

都市災害対策用可搬無線方式

<その1>

高村 充・稲田 干樹
大坂 建・佐野 忍

●解説●

社会活動の急速な高度化、多様化に伴い、移动通信サービスへの要求は一段と高まり、すでにサービスを実施している内航船舶電話、ポケットベル等については、質的向上を含めたサービス拡大が、自動車電話等についてはサービスの早期開始が強く要請されている。このため、技術局、通研ではそれらの方式の研究実用化を推進中である。

この移动通信サービスの効用の一つとして、災害時あるいは船舶における緊急時等にもきわめて有効であることが、かなり以前から言及されてきたところである。今般、その端的な例として、防災計画の一環として都市災害対策用可搬無線方式（都市災害対策用移動無線方式）が導入されることとなり、この方式の商用試験を49年度に実施する運びとなった。

本方式は移動しながら通話することをねらいとはしていないが、車載あるいは人手によって容易に運ぶことができる可搬形の無線端末機からダイヤルによって電話を行うことができるもので、これまで公社が継続して研究開発を行ってきた移动通信技術を基礎としている。

本方式の導入により、大きな災害が発生した場合でも、救助活動のための非常連絡通信等の重要通信、罹災者等のため最小限の公衆通信を確保できるものと期待される。本方式について、9月号と10月号の連載で紹介することとし、本稿では方式の特徴、回線構成および方式の概要等について述べる。10月号では、信号方式と装置について紹介する予定である。

1 まえがき

公社は昭和43年の十勝沖地震を契機として、耐震ならびに防災に関する恒久対策として、東京、大阪、名古屋地区のTTSの分散設置ならびに環状伝送路の新設、可搬形移動無線機の増備、孤立防止用移動無線機および手動方式による通信途絶防止回線の設定等を実施してきたところであるが、昭和46年2月のロサンゼルス地震を機に一層の防災対策を実施することとなった。

その実施内容は、とう道網、都市内マイクロ波方式およびPCM方式等による局間中継線の多ルート化、大容量移動電源装置、非常用移動電話局装置の配備など多様であるが、都市災害対策用可搬無線方式もこの一環として、東京、大阪、名古屋をはじめ地方行政の中心都市に導入されることとなったものである。

この方式は、地震、水害等の非常災害時において、重要行政機関、公共機関等に対して通信の途絶を防止し、救助活動、指令等の非常連絡通信を確保するため使用され

るほか、病院、学校、駅ターミナル、避難地等において特設公衆電話として、罹災者等の通話を確保するためにも使用されることになっている。

2 方式の特徴

本方式は移动通信技術ななく自動車電話方式開発途上における技術を基礎とし、これに災害対策としての必要機能を追加し実用化されたものであり、自動接続移动通信方式の先駆ということもできる。

したがって本方式も他の移动通信方式と同様、主として無線および交換技術の結合により完成された特徴あるシステムとなっている。

本方式は、電波を利用したものであることから、

- いわゆる“線”で接続されるものと異なり、ほとんど災害の影響を受けない。
- 車載あるいは人手等により現場に容易に運びうる機動性をもつ。

- 平常時からこれを配備しておくことにより、災害発生と同時に活用できる即応性をもたせうる。

などの利点を災害対策として最大限に活用することをめざしたものである。利用形態としては、一般電話網の罹災に対し、無線端末機と一般電話との相互接続を行う場合と、これとは独立の通信システムとして無線端末機相互間の通話を確保する場合とがある。

前者は罹災が地域的等であって一般電話網の機能が広範にはまひしていないことが前提となる。罹災が広範に及び一般電話網の機能がまひするような事態においては後者の利用形態となる。

無線端末機（写真 1 参照）は携帯形ケースに収納され、人力による運搬が可能であり、使用電源も AC100V、自動車バッテリー、市販乾電池のいずれでも使用可能でサービスエリア内であればどこからでも通話を行うことができる。

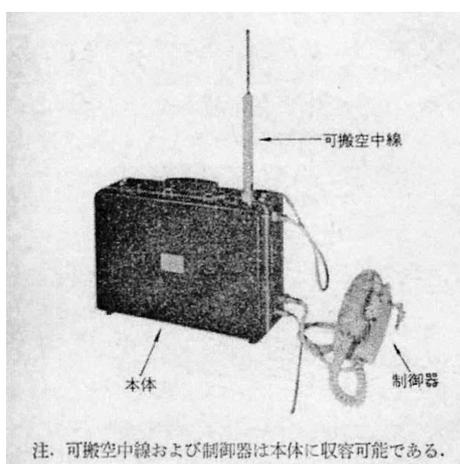


写真 1 無線端末機

本方式のサービスエリアは、ほぼ通勤圏程度（東京、大阪、名古屋地区においては半径 30km 程度のエリア，地方行政都市においては半径 10km 程度のエリア）を対象としている。本方式は 1 対 1 の電話接続を行うほか、さらに特殊な利用形態として多数の無線端末機に対し基地側から音声による一斉指令を行うこともできる。

これは無線回線 1 回線により多数の無線端末機に対し同時に指令を可能とするもので、災害対策本部等から緊急指令を行う場合にきわめて有効である。なお、一斉指令時において被指令無線端末機からの応答あるいは送話が必要な場合はプレストーク方式により可能となっている。

このほか災害対策用として利用されるためシステムの各種統制を行うことが重要であり、このため統制台（または統制盤）が設置される。さらにシステムの信頼性構成も重要視され、大都市においてはシステムの完全 2 重化を行うほか、一般電話網との接続ルートについても TTS 分散の思想に合わせて 2 重化等の設計を行い信頼性の向上を図っている。

3 回線構成

さきに述べたとおり、本方式は都災用交換装置，基地局無線装置，無線端末機等により構成されるが，その回線構成は図 1 に示すとおりである。一般電話網と無線系は，通話品質を良好なものとするため 4 線接続とし，DC 階位（TTS）において相互接続される。

一般加入電話との接続は市外ダイヤル方式で行われるが，無線端末機相互間は本交換装置内において接続され，

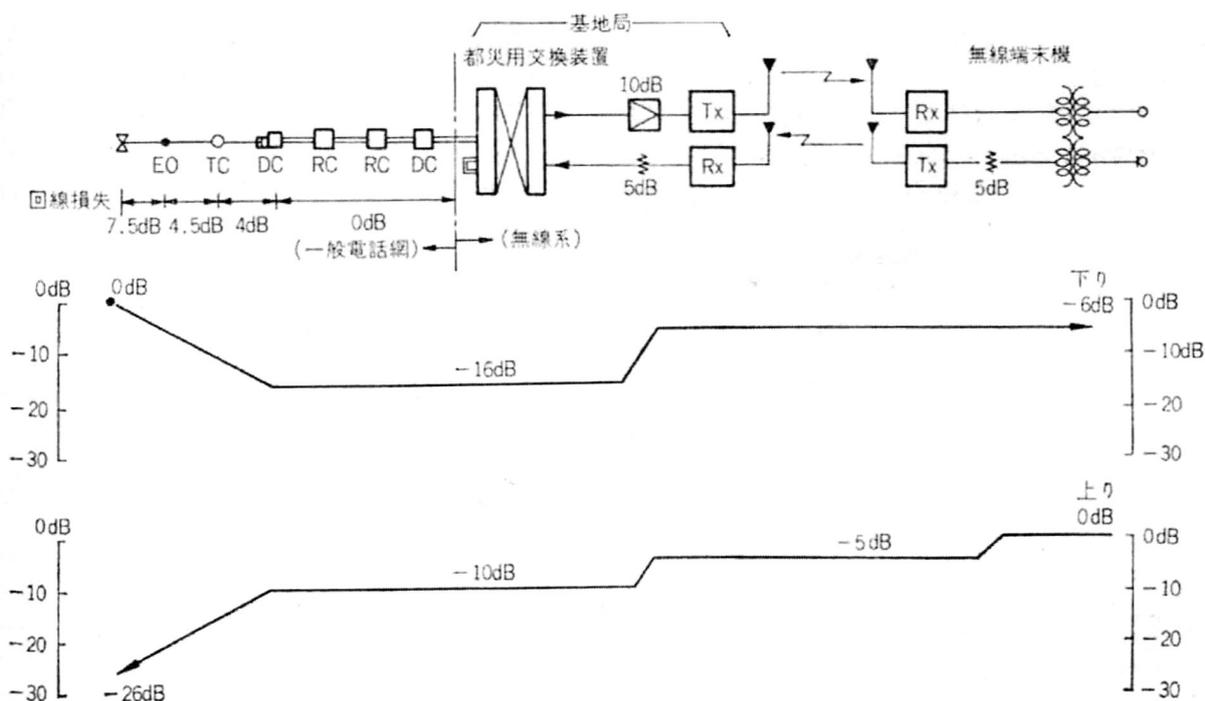


図 1 回線構成とレベルダイヤ

これは4桁のダイヤル（無線端末機番号）のみで行われる。

本方式のレベルダイヤは図1のとおりである。なお、レベルダイヤにおいて、上り、下りが対称でないのは次の理由による。

すなわち、本方式における回線雑音は無線区間のそれが支配的であり、下り方向（加入電話→無線端末機）は、一般電話網の伝送損失により減衰した音声信号に無線区間の雑音が重畳されるのに対し、上り方向は減衰のない音声信号に無線区間の雑音が重畳され、一般電話網において伝送損失があっても信号対雑音比（S/N）は変わらないため、下り方向に良好なS/Nが要求されることによる。

実際に得られる無線区間のS/Nにはほとんど差がないため、下り送信機入力で10dBレベルを高め、実効的にS/Nを改善している。

しかし、そのため伝送損失の最も小さい加入者が基準発声レベルで通話した場合、約6dB程度ピークレベルがIDC装置（瞬時偏移制御回路）によりクリップされるが、この程度のクリッピングレベルでは単音明瞭度および音声の自然性にほとんど影響がないことが確かめられている。

また、上り方向については、無線端末機の送信機入力において、通話のピークレベルが極端にクリップされることを避けるため5dB下げて加え、かつ下り回線への無線区間雑音と無線端末機の周囲雑音の回り込みを防止するため、基地局受信機出力に5dBの減衰器が挿入されている。このような条件において、無線区間平均S/Nを25dBとしたとき、約80%の単音明瞭度が得られるものと推定される。

4 無線ゾーン構成

一般に無線ゾーンの構成はサービスエリアの大きさと形状、トラヒック分布等の条件および無線周波数の有効利用を考慮して決められる。本方式では東京、大阪、名古屋地区において、都市の中心部をカバーする1つの大きな中央ゾーン（半径約20km）とそれを取りまく近郊地域をカバーする複数の周辺ゾーン（半径約10km）でサービスエリアを構成している。

49年度サービス開始の予定されている4地区のサービスエリアは表1に示した地域を含んでいる。なお、東京地区におけるサービスエリアと無線ゾーン構成は図2のとおりである。

東京地区においては、図2に示すようにほぼ東京23区をカバーする中央ゾーンと横浜、千葉、立川等の8つの周辺ゾーンより構成される。各ゾーンに割り当てられ

表1 4地区のサービスエリア

地区名	サービスエリア	無線端末機 配備計画数
東京	東京23区とその周辺地域（府中、立川、浦和、大宮、川口、越ヶ谷、柏、船橋、千葉、川崎、横浜、横須賀の各市およびその周辺都市）	200台
大阪	大阪市とその周辺地域（茨木、池田、西宮、神戸、堺、岸和田の各市およびその周辺都市）	150台
名古屋	名古屋市とその周辺地域（瀬戸、春日井、一宮、津島、刈谷、豊田、岡崎、桑名、四日市の各市およびその周辺都市）	100台
福岡	福岡市	50台

る無線チャンネル数は、トラヒック分布を考慮して中央ゾーン16ch 周辺ゾーン各2chの合計32chが割り当てられる。また、各ゾーン無線チャンネル周波数は、同一周波数干渉を避けるため異なったものが割り当てられる。

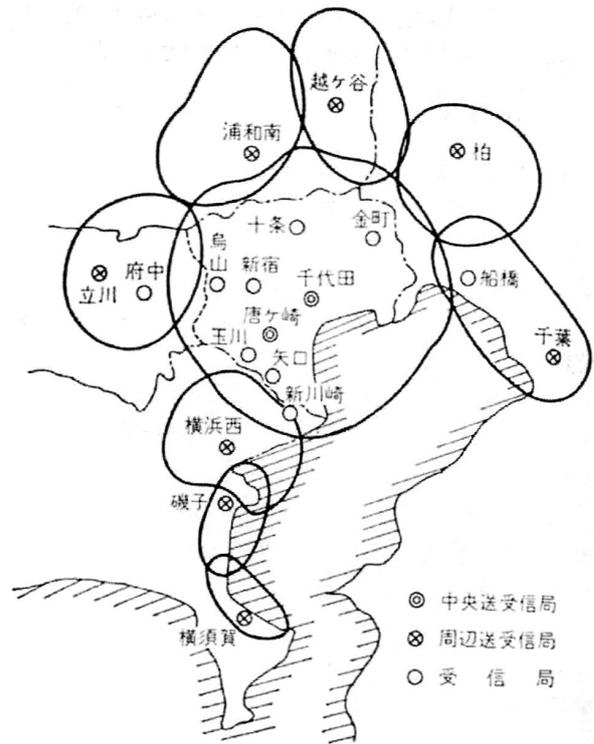


図2 東京におけるサービスエリアと無線ゾーン構成

また各ゾーンにおいては（中央ゾーン、周辺ゾーンのいずれにおいても）送受信局のほか必要に応じて受信局が設置される。送受信局の送信出力が100W（中央ゾーン）または20W（周辺ゾーン）であるのに対して無線端末機のそれは、大きさ、使用電源の制約により5Wと小

さいため、送受信局→無線端末機と無線端末機→送受信局の両方区間の伝送品質に差を生じ、これを補正するためである。

受信局の受信出力は S/N の良否を示す S/N パイロットとともに連絡線を介して中央送受信局に集められ、ゾーン別に受信局選択装置によって送受信局およびいくつかの受信局の中から最も S/N の良い受信出力が自動選択される。なお、1つのゾーンにおける選択可能な受信局数は(送受信局も含めて)最大12局までである。

5 信頼性対策

本方式は非常災害時に使用することを目的としており、信頼性対策は特に重要である。さしあたり、東名阪地区においては中央送受信局としてサービスエリア、機能とも完全に重複した現用局と予備局が設置されている。すなわち同一サービスエリア内において都災用交換装置を含めて中央送受信局を2重化している。

この2重化構成は図3に示すとおりである。本システムとTTSとの回線は相互に出トランク側で切り替えが行われるが、これは電鍵操作により一斉に行えるようになってきている。

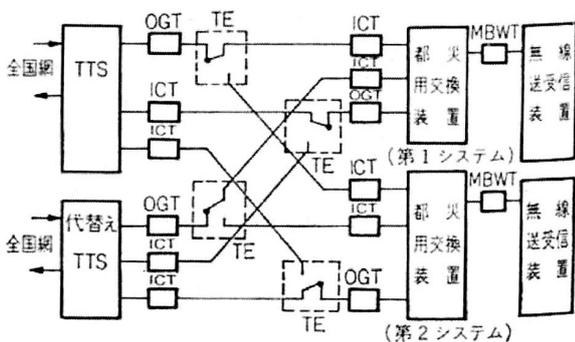


図3 東名阪地区における二重化構成

また、周辺送受信局—中央送受信局、受信局—中央送受信局間の連絡線には既存のメタリックまたは搬送回線が使用されるため、非常災害時における障害を考慮し、これらの連絡線を2ルート化することによりシステムの信頼性を向上させている。

2ルート化された連絡線の切替方法は送端側で並列送信し、受端側でパイロットを検出することによる自動切替方式になっている。

このほか信頼性対策として次の措置をとれるようになってきている。

- TTS側(市外系)が接続不能となった場合LS経由で市内接続を可能とする。
- 統制台(盤)経由で最小限の手動接続を確保する。

6 無線方式の概要

無線方式の概要は次のとおりである。

6.1 無線周波数

無線周波数：400MHz 帯
送受周波数間隔：24.1MHz
隣接チャンネル間隔：25kHz

49年度サービス開始が予定されている4地区の周波数配置を表2に示す。各地区において、中央ゾーン割り当て周波数と周辺ゾーン割り当て周波数を交互に配置したのは、各ゾーンにおけるチャンネル間で発生する3次または5次の相互変調波の周波数が他ゾーンチャンネル周波数と一致するのを避けるためである。

この結果たとえば無線端末局が中央ゾーン送受信局の近辺で、周辺ゾーンチャンネル周波数と一致する相互変調波を捕捉することを防止することができる。

6.2 無線チャンネル数

本方式では無線チャンネルの使用能率を向上させるため、各無線端末機に複数個の無線チャンネルを共通所有させ、どれか空き無線チャンネルを使用させるマルチアクセス方式を採用している。

東京、大阪、名古屋および福岡地区に配備する無線端末機はそれぞれ200,150,100および50台が計画されており、各無線端末機が各地区の全無線チャンネルを所有することおよびトラヒック条件から無線チャンネル数はそれぞれ32,22,17および6チャンネルとなっている。

なおチャンネル配置は表2に示したとおりである。

6.3 変調方式

内航船舶電話方式と同様、深いフェージングがあってもレベル変動を生じない位相変調方式が採用されている。

最大周波数偏差は5kHzであり、この値を超えないようIDC(瞬時偏移制御回路)が挿入されており、大きな変調入力加わった場合、5kHzの周波数偏差を超える部分がクリップされる。

6.4 電波送出形式

基地局(中央送受信局、周辺送受信局)は通話のないときでも常時電波を送出し、無線端末機からは通話時に電波が送出される。基地局の電波を常時送出方式としたのは次の理由による。

表2 地区別周波数割当

チャンネル		東 京	大 阪	名 古 屋	福 岡	対応する 無線端末機 周波数 (MHz)
No.	周波数 (MHz)					
C-	395.200	○				371.100
C-	.225	○				.125
C-	.250	○				.150
C-	.275	●				.175
C-	.300	○				.200
C-	.325	●				.225
C-	.350	○				.250
C-	.375	●				.275
C-	.400	○				.300
C-	.425	●				.325
	.450					.350
	.475					.375
	.500					.400
	.525					.425
	.550					.450
B-11	.575	●	●			.475
B-10	.600	○	○			.500
B-9	.625	●	●			.525
B-8	.650	○	○			.550
B-7	.675	●	●			.575
B-6	.700	○	○	○		.600
B-5	.725	●	●	●		.625
B-4	.750	○	○	○		.650
B-3	.775	●	●	●		.675
B-2	.800	○	○	○		.700
B-1	.825	●	●	●		.725
	.850					.750
	.875					.775
	.900					.800
	.925					.825
	.950					.850
A-11	.975	●	●	●	●	.875
A-10	396.000	○	○	○		.900
A-9	.025	●	●	●	●	.925
A-8	.050	○	○	○		.950
A-7	.075	●	●	●	●	.975
A-6	.100	○	○	○		372.000
A-5	.125	●	●	●	●	.025
A-4	.150	○	○	○		.050
A-3	.175	●	●	●	●	.075
A-2	.200	○	○	○		.100
A-1	.225	●	●	●	●	.125

注. ●：中央ゾーン用，○：周辺ゾーン用

すなわち、本方式では各ゾーンにおいて、多数の無線チャンネルが等しい周波数間隔で配置されており、基地局送信機の送信相互変調、無線端末機の受信相互変調により無線チャンネル（希望波 D）と同一周波数の相互変調波（不要波 U）を発生する。

不要波の強度は無線端末機が基地局に近づくに従って大きくなり、最悪 20~30dBμV/m にも達する。無線端末機では、この不要波の信号内容に従って誤った動作を行うおそれがある。

しかしその基地局の全チャンネルに電波が送出されていれば、一般にその電波の強度は不要波の強度より高く、D/Uとして十分な大きさを確保できるので、誤った動作等を生じるおそれが全くなくなる。

6.5 受信局切替

本方式ではゾーン内に必要に応じて複数の受信局を設置し、受信局選択装置により最良の S/N の受信局を選択している。この場合、各受信局の S/N の状態を中央送受信局の受信局選択装置に伝送する S/N パイロットを必要とする。

S/N パイロットを得る方法としては、各局受信機の S/N の良否を直線的、比例的に 1 個のパイロットレベルの大小に変換して伝送するアナログ的な方法と S/N の良否を 3~5 個の段階に区分し（1 段階 5~10dB の幅）、各段階を 2 個以上のパイロットの有無の組合せに変換して伝送するデジタル的な方法に大別される。

本方式では、受信局—中央送受信局間に使用される連絡線等におけるレベル変動の影響を受けにくいデジタル方式を採用している。

また、受信局切替は各局の S/N が変動しても瞬時的には行わず、約 500ms~800ms 間の平均的 S/N によって行われる。

無線区間の S/N は、移動無線特有の深いレベル変動と速いピッチのフェージングにより、また外来雑音の影響により、非常に速く、深く変動するため、受信局を高速で切り替えてスペースダイバーシティ効果を得ることが理想的であるが、時間的、レベル的に誤差のない S/N 検出が困難であること、各局受信出力の周波数特性も含めた遅延等化がきわめて大がかりとなる等の理由により瞬時切替は行わず、平均的 S/N に基づいて切り替える方式とした。

この結果、受信局切替はほぼ各局 S/N の中央値変動に対応して行われることになる。

6.6 無線端末機におけるチャンネル切替方式

無線端末機では、複数のチャンネルを所有し、空きチャンネルを選択使用する、いわゆるマルチアクセス方式を

採用している。

チャンネルの切替・選択方法は、待受時、チャンネルを監視しながら、順次切り替えていく無定位循環方式を採用している。

したがって待受時にある無線端末機は自動的に無線チャンネルを切替循環し、基地局からの呼出時にはロック信号の送出されたチャンネルに停止し選択呼出を受ける。

このロック信号および選択呼出信号の送出はサービスエリア内各ゾーンの1空きチャンネルに対して一斉に行われる。

一方、無線端末機が発呼する場合は、回線が空いていることを示す空線信号のあるチャンネルを探すことから開始され、空きチャンネルで切替停止し、発呼信号で変調された電波を放射して接続動作を行う。

この場合、無線端末機が同一チャンネルで同時に発呼することを避けるため、無線端末機は幾つかのグループに分けられ、各グループ間では無線チャンネルの切替順序が異なるよう考慮してある。

無線端末機には、災害時における他地区からの応援を考慮して、全国共通の32無線チャンネルが実装されており、その切替方法は、ダイオードマトリックス等を用いた電子切替方法により約250ms/チャンネルの周期で行われる。

6.7 秘話機能

本方式では、FMラジオなど市販の受信機への漏洩（受信機のスプリアス感度等による）を勘案して簡単な秘話回路が付してある。すなわち、無線端末機と基地局無線装置にスペクトラム反転形の秘話回路を設け、無線区間では音声スペクトラムを反転させている（図4）。

7 交換方式の概要

本方式の交換方式も、内航船舶電話方式などの移動無線交換方式と同様、多くの無線端末機で無線回線を共有するいわゆるマルチアクセスのための回線制御、無線系

の信号を一般電話網の信号に、あるいはその逆に一般電話網の信号を無線系の信号に変換する信号変換がその基本機能となっている。

本方式では、このほか災害対策として閉じた独立のシステムとして活用することを考慮し、無線発着回線の自局内接続機能、無線端末機に対する課金機能、および後述の各種統制機能をもっている。

以下に交換方式の概要を述べる。なお都災用交換装置には、SM20形（大都市用）およびSM21形（中都市用）の2種類がある。

7.1 番号計画

本方式は一般電話網とは原則としてDC階梯で4線接続される。また無線端末機からのダイヤル方式は極力一般電話のそれと合わせることを考慮している。

(1) 都災サービス識別番号

一般電話あるいは、他サービスエリアの無線端末機からの発信は、市外ダイヤル方式によっている。すなわち各サービスエリアごとにそれぞれ市外コードが割り当てられる。

49年度サービス開始の4地区は表3のように割り当てられている。

表3 都災サービス識別番号

地区名	都災サービス識別番号
東京	1401
大阪	1402
名古屋	1403
福岡	1405

(2) 無線端末機の番号付与

無線端末機の番号には4桁が付与されるが、当面番号余裕があるので、全国閉番号として付与することとなっている。

これにより、他サービスエリアから応援等により緊急配備された無線端末機の使用が可能となる。

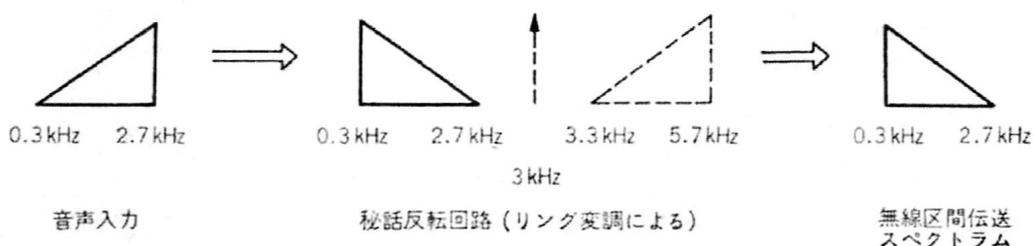


図4 スペクトラム反転方法

(3) 特番計画

無線端末加入者特番としては、できるだけ一般電話加入者特番に一致させるよう考慮し、次のものとしている。
 なお特番接続中継方式は図5のとおりである。

102	臨時受付	} 100に統一 (DSA 台着信)
106	記録 (待時)	
100	DSA	
115	電報託送	} 一般トレーン
117	時報	
119	火災	
110	警察	
177	気象	
104	市内案内	
105	市外案内	
107	無線端末機からの統制台 (盤) 受付	
	一般電話加入者からの統制台 (盤) 受付番号	
	は LS の加入者番号による。	

7.2 呼出方式

都災用交換装置より無線端末機を呼び出す方法として、これまで全回線呼出方式 (または全波呼出方式) あるいは1回線呼出方式 (または1波呼出方式) などが実用化されている。

本方式では全トランクに対し起動をかける全回線呼出方式は無線回線数が多いこと (SM20 形交換装置では72回線まで増設できる) からトランクの動作回数がきわめて多くなり信頼性上問題のあること、さらに都災用交換装置から呼出しをしている間は、無線端末機からの発信が全くできない欠点があることからこの採用をやめ、1回線呼出方式を採っているが、サービスエリアが複数の無線ゾーンで構成される地域ではどのゾーンへ無線端末機を移動させても呼出しが行えるよう各ゾーンに対し1回線で呼出しを行う方式をとっている。

したがって無線端末機は待受時には自動的に無線チャンネルを切替循環し、基地側からのロック信号の送出されたチャンネルに停止し選択信号を受信するいわゆる無

定位循環方式をとっている。

7.3 トラヒック条件

本方式のトラヒック条件は、次のとおりである。しかし本方式は災害時を想定したものであり、異常トラヒックの発生は十分予想される。

したがってこのような状況に対しても、システムの円滑な運用を図るため各種通話規制、トラヒック監視などの統制機能を具備している。

- 発着信回数 (呼数) 1.5 回/日/台
- 平均保留時間 280 秒
- 最繁時集中度率 50%
- 無線端末機発着比 発信 : 着信 = 2:1
- 無線回線呼損率 0.1
- 対一般電話網呼損率 0.01

したがって無線端末機1台当たりの最繁時呼量は、
 $1.5 \times 0.5 \times 280 = 0.0583(\text{erl})$
 となる。

7.4 接続動作概要

本交換装置における代表的な接続動作は、

- 一般電話発信→無線端末着信
- 無線端末発信→一般電話着信
- 無線端末発信→無線端末着信

であり、その概要は次のとおりである (図6参照)。

(1) 一般電話発信→無線端末着信

TTS 経由の呼により入トランク (OMICT) が起動されレジスタ (MFIR) を捕捉する。MFIR は着信無線端末番号を受信するとマーカを起動する。

マーカは着信無線端末番号を受け、トランスレータにより接続制御、信号送出に必要な情報に変換する。SM20 形交換装置の場合は、この情報に基づき中央ゾーンの1個の対移動両方向トランク (MBWT) と OMICT を接続する。

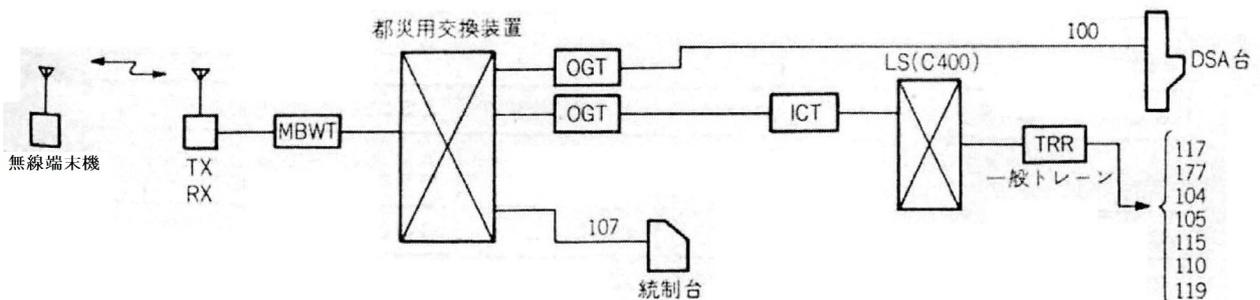
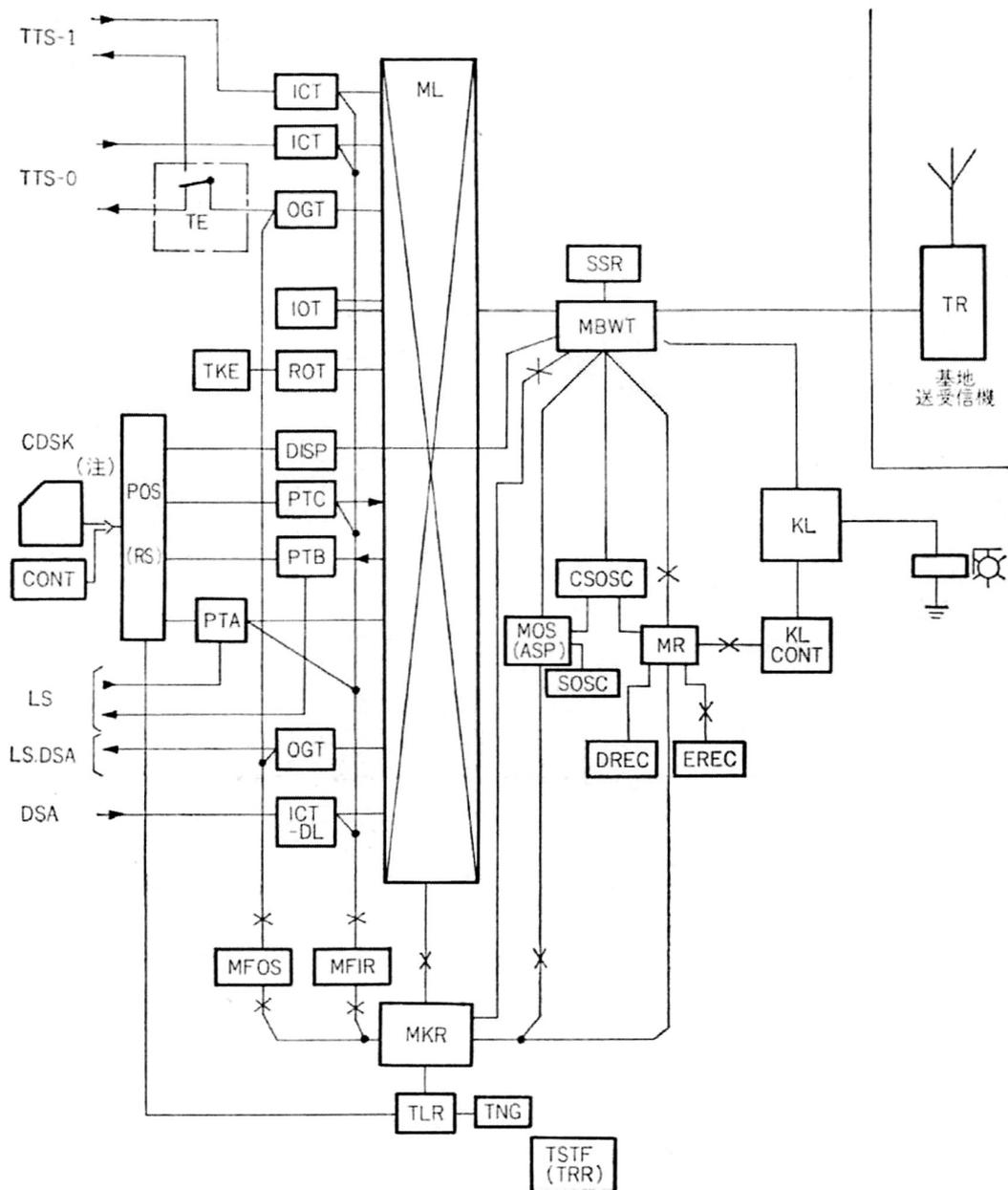


図5 特番接続中継方式図



注. SM20形の場合はCDSKへ、SM21形の場合はCONTまたはCDSKへ接続する。

略号	装置	略号	装置	略号	装置
MBWT	対移動両方向 トランク	DREC	ダイヤル信号 受信器	POS	統制台用座席装置
KL	課金リンク	EREC	番号登録受信器	SSR	監視信号受信器
KLCONT	課金リンク コントローラ	DISP	指令制御装置	SOSC	選択信号発振器
MR	対移動レジスタ	CDSK	統制台	CSOSC	制御信号発振器
MOS	対移動出センダ	CONT	統制盤	TSTF	試験装置架

図6 都災用交換装置中継方式図

一方、マーカーは対移動出センダ (MOS) に信号送出情報を転送し、周辺ゾーンごとに1個のMBWTを指定し、中央ゾーンで指定したMBWTとともに応答監視装置 (ASP:MOS内に具備) に接続する。

SM21形交換装置の場合には、接続制御、信号送出に必要な情報に基づき出線を各ゾーンごとに1個(最大5MBWT)選択し、そのMBWTを全てOMICTとリンクを経由して接続し、ASPにて監視を行う。

MOS は MBWT 経由で各ゾーンに選択呼出信号を送出する。無線端末機から捕捉信号が返ると ASP は中央ゾーンからの捕捉信号であれば周辺ゾーンの MBWT を復旧させる。

もし周辺ゾーンの MBWT からの捕捉信号であれば、その MBWT につなぎ替え (SM20 形交換装置の場合) を行う。

SM21 形交換装置の場合は捕捉信号の返ってきた MBWT を残して他の MBWT をすべて復旧させる。

以後、無線端末加入者のオフフックにて通話開始、構成された接続トレーンは MBWT により監視保持される。

トレーンは発着いずれかのオンフックにて復旧する。

(2) 無線端末発信→一般電話着信

無線端末加入者のオフフックにより空チャンネルが選択され、それに接続されている MBWT が捕捉・起動される。MBWT より対移動レジスタ (MR) が捕捉されダイヤル信号受信器 (DREC)、番号登録信号受信器 (EREC) によりダイヤル信号、発呼者番号が受信・蓄積される。ダイヤル信号受信完了にてマーカを起動する。

マーカはダイヤル番号を受け、トランスレータにより接続制御信号に翻訳し固定側トランクの選択を行い MBWT と接続する。選択数字の送出を必要とする場合は、マーカは出センダ (OS) と固定側出トランクを接続する。

一方 MR は、EREC で受信した発呼者番号を課金リンクコントローラ (KL CONT) に送り発呼番号のチェックを行うとともに課金リンクを動作させ MBWT に度数計を接続する。以後、一般電話加入者の応答により通話開始、トレーンは MBWT により監視保持される。

(3) 無線端末発振→無線端末着信

無線端末機のオフフックにより MBWT の起動、MR の捕捉、信号受信、マーカ起動、KL CONT、課金リンクの動作までは (2) と同様である。

被呼者が無線端末加入者であることがマーカでわかると、マーカは被呼番号より所用トランク (IOT, MBWT) の選択を行う。以後の動作は (1) と同様である。

(4) その他の接続

(A) リオーダトランク接続

TTS 回線障害時、LS 回線への迂回不能の場合、無線端末加入者にトーキを送出する。

(B) DSA 台への接続

無線端末加入者の“100”ダイヤルにて接続。他地区より移動した加入者等が使用する。

(C) DSA 台よりの無線端末着信

無線端末加入者のオンフックにてもトレーン復旧せず再呼が可能。

7.5 統制台機能

本方式は災害時において効果的運用を図る必要があり、このため統制台 (盤) が設置され、これにより各種統制機能をもたせている。この統制台 (盤) は必要に応じ起動することになっている。

統制台 (盤) の機能は次のとおりである。

(1) 一般機能

(A) 一般電話および無線端末機からの着信受付

(B) 一般電話および無線端末機への発信

(C) 一般電話と無線端末機の手動接続

(2) 各種通話規制

(A) 「3分、6分、規制なし」の3段階規制の通話時分の制限を行う。

(B) MBWT ごとに空線信号を替えることにより無線チャンネルをグループごとに割り当て、発信規制を行う。

(3) トラヒックの監視

各種規制の判断を行うため、中央ゾーンの無線チャンネルの使用状況をグループごとの全話中ランプで表示する。

(4) 一斉指令チャンネルの作成

災害時、対策本部等の指示に基づき統制台 (盤) において一斉指令チャンネルを作成する。一斉指令チャンネルは中央ゾーンの特定チャンネルを使用し、指令内容は統制台 (盤) のスピーカによりモニタできる。

筆者	高村氏	技術局移動無線担当調査員
	稲田氏	同 市外交換担当調査員
	大坂氏	同 移動無線担当
	佐野氏	同 市外交換担当

都市災害対策用可搬無線方式

<その2>

高村 充・稲田 干樹
大坂 建・佐野 忍

●解説●

電気通信施設防災計画の一環として実施される都市災害対策用可搬無線方式について、先月号に引き続いて今回は信号方式、基地局無線装置および空中線系機器について紹介する。

なお、無線端末機と交換装置については次号で紹介する予定である。

8 信号方式

8.1 対一般電話網信号方式

本方式の信号方式としては対一般電話網信号方式と無線区間の信号方式の2種類を含んでいる。対一般電話網信号方式については本交換装置規模が小さいことから信号方式を限定することが望まれ、

- 対 TTS 回線……OM 信号方式
 - 対 LS 回線……LM 信号方式
- として統一をとっている。

8.2 無線区間の信号方式

(1) 信号の種類

本方式に使用される信号の種類は大別すると

- 制御信号（上り，下り）
- 選択呼出信号（下り）
- 番号登録信号（上り）
- ダイヤル信号（上り）

に分けられる。これらの信号にはすべて 3kHz 以下の帯域内周波が使用される。

これは VHF 帯、あるいは UHF 帯の単一チャンネル FM 方式においては最高変調周波数が電波法により 3kHz 以下と定められているためである。

(2) 信号系統図

本方式の無線区間には秘話装置（反転秘話）および信号周波数のずれを補正するための周波数制御装置が挿入されている。

信号関係はレベル変動の影響をできるだけ避ける必要があるため、信号周波の挿入位置としては秘話装置の後

位とし受信側では秘話装置の前位から信号周波の取出しを行う。

図7および図8に信号系統図および信号レベルを示す。

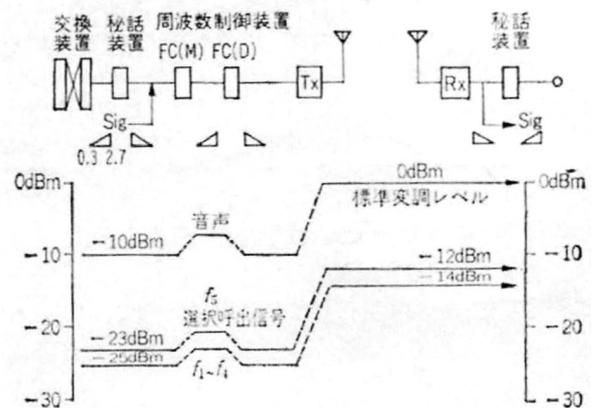


図7 信号系統図（基地→端末）

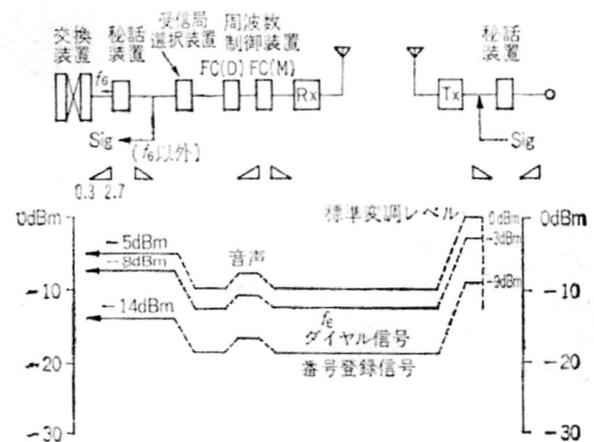


図8 信号系統図（端末→基地）

(3) 制御信号

本方式の無線区間の制御信号には 6 周波を使用してい

るが、その周波数の決定にあたっては音声および他信号周波の影響を避ける必要がある。

そのため特に通話中における誤切断等を避けるため制御信号の周波数はできるだけ高く選びかつ2周波以上の組合せ方式としている。

ただし上り方向（無線端末機→SM形交換機）の制御信号としては無線端末機の経済性を考慮して1周波(f_6)のみを使用している。

具体的な信号周波数のポイントは、無線区間において次の通りである。

$$f_1=1,357.5\text{Hz}$$

$$f_2=1,625.0\text{Hz}$$

$$f_3=1,807.0\text{Hz}$$

$$f_4=2,107.5\text{Hz}$$

$$f_5=2,500.0\text{Hz}$$

$$f_6=667.5\text{Hz}$$

制御信号の送受信形式としては安定性の面からは連続送出形式が望ましく、かつ相手装置の確認を得る、いわゆる確認方式(compelled type)をとることが望ましい。

本方式でもできる限りこの思想に基づくこととしたが無線端末機の経済的負担を小さくすること、および帯域内信号形式であるため対話者に不必要な信号音を聞かせることは避ける必要があり、一部にパルス形式を採用している。

(4) 選択呼出信号および番号登録信号

選択呼出信号と番号登録信号の送受信形式は無線端末機の発信と受信回路の共用化を図るため同一形式をとっており、以下では両者を併せて述べる。

呼出方式としては、大きく分けて並列送出方式と直列送出方式とがあるが本方式ではトラヒック耐力、接続時間の短縮を重視する一方、信号の安定度を考慮し、2波-2波直並列送出方式を採用している。

この方式はわが国の代表的な呼出方式としてポケットベル方式、内航船舶電話方式等で使用実績をつんでおり、安定した技術が確立している。

選択呼出符号は、502.5Hz~802.5Hz,862.5Hz~1,162.5Hzにおいて30Hz間隔でとりだした各11波ずつ計2群22波により構成されている(表4)。なおE(Equal信号)は、同一周波を前群、後群で送出するとこの識別ができなくなり番号付与上制約が生ずるため、これをさけるために採用されている。

図9に送出形式と時間を示す。

(5) ダイヤル信号

本方式の無線端末機は、回転ダイヤルとプリセット自動送出ダイヤルの2種類がある。ダイヤル信号送出形式としては経済性ならびに伝送上の信頼性に優れた1 out of 10方式を採用している。

信号周波は832.5Hz~2,182.5Hzにおいて、150Hz間隔

にとりだした10波を使用している(表5)。

表4 選択呼出信号(番号登録信号)周波数表

数 字	A 群	B 群
0	502.5(Hz)	862.5(Hz)
1	532.5	892.5
2	562.5	922.5
3	592.5	952.5
4	622.5	982.5
5	652.5	1012.5
6	682.5	1042.5
7	712.5	1072.5
8	742.5	1102.5
9	772.5	1132.5
E	802.5	1162.5

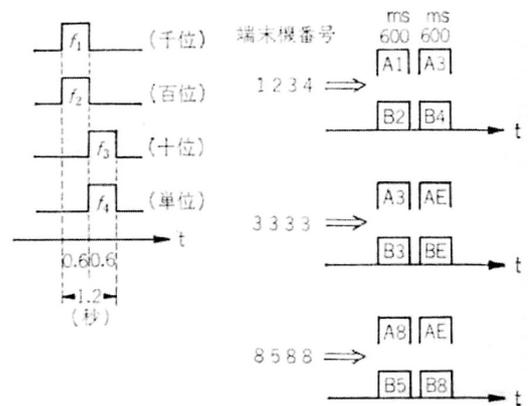


図9 選択呼出信号(番号登録信号)送出形式

表5 ダイヤル信号周波数

番 号	周波数	番 号	周波数
1	832.5(Hz)	6	1582.5(Hz)
2	982.5	7	1732.5
3	1132.5	8	1882.5
4	1282.5	9	2032.5
5	1432.5	0	2182.5

ダイヤル送出形式は次の形式で行われる。

(A) 回転ダイヤルの場合

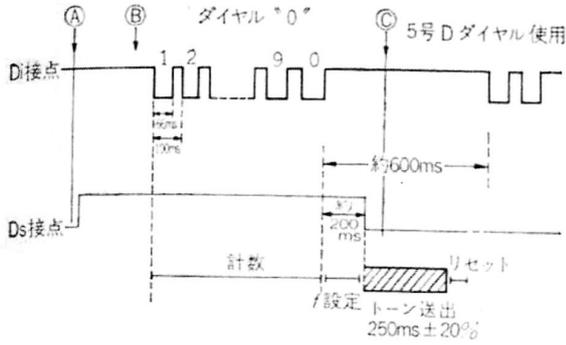
ダイヤルパルスを計数し、これに対応する周波数をダイヤルポーズ間に送出する(図10)。

(B) プリセットダイヤルの場合

あらかじめダイヤル設定を行い、交換機からのダイヤル要求信号により自動的に送出する(図11)。

(6) 信号シーケンス

本方式の信号シーケンスは図12,13のとおりである。



④:ダイヤル開始 ⑤:ダイヤル指止め位置 ⑥:ダイヤル放転終了

図10 ダイヤル信号送出方法(回転ダイヤルの場合)

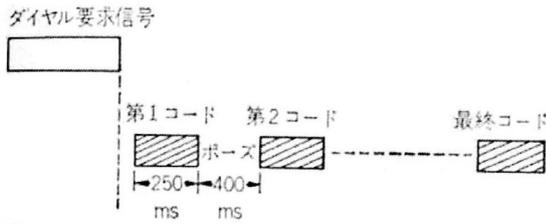


図11 ダイヤル信号送出方法(プリセットダイヤルの場合)

9 基地局無線装置

基地局無線装置の系統は図14のとおりであり、無線装置の機能は次のとおりである。

都災用交換装置の両方向トランク(MBWT)からの音

声および各種の信号出力(たとえば選択呼出信号、空線信号等)は最初に秘話変調装置(EV-41(M))に接続される。

本装置では、音声のみがスペクトラムを反転し、各種信号は反転されることなく、そのまま送信装置(TC-41)に接続される。

それらの信号(および音声)は送信装置において400MHz帯にて位相変調され、送信共用装置(IZ-41)にて他chの送信装置出力と合成され(最大4chまで)、送受共用器を経由して空中線から空間に放射される。

一方、無線端末機よりの電波は中央送受信局および分散設置された受信局の受信装置(RC-41)にて各々復調され、受信局選択装置(ER-41)によって最良のS/Nの受信装置出力が自動的に選択される。

受信局選択装置は中央送受信局に設置されるため、各受信局の受信復調出力は既存の連絡回線(有線または搬送回線)を経由して中央送受信局に集められる。

またこの場合、信頼度を向上させるため連絡線は2重化されており、連絡線の自動切替機能等を有する周波数制御変調装置(EF-41(M))、周波数制御復調装置(EF-41(D))が各々受信局、中央送受信局に設置される。

受信局選択装置によって選択された最良のS/Nの受信復調出力は、秘話復調装置(EV-41(D))に接続され、無線端末機によって反転されて伝送されてきた音声スペクトラムを元のスペクトラムに再反転して、都災用交換装置の両方向トランクに送出する。

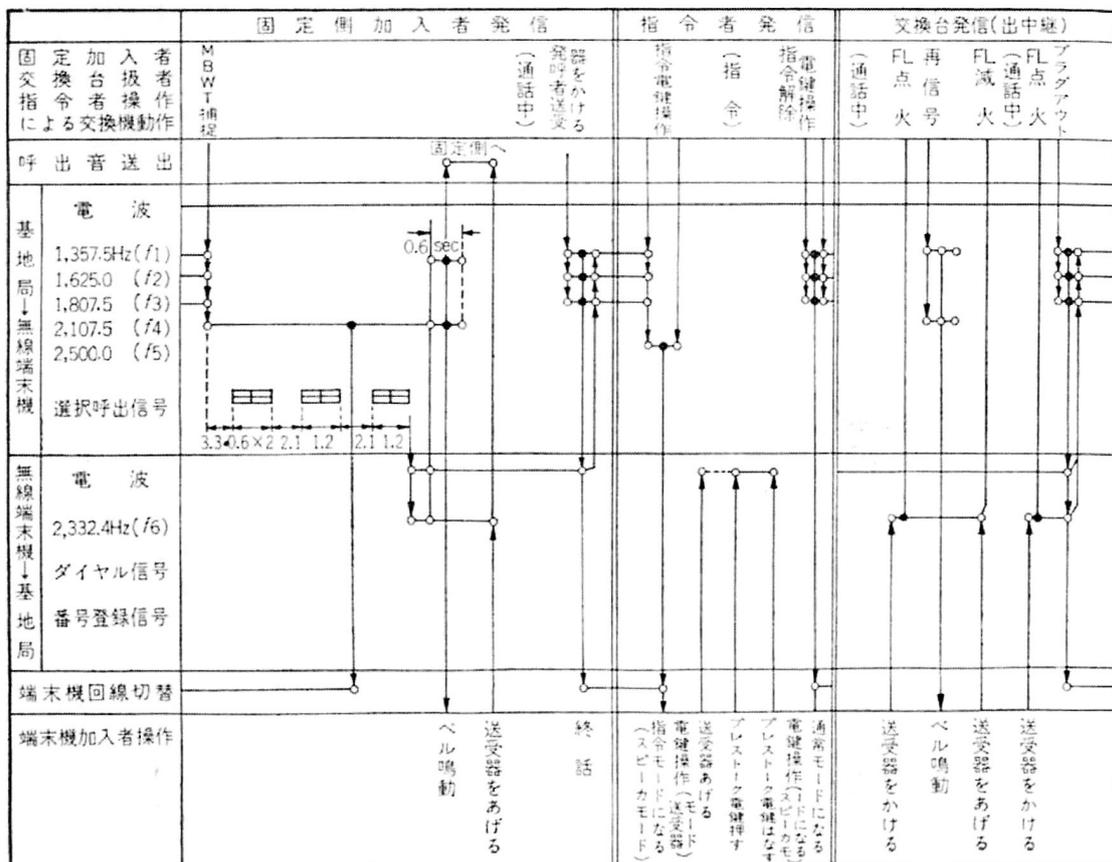


図12 信号シーケンス(その1)

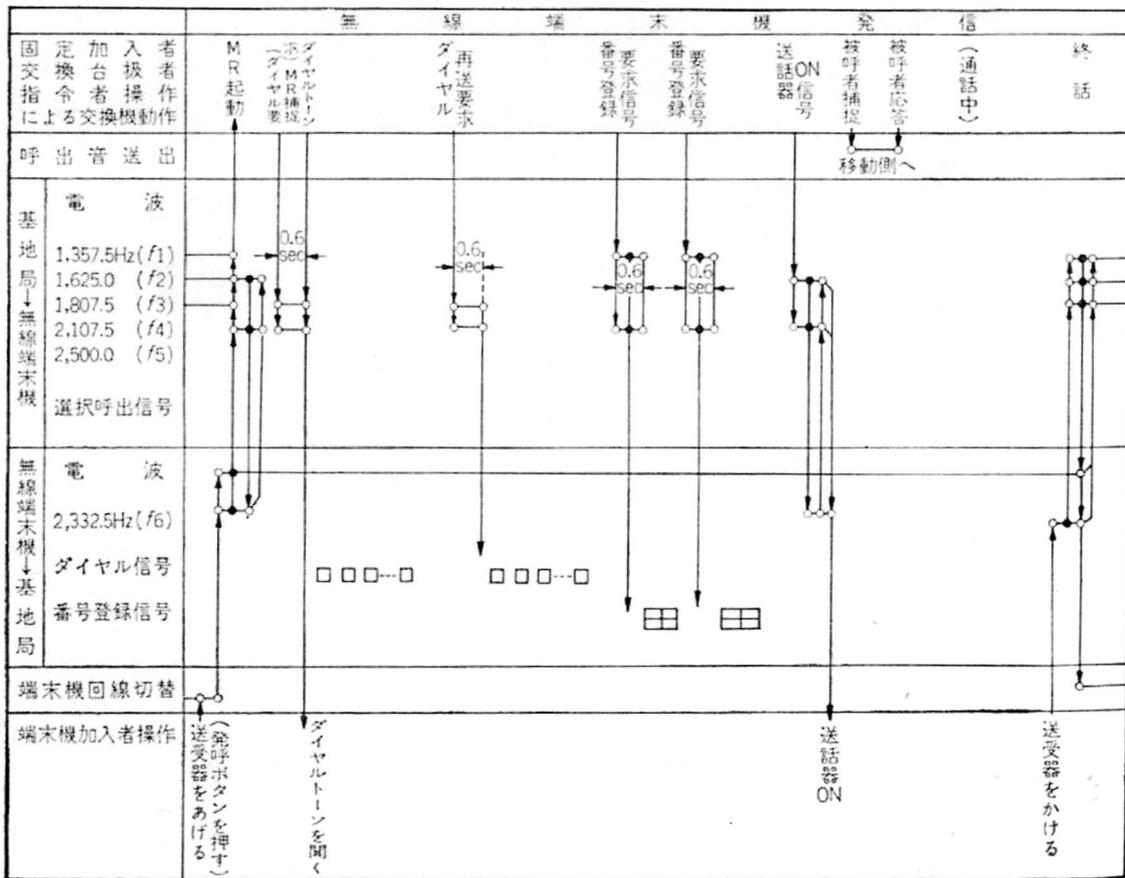
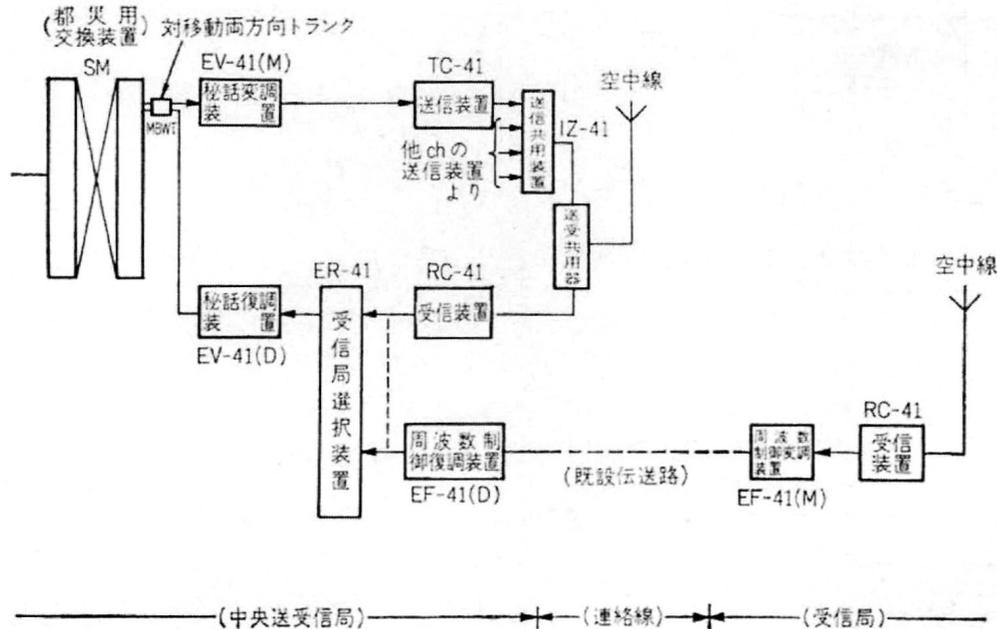


図 13 信号シーケンス (その 2)



注 1. 本図は中央ゾーン1chの場合を示す
 2. 連絡線は2重化される

図 14 基地局無線装置系統図

なお電源は、TC-41 形 1 号送信装置を除くすべての無線装置が -48V、-21V のいずれでも電源端子板の簡単な接続変更等により使用可能である。

100W の送信出力が得られる TC41 形 1 号送信装置のみ使用電源が -48V である。

9.1 TC-41 形「 」号送信装置

400MHz 帯の PM 送信装置であり、1号は 2,100mm×260mm×225mm の架に送信出力 100W の送信機が 1 台、2号は 1号と同一の大きさの架に送信電力 20W の送信機が 2 台実装できる。

1号は中央ゾーン用として、2号は周辺ゾーン用として使用される（写真 2）。

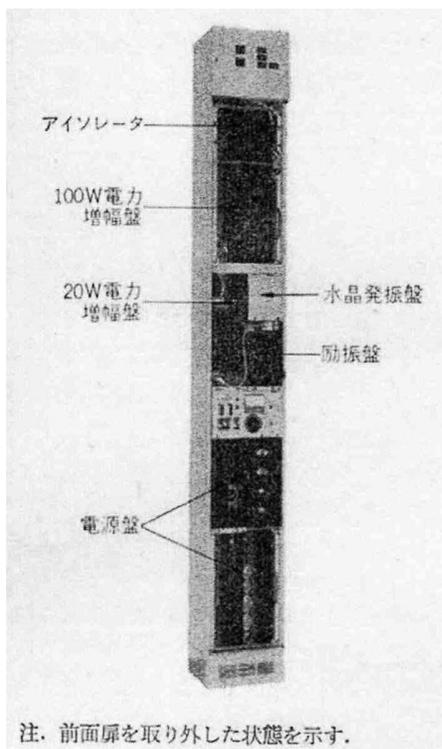


写真 2 TC-41 形 1 号送信装置

本装置の主要な特徴について以下に記す。

(1) 1号送信装置の電力増幅盤に長寿命のセラミック管 4F64 を使用しているほかは、1号、2号とも全固体化され、信頼度の向上、架実装の集約化が図られている。

また、放熱方法としては黒色放熱ツィンによる伝導熱方式を採用し、架上部に実装したファンにより暖まった空気をダクトまたは機械室内に排気する。

このため架前面扉はファンの冷却効率を高めるため密閉形構造とされている。

(2) 無線干渉特性の改善を考慮して、送信周波数偏差は恒温槽を使用して $\pm 10^{-7}$ と厳しく抑えた。

なお、恒温槽としては、断熱材としてポリスチロール、温度制御回路に半導体素子を使用した連続制御方式により（従来はバイメタルによるステップ制御方式）、従来のものに比して形状の小形化（85mm×49mm×66mm）、消費電力の低減化（起動時約 6W、平常時 1~2W）が図られている。

(3) 同一局内に並列設置される送信機間の相互変調特

性を改善するため、アイソレータを 2 段内蔵し、逆方向損失が約 50dB 確保されている。

9.2 RC-41 形「 」号受信装置

400MHz 帯の PM 受信装置であり、1号は 2,100mm×520mm×225mm の架に受信機が 16ch まで、2号は 2,100mm×260mm×225mm の架に 8ch まで、各々実装可能である。

本受信装置の出力は次項に述べる ER-41 形〔 〕号受信局選択装置に対して、連絡線を介して送出されるが、音声出力と一緒に S/N 情報も送られる。

S/N 情報は、次の方法で検出し、かつ伝送される。

(1) 受信復調出力（デスクリミネータ出力）の帯域外雑音（30kHz 程度）を検出する。

(2) 検出された雑音量の多少を 3 つの閾値回路により、S/N10dB 以下、S/N10dB 以上 ~S/N25dB 以下、S/N25dB 以上 ~S/N35dB 以下、S/N35dB 以上の 4 段階に区分けする。

(3) 区分けされた S/N の状態に応じて内蔵の S/N パイロット発振器のオン、オフを制御する（表 6 参照）。

表 6 S/N と S/N パイロット

S/N 状態	パイロット	
	3,300Hz	3,400Hz
S/N10dB 未満	0	0
S/N10dB~S/N25dB	1	0
S/N25dB~S/N35dB	0	1
S/N35dB 以上	1	1

注. 1：送出 0：送出せず

9.3 ER-41 形〔 〕号受信局選択装置

本装置は中央送受信局に設置され、分散配置された各受信局および中央送受信局の RC-41 形〔 〕号受信装置の音声出力のうち、最も S/N の良好なものを、S/N パイロットを比較することにより、自動的に選択する機能を有する。

選択可能な局数、および実装 ch 数に応じて 1号 ~3号 の 3 種類がある。

図 15 に装置系統を示す。

表 6 に従って受信局より送られてくる S/N パイロットは S/N パイロット検出盤にて検出されたのち、マトリクス回路にて S/N=10dB, S/N = 25dB, S/N = 35dB のデジタル信号に変換され論理盤に入る。

論理盤では各局の S/N デジタル信号を比較し、切替盤のゲート回路を制御することにより、S/N 最良な Voice 出力を切り替える。

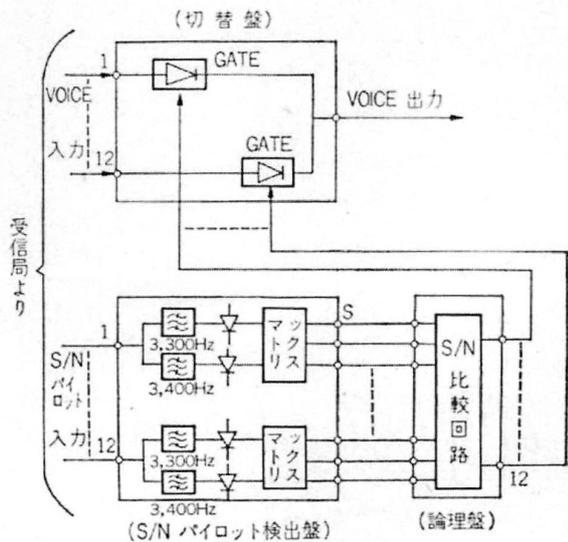


図 15 ER-41 形〔 〕号受信局選択装置系統図

また S/N デジタル信号の同一の局が 2 以上ある場合は、あらかじめ選択されている受信局を優先的に選択するようになっている。

9.4 EF-41M(D) 形周波数制御変調（復調）装置

本変調（復調）装置は 2,100mm×260mm×225mm の架に変調（復調）盤を 24ch 分実装することが可能であり、下記の機能を有する。

(1) 連絡線の自動切替

中央送受信局—周辺送受信局，中央送受信局—受信局間の連絡線にはメタリック，または搬送回線が使用され，システムの信頼性を向上するため 2 重化される。

本装置はこの 2 ルート化された連絡線の自動切替機能を有する。

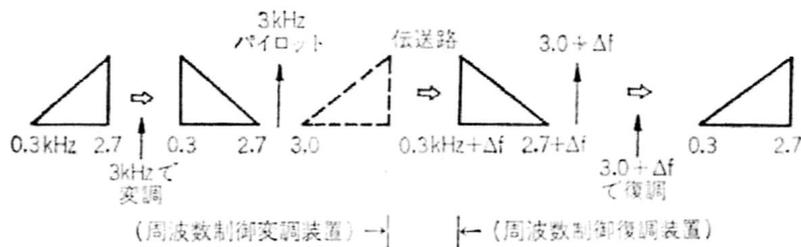


図 16 周波数ずれ補正方法

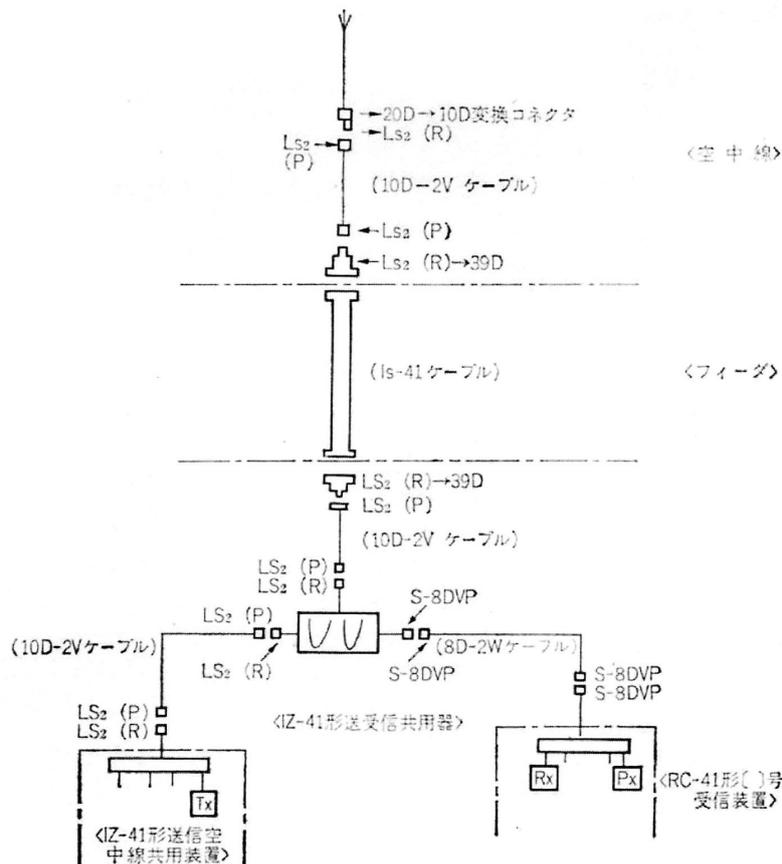


図 17 空中線系統図（送受共用の場合）

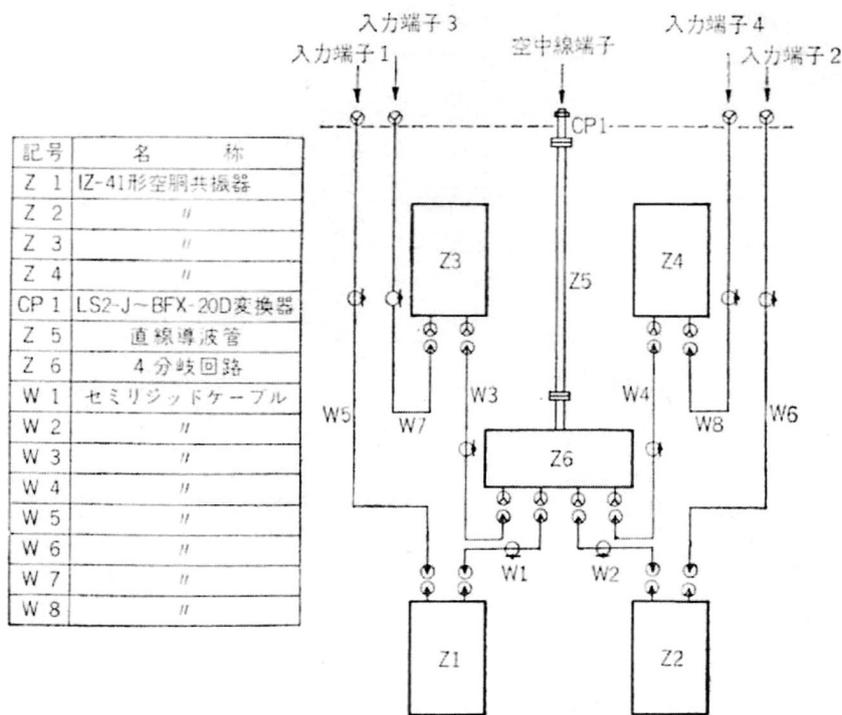


図 18 IZ-41 形送信空中線共用装置系統図 (4ch 共用の場合)

送端(周波数制御変調装置)側で並列送信し、受端(周波数制御復調装置)でパイロット検出によって、自動切替える。このパイロットとしては(2)項の周波数ずれ補正パイロットが兼用される。

(2) 連絡線で生ずる周波数ずれの補正

連絡線においては無線端末機を呼び出す選択呼出信号等の各種信号が伝送されるが、これらの信号受信器は狭帯域フィルタ(たとえば選択呼出信号受信器帯域幅 $\pm 2\text{Hz}$)が使用されるため、本装置を用いて連絡線で生ずる伝送周波数ずれを補正する必要がある。

補正方法は図 16 に示すとおりで、送端側(周波数制御変調装置)で伝送したい周波数信号を 3kHz パイロット信号との差に変換するとともに、このパイロット信号をも付加して送出し、受端側(周波数制御復調装置)では、このパイロット信号を使って復調するものである。

この方法をとることにより伝送路で生ずる周波数ずれ Δf は補正される。

10 空中線系機器

中央送受信局または周辺送受信局の空中線系機器系統を図 17 に示す。

空中線としては、サービスエリアの大きさ形状に応じて、無指向性の同軸多段形空中線(利得 9dB)コーナ空中線、プレーン空中線等が使い分けられる。

また、フィーダとしては損失の少ない IS-41 形らせん

同軸形給電線(損失 11dB/km)が使用される。

10.1 IZ-41 形送受信共用器

本器は、送受空中線の共用のために使用されるものであり、横幅 520mm、高さ 356mm、奥行 304mm のケーブルラック取付形きょう体に、T 分岐結合器 1 個、送信用帯域ろ波器 1 個、受信用帯域ろ波器 1 個が組み込まれている。

10.2 IZ-41 形送信空中線共用装置

本装置は中央送受信局または周辺送受信局に設置され、1 装置当たり最大 4 送信空中線の共用、および送信機の相互変調防止の機能を有する。

(1) 構造

本装置は横幅 520mm、高さ 2,100mm、奥行 500mm の架に、IZ-41 形空洞共振器を最大 4 個、IZ-41 形 4 分岐結合器を 1 個実装したものであり、構成を図 18 に示す。

(2) 電気的性能

(A) 使用周波数 394.725~396.275(MHz)

(B) 挿入損失 指定周波数にて 4.4dB 以下

(C) 減衰量 指定周波数より $\pm 150\text{kHz}$ 離調した周波数において指定周波数に比し 6dB 以上

(3) IZ-41 形空洞共振器

本共用方式は、400MHz 帯で共用周波数間隔が 150kHz であり、内航船舶電話方式等の共用方式(250MHz 帯、共

用周波数間隔 150kHz) と比較して比帯域が小さいため、同一の減衰量特性、挿入損特性を確保するためにはきわめて高い Q の共振器を必要とする。

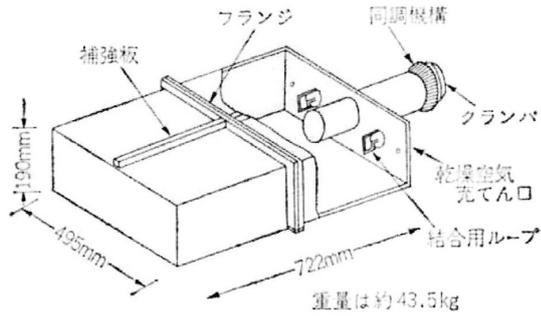


図 19 IUZ-41 形空洞共振器外観図

このため、半同軸形に比して高い Q が得られる空洞共振器が使用され、かつ架に整然と実装できる直六面体形を採用した(無負荷時 Q 約 16,000, 外観・構造は図 19)。

また温度、湿度の変化に対して、共振周波数を安定化するために、材質としては温度係数のきわめて小さいスーパーインバー(線膨張率 $6 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$) が使用され、かつ少量の乾燥空気が常時吹きながされる。

(筆者	高村氏	技術局移動無線担当調査員
		稲田氏	同 市外交換担当調査員
		大坂氏	同 移動無線担当
		佐野氏	同 市外交換担当

都市災害対策用可搬無線方式

<その3>

高村 充・稲田 干樹
大坂 建・佐野 忍

●解説●

電気通信施設防災計画の一環として実施される都市災害対策可搬無線方式について、9月号、10月号で紹介してきたが、今回は引き続き無線端末機および交換装置について紹介する。

11 無線端末機

無線端末機は、多チャンネル自動切替機能および自動接続機能等を有する無線電話機であり、このためタクシー無線機等に比較して複雑な回路を有するが、端末機本体の大きさ 460mm×300mm×150mm で、重量約 11kg と小形化、軽量化を図り、かつきょう体も運搬に便利なアタッシュケースタイプを使用することにより、災害時、どこへでも持ち運んで使用することができる。

電源は DC13.8V（負極接地）を使用するが、他に整流電源部（端末機本体と同一の大きさ、重量約 19kg）を併用することにより AC100V が使用でき、停電の場合は整流電源部内蔵の乾電池が自動的に電源を供給する。

また自動車のバッテリーを電源として使用する場合は、

付属のコードを利用して、シガーライターまたはバッテリーから直接 DC13.8V を引き込むことができる。

以下に本無線端末機の構成、特徴、主要な電気的特性について述べる。

11.1 構成および特徴

無線端末機は端末機本体、空中線、制御器および別きょう体に收容される整流電源部から構成される（図 20）。

(1) 端末機本体

前述のごとく 460mm×300mm×150mm のきょう体に無線部および端局部が收容されている。使用しないときには制御器、空中線も、このきょう体に收容される。

無線部は電子回路による自動切替によって、32 の無線チャンネルを使用できる機能を有する。

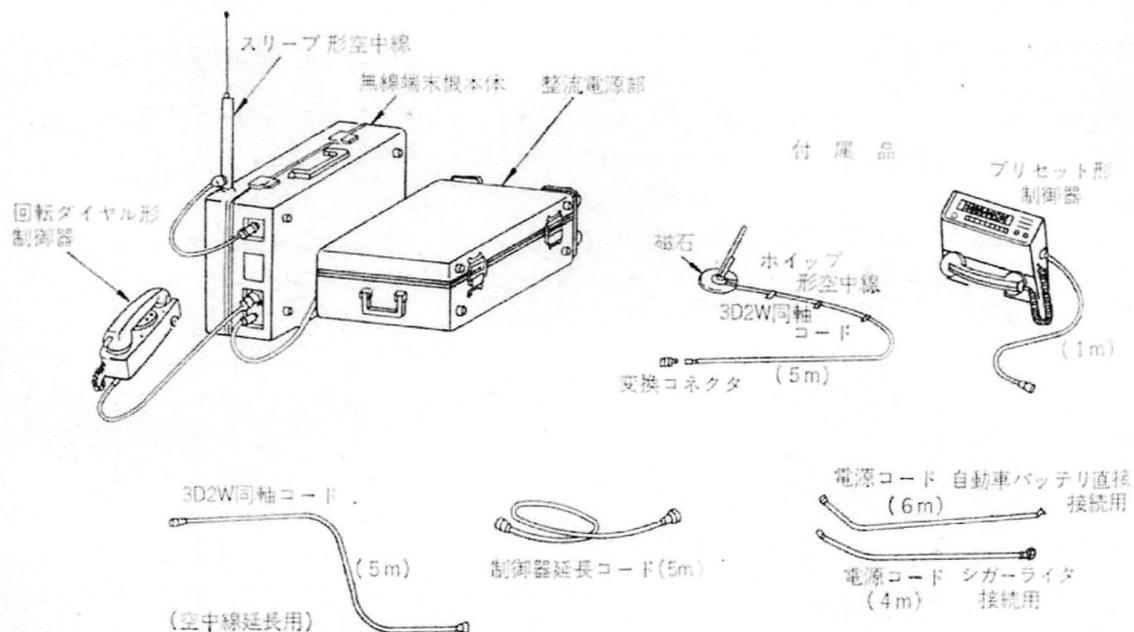


図 20 無線端末機の構成

送受信機では、送受信周波数間隔が 24.1MHz と一定であることを利用して、受信局発用水晶発振子（32 個）とシフト周波数水晶発振子（1 個）とを組み合わせることにより送信局発周波数も得ており、水晶発振子数を大幅に節約している。

なお水晶発振子としては発信周波数の経時特性の安定なコールドウェルド形を使用し、また保守時における差替えが容易なソケット形とした。

端局部において、回線接続に必要な各種信号の受信および送出、それによる制御動作を行うが、この端局部においては約 40 個の集積回路を使用して、信頼度の向上、経済化、消費電力の低減化を図った（写真 3）。



写真 3 端末機本体（蓋を開けた状態）

信号検出器としては、選択度特性、温度特性の優れたリードフィルタを使用しており、ダイヤル信号、制御信号発振回路としては、経済性を考慮してダイヤル数字 1~0 に応じウィーンブリッジの R を可変する CR 形を使用している。

(2) 制御器

制御器としては回転ダイヤル形（写真 4）機械式メモリ（写真 5）を使用したプリセットダイヤル形の 2 種類がある。本機には、防音マイクを使用した送受話器、ダイヤルのほかに電源スイッチ、ゾーン選択ボタン、圏外表示ランプがついている。

回転ダイヤルとしては、ダイヤル速度 10PPS の 5 号 D ダイヤルを使用している。

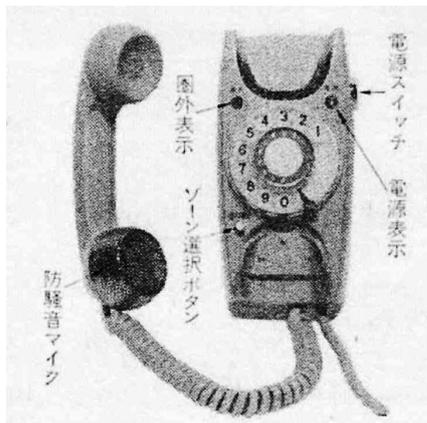


写真 4 制御器（回転ダイヤル形）

回転ダイヤル形の場合、ゾーン選択ボタンの操作方法を除いては一般の電話機と同様な取扱方法で発着信を行うことができる。

ただし、フックオフしてからダイヤルトーンが聞こえるまでの時間は空チャンネル選択および基地局と複雑な制御信号の授受を行うため、一般の電話に比べてやや長くなる。

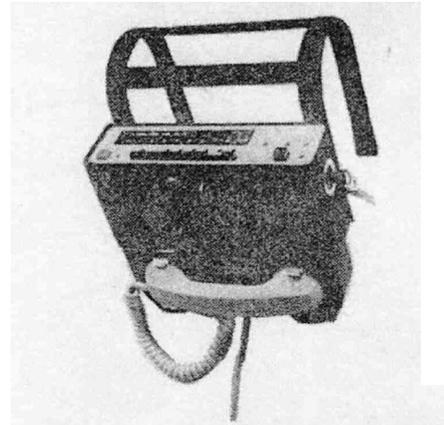


写真 5 制御器（プリセットダイヤル形）

また無線チャンネルが全話中の場合、フックオフしてから約 10 秒後に話中音（端末機内の発振器を兼用しているため、約 1,800Hz の連続音）が受話器より聞こえる。

端末機着呼のときの呼出音は 16Hz 断続の 667.5Hz の音である。

またプリセット形の取扱方法は以下のとおりである。

発呼の場合、まずダイヤルをプリセットする。その後、発呼ボタンを押すと、基地局よりのダイヤル要求信号の受信によりダイヤル数字が自動送出される。制御動作は回転ダイヤルの場合と全く同一の方法で行われ、相手加入者への接続動作完了後スピーカからリングバックトーンが聞こえる。

フックオフした後は普通の電話と同様に通話ができる。着呼は回転ダイヤルと同一の方法で行われる。

ゾーン選択ボタンは、無線端末機発呼時に、その端末機が所在する領域の無線チャンネルを優先的に使用してダイヤルトーン遅延時間を短くするためのもので、本端末機が周辺ゾーンに入っていると思われる場合に、このボタンを押せば、フックオフのとき、周辺ゾーンチャンネルから循環切替を開始し、周辺ゾーンチャンネルが優先的に捕捉される。

一方、このボタンが押されていない場合は、フックオフのとき、中央ゾーンチャンネルから循環切替を開始し、中央ゾーンチャンネルが優先的に補足される。

圏外ランプは本端末機が電波到達圏外に所在することを示すもので、待受時においては、32 無線チャンネルのすべてが S/N 約 30dB 以下の場合、点灯しフックオフし

でも受話器より話中音（約 1,800Hz）が聞こえて発呼できない。

また通話中においても当該無線チャンネルの S/N 約 30dB 以下の場合に点灯するが、この場合は通話は切断されず、そのまま継続される。

(3) 空中線（写真 6）

空中線としては無線端末機本体の座金に固定して使用するスリーブ形と設置場所を容易に変更できるホイップ形との 2 種類がある。

ホイップ形は空中線下面に磁石が取り付けられており、金属物体上（たとえば自動車のルーフ等）に容易に着脱が可能である。空中線利得は両者とも約 0dB である。

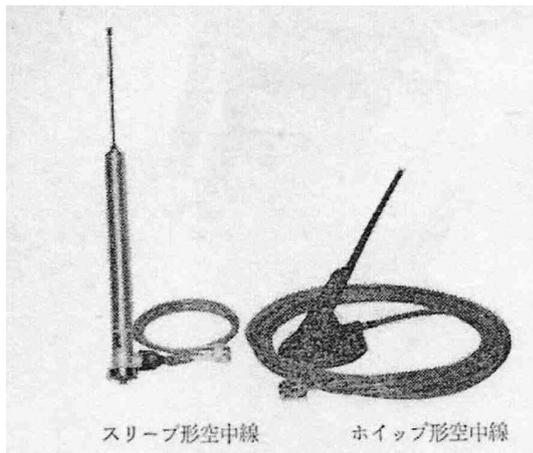


写真 6 空中線

(4) 整流電源部（写真 7）

端末機本体と同一の大きさ（460mm×150mm×300mm）の可搬形きょう体に整流電源、乾電池パックが収納されている。

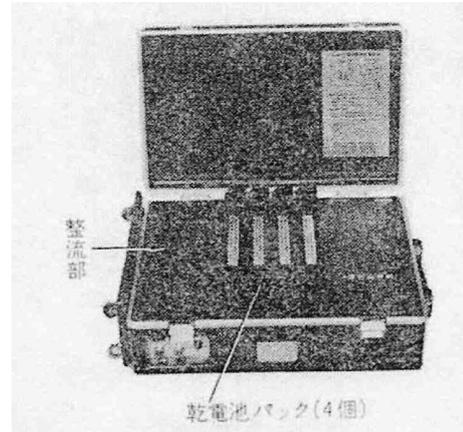


写真 7 整流電源部（蓋を開けた状態）

乾電池パックには単一形アルカリ乾電池が最大 48 個実装でき、これは 12 個直列にしたパックを 4 個並列に使用するように接続される。重量は乾電池を 48 個実装した状態で約 19kg である。

AC100V で端末機を運用中、停電の場合は自動的にこの乾電池に無瞬断で切り替わる。乾電池による使用可能時間は端末機待受状態にて約 250 分、連続通話状態にて約 70 分である。

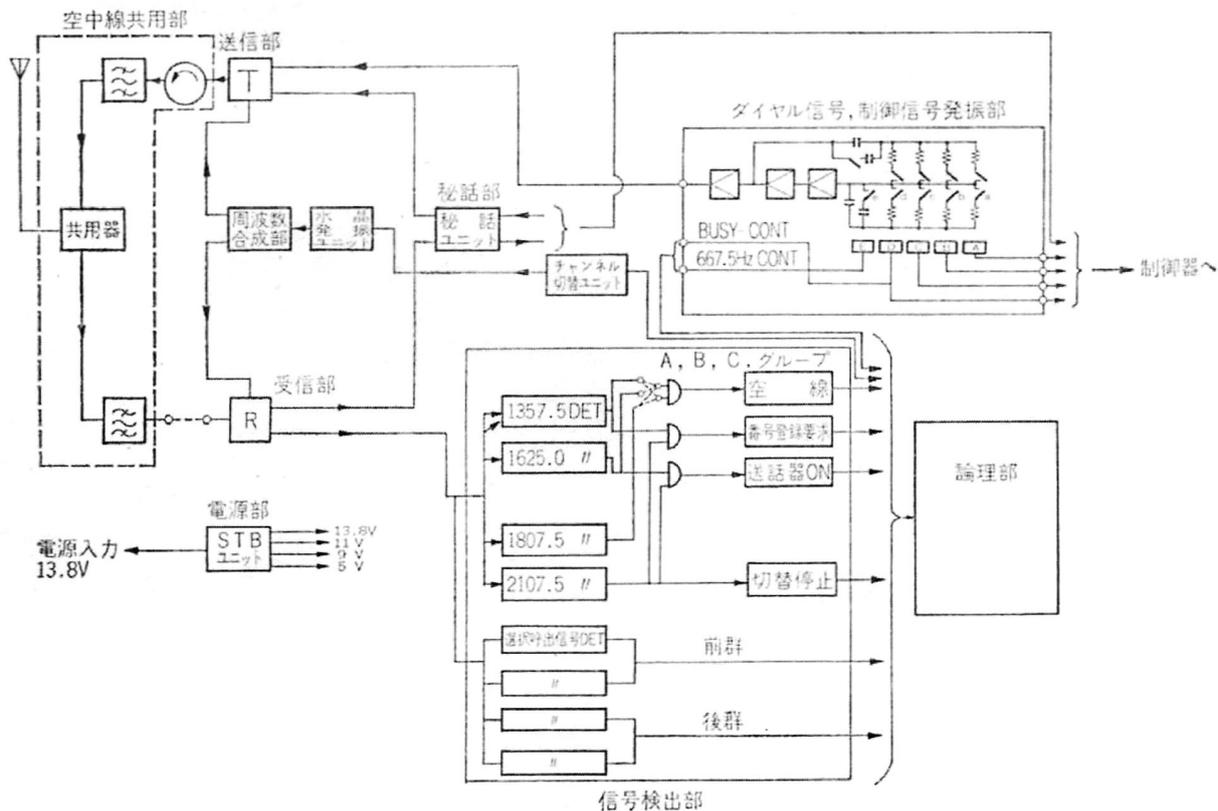


図 21 無線端末機系統図

11.2 主要な電気的特性

無線端末機の系統を図 21 に示し、主要な電気的特性は以下のとおりである。

- (1) 送信部
 - (a) 周波数範囲 370.625~372.175MHz のうち 32ch
 - (b) 変調方式 位相変調
 - (c) 送信出力 $5W_{-40}^{+20\%}$
 - (d) 周波数偏差 $\pm 5 \times 10^{-6}$
 - (e) 最大周波数偏移 5kHz
 - (f) 信号対雑音比 40dB 以上
 - (g) スプリアス輻射減衰量 60dB 以上
- (2) 受信部
 - (a) 周波数範囲 394.725~396.274MHz のうち 32ch
 - (b) 局発周波数偏差 $\pm 5 \times 10^{-6}$
 - (c) 選択度 70dB 以下の帯域幅は 30kHz 以内
 - (d) 帯域幅 6dB 低下の帯域幅は 15kHz 以上
 - (e) スプリアス感度 希望波感度より 70dB 以上低いこと
 - (f) 信号対雑音比 受信入力 $35d\mu$ のとき 40dB 以上
 - (g) 受信入力感度 20dB QS レベル 6dB μ 以下
 - (h) 感度低下 70dB μ 以上
 - (i) 相互変調 65dB μ 以上
- (3) 使用条件
 - (a) 周囲温度 $-10 \sim 50^{\circ}C$
 - (b) 電源電圧 $DC13.8V \pm 10\%$ (ただし $\pm 20\%$ 変動しても動作に支障はない)
 - (c) 消費電流 DC13.8V にて
 - 待受時 約 0.7A
 - 通話時 約 2.5A

12 交換装置概要

すでに述べたとおり、本方式の交換機は一般電話用交換機とは大いに特徴を異にし、無線回線を多数の端末機で共用する(マルチアクセス)ための無線回線制御、無線区間信号と一般電話網信号とのインタフェースをとるための信号変換が主要な機能である。

さらに本方式は一般電話網とは独立の閉じたシステムとして無線端末機相互間の接続を行うための自局内接続および課金制御機能をもっており、このため小規模ではあってもかなり複雑なシステムとなっている。

本方式の交換機には SM20 形と SM21 形の 2 機種があり、前者は東京、大阪、名古屋地区を対象とした大都市

用、後者は中都市用である。

両者は機能条件は同じであるが、加入者収容数および無線ゾーン構成に伴う回線収容数の相違、設置環境条件の相違に伴い装置規模および架構成が異なっている。なお使用部品はクロスバ部品である。

12.1 架構成

本交換機は無線機械室に設置されるため、これに適合した架構成とする必要がある。

SM20 形交換機はクロスバ標準架の CXD 架(架高 2,740mm)を使用しているが SM21 形交換機は全国各地区に導入が予定され、無線機械室の状況から、さらに低架高とする必要があること、また防塵対策のため表裏面カバーを付す必要があることから特殊架(架高 2,021mm)を使用している。

架幅は両者とも一部を除いて C8 幅(956mm)を使用している。架実装の例を図 22 に示す。

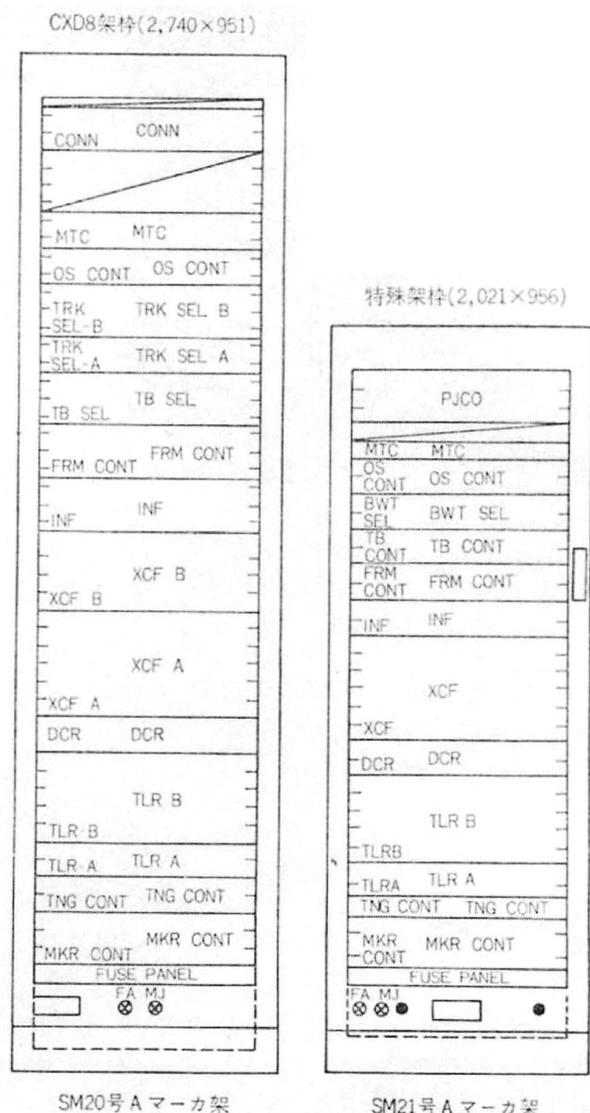


図 22 SM 形交換装置架実装の例(マーカ架)

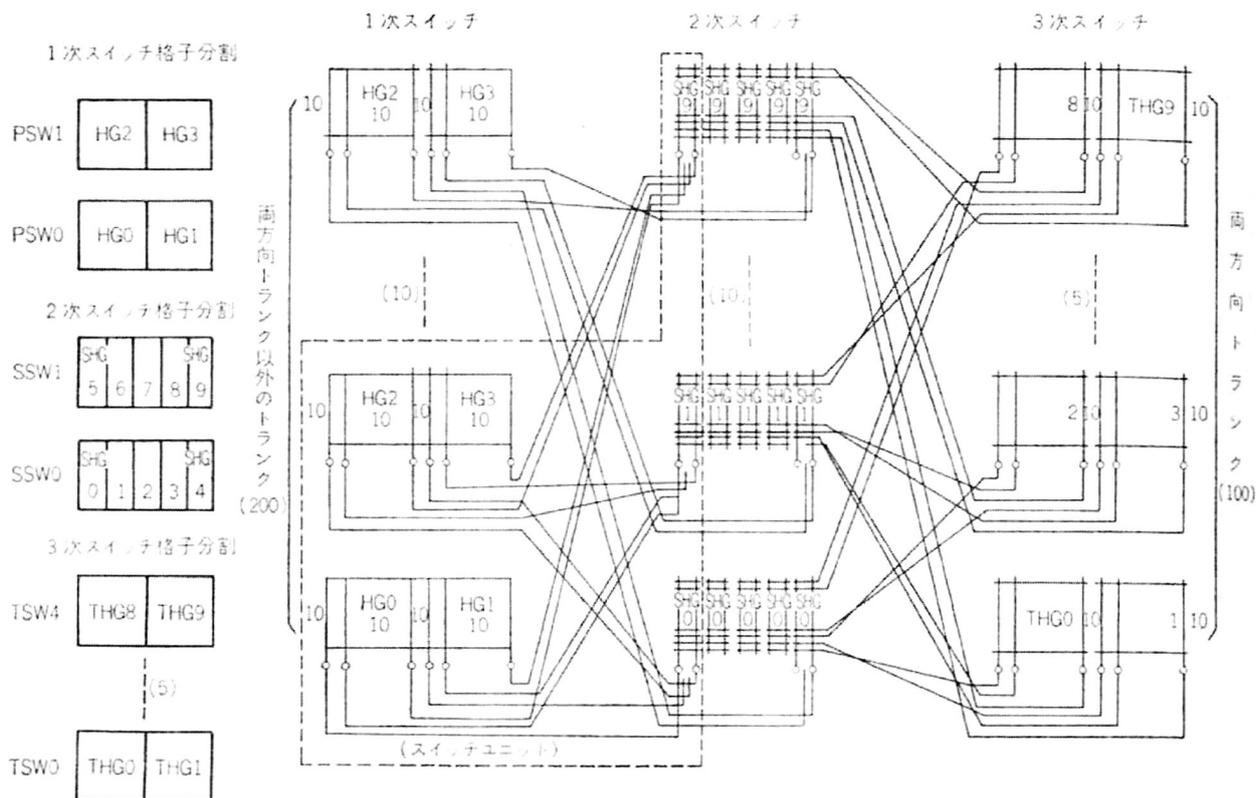


図 23 主リンクの構成

架間接続は、信号線、電源線等特殊なものを除きコネクタ接続とし、建設工事の省力化および工期の短縮を図っている。

12.2 リンク構成

各種リンクはクロスバスイッチを使用している。主リンクは6Wクロスバスイッチで構成している。

本システムでは無線回線の呼損率が一般電話網回線より高いものとなることを考慮し、内部ふくそう率は極力低くすることが望まれる。

SM21形交換機は、小規模容量であり、一段リンクによる完全群構成をとっているが、SM20形は最大容量が出入回線で200対100になり使用スイッチ数の評価も合わせて、3段リンク構成とし交換機内部ふくそう率0.001以下を達成している。

SM20形の主リンクの構成は図23に示すように、6Wクロスバスイッチ2個を10V×10H4個に分けて1次格子、6Wクロスバスイッチ2個を4V×10Hの10個に分けて2次格子とし、1フレームを構成し、3次格子は6Wクロスバスイッチ5個を10V×10Hの10個に分けて構成している。

最大フレーム数は5フレームで、1次スイッチには対一般電話網回線（自局内トランク、台関係トランク等を含む）が200回線収容可能である。3次スイッチは、無線回

線両方向トランクが最大100回線収容可能である。

12.3 共通装置

(1) マーカ翻訳装置類

マーカ翻訳装置類としてはマーカ（トランスレータを含む）、トランクブロック、トランクナンバグループがある。

マーカは前述の無線回線制御に関する一連の制御動作を行うほか各種情報をもとに通話路を設定するための接続動作を行う。

マーカが行う接続動作は無線端末機発信接続、無線端末機着信接続、無線端末相互接続の一般接続機能に加えて統制台による各種制御動作を行うなど極めて多様である。

また、このマーカは、無線端末機発信時の課金レートの設定や無線端末機着信時のチャンネルゾーンの識別を行うトランスレータを内蔵している。

マーカは交換装置の中核ともいべき制御機器であり、トラヒック的には1装置で対応できるが障害等を考慮し、1装置の予備をもたせ2装置を具備している。

このほかトランクブロックは出線の選択、トランクナンバグループはトランクの主リンク上の収容位置の抽出などを行う。

(2) レジスタセンダ類

本方式のレジスタセンダには対電話網用としてMF入

レジスタ (MFIR), MF 出センダ (MFOS), 対無線用に
対移動レジスタ (MR), 対移動出センダ (MOS) の 4 種類
がある。

(a) MF 入レジスタ

一般電話網 (TTS) よりの番号情報 (選択数字) を受信
蓄積し, マーカに転送する装置で選択数字はすでに述べ
たとおり MF 符号のみに統一され, 受信桁数は端末番号
4 桁である。

(b) MF 出センダ

無線端末機よりのダイヤル信号 (選択数字) をマーカ
経由で受信し, 一般電話網へ転送する装置である。送出
符号は MF であり, 送出桁数は TTS に対しては全国番
号 (最大 9 桁, LS に対しては 3 桁 (特番) あるいは市内
番号に対応している。

(c) 対移動レジスタ

無線端末機発信の場合に使用され, ダイヤル信号, 番
号登録信号 (発呼番号) を受信し, マーカ, 課金リンクコ
ントローラを起動し, 受信情報を転送する機能をもっ
ている。

本レジスタには端末からのダイヤル信号および番号登
録信号を受信するための受信器 (DREC, EREC) が接続
される。

ダイヤル信号受信器 (DREC) は加入者ダイヤル習性に
基づき比較的保留時間が長く, ほとんど本レジスタの保
留時間と同等となるのでレジスタと 1 対 1 に対応させて
具備している。

番号登録受信器は保留時間が短く, 小数を本レジスタ
間で共用する方式をとっている。

(d) 対移動用センダ

無線端末機着信時に使用され, 切替停止信号, 選択呼
出信号, ベル鳴動信号を送出し, 一連の呼出制御動作を
行う装置である。

選択呼出信号は 4 桁の端末番号を 2 波 - 2 波直並列符
号 (10 月号 8 項参照) で構成し, 一定時間において 3 回
まで送出される。呼出しを行う無線チャンネルは一般に
複数回線であり, その中のどのチャンネルで被呼端末が
応答するかを監視し, 通話チャンネルの設定を行うが, こ
の応答監視部も本センダに具備されている。

無線端末機の呼出しは one at time で行われるため, 本
出センダは同時に複数が使用されることはないが, 予備 1
装置を考慮し 2 装置が具備される。

12.4 トランク類

本交換機の主なトランクは次のとおりである。

(1) 対無線トランク

各無線回線に対応するトランクで通話路形成, 各種信
号の送出, 状態監視, レジスタ等の起動, リンクの保持,
課金登算制御, 空線信号パターンの制御, 通話時分規制
機能など多くの機能をもっている。

本トランクは無線回線の特徴に合わせ 4 線式であり,
かつ両方向運用される。

(2) 対電話網トランク

対 TTS 用, 対 LS 用および対市外台用があり, 対 TTS
用および対市外台用トランクは通話品質を確保するため
4 線式トランクで信号方式は OM である。

対 LS 用トランクは SM 交換機側 4 線, LS 交換機側は
2 線のハイブリッドコイルを含むトランクであり, 信号方
式は LM である。

(3) 自局内トランク

無線端末機相互通話を行う場合に使用するトランクで
一般の自局内トランクとは異なり 4 線式トランクである。

自局内接続では対電話網接続の場合と比較し伝送損失
が少ないため, 両者における通話レベルの差を補正する
必要があり, このためトランク内部で 6dB の損失をもた
せている。

(4) 座席トランク

統制台 (盤) 用のトランクは, その機能により,

- ① 一般電話網加入者からの着呼を LS 経由で受け,
扱者の制御により移動機と接続するトランク
(PTA),
- ② 移動機よりの着呼を受け, 扱者の制御により LS
経由で一般電話網加入者と接続するトランク
(PTB),
- ③ 無線端末機を呼び出すための発信専用トランク
(PTC),

の 3 種類がある。PTA, PTB は台扱者による分割, 割込,
3 者通話の機能をもっている。

このほか統制台には無線端末機に対する音声一斉指令
を行うための指令用トランク (DISP) を具備している。

これは PTA, PTB との組合せ接続により一般電話加入
者あるいは無線端末機加入者からの一斉指令もできるよ
うになっており, このため PTA, PTB, DISP には各種
接続経路の差による音声レベル補償用の増幅器を内蔵し
ている。

12.5 信号装置

本方式では対無線区間信号として多種の信号を採用し
ている (10 月号 8.2 項参照)。

これらはすべて帯域内信号であり, 本交換局には, こ

のための各種信号発振器および受信器が具備される。

各信号器はC形架枠に一般に使用されているEC-A形電子回路パッケージ構成をとり、半導体素子を使用している(写真8)。

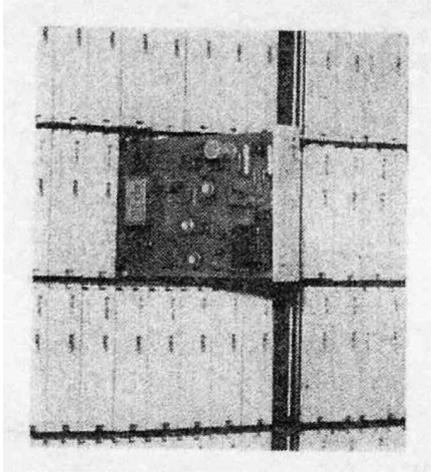


写真8 信号器パッケージ

(1) 発振器

選択呼出信号発振器、制御信号発振器はいずれもその重要性から2重化構成され、出力監視により障害時には予備への自動切替を行う。

これら発振器は無線区間におけるフェージング、雑音、レベル変動等厳しい条件の中で安定性を確保するため、

周波数変動 ±0.2Hz 以内(選択呼出信号)

±0.5Hz 以内(制御信号)

出力レベル変動 ±0.5dB 以内(選択呼出信号)

±1.0dB 以内(制御信号)

ひずみ率 -20dB 以下

など、かなり厳しい特性を保証している。

(2) 受信器

(a) 監視信号受信器(SSR)

監視信号は通話中にも送受を行う信号であり、帯域内信号であるため音声誤動作対策、雑音による誤動作対策が不可欠である。

一方、真の信号については、音声、雑音の中であっても、必要な動作率を確保しなければならず、このバランスが重要である。

本受信器の主な特性は次のとおりである。

- 周波数変動：無線端末機発振器での周波数変動範囲 ±15Hz、基地局受信装置等での周波数変動を考慮して、本受信器において 2,332.5Hz±25Hz を受信範囲としている。
- 入力信号レベル：標準入力レベルは -8dBm であるが、無線端末機および基地局側におけるレベル変動を考慮し $-8\text{dBm} \pm_{-10}^+5\text{dB}$ である。

- 抑圧特性：回路構成は図24に示すような並列共振回路と直列共振回路を用いて雑音および音声に対して抑圧する方式をとり、信号成分電圧(Signal)および抑圧成分電圧(Guard)の出力特性は図25のごとくである。抑圧比は1kHzにおける両者の直流出力をもって、

$$\text{抑圧比} = \frac{G_{1\text{kHz}} - S_{1\text{kHz}}}{S_{f_6} - G_{f_6}}$$

で定義し、受信レベル -3dBm ~ -8dBm において1~2となるものとしている。なお1kHzをもって抑圧比を規定したが、当然、音声および雑音成分の強い低周波部分に対しても十分に抑圧成分を抽出する特性をもたせている。

- 時間特性：無線区間の伝送品質は極めて劣悪な状態をも想定しておく必要があり、信号成分があるかないかの判断をより信頼性の高いものとするため、一般に受信器には弁別時間を設定している。

この時間は誤動作防止の点からは長いことが望まれるが、一方、フェージングや都市雑音等の影響による信号の欠損も考えられるため、あまり長い時間をとることはできない。

また帯域内信号であるため不必要な信号音を加入者に聞かせることも望ましくない。

これらの相反する条件を総合的に判断し受信器の立上り、立下り時間は入力レベルの変動を見込んで100~150msに設定されている。

(b) 番号登録信号受信器(EREC)

番号登録信号は端末機の選択呼出信号受信器のロジックを共用するため(発振素子としてメカニカルフィルタ使用)符号構成、諸特性は選択呼出信号に準じている。

- 受信入力レベル：標準入力レベル -14dBm に対してレベル変動幅 ±8dB を考慮し、受信レベル範囲は -6 ~ -22dBm である。

- 受信周波数変動：雑音による誤動作を避けるうえからは、できるだけ狭帯域フィルタで信号成分の検出を行うことが望ましく、このためメカニカルフィルタを使用している。しかしあまりに狭帯域にすると、受信器立上り時間が必要以上に長くなるため、このバランスを考え、受信周波数 f_n に対し、

$$f_n \pm_{-1.2}^{+0.9}\text{Hz} \quad -22\text{dBm}$$

の信号では確実に動作し、

$$f_n \pm_{-29.1}^{+28.6}\text{Hz} \quad -6\text{dBm}$$

の信号では動作しないものとした。

- 抑圧特性：本受信器使用時は送話回路を断としているため通話による音声抑圧は特に必要としない。しかし雑音抑圧をかける必要があり、これは低域フィルタ(300~400Hz)により雑音を抽出し、SSR

と同種の方法で抑圧をかけている。

- 時間特性：SSR と同様の考えにより入力レベ

ル -22dBm のとき、立上り時間、立下り時間を $70\sim 150\text{ms}$ に設定していた。

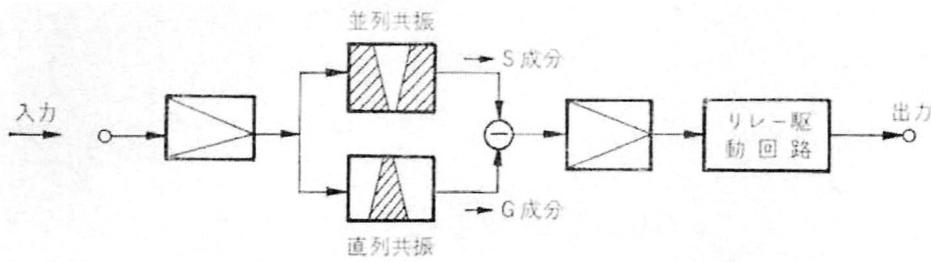


図 24 監視信号受信器の回路構成

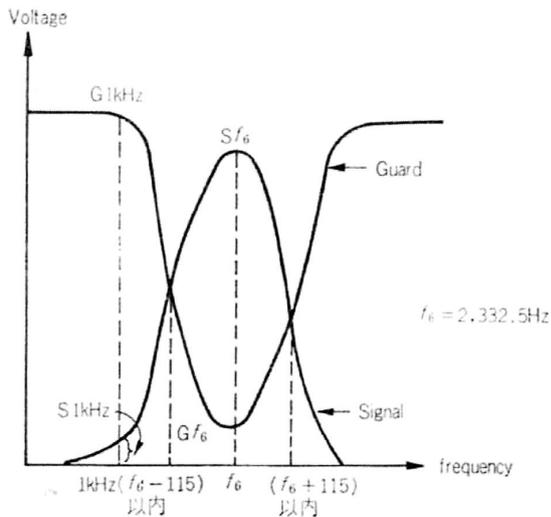


図 25 監視信号受信器の抑圧特性

を出すようにした。

12.6 統制台 (盤)

各種統制業務のため SM20 形交換機では統制台 (写真 9) が設置されるが、SM21 形交換機では、これを架実装としている。

統制台はセントレックスサービスにおいて使用されている据置形の受付台 (SA100B 受付台) と同じ外観構造である。

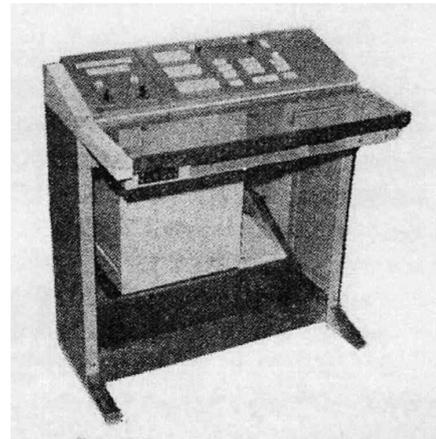


写真 9 統制台

(c) ダイヤル信号受信器 (DREC)

符号構成 1 out of 10 のダイヤル信号を受信する受信器で主な特性は次のとおり。

- 受信入力レベル：標準入力レベル -8dBm に対してレベル変動を考慮し $-8\text{dBm} \begin{smallmatrix} +6 \\ -10 \end{smallmatrix} \text{dB}$ である。
- 受信周波数変動：端末機における発振周波数および伝送路の周波数変動を考慮し、受信周波数を f_0 とすると、 $f_0 \pm 1.5\% - 20\text{dBm}$ で動作保証し、一方、隣接周波による誤動作防止を十分行っている。
- 抑圧特性：EREC と同様の雑音抑圧特性をもたせたほかロジック上で特性をもたせ、受信信号が 2 波検出されたときにはレベルの高いほうを信号とみなし、他を抑圧するようになっている。
- ゲート特性：ダイヤル信号はミニマムポーズがある (10 月号 8.2(5) 項参照) ことから、1 周波検出した後は 200ms 程度をブランキング時間とし、一切信号を受信しない方法をとった。
なおいったん出力が出た後は、信号周波の入力レベル、信号長にかかわらず一定の出力 (約 100ms)

主操作部には通話・接続用の各種電鍵、ランプ、一斉指令時にその指令状況をモニタするためのスピーカおよび音量調整用のつまみ等が実装されるほか、各種制御部には各種規制のための監視制御用電鍵、ランプを実装している。

統制盤は、統制台の操作面のみを架 (試験装置架) の前面に取り付けたものである。主操作部・各種制御部を図 26 に示す。

統制台と交換装置本体との接続は、使用電源、ケーブルともにコネクタ付ケーブルで行われるため平常時には本台を設置せず必要に応じて台を移動あるいは開設できる。

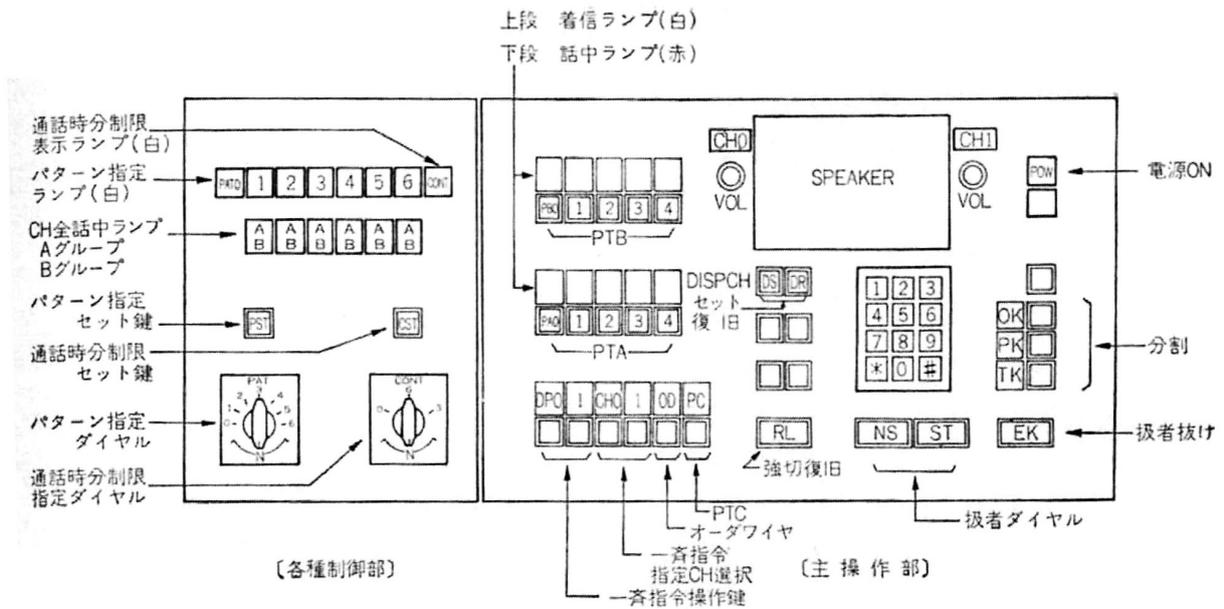


図 26 統制台操作面

12.7 試験装置架

本交換機は小規模システムではあるが、特殊で多様な動作パターンを有する複雑なシステムである。

この特徴に合わせ非常時での円滑な運用を図るうえからも試験機能はできるだけ充実を図る必要があり、この目的に照らし試験装置架 (TSTF) (写真 10) の設計条件が決められた。

(1) 試験内容

TSTF からは交換機単体試験および無線系を通じた総合試験いずれも可能であり、定期試験、工事試験、障害探索試験等に活用できる。

特に電波発射のできない状態、すなわち工事試験段階、

予備システムの試験、障害切分けによる交換機試験には有線接続により無線端末機までの試験が可能であり、試験能率を高めることができる。

本架からの被試験機装置は、マーカー、MF 入レジスタ、対移動センダ、MF センダ、対移動両方向トランク、出

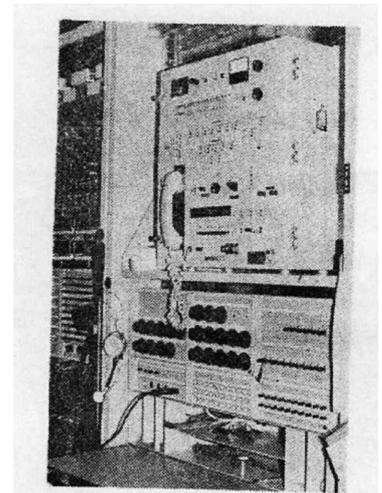


写真 10 試験装置架

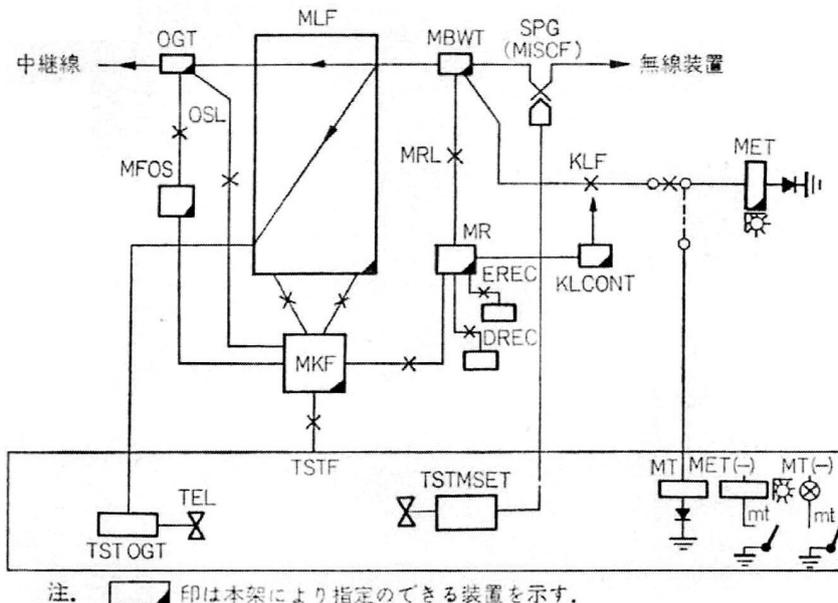


図 27 無線端末機発信接続試験中継方式図

トランク、入トランク、対移動レジスタ、課金リンク等局内全装置であり、トランクナンバグループ、トランクブロックのジャンパ検証等も行える。

(2) 基本動作パターン

本架から試験接続として行う基本動作パターンには、端末機着信接続、端末機発信接続、自局内接続、接続替試験の4種類があり、それぞれについて局内全装置の機能試験およびジャンパ検証を行うことができる。

例として端末機発信接続試験の場合の中継方式を図 27 に示す。

13 あとがき

本方式は端末、無線、交換各分野における技術の結集により完成されたものであり、マルチアクセス技術のほか災害対策システムとしての各種技術を採用しているため、一般電話システムとは異なる特徴を多数有している。

したがって本システムが災害等の緊急時に十分な効果を発揮するには関連部門との有機的な連携および平常時からの訓練等を含む即応体制の充実が肝要である。

本方式は現在、東京、大阪、名古屋、福岡の各地区において商用試験中であり、実用化機器の機能動作の確認はもちろん、災害対策システムの見地からみた運用性等を含めた総合的試験を実施している。

今後、この結果を反映させ、全国の主要な約 50 都市まで導入することを計画中である。

なお、本方式に関する制度が災害応急復旧用無線電話の名称で 10 月に認可されている。

本方式実用化についてご指導・ご協力をいただいた関係部局の各位に感謝致します。

〔	筆者	高村氏	技術局移動無線担当調査員
		稲田氏	同 市外交換担当調査員
		大坂氏	同 移動無線担当
		佐野氏	同 市外交換担当