに置き換えるため、同一のハードソフトインタフェースをもたせた。小形・軽量化の効果は、容積比で $\frac{1}{6}$ 、重量比で $\frac{1}{10}$ となり、2装置を1架の $\frac{1}{3}$ に実装可能とした。また、記憶媒体がカートリッジ式であるため、オープンリール形のD10E-MTEに比べ操作性も一段と向上した。

(3) 装機部品の軽量化

1装置箱あたりに装機部品の占める重量の割合は、90%以上であり、装置の小形化に加え装機部品の軽量化を図ることが重要な課題であった。軽量化の具体策として、アルミ合金材の大幅採用、薄肉化、ケーブル細線化を行ない、従来の装機重量の $\frac{1}{2}$ 以下と大幅な軽量化を行なった。主な軽量化内容を以下に述べる。

- (a) 収容箱は、従来鋼製で重量が約2tもあり、特に軽量化が必要であった。本収容箱では、全面的に高強度アルミ合金を使用し、特に荷重のかかる骨部材、天井及び床は発泡ウレタン注入の複合材とし、輸送時の衝撃、積雪時の荷重、地震などの激しい使用条件に耐えられるよう強度の向上を図った。この結果、重量は0.7tと従来の約 $\frac{1}{3}$ に軽量化した。
- (b) 電子パッケージなどの部品を搭載する架も、従来の鋼製からアルミ合金製に変更し、全架重量の90%に適用した。
- (c) 収容箱内に多く使用されている架間ケーブルの重量は、装置重量の10%を占めており、軽量化が必要であった。通話損失、ケーブル接続信頼性を確認し、ケーブルの細線化とケーブルルート最短化を行なった。

4 復旧短縮法

災害発生から復旧までの通信途絶時間を最短にすることが応急復旧の重要な課題である。災害復旧日数短縮のためには、施設設計の効率化とMDFのジャンパ作業工数低減が必要であり、このため自動設置設計を行なうPre-DGN(Data Generator:局データ作成システム)と、ジャンパ数の削減を

可能にしたMDFを採用した。

4.1 Pre-DGN

局データは、電話局の施設設計図面に基づいて約60種類の局データ原票(帳票形式)を作成し、これをDGNに入力することにより生成される。この局データ原票の作成はすべて手作業によるので、通常1~2箇月の期間がかかる。

この最も時間のかかる局データ作成期間の短縮を行なうのが、局データ原票を自動生成するPre-DGN<sup>9)</sup>である。

非常用可搬形デジタル交換装置は、適用局階梯ごとに装置箱構成をパターン化した。Pre-DGNもこれに合わせて施設設計条件の大部分をそのパターンごとに固定情報化した。これにより、被災局の局状に適合させるための人手作成データは、局番号、電話回線設定情報(信号種別、方路、回線数)などの3種類(共通線信号方式ありの場合は5種類)の被災局原票に記述する範囲に縮減できる。したがって、局データ原票の自動生成には、局階梯ごとの固定情報と被災局原票をPre-DGNに入力すればよい。

Pre-DGNを用いることにより、局データ原票をすべて手で作成する場合に比べ、作成データ量は約 $\frac{1}{10}$ 、データ作成工期は $\frac{1}{10}$ 以下に短縮できる。

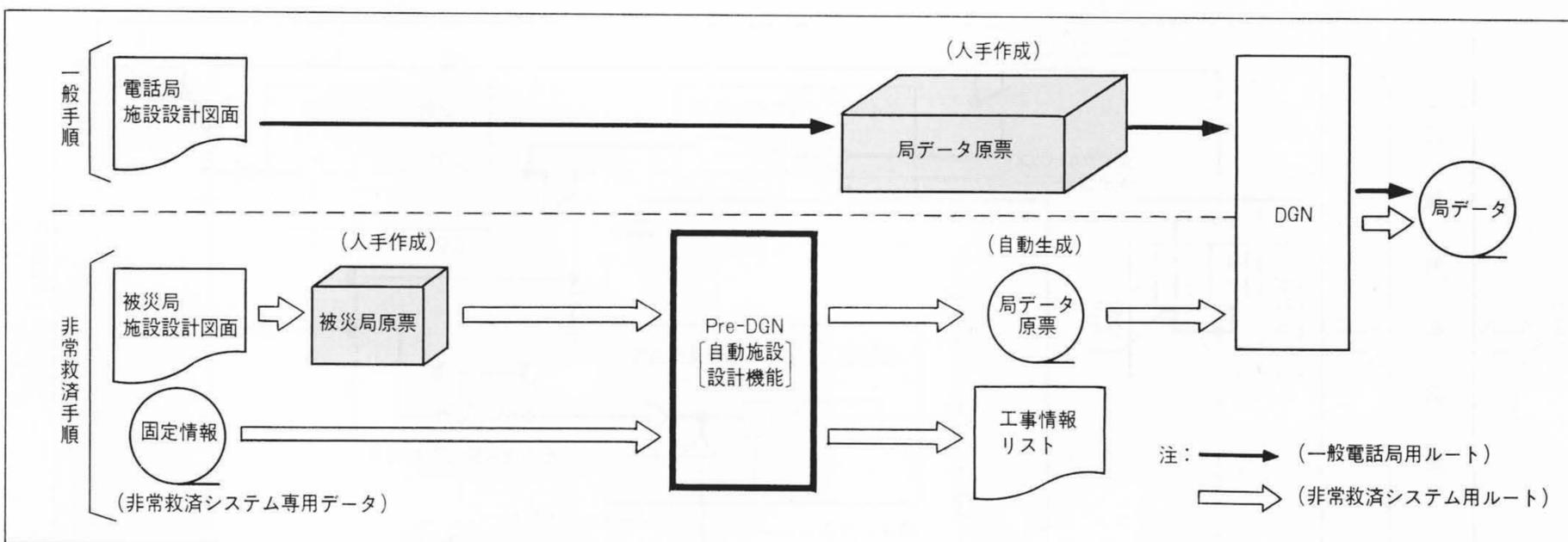
図7に局データ作成手順を示す。

Pre-DGNは局データ原票を自動生成する際、Pre-DGN内の自動施設設計機能により、用途切替用オプション機能の選択、電話回線の割付けなどを自動的に行ない、工事情報リストとして出力する。このリストにより、回線の信号種別を決める用途切替作業、MDFのジャンパを実施するジャンパ作業を効率良く正確に行なうことができる。

4.2 MDF

MDFは、COMEを除く装置箱LNE、TRKEに分散収容して、同時にジャンパ作業が行なえる工夫をした。また、既存の災害復旧装置に比べ収容箱が小さく、多人数で作業するスペースを確保するのは困難であるため、図8に示すMDFを採用してジャンパ数を削減し、作業効率を向上させた。

加入者線などのケーブルにはその $\frac{1}{2}$ 程度しか回線が収容されておらず、装置に接続するときを選択してジャンパする必



注：略語説明 DGN(Data Generator：局データ作成システム)

図7 局データ作成手順 局データはソフトウェアセンターで作る。交換機では、この局データとシステムプログラムが結合して、交換サービスの運営を行なう。

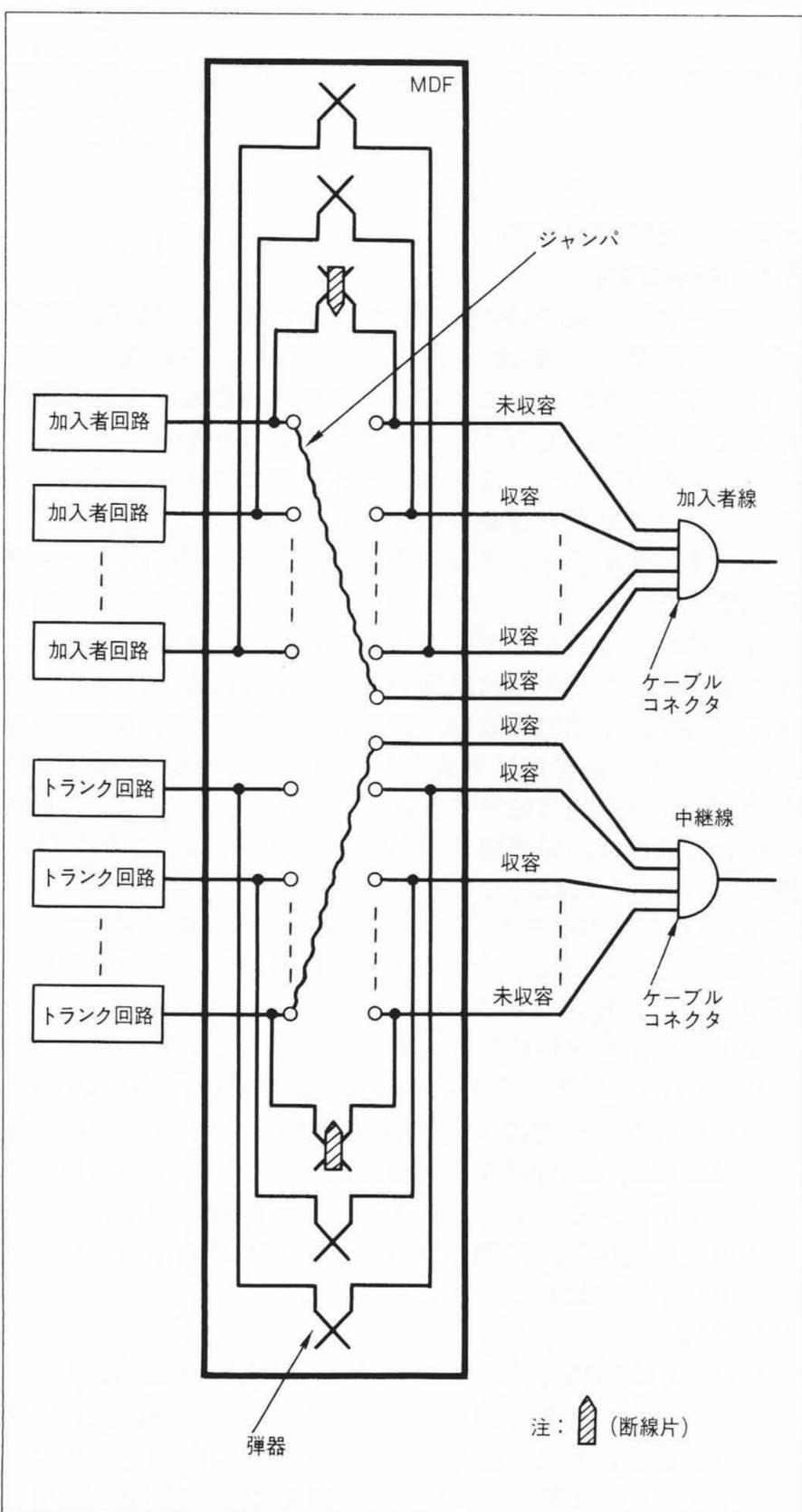


図8 応急復旧用MDF MDFでのジャンパ数削減を考慮して、トランク回路と中継線、加入者回路と加入者線を各々弾器により接続する。未收容位置だけ断線片とジャンパを必要とする。

要があった。本MDFでは、中継線・加入者線とトランク回路・加入者回路を各々両端に收容し、更に、並列に設置された弾器の両端が中継線・加入者線とトランク回路・加入者回路に接続されている。本装置に收容された回線が、弾器を介して接続されているトランク回路・加入者回路と同一の種別(信号方式ほか)なら、MDFのジャンパは不要となり、異なる種別のものだけジャンパを行なえばよい。この場合、弾器に断線片を挿入して、回線の二重接続を防止する。本方式によりジャンパ工数を半減させることができる。中継線部分のMDFジャンパ箇所と断線片挿入箇所は、Pre-DGNにより工事情報リストとして出力される。

### 5 結 言

応急復旧用システムの中心となる交換装置として、非常用可搬形デジタル交換装置の開発を行ない、加入者線交換機、中継交換機のいずれも救済可能で、局規模に応じて2～4箱で構成できるヘリコプタ輸送可能な交換機を開発することができた。本装置は、昭和61年1月、広島商工センタ局に設置され、日本電信電話株式会社での関連工事、商用試験の終了後、昭和61年5月から商用に供されている。

終わりに、本システムの開発に当たり、御指導をいただいた日本電信電話株式会社の関係各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

### 参考文献

- 1) 油井, 外: 非常用移動電話局装置その1, 施設, 25, 6(1973)
- 2) 堀場, 外: 非常用移動電話局装置その2, 施設, 25, 7(1973)
- 3) 水芦, 外: 可搬D20形電子交換機, 日立評論, 59, 11, 949～954(昭52-11)
- 4) 新添, 外: 非常用D10形自動交換機建設工法, 施設, 32, 7, 117～122(1980)
- 5) 伊吹, 外: 通信網の信頼性向上を目指して—非常用可搬形デジタル交換装置の導入, 施設, 38, 1, 27～33(1986)
- 6) 脇板, 外: D60・D70デジタル交換機システム, 日立評論, 67, 10, 755～758(昭60-10)
- 7) 川波, 外: D60・D70デジタル交換機のハードウェアとソフトウェア, 日立評論, 67, 10, 759～764(昭60-10)
- 8) 高坂, 外: D60・D70デジタル交換機の実装, 日立評論, 67, 10, 771～776(昭60-10)
- 9) 山内, 外: 局データの簡易作成法に関する一考察, 電子通学会総合全国大会, 1899(昭60)