

8,000 Mc 帯多重電話中継装置

8,000 Mc Band Multi-Channel Telephony Repeating Installation

岡崎 彰 夫*
Akio Okazaki

内 容 梗 概

日立製作所において昭和34年3月に240通話路の多重電話信号を国際規格に従って遠距離に伝送する8,000 Mc帯のヘテロダイン中継装置を完成した。本装置はさきに日立製作所中央研究所において試作された6,000 Mc広帯域信号中継装置の基礎データにもとづきその後の進行波管の進歩、試作機の長期データの累積などにより改良を行ったものである。

本文においては装置の仕様、性能、特長を記し、ヘテロダイン中継方式の概念、回路構成、各部の詳細を説明し、さらに総合試験結果のデータを掲げた。

なお本装置は同時に完成された全トランジスタ式多重端局装置と組合わせて使用される。

1. 緒 言

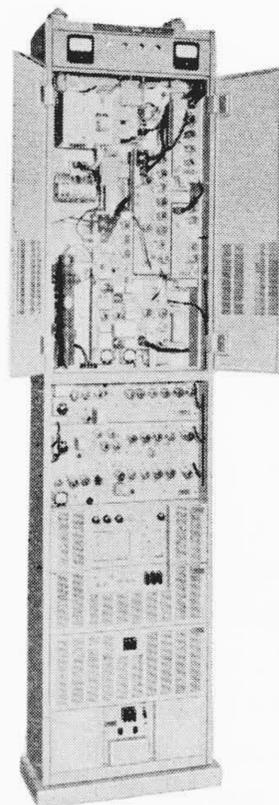
日立製作所ではさきに中央研究所において、6,000 Mc帯の広帯域信号中継装置の試作を完成した⁽¹⁾。これは600通話路の超多重信号あるいはテレビジョン信号を伝送する規格を満足するものであった。その後の進行波管の進歩、実装方式の改良とともに、120通話路～240通話路程度の伝送に対する要求が高まってきたので、この事態に即応するため、さきの試作の経験にもとづいて8,000 Mc帯における通話路容量240チャンネルのUXFM-32形ヘテロダイン中継装置を完成した。

本装置の設計方針としては、下記の伝送規格を満足させることはもちろん、特に性能の安定性、保守の容易なることを考慮した。すなわち、本装置の特長として、

- (1) 前回の試作の際完成されたフェライト・ジャイレータを利用した送信周波数変換器が、その後長期間の試験においてきわめて優秀であることを確認し、今回もこれを採用した。
- (2) 日立パッケージ形進行波管を採用した。これは可搬形テレビジョン中継機(FPU)の電力増幅ユニットとして多くのテレビ局に納入され、ひどい使用条件に耐えた実績をもっている。またテレビ中継業務の性質上取扱い、調整の容易などを特に要求され、これにこたえて完成されたものであるので取扱い、調整はきわめて容易である。
- (3) 変調器には位相推移形FM発振器を用いた。これは本文で詳記するように性能、安定性ともに十分の実績を有するものである。
- (4) 端末機と中継機とは本文で詳記するようにほとんど同一構成で、保守の統一をはかり、また中継局におけるチャンネルの分岐・そう入は端末局と同一規格をもつて行うことができる。
- (5) 中継局において、その前位局が故障した場合には、変調形式およびAFC系統を端末局形式に即時切換え、下位局に対し回線を維持できる。
- (6) 本文で詳記するように、自局内において変調器、復調器の微分特性を容易に分離測定できるようにして保守の便をはかった。
- (7) 実装は幅520 mm、奥行225 mmの自立形ロッカーにプラグインし、操作はすべて前面より行う最新形としたので、背中合わせの設置が可能である。

次に電気的性能としては、国際標準電話中継回線⁽²⁾の規格を目標

* 日立製作所 戸塚工場



第1図 UXFM-32形装置外観図

として所要特性を定めた。すなわち、

回線全長	2,500 km
回線構成	無線変復調装置各9台を含む
回線容量	240通話路多重電話信号
伝送品質	搬送多重電話装置を除く無線装置により定まる通話路信号対雑音比を51.2 dB(評価値)以上とする。

これにより決定した装置の具備すべき電気的性能は次のとおりになる。

周波数偏移	200 kc r.m.s./CH
受信入力	-55 dBm 以上
雑音指数	14 dB 以下
中間周波帯域幅	16 Mc
振幅特性	±4 Mcの範囲で0.5 dB 以下
遅延特性	±4 Mcの範囲で8 μs 以下

微分特性、変復調器とも±4 Mcの範囲で2%以下
入出力定在波比 ±4 Mcの範囲で1.1以下

なお本装置の定格は

送信機端子出力	2 W以上
中間周波数	70 Mc
中間周波入出力インピーダンス	75 Ω ± 20%
電 源	AC 200 V, 50 c/s または 60 c/s
消費電力	約 1 kVA

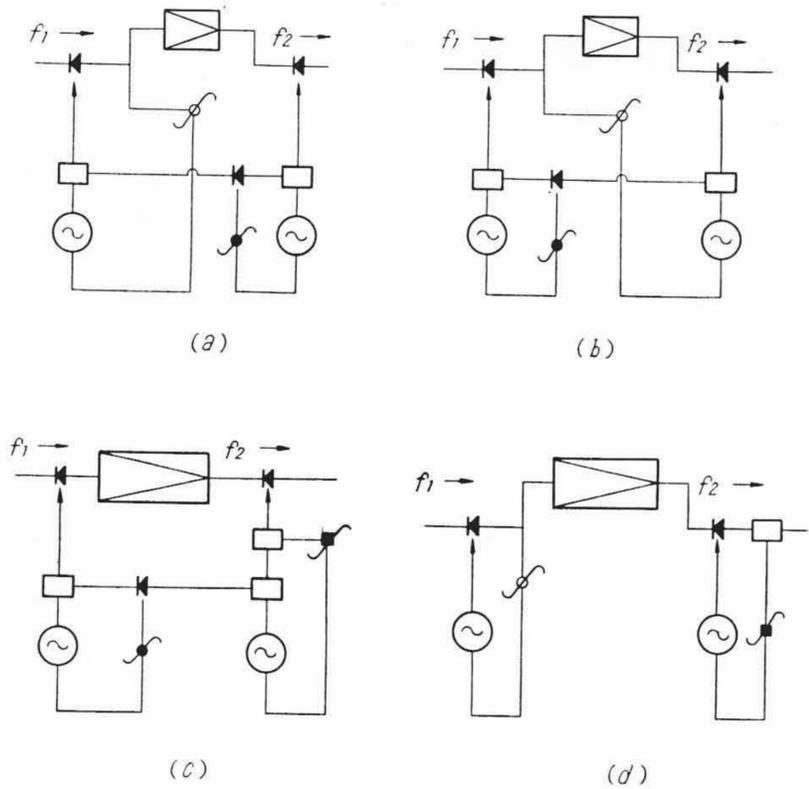
であって外観は第1図に示すとおりである。

2. 回 路 構 成

2.1 ヘテロダイン中継の諸方式

ヘテロダイン中継の基本的な方式としては、送受別個に局部発振器をそなえた形式のものと、局部発振器は送受に共通であって偏移周波数発振器によって、送受局発間に所定の周波数差を与える形式のものが考えられる。いずれの場合も、受信波を中間周波に落して増幅し、これを周波数変換して受信波と所定の周波数差をもった送信波として次局へ送り出すものである。

まず第1の形式のものについては第2図のように送受おのおのの



第2図 送受別局発形中継機系統図

AFC の方式により四つの形に分類される。同じ表現で第2の形式のものを表わすと第3図のようになる。一例として第2図(a)について説明すると、受信波と受信局発波が受信周波数変換器によって混合され中間周波が発生する。これを周波数弁別し常に所定の中間周波数となるよう受信局発の周波数を制御する。またこの受信局発波は、送信局発波と偏移周波数変換器にて混合され、偏移周波(受信波と送信波の差の周波数)を発生し、これを周波数弁別し常に所定の偏移周波数となるよう送信局発の周波数を制御する。

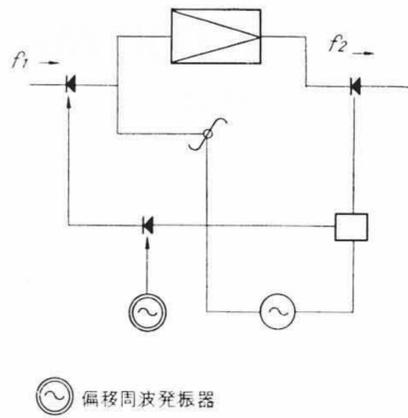
送受の局部発振器をそなえた第1の形式のものにくらべ、偏移周波数発振器による第2の形式のものは、マイクロ波管が1本節約できること、偏移周波数発振器の周波数安定度は十分高いので、全回線の周波数安定度はほとんど両端末局のマイクロ波 AFC の確度のみによって定まること、また、ハムが問題になる信号の伝送を行う場合などは局部発振器から混入するハムに対し送受で相殺できることなどの利点を考え、われわれは第2の形式のものを採用した。

第2の形式、すなわち偏移周波数発振器を用いるものでは、偏移周波数勢力と局発勢力とを混合する方式、および偏移周波数勢力を受信中間周波と混合する方式の2つが考えられる。おのおのをブロック図であらわすと第4図および第5図のようになる。本装置では第5図の方式によった。

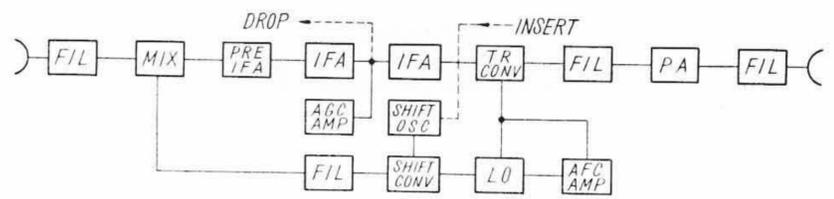
次に第6図の回路構成図について説明しよう。

2.2 受信部

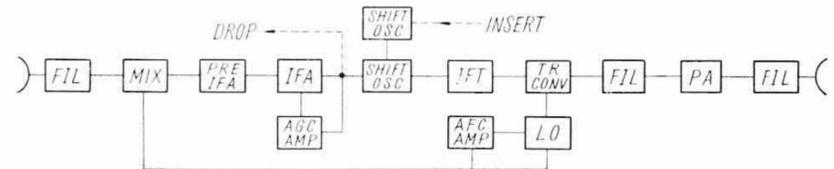
受信部では受信周波数変換器により、受信波を中間周波信号に変換する。この信号は低雑音増幅(PIF)後、主中間周波増幅器(MIF)にて十分増幅され安定な出力となる。送受周波数に160 Mcの差をもたせるため、受信波の周波数変換には、後に述べる送信局部発振波と160 Mcの周波数差を有する局部発振波を要するが、これはさきに述べた偏移周波数発振器、すなわち変調盤(MOD)の160 Mc発振器の勢力を局部発振器の出力の一部と混合し周波数変換して作ら



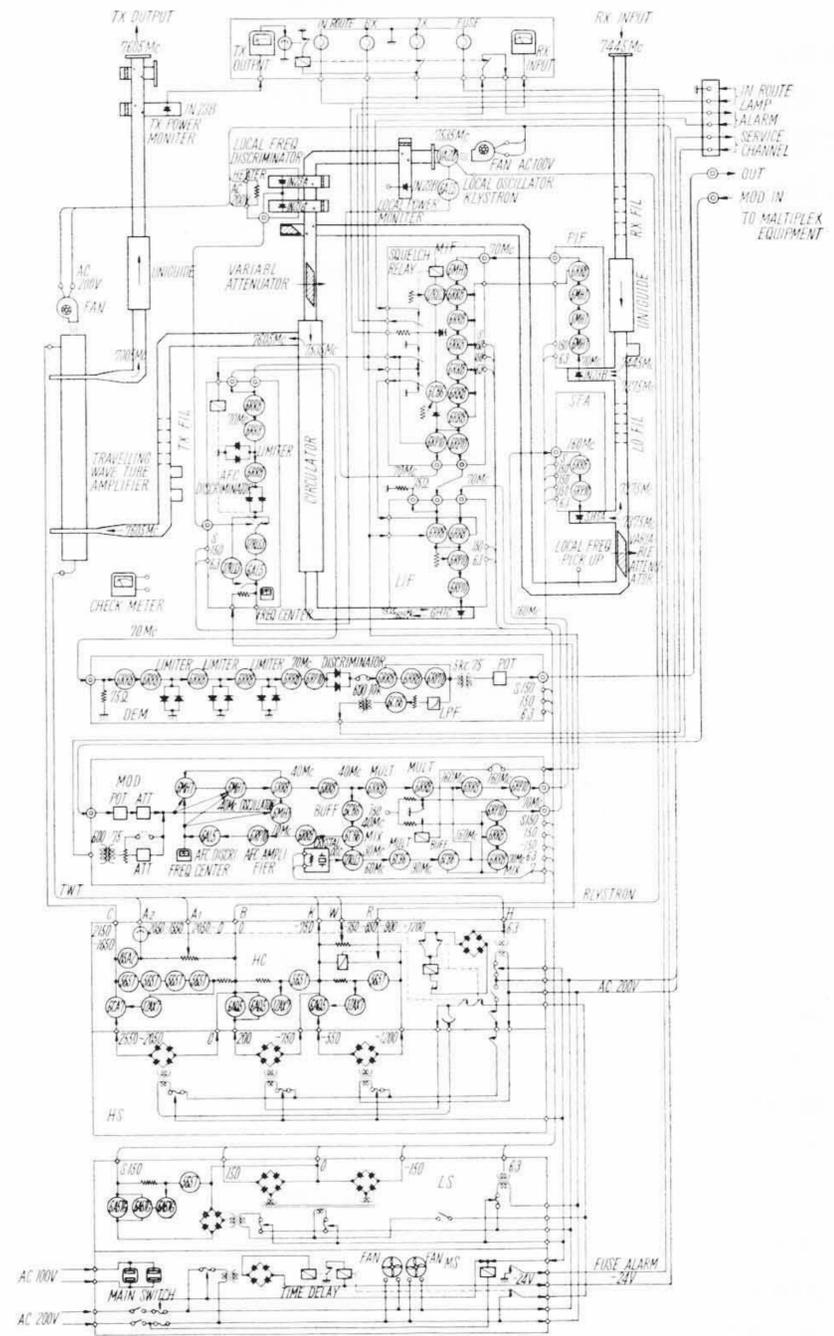
第3図 偏移周波数発振器形中継機系統図



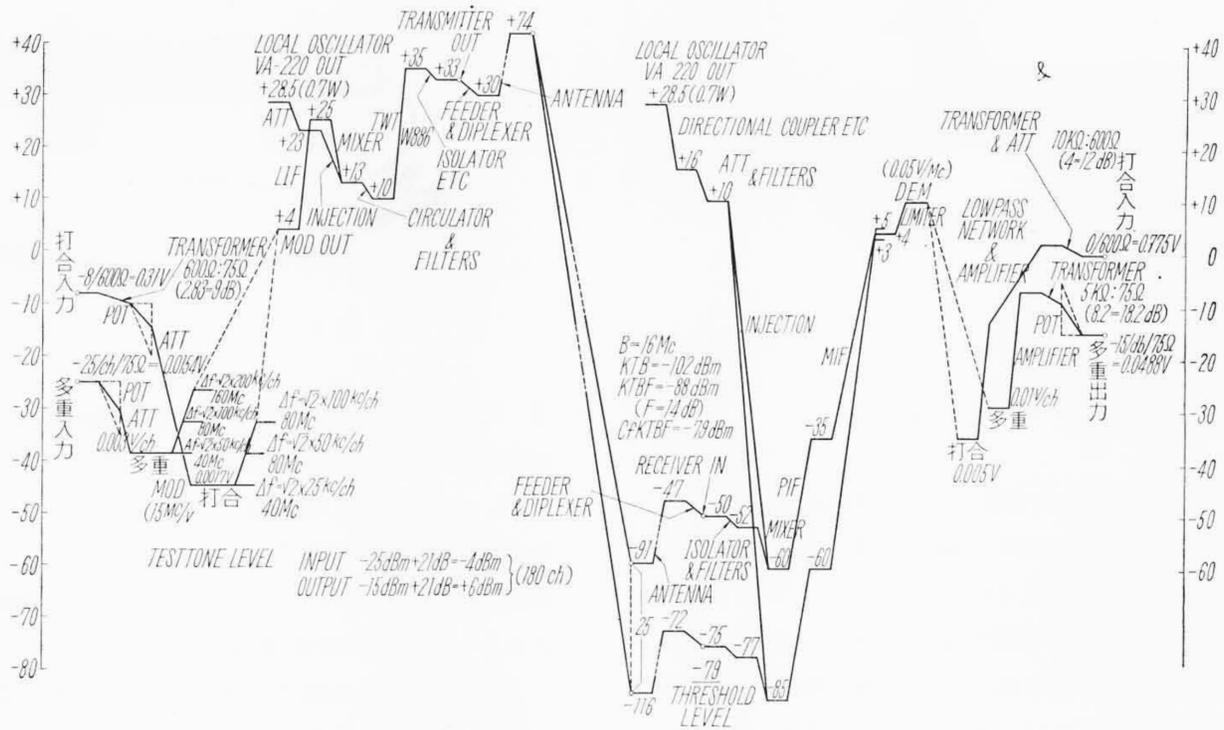
第4図 ヘテロダイン中継機ブロック図(その1)



第5図 ヘテロダイン中継機ブロック図(その2)



第6図 回路構成図



第7図 総合レベルダイヤグラム

れる。主中間周波増幅器の出力はあとに述べる後置中間周波増幅器 (LIF) と、AFC 盤と、復調盤 (DEM) とに分れそれぞれ送信用信号、局部発振器の周波数制御、チャンネルの分岐に用いられる。

2.3 送信部

主中間周波増幅器出力は上記のように後置中間周波増幅器を経て送信周波数変換器でマイクロ波周波数に再変換される。これはさらに進行波管電力増幅器により増幅されてアンテナに送り込まれる。また中継局からチャンネルのそう入を行うため、変調盤 (MOD) には 160 Mc の偏移周波発振器をもっており、これをそう入チャンネルにて周波数変調し、偏移周波増幅器 (SFA) を経て、受信局発から受信周波数変換器を介して前置中間周波増幅器に入り主信号とまったく同じルートで増幅、周波数変換が行われる。

2.4 レベルダイヤグラム

中継機各部接続点におけるレベル関係を示すレベルダイヤグラムを第7図に示す。

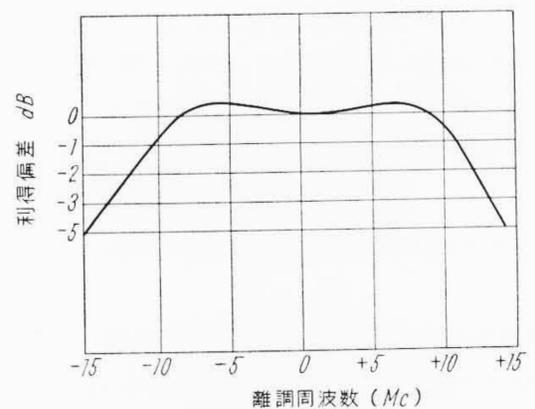
2.5 端末機と中継機

端末機と中継機の相異はまず AFC のループ系であって、端末機ではマイクロ波周波数弁別器出力を、中継機では中間周波数弁別器出力を交流化増幅後整流してクライストロン・リペラ電圧を制御している。次にチャンネルのそう入に関し、中継機のチャンネルそう入は 2.3 で述べたとおりであるが、端末機では主中間周波増幅器と後置中間周波増幅器とを切り離し、変調盤から多重信号で周波数変調された 70 Mc を後置中間周波に接続する。

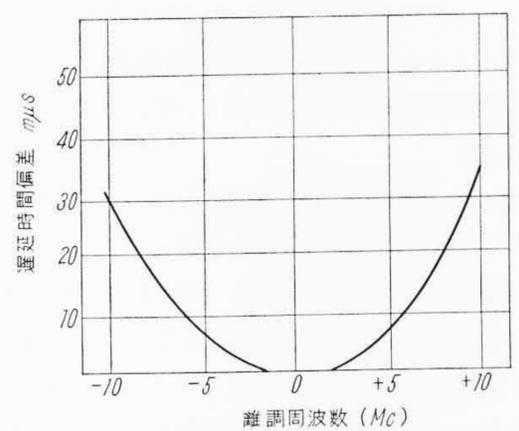
中継局において前位局からの受信が、故障あるいはフェージングなどのため断たれスケルチ・リレーが復旧すると、AFC 系統および変調系統を上記の中継機形式から端末機形式に切換え下位局に対し、端末局のようになり回線を維持するようになる。

2.6 計器、表示関係

常時指示を表わしている計器としては、進行波管のヘリックス電流、変調盤 (MOD) における 160 Mc FM 発振器の 40 Mc 段における AFC 中心値の指示、局部発振クライストロンの AFC 中心値の指示、送信出力の整流値、受信 AGC 電流を整流した受信入力値の指示がある。またチェック用電流計により各真空管の電流を測定ジャックを介して適時点検することができる。次にランプ表示としては送信出力の低下、受信スケルチ・リレーの復旧、ヒューズ断、使用ルートに関するものを行っている。



(a) 振幅特性



(b) 遅延特性

第8図 中間周波増幅器特性

3. 各部回路の詳細

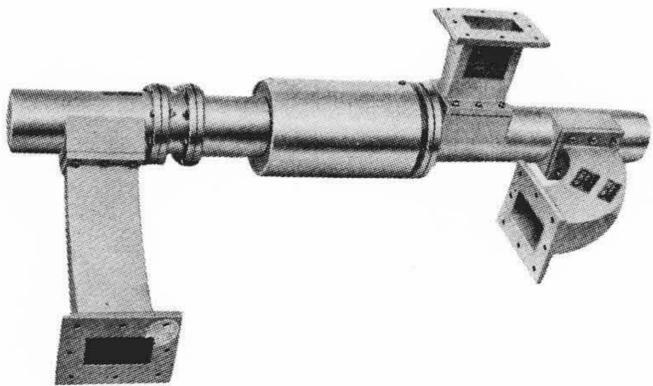
3.1 受信部

3.1.1 受信周波数変換器

受信周波数変換器は、受信帯域濾波器、局発帯域濾波器および3分岐導波管で構成される形式のいわゆるシングルミキサで、鉤石検波器としては 1N 23 B を用いた。受信濾波器 4 段は振幅最大平坦形で、伝送帯域内での損失は 1 dB、定在波比は 1.05、また映像周波数に対する抑圧度は約 65 dB である。

3.1.2 前置中間周波増幅器および主中間周波増幅器

前置中間周波増幅器は格子接地形の 6M-H1 を 3 段、6R-R8 を 1 段用い、利得 25 dB、出力は 75Ω のケーブルに整合している。主中間周波増幅器は、格子接地形の 6M-H1 を 1 段、6R-R8 を



第9図 サーキュレータ外観図

6段用い、その出力を2本の終段出力管6R-P10に分岐供給している。その一つの出力は後置中間周波増幅器に導かれ、ほかの一つは受信AFCおよび回線の分岐あるいは、チャンネルのドロップに使われる。主中間周波増幅器の利得は65dBで、前置中間周波増幅器と総合した振幅特性を第8図(a)に、遅延特性を第8図(b)に示す。主中間周波増幅器には自動利得制御(A.G.C.)を行うため6CB6を1本用いており、入力変化-50dBmから-75dBmの範囲において、主中間周波増幅器の出力レベルを+4dBm(75Ω)±1dB以内におさえている。AGC出力の一部はメータ盤の受信入力計に導かれ受信レベルを常時監視することができる。また前位局の故障あるいは非常に深いフェージングのため主増幅器の信号出力がある程度以下に低下した場合には、12RLL3によってスケルチ・リレーを復旧させて主増幅器の出力をたつとともにAFC系を端末局形式に切換え下位局に対して回線を維持する。

3.1.3 偏移周波数増幅器と受信局発発生器

受信局発発生器は送信局発波器、受信局発波器および三分岐導波管により構成される鉍石検波器式周波数変換器である。送信局発管VA-220の出力の一部は方向性結合器、送信局発波器を経て鉍石検波器SH5Aに加えられる。一方変調盤からの160Mcの出力は偏移周波数増幅器からSH5Aを励振し160Mcのビートを作り出すから、そのうち送信局発波より160Mc低い周波数を受信局発波器により取り出し、受信周波数変換器に加える。

3.1.4 AFC 盤

AFC 盤に入った主中間周波増幅器出力の70Mcはthroughで復調盤に入るものと、受信AFCを行うためのものとに分かれる。AFC系は6R-R82段で増幅後、6R-R8で振幅制限、周波数弁別を行い、これを交流化して12RLL3で交流増幅し6AL5で位相検波して局発クライストロンとのペラ電圧に積み重ねて自動周波数制御を行い、中間周波数の偏差を±200kc以内におさえている。また既述のようにスケルチ・リレーが復旧したときは、12RLL3の入力に与えていた中間周波系の弁別出力を、空洞弁別器の出力に切換えそれによってさきの場合と同様にして自動周波数制御を行い、送信局発としてのクライストロンの周波数変動を±0.02%以内におさえる。

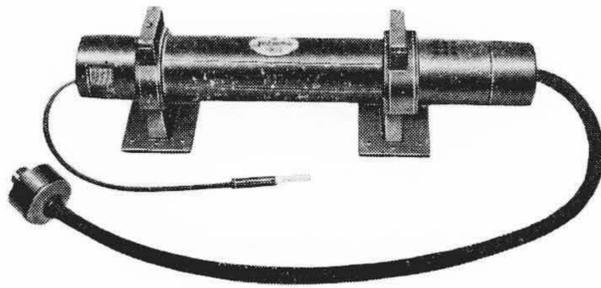
3.1.5 復調盤

AFC 盤からthroughでできた70Mc中間周波は、75Ωで復調盤に入り、振幅制限、周波数弁別、き還増幅後変成器を介して搬送端局装置に75Ωで送出する。打合わせチャンネルは6R-P10の出力から低域発波器で取り出し6CB6で増幅後、変成器を介し600Ωで送出する。

3.2 送信部

3.2.1 後置中間周波増幅器

後置中間周波増幅器の入力は6R-R8を2本並列接続し、その一方に常時主中間周波増幅器の出力が加えられ、これはさらに6



第10図 進行波管外観図

R-P102段により増幅され、送信周波数変換器のGH1C検波器を励振する。主中間周波増幅器のスケルチ・リレーが復旧した場合は、主中間周波増幅器からの70Mcは断たれ、並列接続された入力6R-R8の他方には変調盤からの70Mcが加えられ、変調系統が端末局形式になって下位局に対し回線を維持する。

3.2.2 送信周波数変換器

送信周波数変換器はさきの受信局発発生器と原理的には同一であるが、この変換器では被変調波を取扱う関係上、その伝送特性に配慮しなければならない。すなわち3.1.3項で述べたような変換回路では、検波器で発生した不要ビート波が局発波器で反射されて検波器に再入射し、ふたたび周波数変換が行われ二次的な変換出力が発生する。この二次出力と一次出力の干渉により、変換の周波数対振幅および遅延特性の平坦性が失われる。これに対処するためフェライトを利用したマイクロ波循環回路による周波数変換器を用い非常に好結果を得た。本器についてはすでに詳しく報告されているので⁽¹⁾⁽³⁾、ここではサーキュレータの外観を第9図に示すに止めて置く。出力発波器は帯域通過形、帯域反射形の組合わせで構成されている。

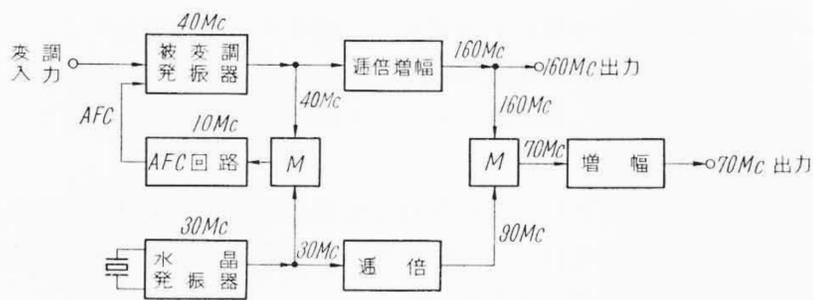
3.2.3 電力増幅器

電力増幅器としては、パッケージ形進行波管W886を用いている。W886はヘリックス電圧約2,600V、ビーム電流30mAで飽和出力3W、小信号利得30dBである。入出力は導波管結合形で、ビーム集束はバリウム・フェライト系磁石による周期18mmの交番磁界を用いている。外観は第10図に示すようであって、全長約310mm、重量約2.35kgの小形軽量で着脱が特に容易なように設計されている。

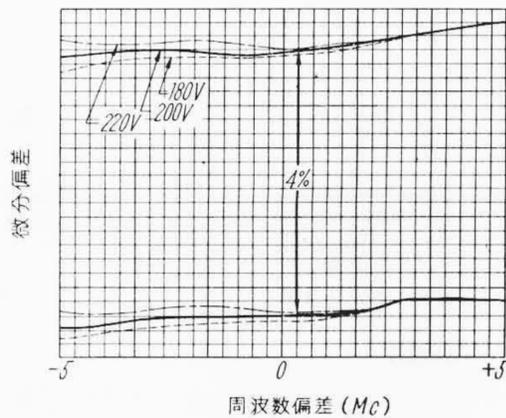
3.2.4 変調盤

中継局でチャンネルのそう入を行う場合は、変調盤においてCR移相発振器を周波数変調し⁽⁴⁾、160Mcにおいて周波数偏移200kc/CHを与えて偏移周波数増幅器から、受信局発を通して前置中間周波増幅器の入力に加える。またスケルチ・リレーが復旧して変調系統を端末局形式に切換える場合は、スケルチ・リレーによって変調盤の160Mcを断ち70Mcの出力を取出して後置中間周波増幅器にそう入する。

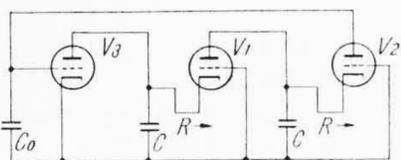
変調盤の構成を簡略化したブロック図であらわすと第11図のようになり、被変調発振器の原理回路はさらに第12図のようにならわされる。この回路において V_3 、 V_1 の内部抵抗が入力抵抗に比して十分大であれば、各段で生ずる移相量は近似的に V_2 で90度、 V_3 で(180+45度)、 V_1 で45度にとることができ、合計360度となって発振する。Rは近似的に $1/g_m$ であるから、発振条件が満足される周波数は $f=g_m/2\pi C$ サイクルである。したがってビデオ周波数で g_m を変化させてやれば、周波数変調が行われるわけである。なお真空管の交換、電源電圧の変動、温度上昇などに対して発振周波数レベル変動、微分特性の変化に関して詳細な試験を行いきわめて安定な動作が行われていることを確認した。一例として電源電圧を±10%変えた場合の変調器の微分特性の実測データを第13図に示す。



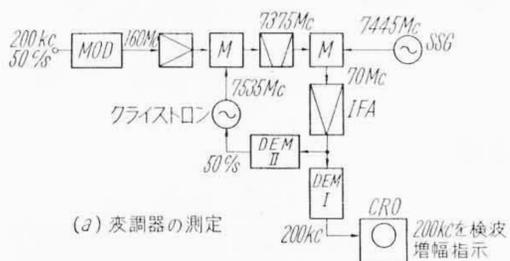
第11図 変調器ブロック図



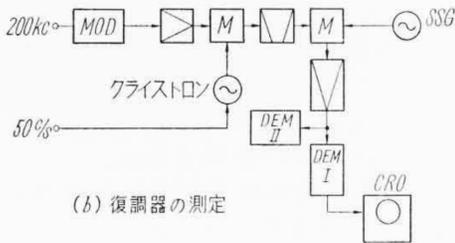
第13図 変調器微分特性



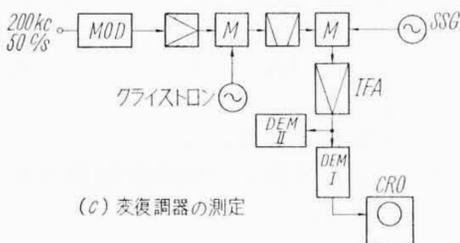
第12図 被変調発振器ブロック図



(a) 変調器の測定

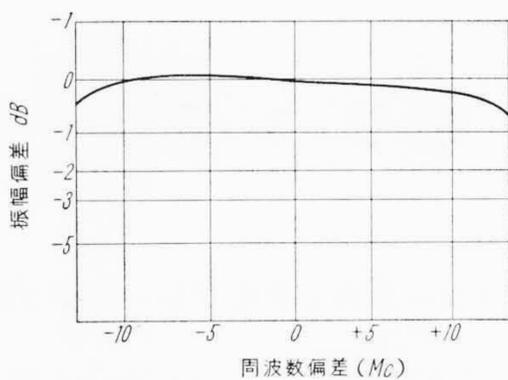


(b) 復調器の測定

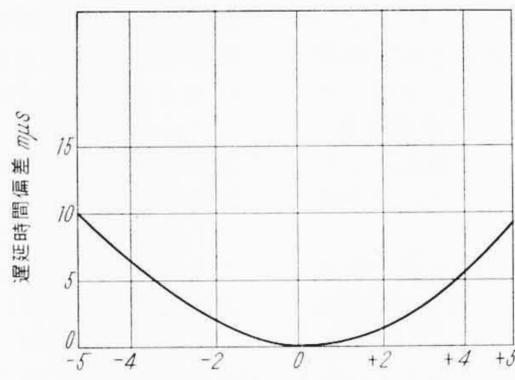


(c) 変復調器の測定

第14図 微分特性測定回路系統図

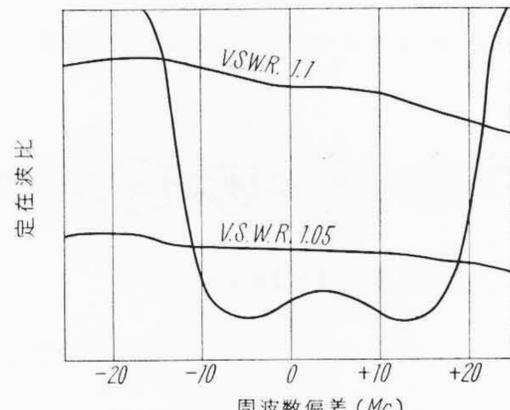


(a) 振幅特性

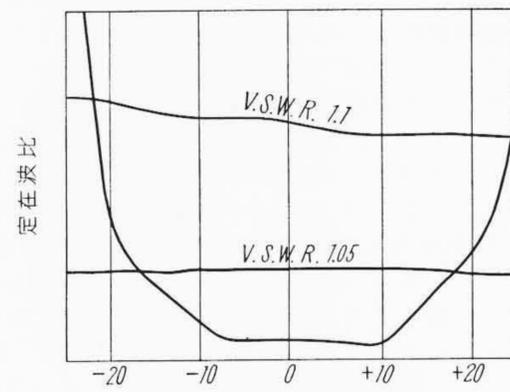


(b) 遅延特性

第15図 総合振幅・遅延特性



(a) 出力側



(b) 入力側

第16図 入出力定在波比

3.3 電源部

電源部は雑電源盤、低圧電源盤、高圧電源盤に分かれ、雑電源盤には24Vの整流電源と時限リレーおよび主スイッチを備えている。低圧電源盤には、一般真空管のヒータ電源、DC±150V、安定化電源150Vを含んでおり、雑電源盤の時限リレー動作後、低圧スイッチにより動作する。高圧電源盤には、クライストロン、進行波管のヒータ電源、および各電極電圧用の安定化電源が含まれている。

3.4 微分特性の試験

自局内でセットの精密調整あるいは試験を行う場合、変調器、復調器の微分特性を簡単に測定することが必要である。本装置では第14図のような方法で変調器、復調器の微分特性を独立に測定できる。すなわち(a)の場合には変調器入力に50c/sに重畳した200kcの信号を入れ、受信導波管端子より受信波に等しい波を標準信号発生器より加えてやれば、中間周波を発生しこれを復調すれば200kcが取出される。このとき図中DEM IIと記した復調器すなわち第6図のAFC盤の12 RLL 3により50c/s分のみを復調して局発クライストロンのリペラーにき還してふりもどしを行えば、周波数弁別器はほとんど中心部のみを使用することになるので、50c/sで掃引された変調器の特性だけを取り出すことができる。このようにして

変調器の特性が測定されれば、復調器の微分特性も(b)のようにして測定できる。あるいは変復調器通した場合の特性も(c)のようにして容易に測定することができる。

4. 総合特性

本装置の特性のうち最も重要なものは、雑音指数、振幅特性、遅延特性、微分特性および入出力定在波比の五つである。次にこれらの試験結果について述べる。

4.1 雑音指数

受信フィルタおよび単流導波管の損失を除いて13dBであった。(フィルタ、単流導波管の損失はおのおの1dB)

4.2 振幅特性

中継機の導波管入力端から出力端までの振幅特性は第15図(a)に示すように±5Mcの伝送帯域内における振幅偏差は約0.2dBである。

4.3 遅延特性

遅延特性は(2)と同じ端子から測定して第15図(b)のような結果を得た。これにみられるように、遅延偏差はほとんど中間周波増幅器の二次、三次位相ひずみによるもののみで、送信周波数変換器

などで生ずる高次のひずみの影響はみられない。

4.4 微分特性

微分特性については第13図に一例を示したが、総合して下記のようになった。

	±4Mcにて	±2Mcにて
変調器	3%	1%
復調器	+4Mcで1.5%, -4Mcで0.6%	0.8%

4.5 入出力定在波比

第16図(a)(b)にそれぞれ出力および入力定在波比を示す。伝送帯域内においてはいずれも定在波比1.05以下となっている。

5. 結 言

以上述べたように 8,000 Mc 帯における最大通話路容量 240 チャ

ネルを伝送する中継装置を完成し、満足すべき特性をうる事ができた。本装置は別に報告される全トランジスタ化された多重端局装置と組合わされ、長距離にわたって高品質の電話伝送を行うことができる。

本装置の製作にあたり有益な助言を与えられた日立製作所中央研究所の関口主任研究員はじめ関係各位、および国際電気株式会社のかたがたに深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 宇佐美, 関口, 都木, 芳根: 日立評論 No. 27, 91 (昭33-11)
- (2) 緒方: 信学誌 40, 289 (昭32-4)
- (3) 宇佐美: 昭33連合大会 885 (昭33-5)
- (4) Ravenscroft: P. O. E. J. 48 July. 1955
50 Oct. 1957



特 許 の 紹 介

特許第248263号

森 幸 治

フレームジブコールカッタのフレームジブ駆動機構

この発明は、第1図に示したように採炭時に先行する上、下ストレートジブ32, 33により炭層に上下二段のすかしを入れ、後続するフレームジブ21によりわく形に透截して行くフレームジブコールカッタにおいて、フレームジブの回転および旋回をストレートジブの駆動機構によって機械的に行うようにしたものである。

ストレートジブ駆動装置は、油圧モータ4により駆動される歯車5を介して回転される軸6にクラッチ13, 14を取りつけ、そのクラッチにより上、下ストレートジブ支持腕7, 8に固定した大歯車9, 10とかみ合う小歯車11, 12を操作するようにしたものである。したがって、上、下ストレートジブ32, 33は上、下ストレートジブ支持腕7, 8を介して油圧モータ4により駆動される。

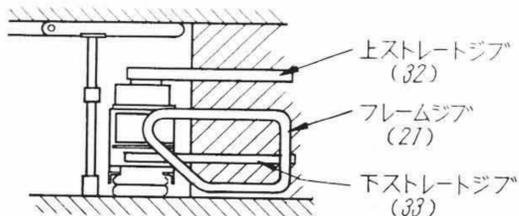
フレームジブ駆動装置は、軸6に固定した歯車16にかみ合う歯車15aの軸にドラム15bとクラッチ15cとを取りつけ、そのドラム15bとフレームジブヘッド部に設けたドラム18との間にロープ19をエンドレス状にかけわたしてフレームジブ21を駆動させるようにしたものである。

フレームジブ支持腕22の軸にゆるくはまっているフレームジブ

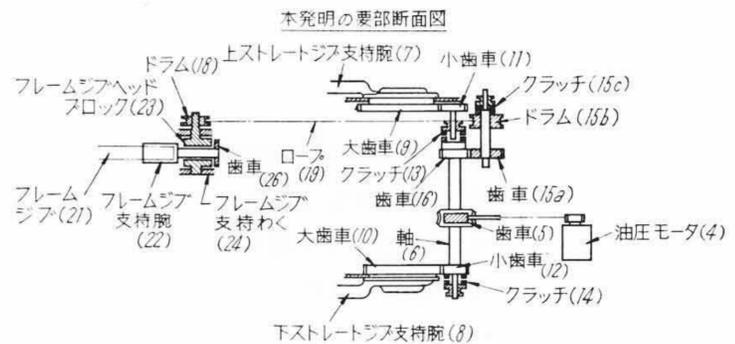
ヘッドブロック23の軸にはドラム18が固定されていて、このドラムの回転によりフレームジブヘッドブロック23は回転してフレームジブ支持腕22を旋回させる。これと同時にヘッドブロック23に取りつけた歯車27はフレームジブ支持わく24に固定した歯車25の周囲を回転するので、歯車機構31を介してフレームジブ支持腕22の軸に固着する歯車26が回転される。したがって、フレームジブ21はその支持腕22によって回転されながら旋回される。

フレームジブ21を第2図に示すA位置からB位置に移動させて透截を行う状態とするには、油圧モータ4によりストレートジブ駆動機構を介してフレームジブ駆動装置を駆動させ、ロープ19によりドラム18を回転してフレームジブ21を旋回させながら回転させてフレームジブヘッド部前面の水平方向(A)からそのヘッド部側面の垂直方向(B)に方向変換させる。

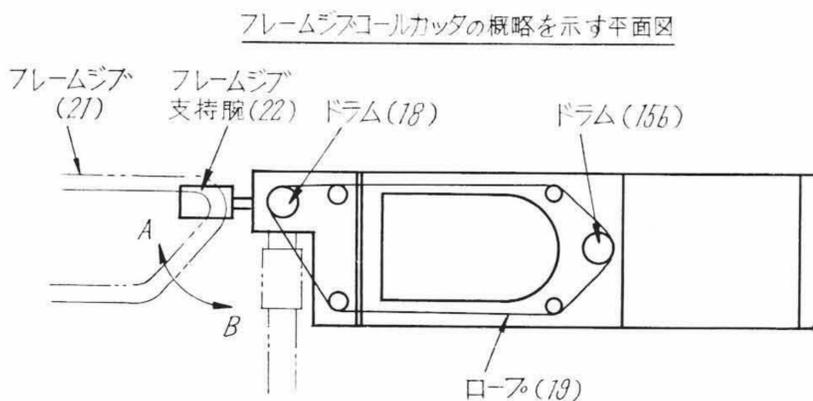
この発明によればフレームジブの駆動を容易に行うことができるばかりでなく、各クラッチの操作によって各ジブの単独駆動および複合駆動を自由自在に行うことができる。



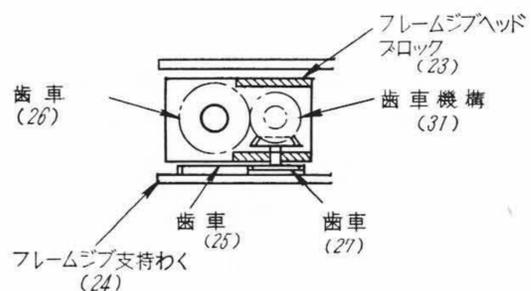
第1図 フレームジブコールカッタの採炭状態を示す側面図



第3図 本発明の要部断面図



第2図 フレームジブコールカッタの概略を示す平面図



第4図 X-X側からみたフレームジブヘッド部