

列車無線電話用伝送装置

Signal Transmission System and Carrier Equipment for Train Radio
Telephone Service of the Japanese National Railways

田 島 巖* 工 藤 康*
Iwao Tajima Yasushi Kudō

内 容 梗 概

国鉄東海道線列車無線電話に使用された伝送装置は、大別してアプローチ回線用端局装置と交換制御用信号装置とからなる。前者は統制局と基地局とを結ぶためのアプローチ回線を構成するためのもので、主としてケーブル搬送電話装置が使用された。後者は交換制御を行うために、統制局と移動局との間に授受される信号を伝達するための信号装置である。

列車無線電話の伝送系として最も苦心が払われたのは、比較的雑音が多く、かつ瞬断の予想される移動無線回線を通して、要求される情報量をいかに確実、かつじん速に伝送せしめるかという点であり、全システムとしての信号方式はもとより、個々の信号装置についても種々の考慮が払われた。

本稿は、列車無線電話の信号伝送方式の概要とその決定に至るまでのいきさつならびに使用された機器の詳細について報告してある。

1. 緒 言

今回、国鉄東海道線に設置された列車無線電話の全体のシステムについては別稿論文に紹介してあるから詳細は省略し、本稿では、その伝送系について報告する。

(1) 伝送回路（アプローチ回線）

無線回線の回線設計にいわゆる、小ゾーン方式を採用されたため基地局は沿線14箇所に設けられ、これらの基地局と交換制御の中心たる統制局とを結ぶため伝送回路（アプローチ回線）が必要となった。このアプローチ回線は国鉄の将来の回線網計画よりみて短距離搬送回線に相当するものであるが、これら短距離搬送回線は、12通話路のケーブル搬送装置によって建設されつつある現状にかんがみて、このアプローチ回線もまた、12通話路方式ケーブル搬送装置を主体として構成することとなった。施設の統一、並行回線との漏話などを考慮して、これらアプローチ回線用搬送装置の機器、方式などは、ほとんど標準の短距離搬送装置のそれを踏襲したが、一部、列車無線電話としての特別な要求により変更された点もある。また回線構成もケーブル搬送区間を主体としたが、一部、ケーブルが未設の区間においては、既設の架空裸線を使用したところもある。

次に各統制局間の伝送回路としては既設のマイクロウェーブ回線を利用することとし、特に装置の新設は行なわれなかった。

(2) 信号方式

固定局に置かれる交換制御装置と各移動局との間に授受される情報の伝送方式としては大別してインパルス伝送（時分割伝送）と多周波電送（周波数分割伝送）とが考えられるが、移動無線系のように時々断の予想される回線に対してはインパルス伝送は、誤動作のおそれがあり不適當である。インパルスのコード化によりある程度誤動作は防げるが、装置が複雑になる、交換接続時間が長くなるなどの欠点があり、いずれにしても移動無線系の交換制御信号伝送には向かないので、今回の信号伝送はすべて多周波伝送によることとした。

多周波伝送を採用するにしても、無線回線の占有周波数帯域幅には限度が

* 日立製作所戸塚工場

あるため、常時必要とする信号のみを通話帯域外信号とし、そのほかの信号は、通話帯域内信号とし無通話時送出形式とした。

(3) 信号対雑音比の改善

今回施設された列車電話は、国鉄業務用として使用されるのみならず、電電公社の回線に接続して、公衆電話サービスも行いうものであるから、回線品質は、トンネルを除く地域の95%以上において信号対雑音比35dB以上を要求される。一方、列車無線としての特質から地形による電界強度の低下、定在波に原因するクリック雑音、大都市内通過中の都市雑音、パンタグラフそのほかより発するスパーク雑音などにより信号対雑音比が悪化するので、音量圧伸器(compandor)による雑音低減、信号対雑音比改善を行った。圧伸器は圧縮率 $\frac{1}{2}$ 、伸長率2倍のもので、移動局と統制局の各回線端末に設置した。

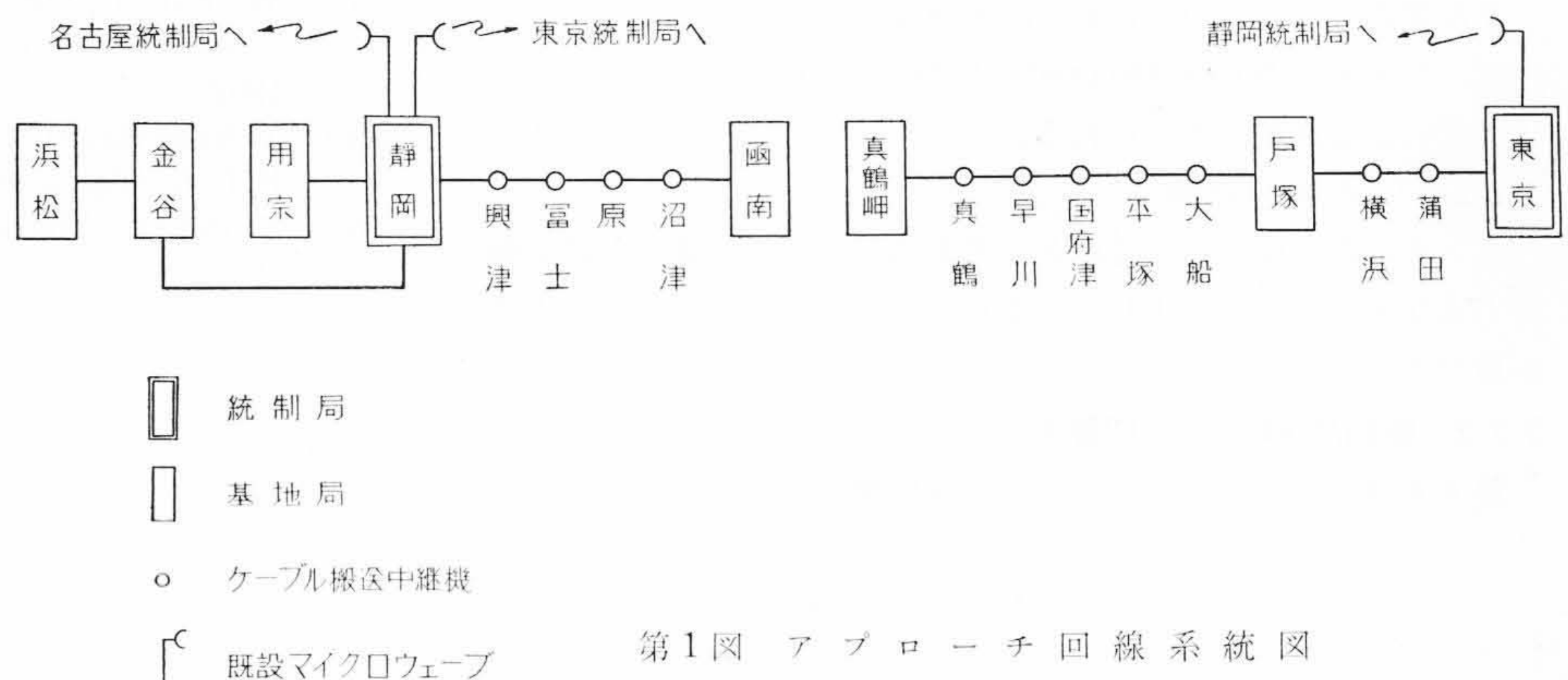
2. アプローチ回線用端局装置

2.1 使用線路

アプローチ回線は、統制局と基地局とを結ぶための回線であり、前述せるように主としてケーブル搬送により構成されるが、裸線搬送、多重無線、または有線(実回線)により構成される場合もある。アプローチ用端局装置は、若干の変形によりこれらのいずれの方式にも適合しうるように考慮して設計した。

今回建設されたアプローチ回線の種別は下記のとおりである。

東京—戸塚—真鶴岬	ケーブル搬送
静岡—函南	ケーブル搬送
静岡—用宗	有線(実回線)



第1図 アプローチ回線系統図



第2図 アプローチ回線周波数配置図

静岡—金谷—浜松 多重無線（ただし当分の間裸線搬送）

2.2 周波数配置

アプローチ回線として必要な通話路数は、各基地局ごとに3回線でそのうち2回線は、対列車通話用に、残りの1回線は、統制局と基地局との間の打合わせならびに監視制御のために使用される。基地局は原則として無人局である。

周波数配置としては前述せるように、群別2線式12通話路方式を採ったので、12~60 kc の間に低群12通話路、72~120 kc の間に高群12通話路をとってあり、これを適当な3通話路群にわけて使用している。各基地局に割り当てられた周波数は第2図にみられるとおりであって、中間基地局（戸塚、金谷など）における回線分岐は、最も簡単なリーク式をとった。

2.3 構成

本装置は、各局1架構成であって、統制局には変換架、基地局には端局架をそれぞれ設置した。

各架とも、幅520 mm、奥行225 mmのCCITT勧告規準によった標準筐体で各パネルはプラグイン方式であり、架の高さは変換架2,750 mm、端局架2,350 mmである。

2.4 装置の特長

2.4.1 活性回路素子

本装置の活性回路素子としてはトランジスタを使用し、真空管はまったく使用せず、保守取扱いの便を図った。

2.4.2 構造上の特長

装置の構造はすでに各種トランジスタ装置に適用されているD形構造⁽¹⁾によっている。すなわち、トランジスタを主体とする各種回路部品は、プリント配線板上には配置され、これらプリント配線板が、筐体にプラインされる。プラグインするためのレール台ならびにプリント配線板のフレームはダイカスト製品を使用している。このため、万一障害が起っても不良部分の交換はきわめてじん速に行いうる。

2.4.3 周波数変換

12通話路群を構成する方法としては、すでに超多重端局装置にも適用しているいわゆるV×12方式を採用した。

すなわち、音声周波数は、76~120 kcの搬送波により直接変調され、72~120 kcの間に配列される。したがって、1段変調によ

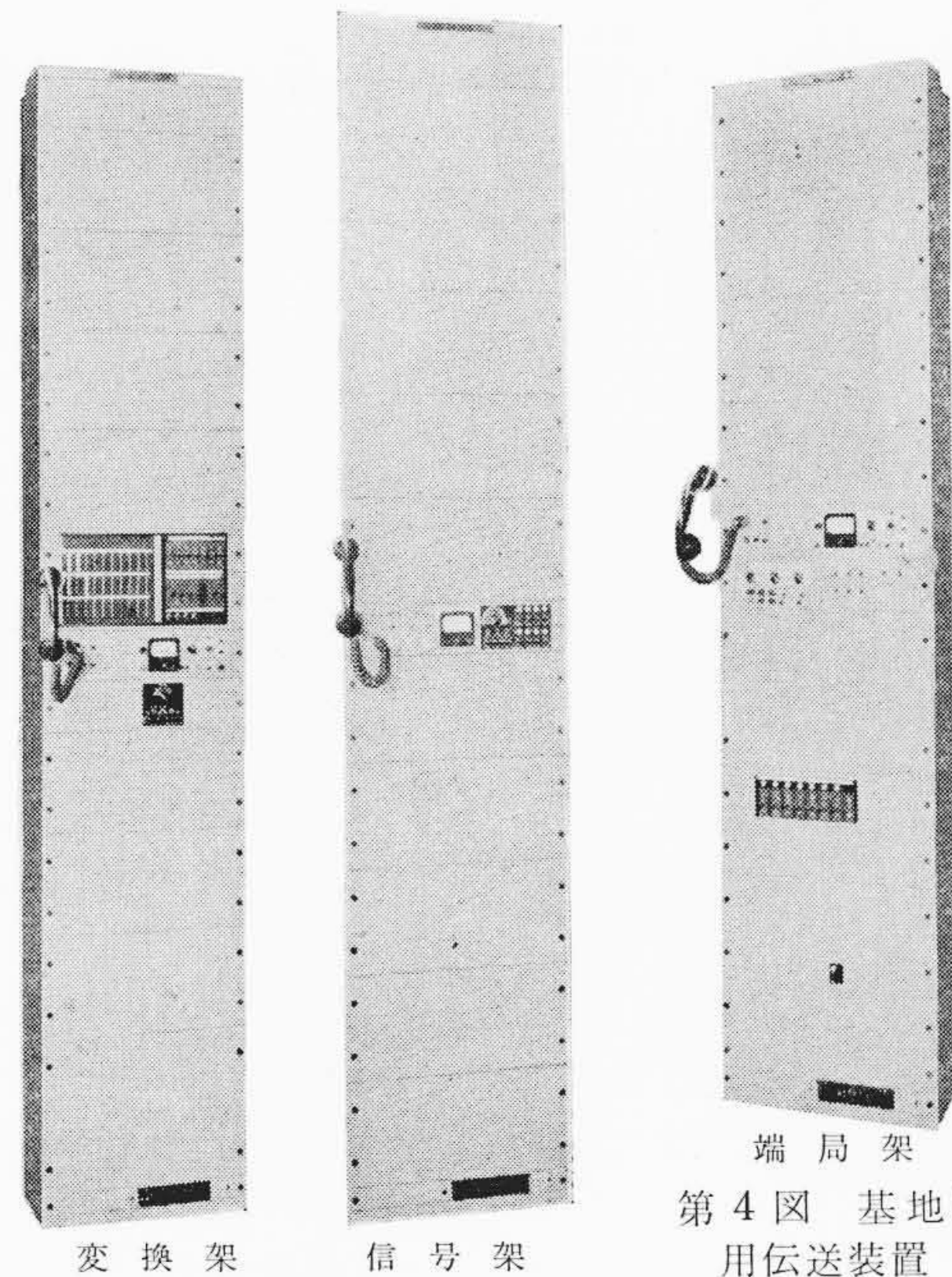
り12通話路群を得ているわけで、各通話路間の分離はメカニカルフィルタにより行っている。このため、装置はきわめて小形になり、特に今回の場合、既設局舎内に設置するに当って、床面積の節約に役立った。

2.4.4 信号方式

後述するとおり、今回の列車電話においては、特殊な信号方式が用いられたため、アプローチ回線には、通常の帯域外信号路(3.85 kc)は設けられていない。このため通話路の伝送周波数帯域は0.3~3.9 kcとなっている。

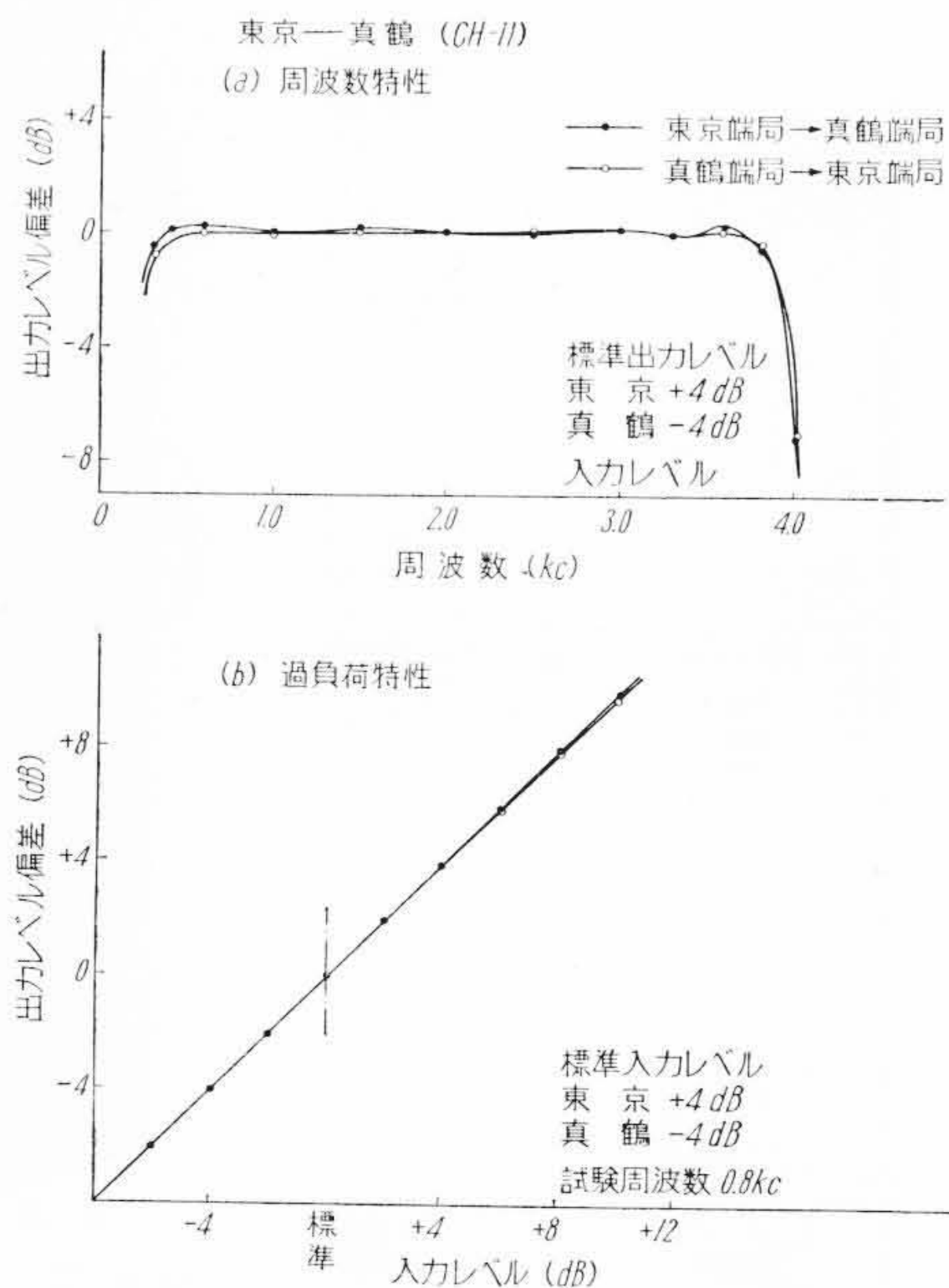
2.4.5 監視制御方式

基地局（無人局）の監視制御を行うため、打合回線の上部帯域を使用した。すなわち、打合通話路を1.8 kc以下に制限し、2,295, 2,635, 2,975, 3,315 c/sを監視制御信号として使用した。これら4周波のうち、2,975 c/sおよび3,315 c/sは、基地局、統制局相互間のインパルス送受に使用し、別稿に説明するような方法で、監視制御を行っている。基地局より統制局へ至る2,295 c/sおよび2,635 c/sは、各通話路のパイロット信号ともいえるべきもので、常時送出されており、基地局の無線機そのほかに障害が起るとただちに切断され、その切断によって統制局の交換制御装置は、当該ゾーンを閉塞する。すなわち、別稿に詳述されるとおり列車電話交換系としては、ゾーン閉塞が一つの重要な機能であるため、閉塞に必要な情報は、インパルス符号伝送によることなく専用の信号周波数によって直接伝送されるわけである。統制局より基地局へ至る2,295 c/sおよび2,635 c/sは、常時送出されておらず当該局がメークビジーされた場合のみ送出され、基地局の端局架にメークビジーの表示を行うものである。基地局においてはこのメークビジーの表示ある場合のみ、装置を止め点検修理を行うことができる。メークビジーのやり方には2種類あってその一は統制局において行う方法、その二は基地局において行う方法である。統制局においてメークビジーするには、交換装置内のメークビジー電鍵を引けばよく、基地局においてメークビジーするには端局架においてメークビジー電鍵を倒すことにより監視回線を通してインパルスが統制局に送られ、交換装置内のメークビジー電鍵を引いたのと同様の作用をする。いずれの場合にも交換装置内においては既存の通話に支障を与えない条件のもとにメークビ

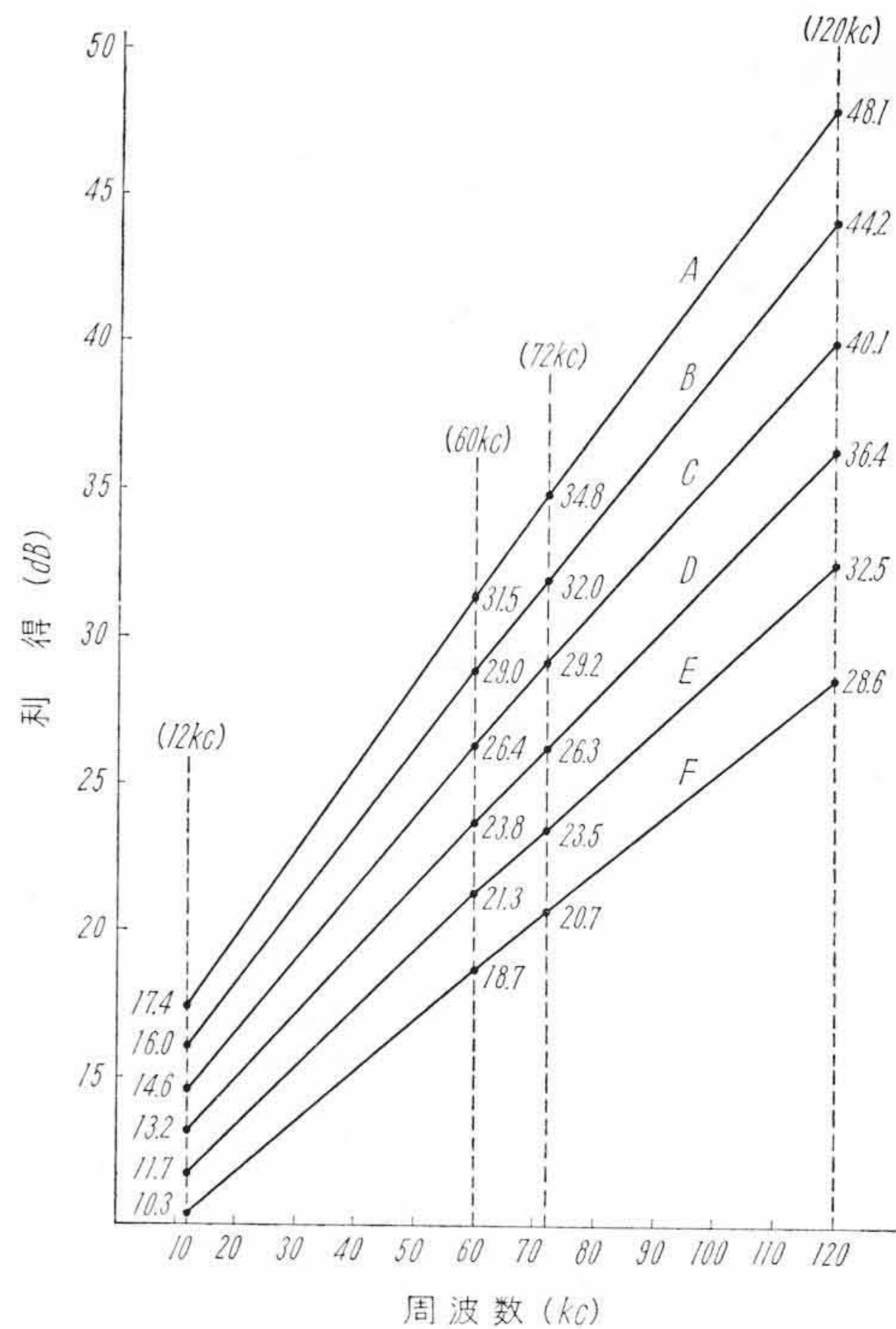


第3図 統制局用伝送装置

第4図 基地局用伝送装置



第 5 図 アプローチ回線総合特性データ



第 6 図 標準線路等化特性図

ジーを行う。

2.5 定格性能

(1) 伝送方式

群別 2 線式搬送波阻止単側帯波伝送方式

(2) 伝送周波数

低群 12~60 kc

高群 72~120 kc

(3) 周波数配置

第 1 図参照

(4) 通話路および種別

各ゾーンごとに 3 通話路を割当て、うち 2 通話路は通話用、1 通話路は基地局の監視制御ならびに打合通話用とする。

(5) 通話路伝送帯域

0.3~3.9 kc

(6) 音声周波数帯域

(a) 通話回線 0.3~3.0 kc

(b) 打合回線 0.3~1.8 kc

(7) 電源電圧

DC -24V ±10%

(8) AGC

監視電流 AGC 方式とし、監視電流は、各通話路群 (3 CH 群) の帯域端の周波数を使用する。

(9) 分岐そう入方式

中間基地局における分岐そう入はリーク方式による。前位局よりきたる搬送電流は、線路等化器ならびに自動利得調整器により線路損失の補償を受けたのち後位局に送出される。

(10) 端局対向送受信特性

第 5 図にその一例を示す。

(11) 信号対雑音比

50 dB 以上

(12) 搬送波漏洩

通話路搬送波

送信出力側 通話レベル以下 30 dB 以上

受信出力側 通話レベル以下 20 dB 以上

群搬送波

送信出力側 通話レベル以下 20 dB 以上

受信出力側 通話レベル以下 20 dB 以上

(13) 通話路ひずみ率

2 次ひずみ 30 dB 以上

3 次ひずみ 40 dB 以上

(14) 通話路過負荷特性

標準レベルより 3.5 dB 上昇に対して残留損失の増加は 0.3 dB 以下

(15) 了解性漏話

遠端漏話 65 dB 以上

近端漏話 50 dB 以上

(16) 等化特性

第 6 図に示す標準線路等化特性に対し、偏差 ±0.5 dB 以内に調整可能

(17) AGC 特性

標準レベル ±5 dB の間の入力レベル変動に対し、圧縮率 0.1 以下

(18) 搬送周波数安定度

±1×10⁻⁵ 以下

3. 搬送中継機

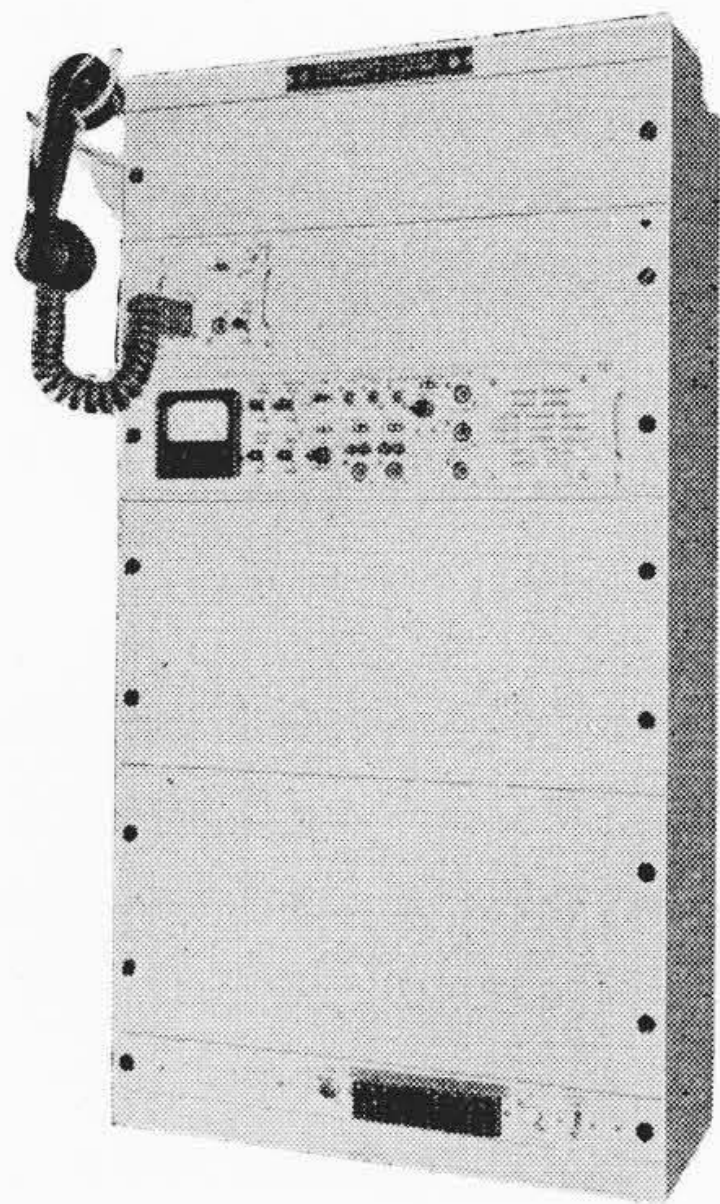
3.1 用途

アプローチ回線のケーブル搬送区間は、線路の減衰が大きいので、途中に搬送中継器がそう入されている。中継数は、東京-戸塚間 2 箇所、戸塚-真鶴間 5 箇所、静岡-函南間 4 箇所、計 11 箇所である。

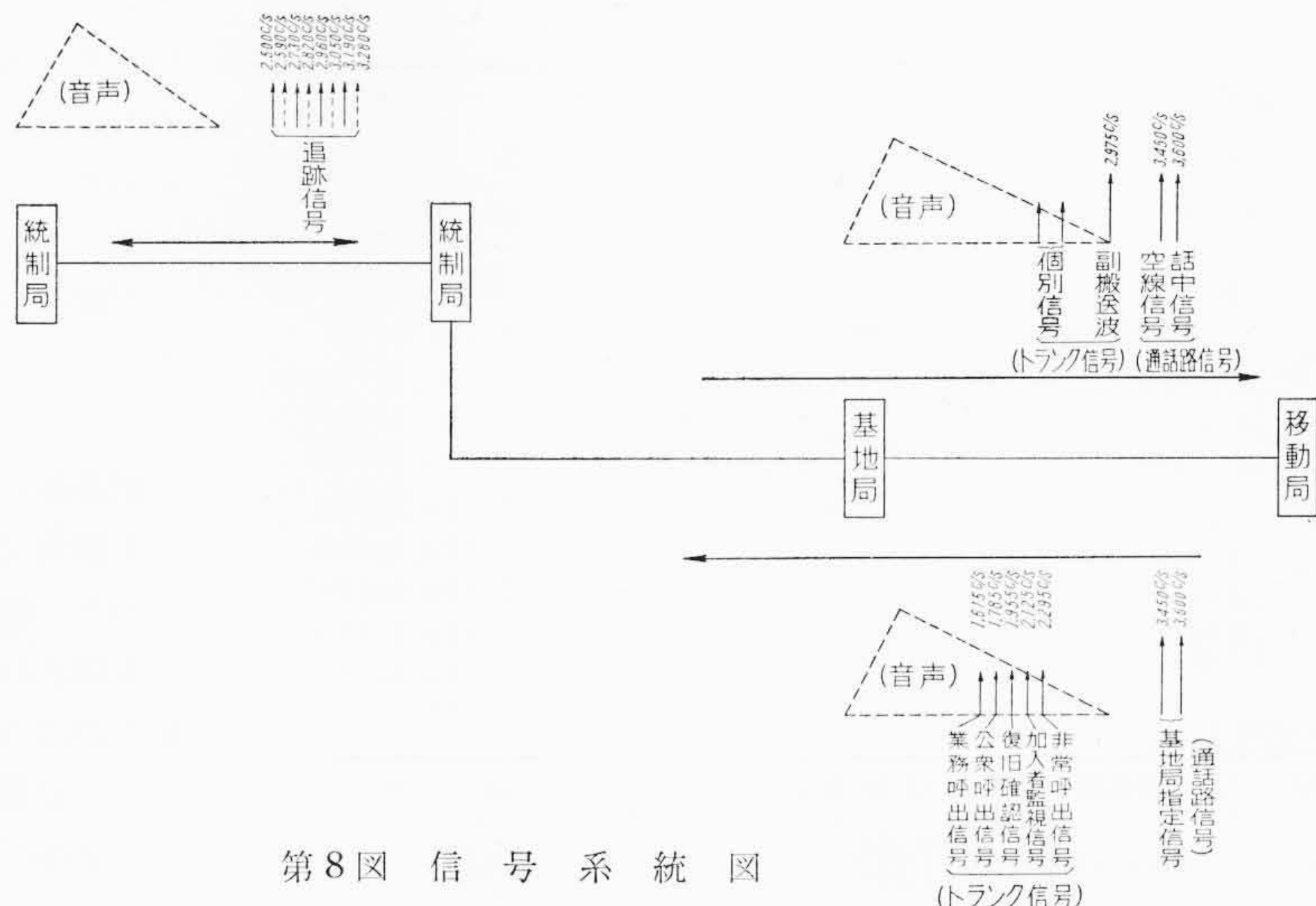
3.2 構成

搬送中継機は、駅の構内など原則として保守員のいない場所に設置されるので無保守を建前として設計されている。活性素子としてはすべてトランジスタを使用しているので、日常の部品の取替えはまったく不要である。

構造は、施設場所の条件よりできるだけ小形であることが望ましいので、520×225×950 mm の筐体とし、かつ将来の増設を考えて 2 システム容量とした (今回 1 システム実装)。



第7図 搬送中継機外観



第8図 信号系統図

3.3 定格性能

(1) 伝送周波数帯域

A→B 12~60kc

B→A 72~120kc

(2) 通話路容量

最大2システム実装可能

(3) 電源

-24V ±10%

(4) 鳴音安定度

15dB以上

(5) 等化特性

端局装置に同じ

(6) 中継増幅器ひずみ減衰量

出力レベル+8dBmの点にて、二次ひずみ 70dB以上
三次ひずみ 65dB以上

(7) 中継増幅器雑音

3.1kc帯域にて入力換算、-130dBm以下

4. 信号伝送

4.1 信号伝送

前述したように、今回採用した信号方式は多周波信号であって大別すると帯域外信号と帯域内信号とになる。これらの信号をその性質の上から分類すると、ゾーン通話路対応の信号（これを通話路信号と総称する）、統制局間で相互に通話路信号に関する情報を交換するための信号（追跡信号という）、トランク対応の信号（これをトランク信号と総称する）の3種となる。

4.1.1 通話路信号

通話路信号は各ゾーン通話路対応の信号であって、統制局より移動局へ方向には、各ゾーン通話路の空線、話中状態を表示するために送られ、移動局より統制局へ方向には基地局指定を行うために送られる。

これらの信号はいずれも連続送出の必要があるので、通話帯域外信号とし、3,450 c/s および 3,600 c/s の2周波偏倚信号方式とした。

空線話中状態を表示するには、空線信号として3,450 c/s、話中信号として3,600 c/sを使用している。空線信号は、移動局に対してゾーン使用可能を表示するもので、空線信号の有無により、おのおのの移動局よりの発信可否を指定する。交換制御系としてはこの空線信号のみが積極的な意味をもっており、話中信号はいわばつけたしであるが、話中信号をパイロットとして利用して、

回線状態を監視している。

基地局指定としては、3,450 c/s をAゾーン指定、3,600 c/s をBゾーン指定に使用し、次のようなロジックとして用いられる。

(a) 統制局で無閉塞状態（空線状態）に移動局よりきた基地局指定は、移動局よりの交換要求指令とする。

(b) 統制局より呼出中に移動局よりきた基地局指定は応答信号として呼の固定を行う。

(c) 接続通話中の基地局指定信号断は電波断として取扱い、電波断表示（トンネル状態表示）を行う。

(d) 接続通話中にそのリンケージしていたゾーンの基地指定がなくなり隣のゾーンに基地指定が現われたときは切替追跡を行う。

4.1.2 追跡信号

追跡交換動作を行うためには各統制局の交換制御装置において自局交換ゾーン内の空線話中状態はもちろん、隣接交換ゾーン内の空線話中状態をもはくする必要があるが、このために必要な隣接交換ゾーンの情報伝達するのが追跡信号であって統制局間のマイクロウェーブ回線の打合わせ回線に重畳して伝送される。

使用周波数は、2,500, 2,590, 2,730, 2,820, 2,960, 3,050, 3,190, 3,280 c/s の8周波で、その内容は第1表のとおりである。

4.1.3 トランク信号

トランク信号は、交換制御装置のトランクに対応して設けられ、交換制御のための選択、呼出、接続制御などに使用される。統制局より移動局への信号と、移動局より統制局への信号とは、その使用条件より内容が大いに異なっているのでそれぞれについて以下に述べる。

(1) 統制局より移動局への信号

この信号は、将来全急行列車の個別選択呼出を行うことを考慮して、リードセクタを使用することとし、472.5 c/s より 712.5 c/s までの間の16周波を選び、そのうちから2周波1組で1個の信号をうることにし、全体で120通りの信号を構成しようとした。

さてリードセクタは、きわめて急しゅんなる選択特性を有し、上述のように狭帯域内に多数の周波数を設けてこれを選択識別しうる利点を持っているが、一面そのきわめて急しゅんな特性のために周波数の若干のずれに対しても応動しなくなる恐れがある。そのため統制局に置かれる信号電流発振器は $\pm 1 \times 10^{-3}$ 程度の精度を必要とすることはもちろんとして、この信号が搬送回線などを經由して移動局へ至る間に受ける同期ずれの影響を除去する必要がある。マイクロ回線のような既設設備の同期ずれを除去す

第 1 表 信 号 一 覧 表

交換局→移動局

記 号	機能識別名称	周 波 数 (c/s)	組合せ	備 考
f (VC)	空線信号	3,450	1/2	帯 域 外
f (BY)	閉塞信号	3,600		帯 域 内
f (SL)	選 択 信 号 (車別×公 業別×上 下別)	S(復旧) f ₁ =472.5 f ₀ =607.5	f ₁₄ +f ₁₆	第一期計画 業務呼 公衆呼
		f ₂ =487.5 f ₁₀ =622.5	——	下りこだま 1 f ₁ +f ₂ f ₁ +f ₃
		S(再信) f ₃ =502.5 f ₁₁ =637.5	f ₁₅ +f ₁₆	下りつばめ 1 f ₂ +f ₃ f ₁ +f ₄
		f ₄ =532.5 f ₁₂ =652.5	——	下りつばめ 2 f ₂ +f ₄ f ₃ +f ₄
		S(一斉呼) f ₅ =547.5 f ₁₃ =667.5	f ₁₄ +f ₁₅	下りこだま 2 f ₁ +f ₁₄ f ₂ +f ₁₄
		f ₆ =562.5 f ₁₄ =682.5	——	上りこだま 1 f ₃ +f ₁₄ f ₄ +f ₁₄
		f ₇ =577.5 f ₁₅ =697.5	2/16	上りつばめ 1 f ₁ +f ₁₅ f ₂ +f ₁₅
		f ₈ =592.5 f ₁₆ =712.5	——	上りつばめ 2 f ₃ +f ₁₅ f ₄ +f ₁₅
				上りこだま 2 f ₁ +f ₁₆ f ₂ +f ₁₆
				臨時編成 f ₃ +f ₁₆ f ₄ +f ₁₆

移動局→交換局

記 号	機能識別名称	周 波 数 c/s	組合せ	備 考
f (SD)	基地局指定信号	3,450 3,000	1/2	帯域外
f (CSE)	クラス識別信号	2,295 (非常)	1/3	
f (CSB)		2,125 (業務)		
f (CSP)		1,955 (公衆)		
f (SV)	通話監視信号	1,615		
f (RC)	復旧確認信号	1,785		

交換局相互間追跡信号 ただし打合わせ回線 (0.3~1.8 kc) と同一CHにて重畳する

信 号	機能および意味	周波数 c/s	組 合	注
f (11B)	CH ₁ 1st 隣接ゾーン着信可能	2,500	1/4×1/2	fs 信号が共に来ないとき C H ₁ 1st 隣接ゾーン局操
f (11S)	CH ₁ 2nd 隣接ゾーン着信中	2,590		
f (12B)	CH ₁ 2nd 隣接ゾーン着信可能	2,730	1/4×1/2	fs 信号が共に来ないとき CH ₁ 2nd 隣接ゾーン局操または CH ₁ 3rd 隣接ゾーン着信
f (12S)	CH ₁ 2nd 隣接ゾーン着信中	2,820		
f (21B)	CH ₂ 1st 隣接ゾーン着信可能	2,960	1/4×1/2	fs 信号が共に来ないとき CH ₂ 1st 隣接ゾーン着信
f (21S)	CH ₂ 1st 隣接ゾーン着信中	3,050		
f (22B)	CH ₂ 2nd 隣接ゾーン着信可能	3,190	1/4×1/2	fs 信号が共に来ないとき CH ₂ 2nd 隣接ゾーン局操または CH ₂ 3rd 隣接ゾーン着信
f (22S)	CH ₂ 2nd 隣接ゾーン着信中	3,280		

遠隔監視制御信号 ただし打合せ回線 (0.3~1.8 kc) と同一CHに重畳する

統制局→基地局		統制局→基地局	
f ₁ =3,315 c/s	監視制御信号	f ₁ =3,315 c/s	監視制御信号
f ₂ =2,975 c/s	監視制御信号	f ₂ =3,975 c/s	監視制御信号
f ₃ =2,635 c/s	CH ₁ 閉塞完了	f ₃ =2,635 c/s	CH ₁ 障害閉塞
f ₄ =2,295 c/s	CH ₂ 閉塞完了	f ₄ =2,295 c/s	CH ₂ 障害閉塞

ることはほとんど不可能に近いので、伝送回線に対する改造などはいっさい行なわないこととし、特に副搬送波方式を採用した。すなわち、統制局において 472.5~712.5 c/s の信号はいったん副搬送波 2,975c/s を変調し、その下側帯波と副搬送波とが移動局へ伝送され移動局においては、これを自乗検波して副搬送波と側帯波とのビートから原信号 472.5~712.5 c/s を得ている。途中伝送系における同期ずれは、副搬送波にも側帯波にも同一の影響を与えるからその周波数差 (ビート) はまったく影響を受けない。

(2) 移動局より統制局への信号

移動局より統制局への信号としては 5 種類し十分であるので、音声帯域内 5 周波 (1,615, 1,785, 1,955, 2,125, 2,295 c/s) を用いた。移動局より統制局への信号としてリードセレクト信号を使用しなかった理由は、移動局に精度の高い発振器を置くことが、経済的ならびにスペース的に困難であったからである。このため統制局側の信号受信器としては音声による誤動作を防止するため、音声周波成分によって抑圧をかけるいわゆる抑圧形信号器を使用した。

4.2 回線雑音と耐雑音特性

4.2.1 回線雑音の性質

主として無線回線より発する回線雑音については設計当初より

実験などによりある程度の予想をたてていたが、その微細構造については実用回線における観測によって明らかになった点も少なくない。したがって使用した信号器の回線にも種々の検討、改良が加えられたのであるが、ここにまず回線雑音の状況について述べることにする。

回線雑音はその性質から分類すると定常雑音とショック性雑音となる。

(1) 定 常 雑 音

定常雑音は主として受信機の初段熱雑音と車上の送話器よりはいる騒音であり、受信機の初段熱雑音は、入力電界強度に左右されるが一部特定の区間を除いては最悪時にも信号対雑音比 20 dB は確保されている。したがって、大部分の区間では、むしろ車上騒音のほうが支配的である。

この定常雑音は設計当初より予想していたところであって特に信号動作に悪影響は与えなかった。

(2) ショック性雑音

実用回線において非常に大きな影響を与えたのはこのショック性雑音であって、設計当初の予想をはるかにこえる場合もしばしばであった。原因別に分けると、定在波によるもの、都市雑音、パンタグラフ、モータなどのスパーク雑音、オーバーリーチによるものなどである。

(i) 定在波によるもの

定在波の谷の部分で入力電界強度が急激に落ちるために相対的に雑音が増加するものであって、波長 20 cm 程度の定在波を時速 100 km/h 程度の列車がよぎるために数 ms 程度のショック性雑音となって表われる。この場合雑音の出ている瞬間は変調信号がとぎれ、あたかも瞬断のように現象となる。

(ii) 都 市 雑 音

都市近辺で電気機械より発する雑音である。特にゾーンの切替り地点で入力電界強度が弱くなったところで顕著な影響をもつ。

(iii) パンタグラフ、モータなどのスパーク雑音

列車のパンタグラフ、モータなどのスパーク雑音で列車の速度、力行惰行の別に関係する。特にゾーンの切替り地点で入力電界強度が弱くなったところで影響が大きいことは都市雑音と同様である。

(iv) オーバーリーチによるもの

オーバーリーチとは、あるゾーンの電波が、隣接のゾーンを飛び越して、一つ先のゾーンに到達する現象を指しており、非常に複雑な地形の影響によることが多い。多くの場合持続時間はきわめて短い、擬似的な雑音として影響を与える。

以上に述べたショック性雑音は、いずれも持続時間は短く数 ms ないし数 10ms のものであるが、非常に高レベルであること、その瞬間信号が瞬断することなどのため、信号器の動作に種々の影響を及ぼした。特に統制局の基地局指定信号受信器ならびにトランク信号受信器に対しては種々耐雑音特性を持たせたので以下これらについて詳述する。

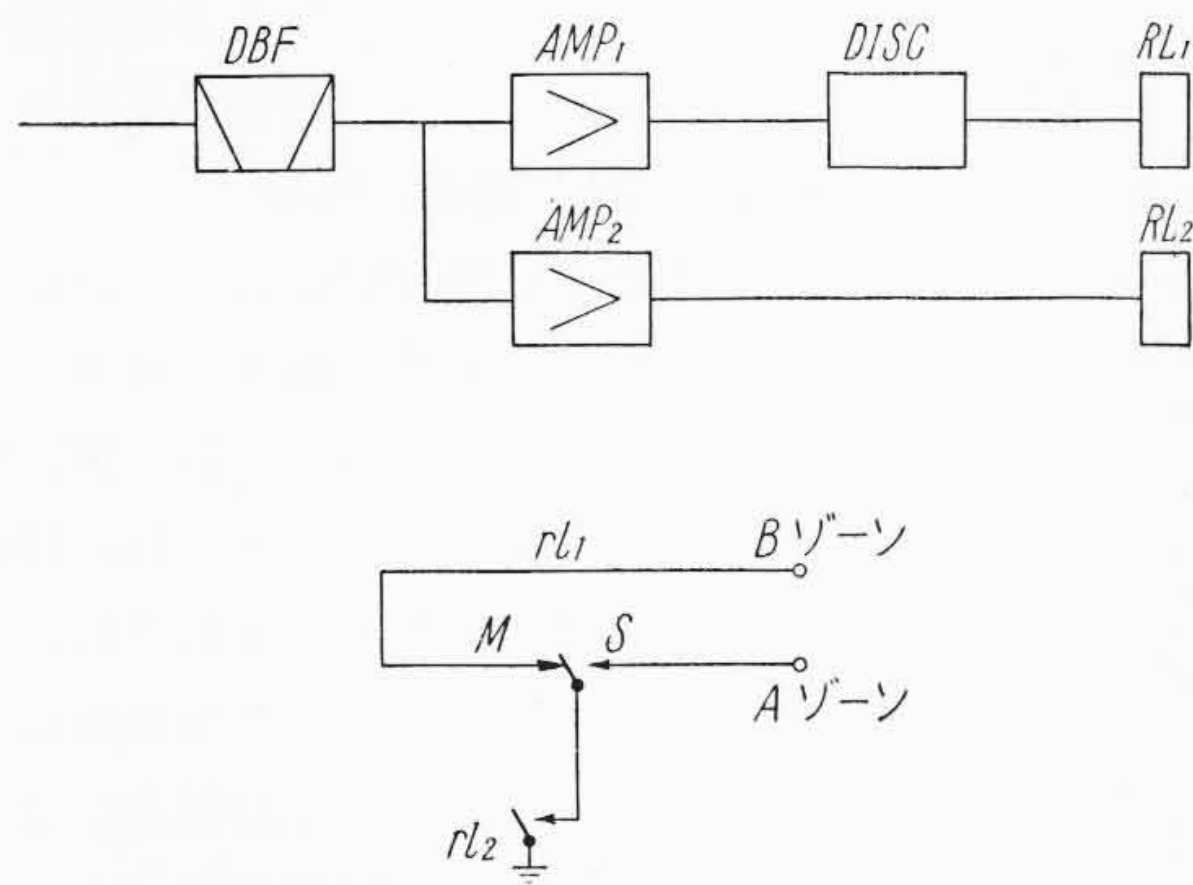
4.2.2 基地局指定信号受信器

(A) 当 初 の 状 態

移動局よりの制制局への帯域外信号 (基地局指定信号) は周波数偏移信号であって、比較的雑音の影響を受けにくいものであるが、交換接続レスポンスをできるだけ短くする目的から信号受信器の時定数は、設計当初 10ms 以下に選定した。

ところが実用に供してみると無線回線より発生する、ショック性雑音が意外に大きくしばしば信号器が誤動作した。

この信号器の誤動作は実際には移動局よりの着信のないゾーンに見かけ上着信がきた状態となって現われ、追跡交換の誤追跡事



第9図 基地局指定信号受信器ブロック
ダイアグラム

故の原因となった。

(B) 当初の信号回路

当初の信号回路の構成は第9図のようなものである。

すなわち、信号電流は帯域濾波器DBFを通り、増幅器AMP₁にて増幅されディスクリミネータ DISC にて周波数弁別が行われ、継電器 RL₁をM側またはS側に動作させる。S側がAゾーン指定、M側がBゾーン指定である。これとは別に AMP₂にて信号勢力を増幅し、継電器 RL₂を動作せしめており信号勢力のない場合には、ゾーン指定回路を開くようになっている。これは継電器 RL₁がディスクリミネータ DISC によって動作しており、無定位性であって信号勢力のない場合には、M側、S側いずれにもなる可能性があるためである。

(C) 改造要旨

この信号器の誤動作を防ぐため、次の二つの対策を行い所期の目的を達した。

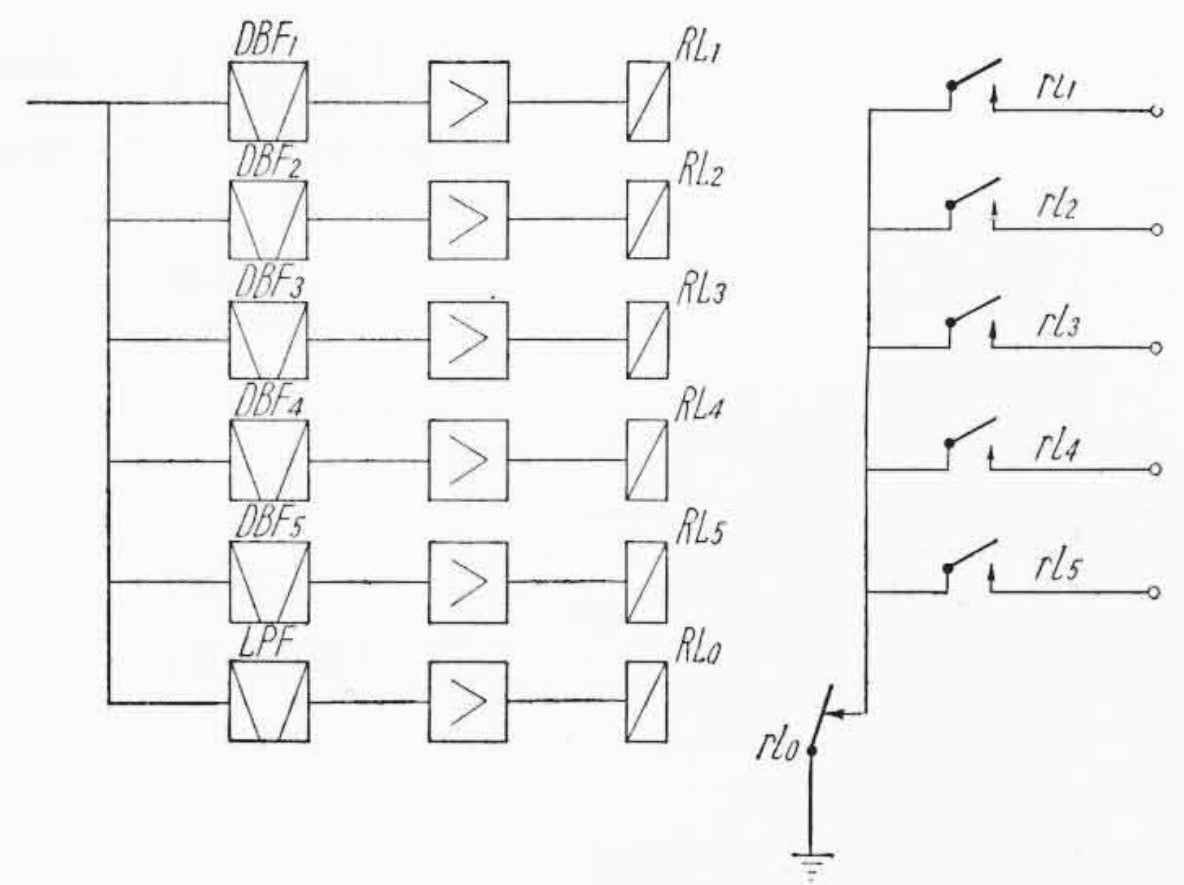
(1) 時定数の再検討

時定数を長くすることによって、ショック性雑音の影響を除くことが考えられたので、実用回線におけるショック性雑音を観察した結果、雑音のパルス幅は、およそ 45ms 以下であることが認められたので、ディスクリミネータの時定数は $60 \pm 20\text{ms}$ に調定することとした。

(2) 定位性の付与

前述のように継電器 RL₁の動作回路は無安定性のものだったので、移動局よりの着信がない場合にはその接点出力はゾーンA側またはBゾーン側のいずれにもなりうるものであった。もちろん移動局よりの着信がない場合には継電器 RL₂により上記信号器接点回路を開放するような機能を備えてあるので、定常状態ではなんら不都合はないが過度状態において、誤動作の起る可能性があった。すなわち、たとえば移動局が通話中トンネル内にはいて、移動局の着信が途絶えたような場合、継電器 RL₁はまったく無定位であるため、A、Bいずれのゾーンにもなりうるから移動局がトンネルより出て電波が到着した瞬間 RL₁が正常に動作するまでの間誤った基地指定が行われる可能性がある。

そこで、移動局よりの着信がない場合には、その検波リレー RL₂の接点を利用してゾーン指定の接点出力を必ず一定の方向になるようにした。すなわち各信号器は各ゾーンのアプローチ回線と一対一に対応しているものであるから、たとえばAゾーンの信号器についていえば移動局よりの着信がない時はその接点出力は必ずBゾーン指定となるようにした。(Bゾーンの信号器出力は必ず他ゾーン側になっており、当該ゾーンの着信ゾーンの着信表示とはならないため誤った基地指定の行われる可能性は皆無になった。)



第10図 トランク信号受信器ブロック
ダイアグラム

4.2.3 トランク信号受信器

(A) 当初の信号周波数および回路形式

移動局より統制局への帯域内信号は次の5周波であり、当初各信号のもっていた意味はそれぞれ下記のようなものであった。

1,615 c/s	加入者監視信号
1,785 c/s	復旧確認信号
1,955 c/s	公衆呼出信号
2,125 c/s	業務呼出信号
2,295 c/s	非常呼出信号

これらの信号は音声周波帯域内にあるので、音声によって信号受信器が誤動作することを防ぐため、いわゆる抑圧形式信号回路を採用した。すなわちその回路構成は第10図に示すようなもので、各信号は帯域濾波器 DBF 1~5によりそれぞれ分離され、継電器 RL_{1~5}を動作させるが、別に約 1,500c/s 以下を通過させる低域濾波器 LPF により音声の低周波成分を取り出し、継電器 RL₀が動作するため、たとえ音声中に信号周波数成分が含まれており、RL_{1~5}が動作しても接点出力は出ない。

(B) 事故内容

実用に供してみた結果、前述の信号器は次のような不具合的な点があることがわかった。

(1) 雑音による抑圧

電界強度が弱い地点においては無線回線にかなり高いショック性雑音が現われ、その雑音勢力によって抑圧継電器 RL₀が動作する。このため信号が実際に到達しても接点出力が出ないとか、時々断となるという現象が出た。

(2) 信号波中に含まれる過渡側帯波による抑圧

信号波の立ち上りにおいては基本周波数以外に過渡現象による側帯波が発生し、これが低域濾波器 LPF を通過して継電器 RL₀を瞬間動作させ、このため信号の立ち上りにおいて見かけ上継電器にチャタリングを生じたようになった。この現象は周波数の低いものほど顕著であった。

(3) 音声抑圧不足

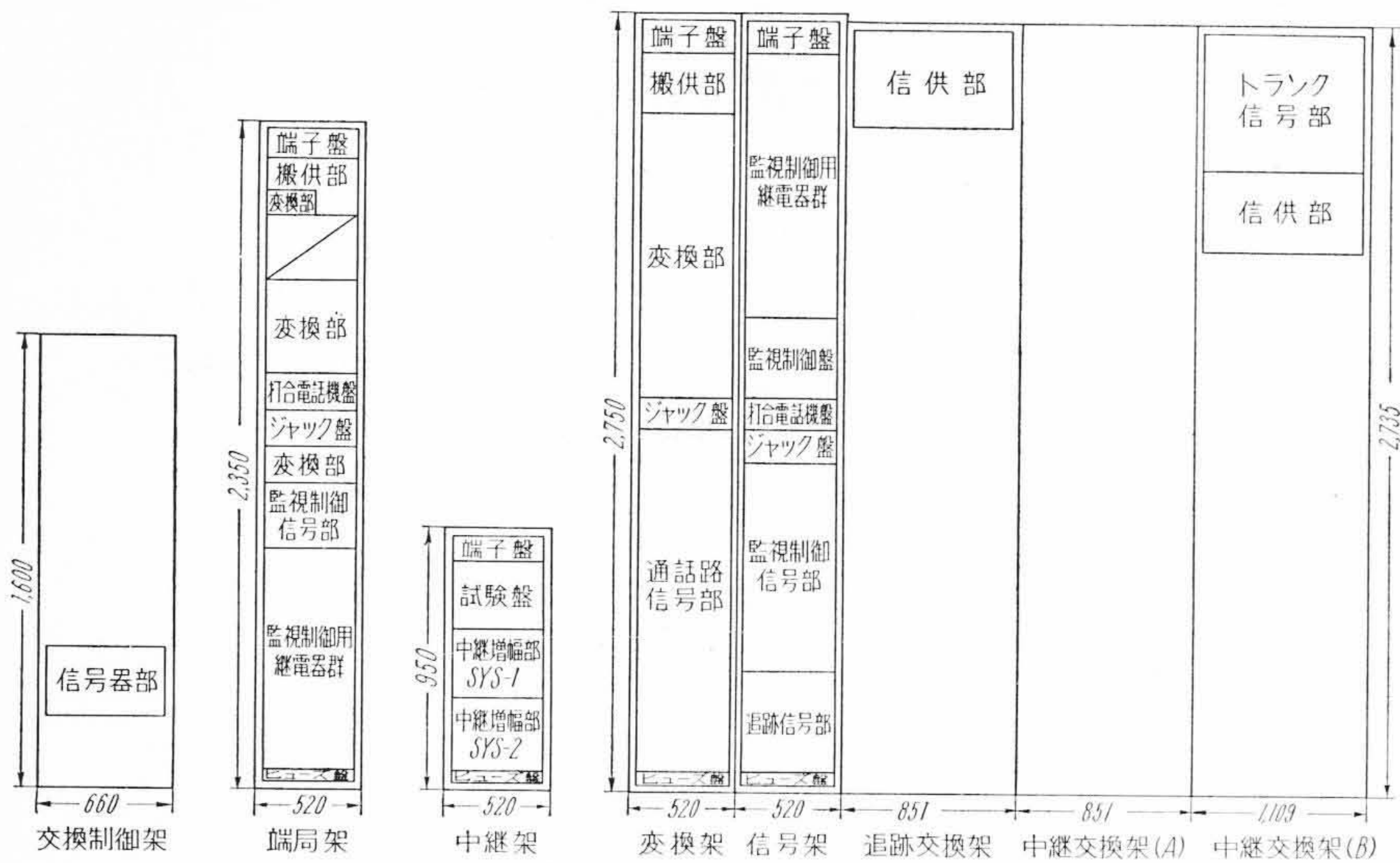
音声中の周波数分布が一様でないと抑圧成分が不足し、誤動作を生じることがある。この場合最も誤動作を受けやすいのは 1,615 c/s であり、これより周波数が高くなるに従って誤動作しにくくなる。

(C) 対策

以上の事故に対して下記のように対策を行った。

(1) 交換接続時の抑圧回路除去

当初の設計では抑圧回路に常に接続されたままになっていたのを、交換制御装置内の継電器の作用により通話中のみ接続し、交換接続中には除去するようにした。このため交換接続制御中はた



第 11 図 各 架 実 装 図

とえ雑音が多少存在しても、信号器の接点出力が抑圧されることはなくなった。

(2) 信号周波数の入替え

前項の対策を行ったのちにおいてもなお通話中における信号誤動作は残る。しかしながら通話中に出る信号は加入者監視信号と非常呼出信号のみであり、その他の信号はたとえ誤動作しても交換接続動作にはなんらの影響を及ぼさない。したがってこれらの信号の周波数をできるだけ誤動作の起りにくい周波数とするため下記のように周波数を入れ替えた。

1,615 c/s	業務呼出信号
1,785 c/s	公衆呼出信号
1,955 c/s	復旧確認信号

2,125 c/s	加入者監視信号
2,295 c/s	非常呼出信号

4.3 装置の構成、特長

各信号器は交換制御装置ならびにアプローチ用端局装置と密接な関係を有するので、統制局においては、変換架、信号架、追跡交換架、中継交換架に分割実装され、移動局においては、交換制御架内に実装されている。

また活性回路素子として全面的にトランジスタを使用したこと、D形構造によったことなどはアプローチ用端局装置とまったく同様である。

5. 結 言

今回の列車電話は、無線、伝送、交換各技術総合の上になり立ったものであって、特に交換制御方式は過去にその類をみない独特のものである。伝送部門は、この交換制御方式のもとに良好な情報伝送を行うため、以上に

述べたように、方式上ならびに回路上種々の検討を行ってきたが、現地における調整中に改良を加えた点も多々あり、意に満たない点も少なくない。しかしながら、一応現段階において長距離移動通信系における信号伝送の一階梯を示し得たものと信じており、かつ、また将来の同種の回線設計に対する貴重な資料を得たことは、まことに喜ばしい次第である。

終りに臨み、今回方式開発に種々ご指導いただいた日本国有鉄道通信課来課長、古川氏、寺井氏、馬場氏および東鉄関係の方々、日立製作所の関係各位に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 工藤：日立評論 41, 1090 (昭 34-9)



特 許 の 紹 介



特 許 第 249667 号

宇 佐 美 襄

極 超 短 波 自 動 利 得 制 御 装 置

本発明は極超短波出力の検知に鉱石検波器よりも、特性変化の少ない直熱型ボロメータを用い、かつ交流増幅器を用いることにより極超短波増幅器の利得を制御し、安定なる極超短波増幅出力をうるための装置で、図について説明すると、同調増幅器 B ではその出力変成器 T_1 の二次と R_2, S_2 とによって構成されたブリッジの不均衡出力電圧が変成器 T_2 を経て入力側にき還するようになっている。このき還電圧の位相を適当に選んでおけばこのき還系はボロメータ S_2 の抵抗値がほぼ抵抗 R_2 に等しい状態で発振し、その周波数は同調増幅器 B の同調周波数に等しい。この場合ボロメータ S_2 の抵抗値は同調増幅器 B の増幅度が十分に高い場合にはほぼ抵抗 R_2 に等しくなるのでいまこれが R_2 に等しいものと考える。またボロメータ S_2 には直流電力を加えその大きさを kP_0 に等しからしめておく。ただし P_0 は極超短波増幅器 A の出力の標準値であり、 k は方向性結合器 D の結合度を示す常数である。このような状態においてはボロメータ S_2 には直流標準電力 kP_0 および低周波電力 $\frac{1}{R_2} \left(\frac{c}{2} \right)^2$ が加えられてその抵抗値が R_2 に相等しく保たれていることになる。このようにして発生した低周波電圧 e は、同時に S_1, S_2, R_1, R_2 によって構成されているブリッジにも印加される。いま R_1, R_2 の抵抗値は相等しいものとし、 S_1 に加えられる極超短波電力 P_μ で表わすこととする。また S_1, S_2 の特性はまったく同一であるものとする。しかるときはボロメータ S_1 の抵抗値はこれに加わる極超短波電力 P_μ の大きさによって変化する。この P_μ が前記標準電波 kP_0

より小なる場合には、その抵抗値はボロメータ S_2 の抵抗値より大または小であり、 P_μ が kP_0 より大なる場合にはこれと反対の抵抗値をとるが、 $P_\mu = kP_0$ なる標準状態においては S_1, S_2 の抵抗値は同一となる。このことは S_1, S_2 が低周波回路に関してまったく同一の状況にあり、かつ S_1 には kP_0 なる直流電力を加えてあることから考えて明らかである。したがって Y, Z 間に現われるブリッジの不均衡出力電圧 a は $P_\mu = kP_0$ のとき 0 となるが、 $P_\mu \neq kP_0$ なる場合には P_μ と P_0 との差にほぼ比例する大きさを有し、かつ $P_\mu < kP_0$ であるか、あるいは $P_\mu > kP_0$ であるかによって、その位相が相反する。(高 木)

