

日立製作所本社—日立工場間マイクロ波無線電話施設

Multi-Channel Microwave Radio Telephone System between Tokyo and Hitachi

Abstract

Hitachi, Ltd. recently installed a micro-wave radio telephone equipment in pulse position modulation system, for the purpose of facilitating intercommunication between its head office in Tokyo and four factories in Ibaragi area. The equipment has a capacity of 23 channels and is actually equipped for 12 channels.

The communication circuit extends about 130 km of distance from the Tokyo head office to Hitachi Works of the company, via two non-attendant repeating stations at Mt. Tsukuba and Ōmika.

Two frequencies 6,580 Mc and 6,740 Mc, are in use, and each of these two waves is received by P.B.X. equipment installed at each terminal station; thereby free communication between all subscribers under the system is ensured.

Principal features of this circuit are in that the channel frequency band covers from 0.3 to 3.4 kc and that the overall S/N is over 50 db. And even when the circuit is receiving the maximum possible fading throughout its span, the overall S/N as large as 21 db can be secured.

As the relay stations are designed for non-attendant operation, three engine

system failure-proof sources are provided. Also, each station has a spare radio equipment, so in the case of fault of the machine in service it is switched over automatically to this spare unit, thereby securing the uninterrupted service. In order to carry out the remote control as well as the indication of communication status, the first channel is used as a circuit for supervisory control and arranging purposes.

The writer explains in this article the outline of the communication system and the equipment used on the system.



回線經過地図 Microwave Route

総 説

Introduction

三 木 正 一*

〔I〕 緒 言

日立製作所では東京に所在する本社と主要な製造工場の集っている茨城県日立市に所在する日立工場間の通信連絡設備として専用電話回線ならびにテレタイプ設備などを運用していた。この両者のより緊密な通信連絡を確保すると同時に通信の迅速な疏通を計る要望が非常に大となり、種々その方法を検討した結果、周波数帯が比較的容易にとれること、通話路数が20通話路程度の要求であること、比較的少い経費で良質な回線をうる事ができことより結局これを解決するにはマイクロウェーブ通信によるほかないと考え、かねて7,000 Mc帯を用いたパルス位置変調方式の多重無線電話施設の開設を出願中であつたが、今回許可となり本年11月より正式通話を開始する運びとなつたのでその大要を紹介する。

〔II〕 通信回線の概要

この通信回線は東京新丸ビル所在の日立本社と、茨城県日立市所在の日立工場間約130 kmを結ぶもので、その経過地は前頁に示すごとくである。

この経過地の決定は交通の便のよいこと、中継回数の少くてすむことなどを条件として考えた。筑波山には当時戦時中の供出のためケーブルカーもなかつたが、回線開通の時期までには開通する見通しであり、かつ関東平野に独立する山であることより、中継回数の減少のためには最適と考えた。筑波山—日立工場間は阿武隈山脈が太平洋に没する附近の丘陵地帯のため見透とならず他に種々のルートを考えて、いずれを取るもさらに1中継必要なことに変わりはなく、むしろ大甕(おおみか)に会社施設があり、その構内に中継局を設ける方があらゆる点で有利であるためこのような経過地が決定した次第である。

つぎにどのような通信方式を採用するかの問題でも種々論議を重ねたが、PPM-AM方式は今までにわれわれに多少の経験もあり、周波数分割方式と比較して端局装置は非常に簡単となり、その上20通話路程度を最終容量とする通信回線としては通話路数の割合に装置が小型となり、引いては消費電力も少く建設費も少額ですむと決めて決定せられた。

* 日立製作所戸塚工場

また超高周波数帯としては比較的小型の空中線で十分な空中線利得がえられ、したがって送信管として比較的小出力のクライストロンの使用できる7,000 Mc帯が良いと考えた。

その結果使用周波数として6,580 Mcと6,740 Mcの2波が割当てられ、電波通路中筑波山、大甕の2箇所に無人中継所をおき、当初実装12通話路で内6通話路は日立本社ならびに日立工場の構内交換機に収容せられ、日立本社、日立工場、多賀工場、日立電線工場および日立絶縁物工場相互間の通話を行いうる。

残余の回線は日立本社と上記工場間特に通話頻度の多い特定電話機間を直接結んでいる。

各無線局には現用の無線送受信機のほかに予備の送受信機各1組があり、現用機故障の際には自動的に予備機に切換ると同時に、両端末局には打合せならびに遠隔監視制御回線として用いる第1通話路を通じて各機器の状態を表示する。

無人中継局である筑波ならびに大甕局に3エンジン方式による無停電自動電圧調整装置付き交流電源を備えている。この方式は商用電源停止の場合は蓄勢輪によりディーゼル機関を自動起動し、交流発電機を運転し、商用電源回復すればディーゼル機関が停止するとともに誘導電動機により発電機を運転するようになっている。

日立工場は過去1年間の停電回数ならびにその継続時間をしらべたところ延送電時間に対し0.45%、日立本社では皆無という状態であるので、通信回線の目的からいっても予備電源を必要としないとの結論に達し自動電圧調整器のみを設置した。

〔III〕 通信回線の性能

この通信回線の主要性能はつぎのごとくである。

- (1) 使用周波数 6,580 Mc および 6,740 Mc の2波
- (2) 通信方式 PPM-AM
- (3) パルス特性 繰返し8kc, 通信路パルス幅0.5 μ s, 同期パルス幅2 μ s 1本
- (4) 送信機出力 送信管2K44, 送信出力尖頭値1W
- (5) 伝送帯域幅 8 Mc
- (6) 通話周波数帯域 0.3~3.4 kc
- (7) 総合信号対雑音比 50 db 以上 (標準状態標準変調において)

第1表 使用真空管数
Table 1. No. of Vacuum Tubes

局別	機種	無線機 (含予備機)	端局	その他	合計
日立本社局		59	89	36	184
筑波局		88	34	20	142
大甕局		88	34	20	142
日立工場局		59	89	36	184
合計		294	246	112	652

第2表 回線特性
Table 2. Characteristics of Channel

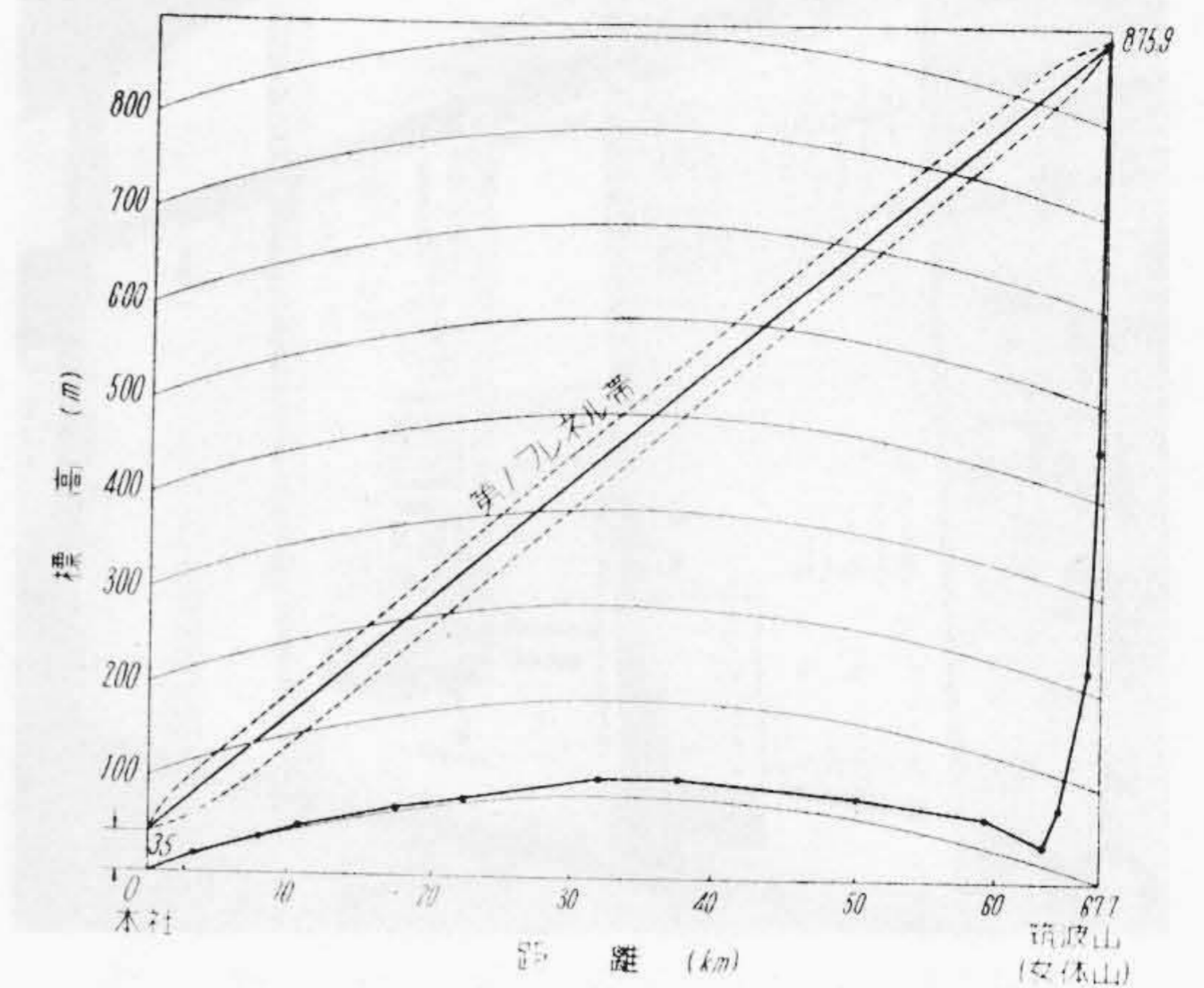
局別	日立 本社局	筑波局	大甕局	日立 工場局
利得損失 S/N				
送信出力	30 db m	30 db m	30 db m	30 db m
空中線利得	40 db	40db 40db	40db 30db	30 db
広帯域利得	←18 db→ ←18 db→ ←18 db→			
饋電線その他損失	5 db	5 db	5 db	5 db
空間伝播損失	←145.6 db→←143.9 db→←127.8 db→			
最大フェージング	←41 db→ ←34 db→ ←17 db→			
S/N (正常)	←62.2 db→ ←63.9 db→ ←60 db→			
S/N (最悪)	←21.2 db→ ←29.9 db→ ←43 db→			
総合 S/N (正常)	←————— 60 db —————→			
総合 S/N (最悪)	←————— 21 db —————→			

- (8) 通話路数 23 通話路, ただし実装 12 通話路内 6 通話路を構内交換機に収容
- (9) 打合回線ならびに遠隔制御監視回線
第1通話路を両者に共用, 打合回線としては 0.3~2.0 kc の範囲を使用し, 2.0~3.4 kc の範囲を遠隔制御監視回路として使用する。
その動作は無線機の状態表示, ならびに中継局機器の遠隔操作。
- (10) 使用真空管 第1表に示すごとく予備機を含み 4 局合計 652 本
- (11) 予備電源 ディーゼル機関直結の 3 エンジン方式で 200 時間連続運転可能の燃料タンクを有する。
- (12) 回線特性 第2表に示す。
- (13) 回線プロフィール日立本社—筑波山間(第1図)
筑波山—大甕間(第2図)
大甕—日立工場間(第3図)

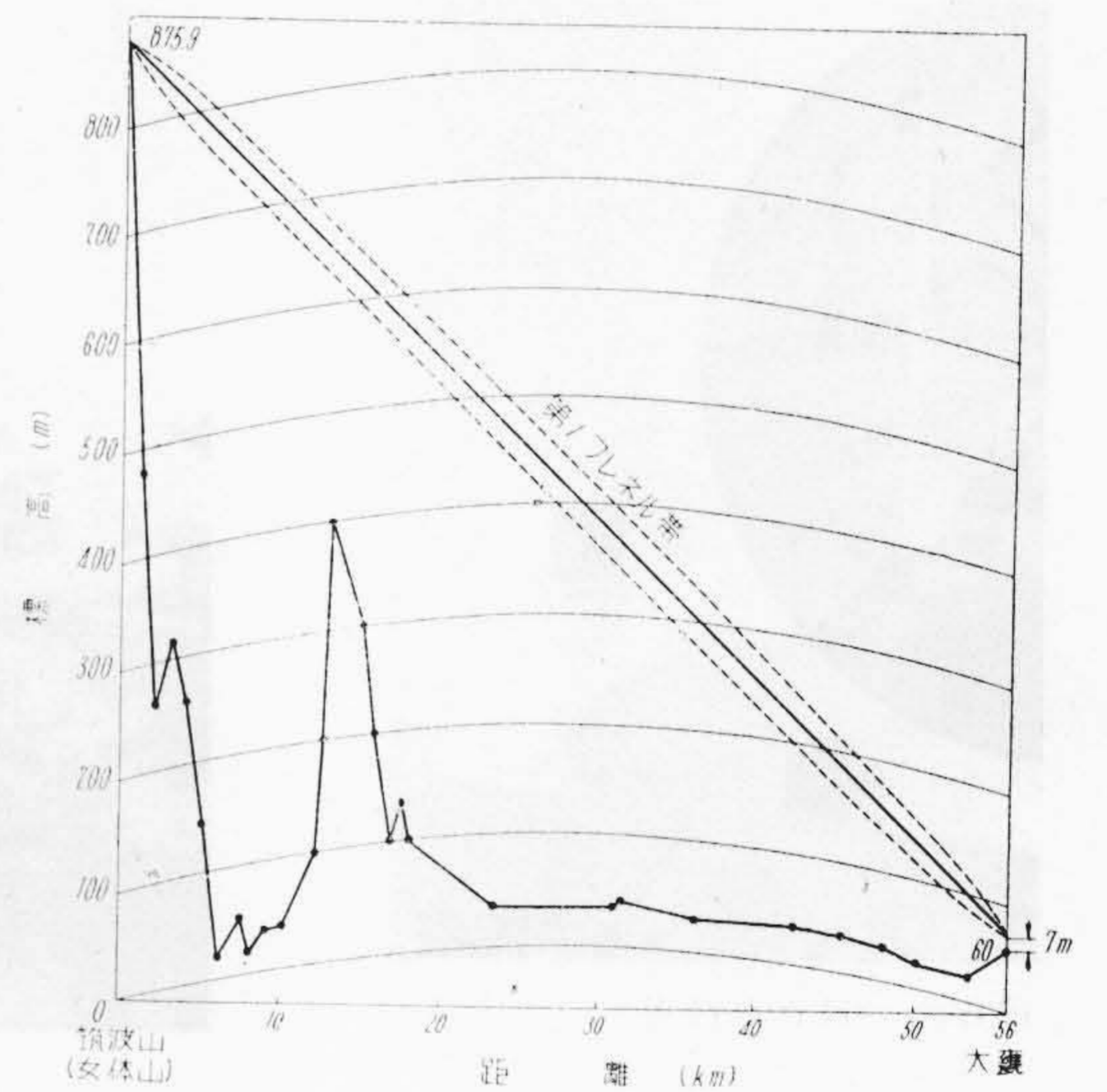
[IV] 各局の概要

(A) 日立本社局

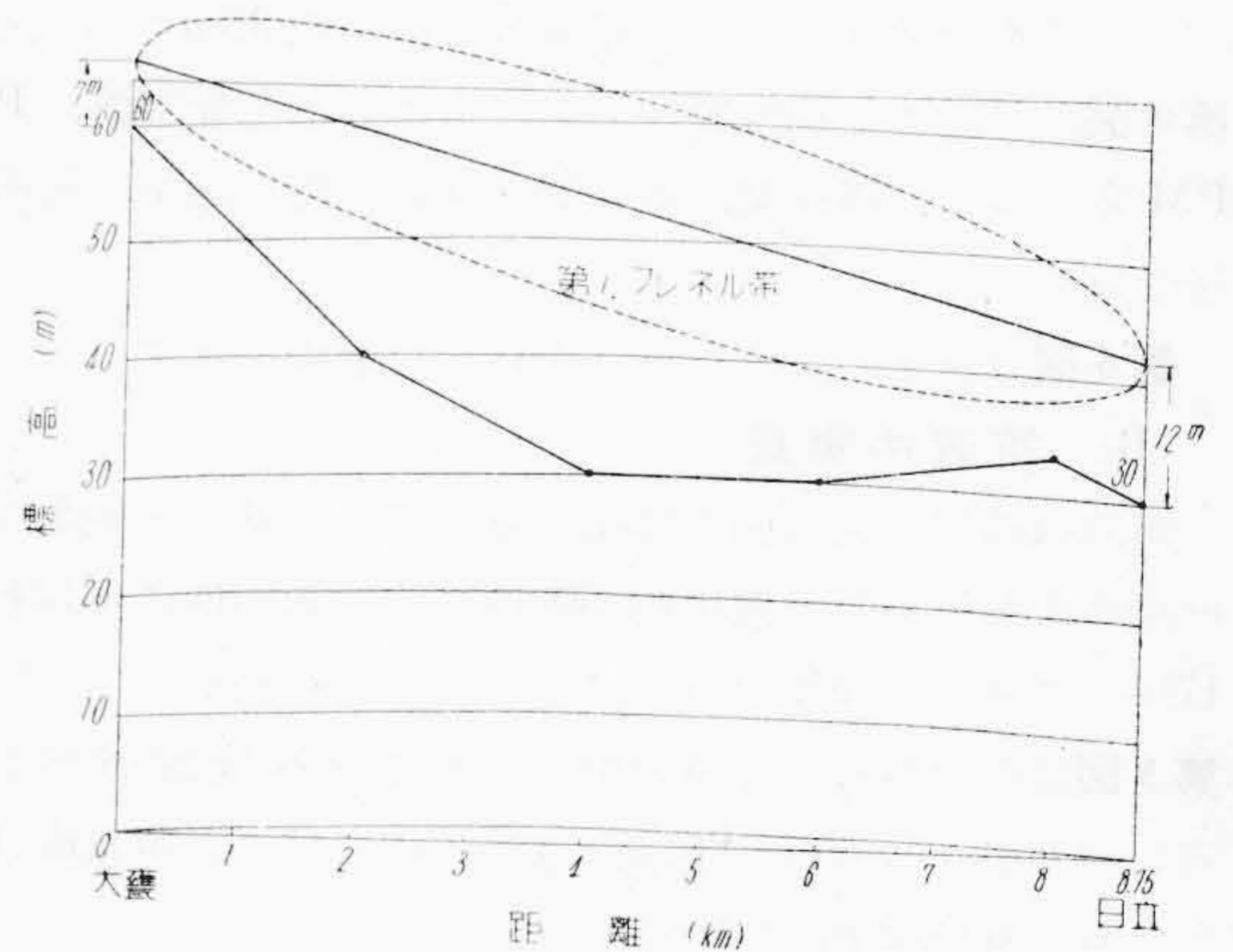
日立本社局は東京駅正面新丸ビル7階にあり, 空中線は8階屋上に直径2mのパラボラを設置し, 一旦塔屋屋上に設置した3m×3mの反射板に吹き当てて筑波山方



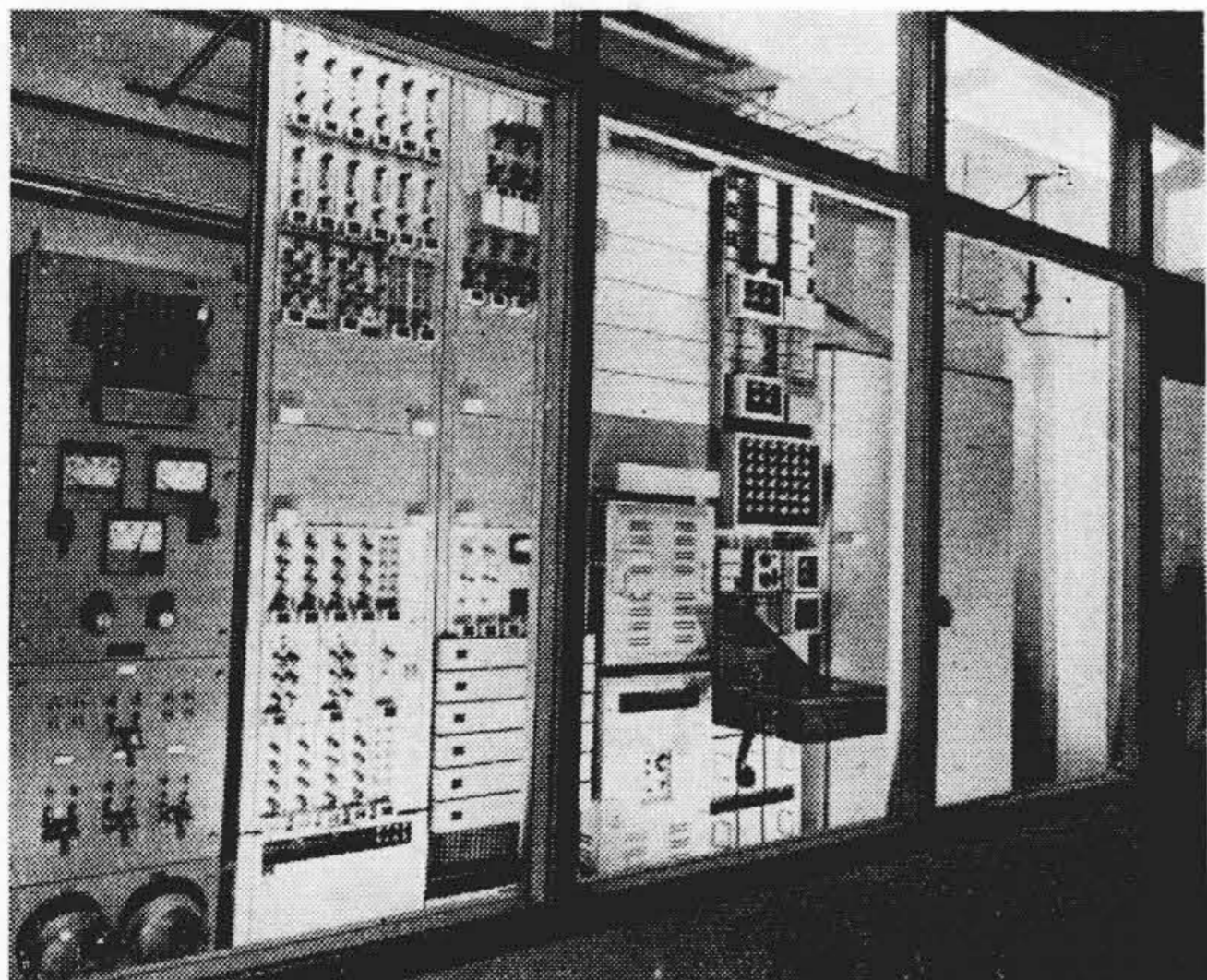
第1図 日立本社—筑波山間プロフィール
Fig. 1. Profile of Tokyo~Mt. Tsukuba



第2図 筑波山—大甕間プロフィール
Fig. 2. Profile of Mt. Tsukuba~Omika



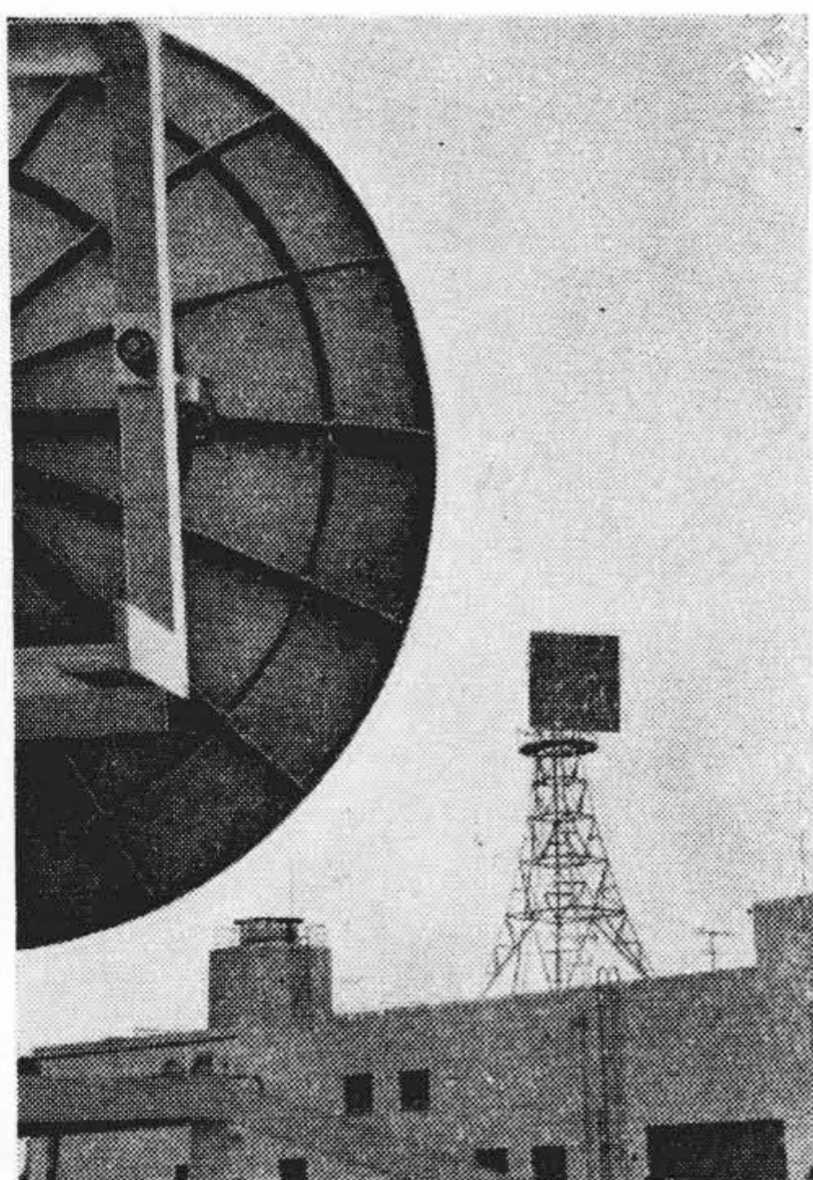
第3図 大甕—日立工場間プロフィール
Fig. 3. Profile of Omika~Hitachi



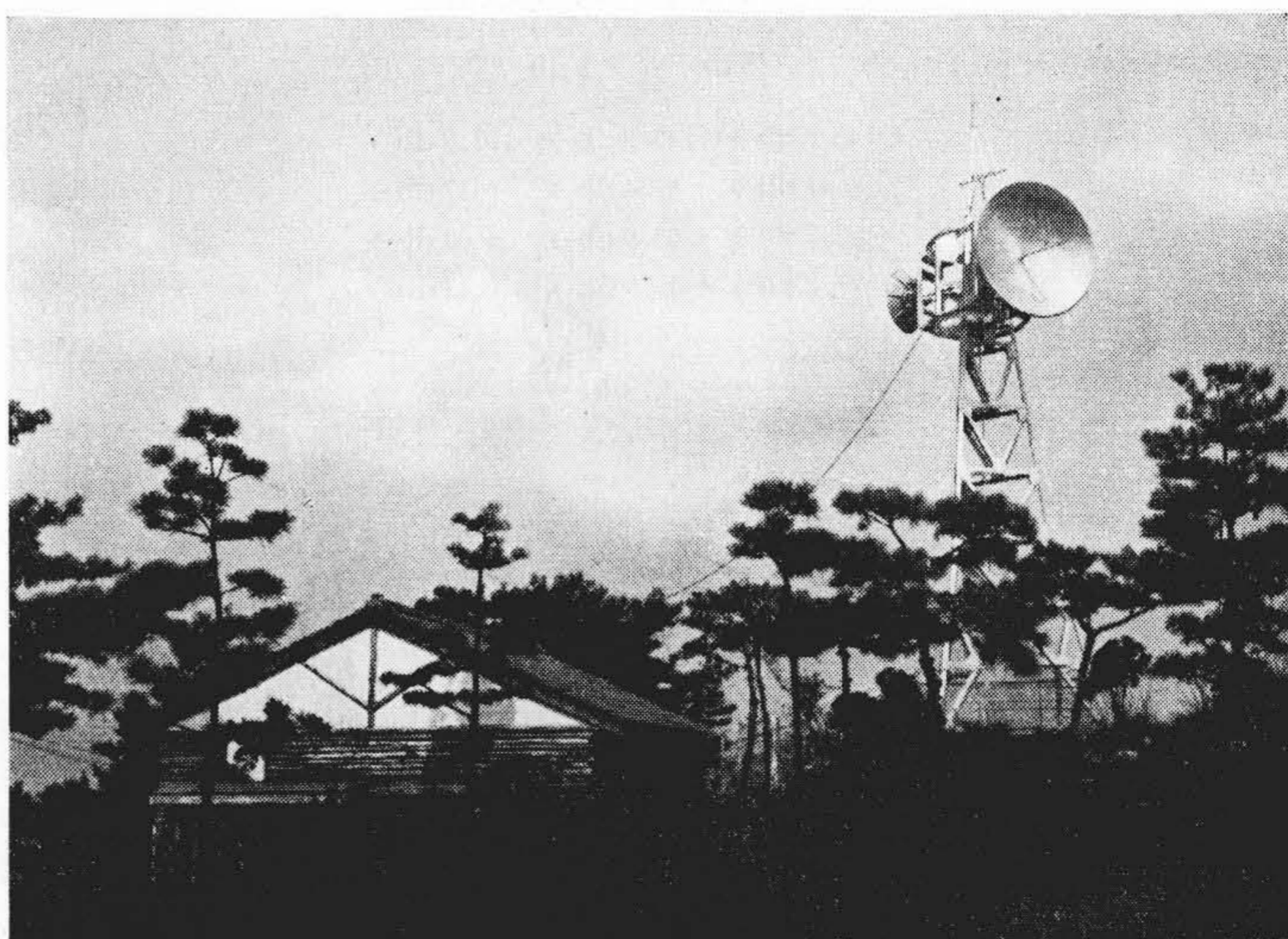
第4図 日立本社局機器
Fig. 4. Microwave Radio Telephone Set Installed at Tokyo



第5図 筑波中継局外観
Fig. 5. Tsukuba Repeating Station



第6図 日立本社局パラボラ
および反射板
Fig. 6. Parabolic Antenna and Reflector at Tokyo



第7図 大甕中継局外観
Fig. 7. Ōmika Repeating Station

向に電波を放射する。この反射板は地上約35mである。第4図に日立本社局機器を示し、左より電源配電盤、P-PM変復調架、線端架、電源架、遠隔監視制御架、無線送受信機となつている。

第6図は屋上のパラボラならびに反射板を示す。

(B) 筑波中継局

筑波中継局は筑波山女体山の電々公社中継局と国警中継局の中間にあり、敷地約50坪の北側傾斜地に建坪約17坪のブロック建築を行い、屋外変電所も附属している。第5図はその外観で左側の繁みの中に屋外変電所がある。パラボラは写真の手前向きが大甕向けで、東京向けとともに直径2mである。

(C) 大甕中継局

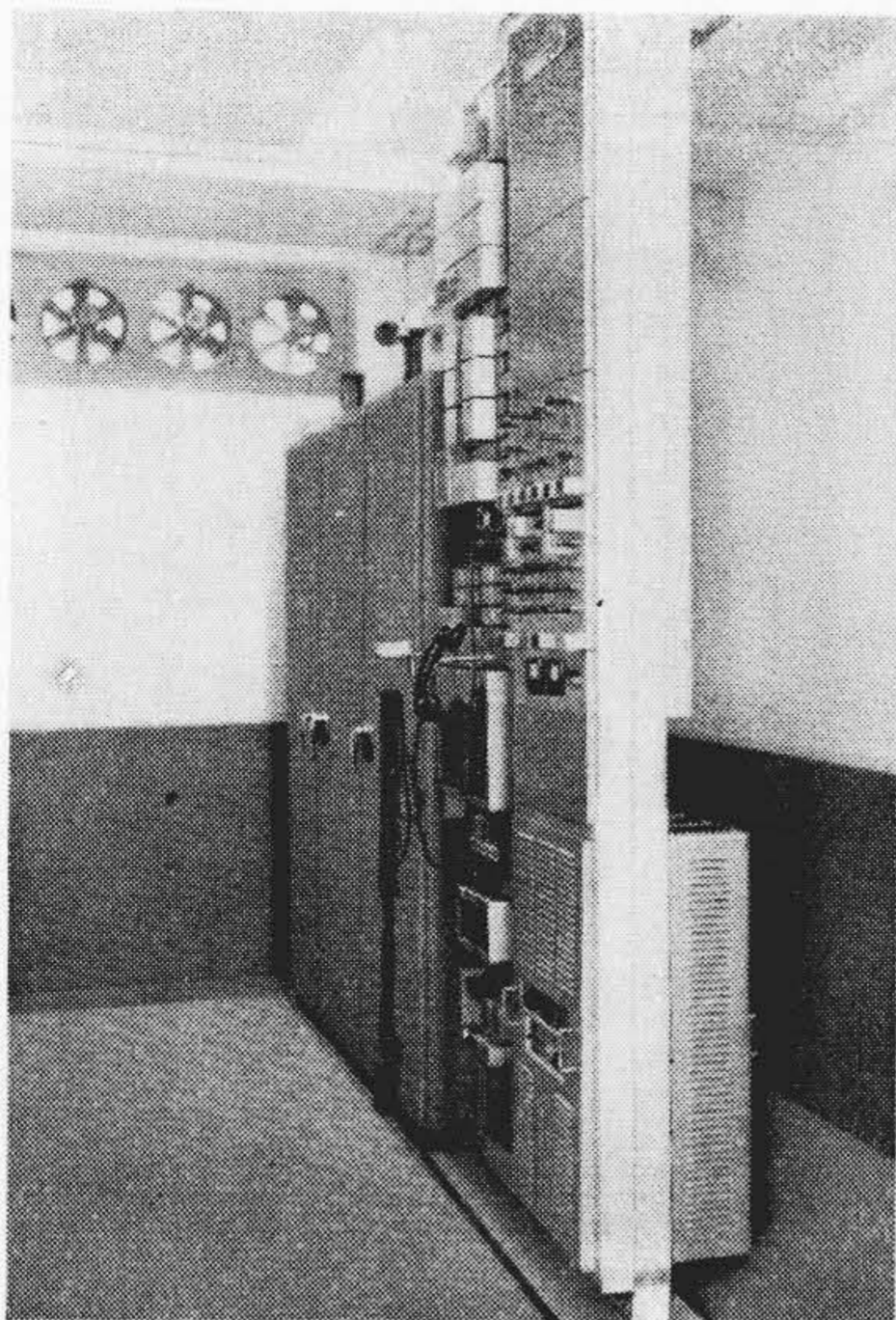
大甕中継局は常盤線大甕駅の西方約300mの大甕日立

ゴルフ場構内にあり、クラブハウスの建物との調和をとるため第7図に示すごとき丸太作り山小屋風の外観を有する木造12坪で内部はモルタル塗りである。筑波向けパラボラは直径2m、日立向けパラボラは直径1mである。

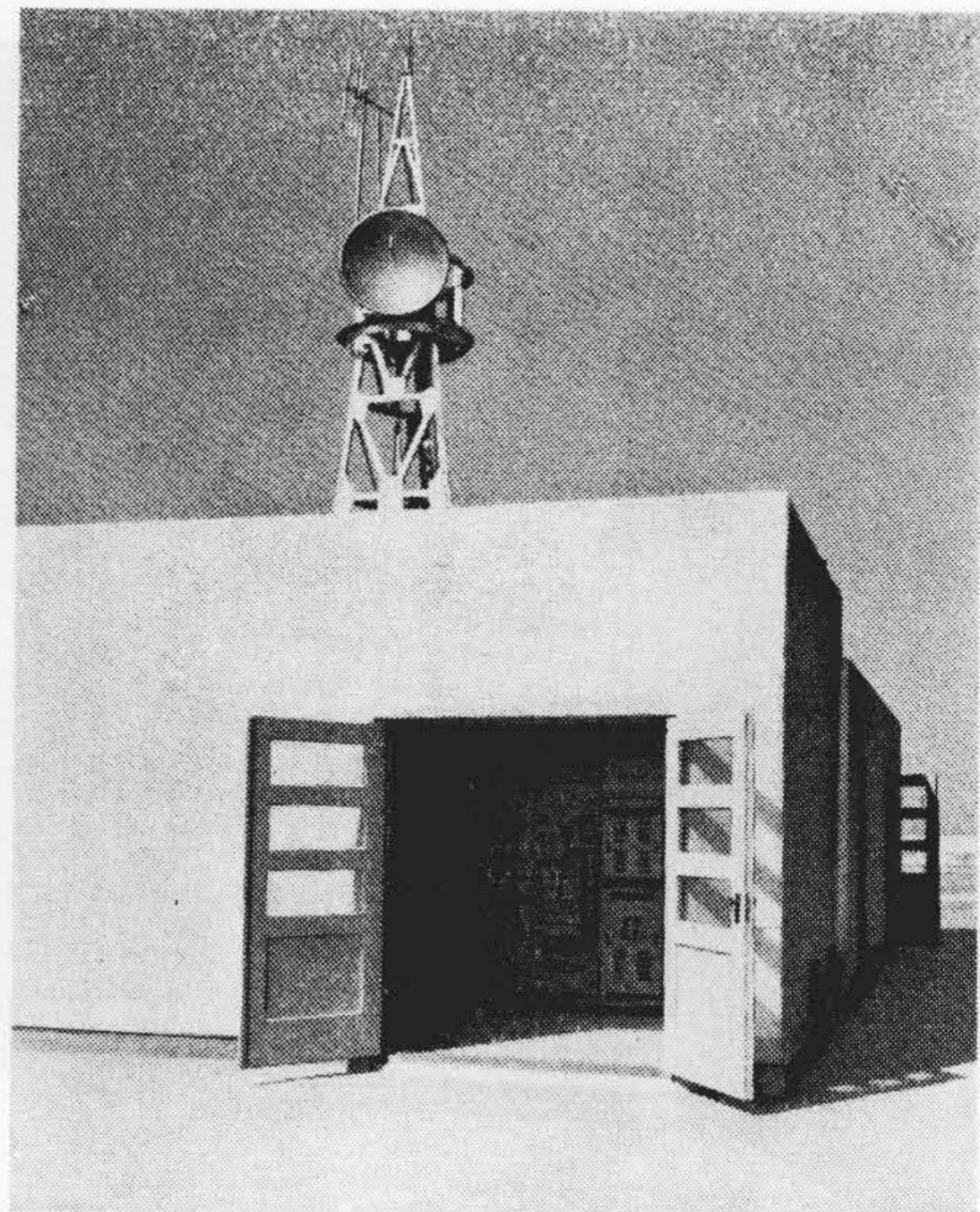
第8図は局内通信機器を示し、手前より打合ならびに遠隔監視制御回線にして使用する第1通話路のドロップインサートを行う中継架、遠隔監視制御架、無線送受信機で筑波局も全く同様な装置を設置してある。

(D) 日立工場局

日立工場局は日立市日立工場本館屋上に鉄筋コンクリート作りの無線局舎を新設した。第9図にその外観を示す。ここに設置されている通信装置は全く日立本社局と同様である。また大甕向けパラボラは直径1mを使用している。



第8図 大 變 局 機 器
Fig. 8. Microwave Radio Telephone Set
Installed at Ōmika



第9図 日 立 工 場 局 外 観
Fig. 9. Hitachi Terminal Station

〔V〕 結 言

今回開通した日立製作所本社——日立工場間のマイクロ波無線装置の概要を述べた。また各機器については別項にやゝ詳細に述べてあるから御参照賜れば幸である。

われわれはこれらの機器を運転し、製造者であると同時に使用者として機器使用の経験を経て今後の需要者各位にさらに親切な機器を供給できることを念願としている。

終りに本施設を製作し運用するに至るまでに郵政省電波管理局、関東電波管理局、電々公社、筑波山測候所、筑波山神社の関係各位の理解ある御援助をえたことを深謝するとともに、実際面につき種々御助言を賜った東北電力植田氏に深甚なる謝意を表する次第である。

なお本施設は会社幹部の御鞭撻により完成することをえた。また日立工場の関係各位の御協力により屋外設備関係、電源関係の製作を分担して頂いたことを記して謝意を表する。

無 線 送 受 信 機

Microwave Transmitter and Receiver

長 浜 良 三* 南 野 幸 雄**

〔I〕 緒 言

クライストロン 2K44 をグリッド変調し、変調電力を少くした極超短波送受信機 UXFM-11A 型（端末局用）と UXFM-11B 型（中継局用）とを完成した。この送受信機は予備および現用より成り万一事故を発生した場合は自動的に切換を行い、遠方監視制御装置を通じて状態表示を行うようになっている。その構造および性能について述べる。

〔II〕 装置の概要と性能

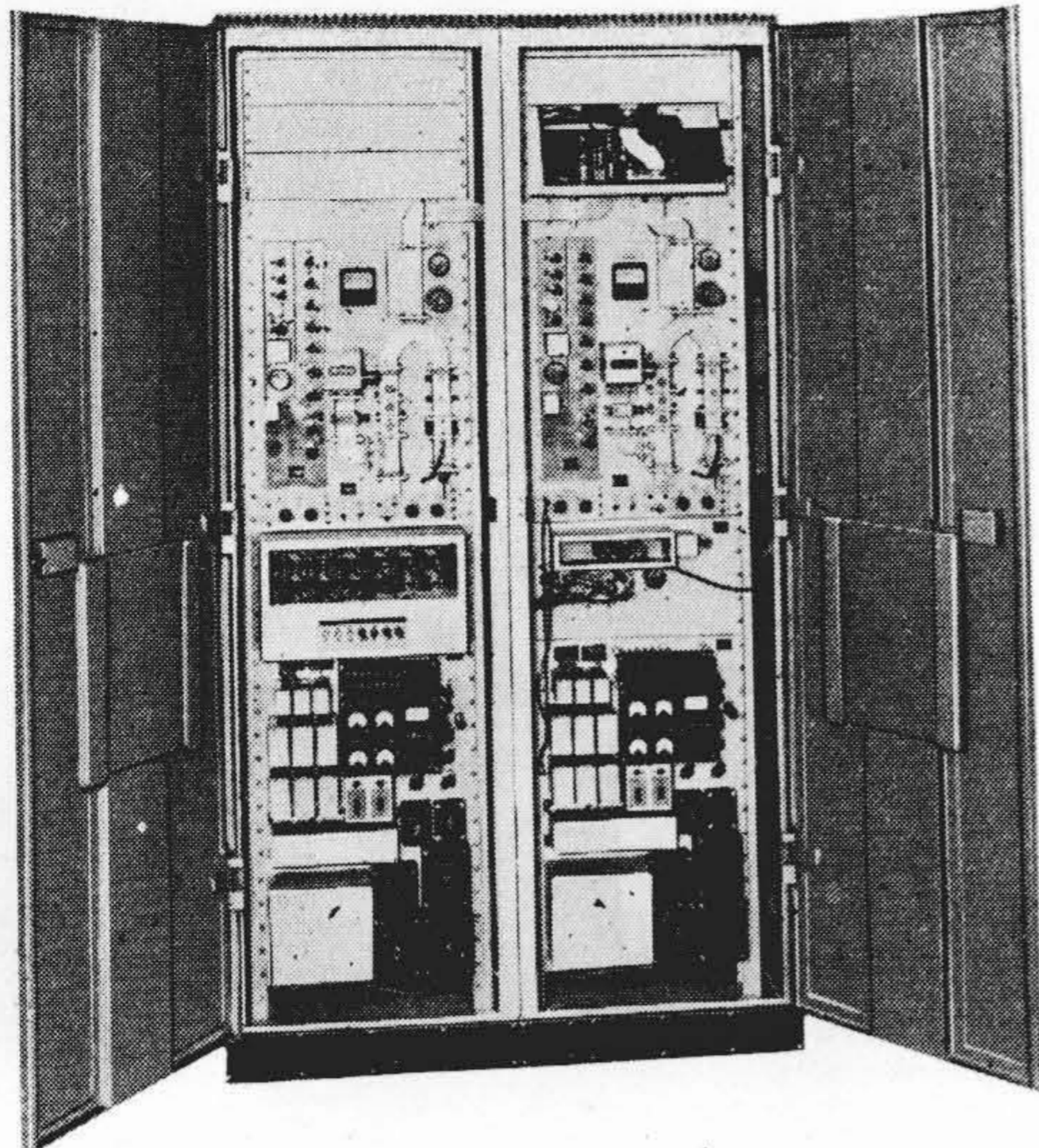
UXFM-11A 型および 11B 型はいずれも現用予備導

* ** 日立製作所戸塚工場

波管切換盤、マイクロ波盤、自動切換盤、切換継電器盤および電源盤より構成され、その概観は第1図（次頁参照）および第2図（次頁参照）のごとくである。予備送受信機は両型ともにそれぞれ1台とし、現用機予備機間の切換は自動、手動および遠隔制御によつて可能である。電源は A.C. 200 V および D.C. 48 V（継電器用）を供給電源としている。周波数は 6,580 Mc および 6,740 Mc の2周波である。

（1）マイクロ波盤

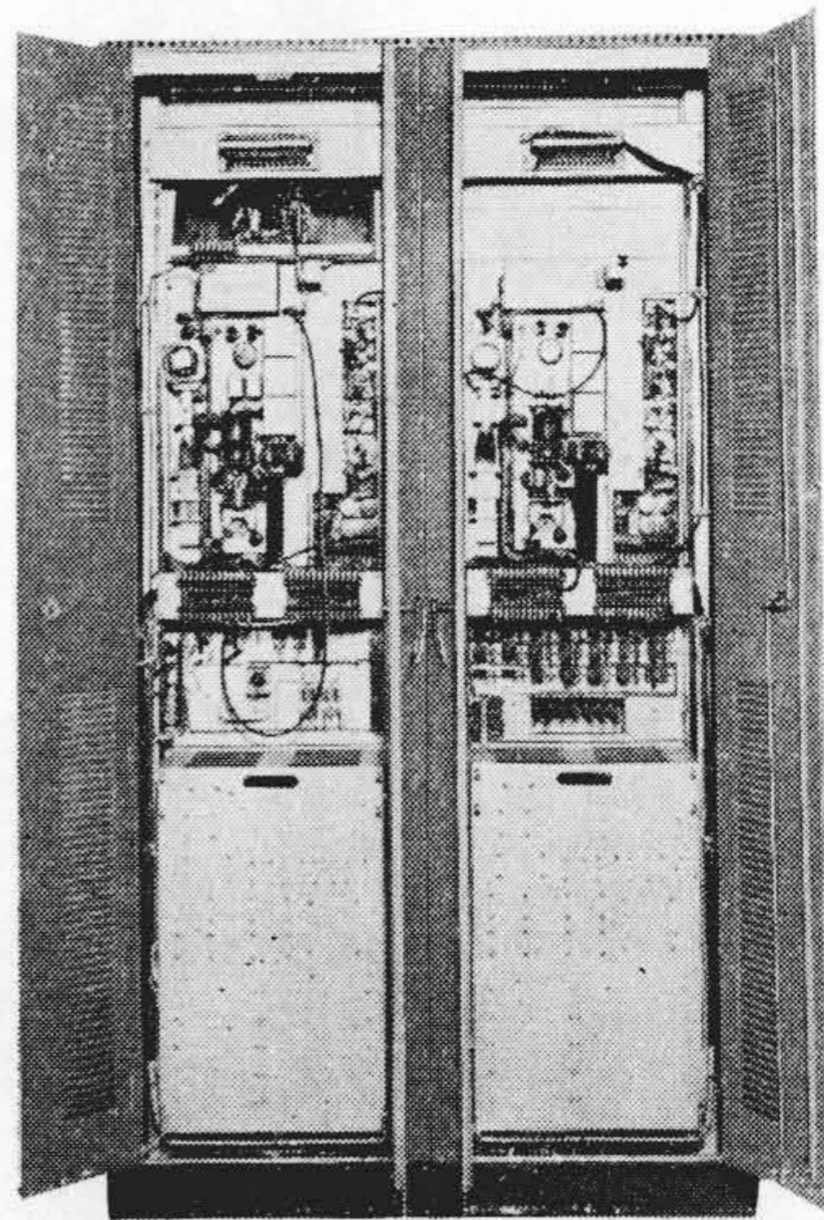
送受信機の系統図を第3図（次頁参照）に示す。送信部については PTM 送信端局より +3 V で入る変調入力パルス増幅器および変調器で約 +250 V に増幅されて送信管 2K44 に加えられる。送信管のパルス変調方



表

第1図 UXFM-11A型送受信機外觀

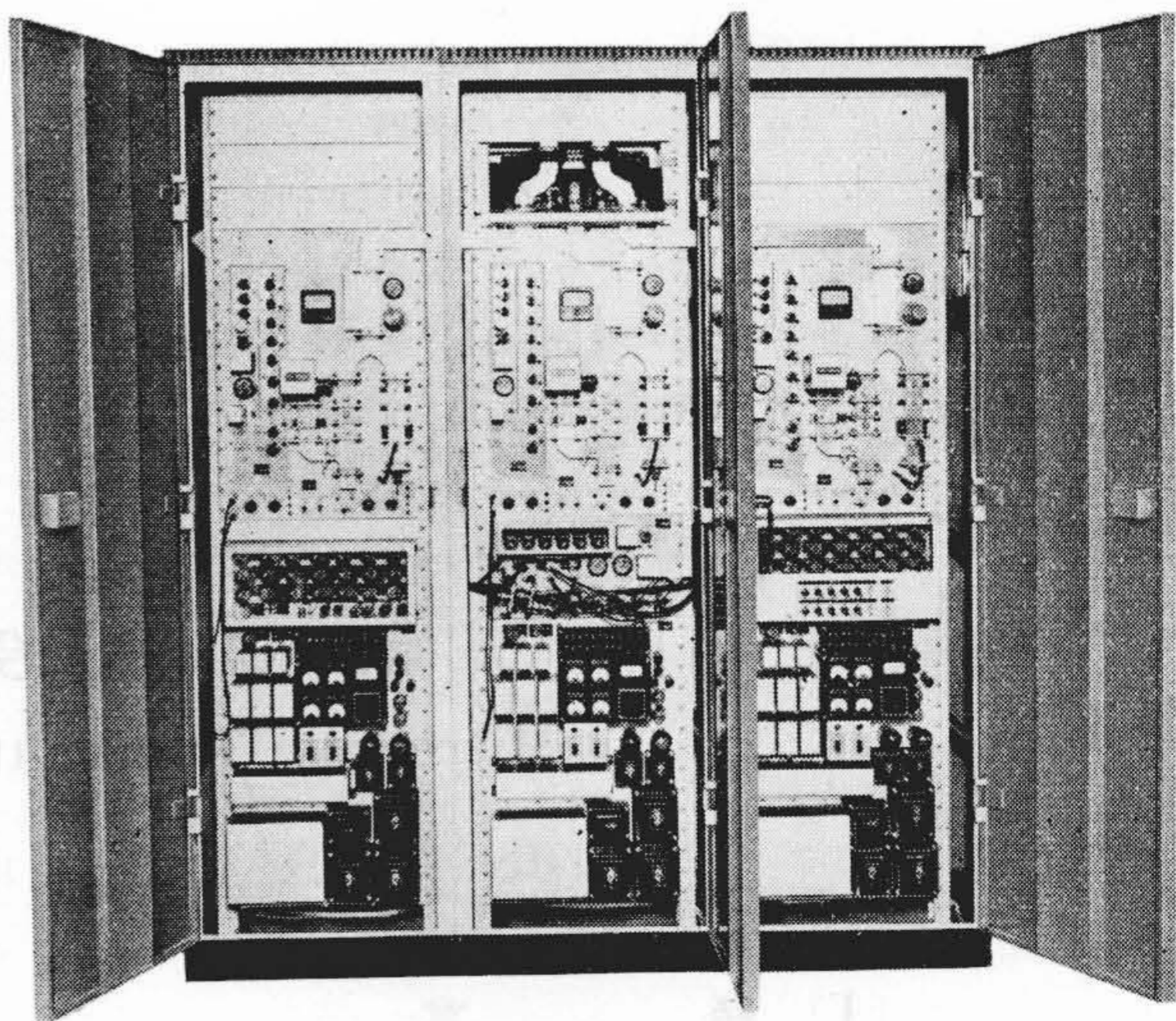
Fig. 1. General View of the Type UXFM-11A Microwave Transmitter and Receiver



裏

式としてグリッド変調法を使用したので、変調管は従来の変調方式に比し小電力で十分であり、本装置では6BQ6 1本を使用している。送信AFCはセンシング法を用い、送信波は受信周波数に共振した帯域阻止フィルタ 2段 (10 db 帯域幅約 18 Mc) を経てH面Y分岐よりパラボラ空中線に向う。出力監視は方向性結合器により出力の一部をとり出し、鉍石 1N23B で検波し、メータリレーで読むと同時に送信機故障表示回路に接続される。

つぎに受信部については、受信波はH面Y分岐より帯域フィルタ 3段 (3db 帯域幅約 25 Mc) を経て不平衡型周波数変換器 1N23B により中間周波数 72 Mc に変換される。局部発振器 2K26 は可変減衰器および帯域フィルタ 1段をH面T分岐で受信回路に接続され、局発雑音の抑制を十分に行っている。受信AFCは追従式を用い、中間周波増幅器を経た信号は振幅検波器 1N34 およびパルス増幅器により +3V の出力となり、PTM 受信端局に送出される。その間 AGC および受信モニタ回路が附加され、後者は受信機故障表示回路に接続されている。また電源スイッチを入れたときあるいは現用予備切換時などにおいて、受信入力待ち時間を極力少くするためウオブリング発振器を用い、局部発振器の発振周波数を掃引し信号が入ると同時にウオブリング発振を止め、その後は追従式 AFC により安定な受信を行えるよう考慮している。以下主要部について述べる。

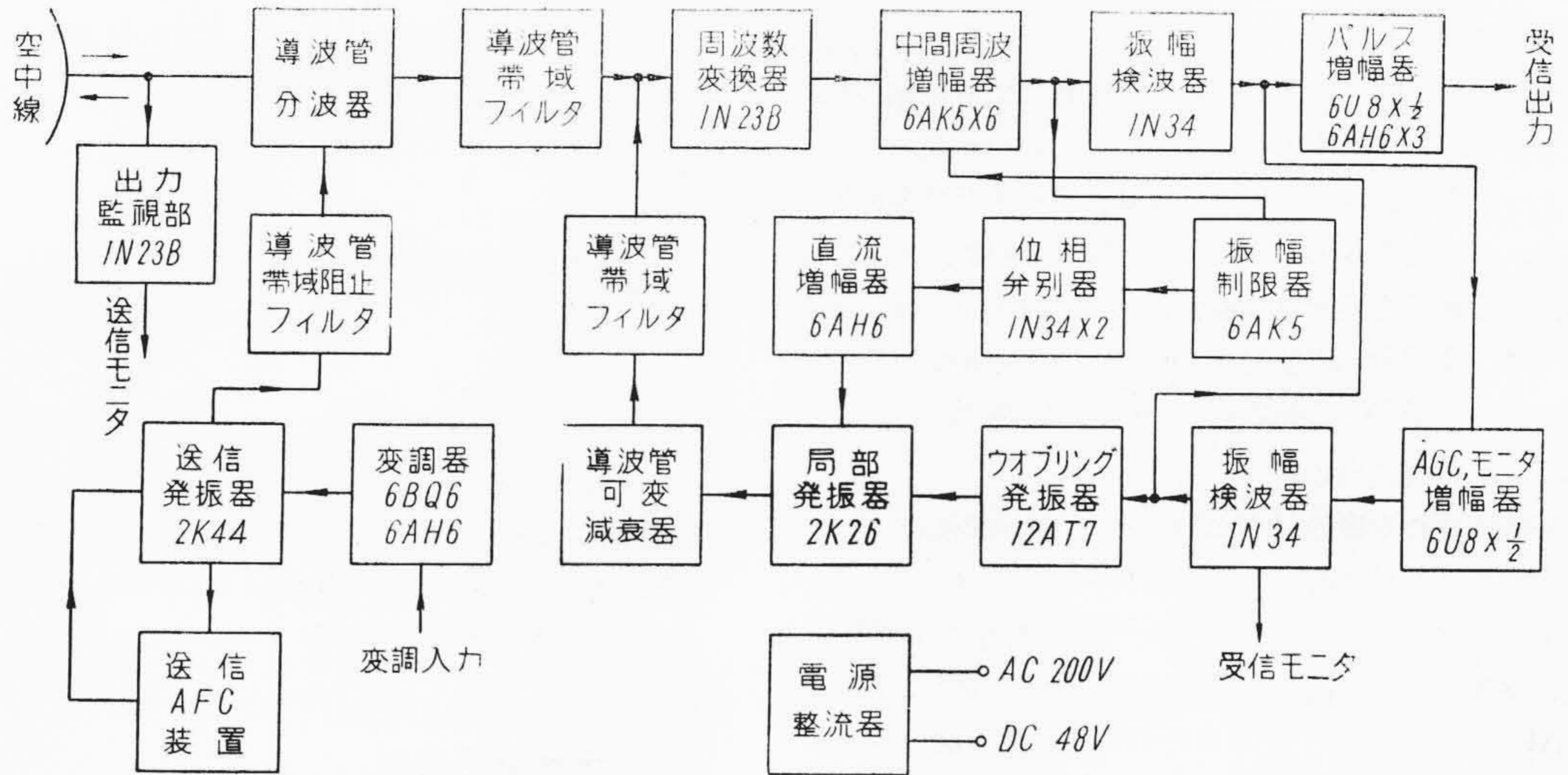


第2図 UXFM-11B型送受信機外觀

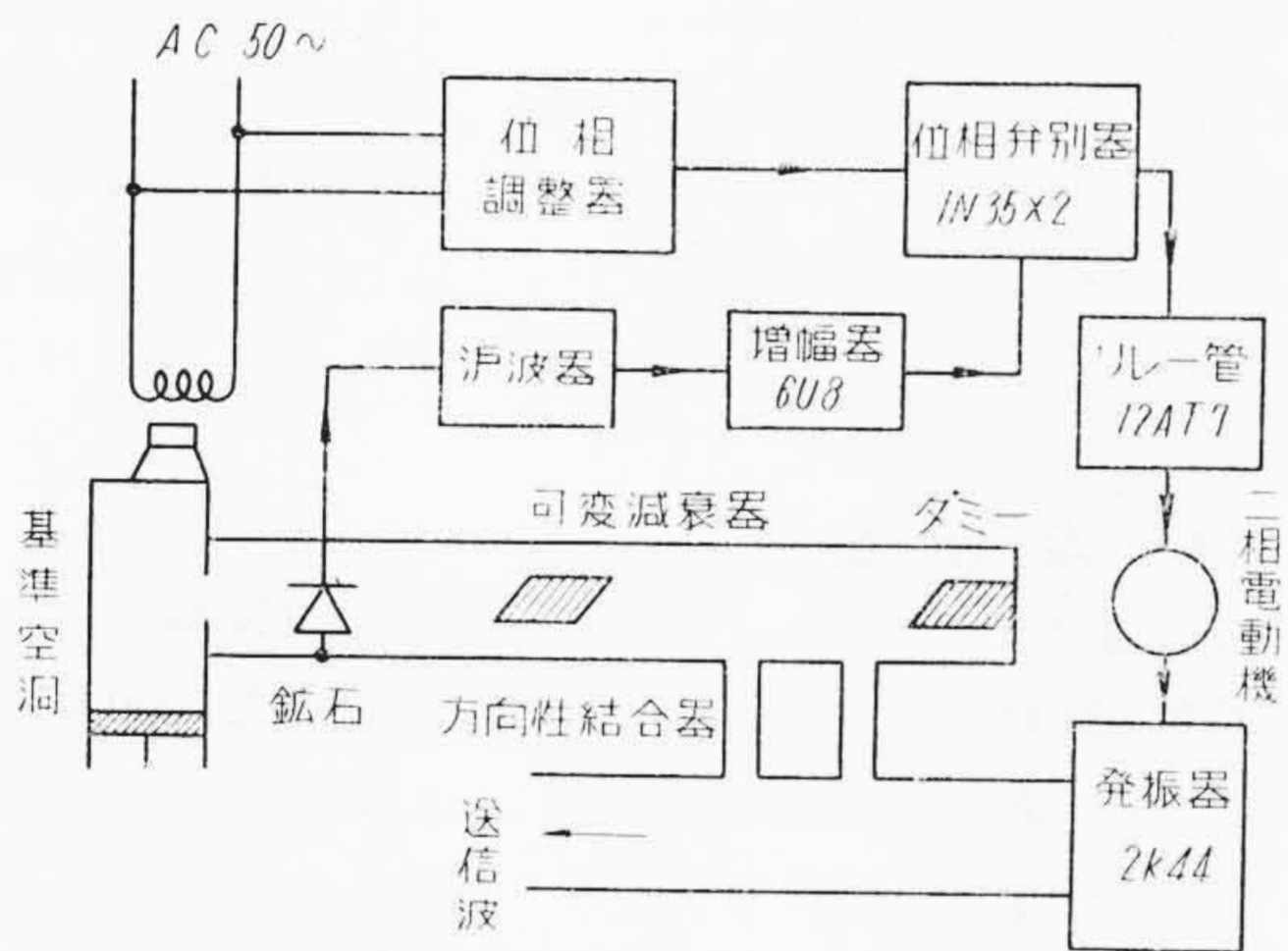
Fig. 2. General View of the Type UXFM-11B Microwave Transmitter and Receiver

(A) 送信発振器

クライストロン 2K44 により尖頭出力約 1W を出し、約 +250V の変調入力でグリッドを励振する。空洞電圧は約 1,600V である。一般に PPM-AM 方式においては送信管の立上り雑音は常に大なる問題となり。本装置に使用したグリッド変調法においては、変調入力パルスが到来しない状態においても送信管はきわめて微小なる発振を持続しうるように、そのグリッド偏倚電圧を



第3図 送 受 信 機 系 統 図
Fig. 3. Schematic Diagram of Microwave Transmitter and Receiver

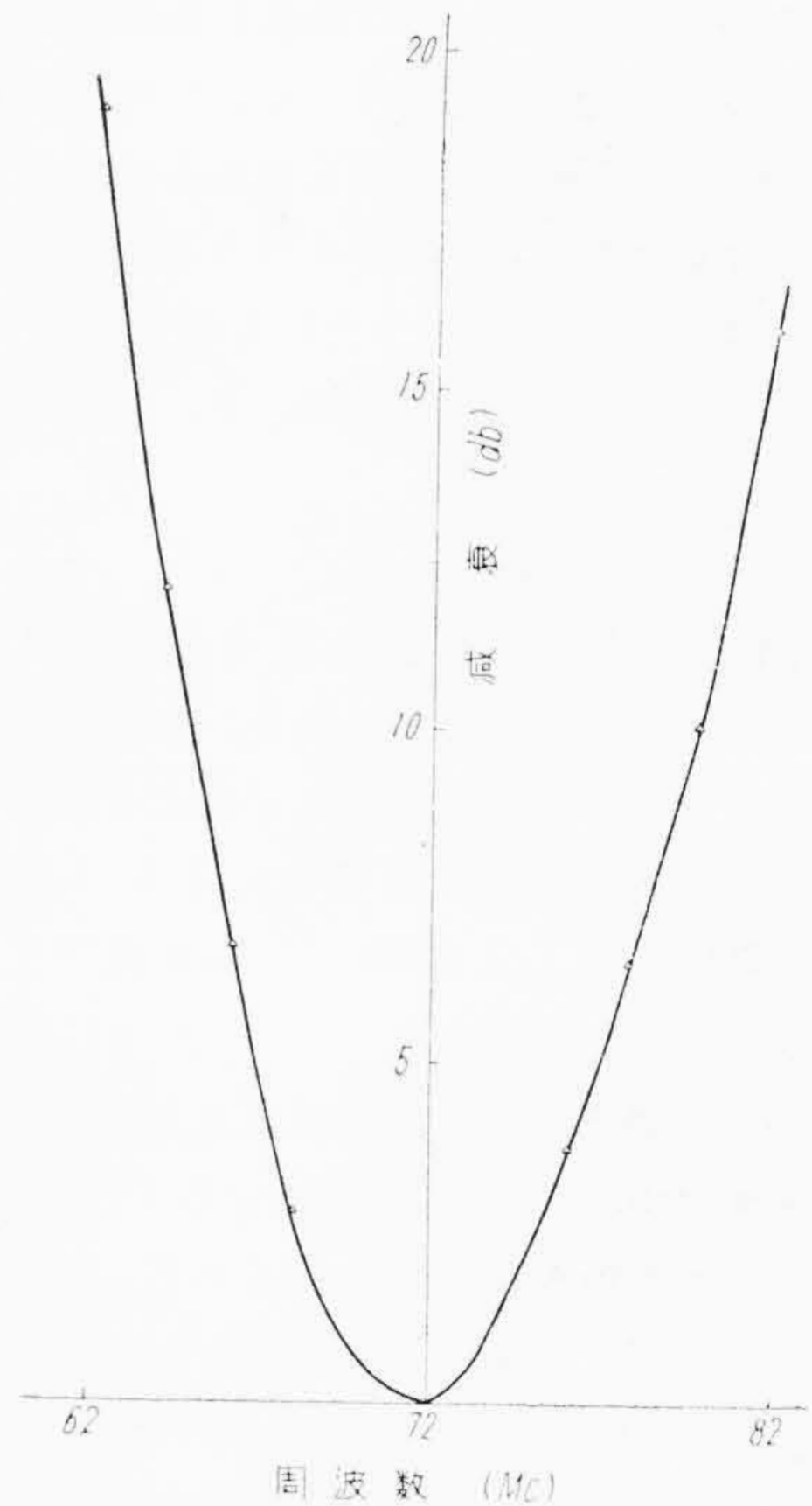


第4図 送信自動周波数制御装置系統図
Fig. 4. Schematic Diagram of the A.F.C. Device of Transmitter

調整して上記の立上り雑音を処理している。すなわちこの微小な持続波によつて、核発振器を用いて立上り雑音を除去する他の方式と同様の効果をうる事ができる。そしてこの送信雑音を探知するための出力監視部から検波されたパルス列を取り出し、これを増幅して受話器により聴取できるようにしている。この方法は立上り雑音をパルス幅の変動として探知するもので、簡単迅速にしかも送信機単独にその動作を調整するためには便利である。

(B) 送信自動周波数制御装置

本装置の系統図を第4図に示す。センシング法を採用し、基準となる空洞共振器はインバおよび軟鋼で作る温度補償を行い、 TE_{111} モード円筒型のもので、その端面



第5図 中間周波増幅器振幅特性
Fig. 5. Frequency Characteristic of I.F. Amplifier

の一部がチタン薄板の振動板となつている。振動板は50~電源により特別に設計されたスピーカにより駆動される。第4図に示すように送信出力の一部は方向性結合器により AFC 回路に結合され、可変減衰器を経て磁石

に向う。空洞の共振周波数からのずれにより生じた鉍石出力は帯域濾波器によつて振動周波数成分のみとなり増幅される。この出力は周波数偏差の正負により位相が反転するから、これを位相弁別器にかけ偏差の正負に応じてリレー管を動作させ二相誘導電動機を正または逆回転せしめ、送信管 2K44 の空洞を機械的に駆動している。本装置の応動可能範囲は各機械により幾分バラッキはあるが大体 ± 15 Mc, 残留周波数偏差は ± 250 kc, 発振立上りにおける AFC 応動時間は 16 ないし 20 秒である。

(C) 中間周波増幅器

広帯域周波数変換器 1N23B と中間周波増幅器との間は定められた長さを有する同軸ケーブルで接続される。中間周波増幅器の利得 85 db, 中心周波数 72 Mc, 帯域幅 8 Mc で二重同調回路を用いている。使用真空管は 6AK5, 6段である。その特性の一例を第5図に示す。また検波出力の一部を利用して自動利得制御を行つており、入力 $+10 \sim -20$ db の変動に対して出力の変動は 3 db 以内に抑えている。

(D) 受信自動周波数制御装置

中間周波増幅器出力の一部は振幅制限器に加えられ、追従式自動周波数制御を行つている。位相弁別器は鉍石 1N34, 2箇により Weiss 回路を構成し、この出力を直流増幅して局部発振管 2K26 のリペラ電圧に重畳している。AFC 応動範囲は中心よりそれる場合大体 ± 14 Mc, 外より中心に近づく場合 ± 12 Mc で、残留偏差は約 ± 400 kc である。

(E) 受信パルス増幅器

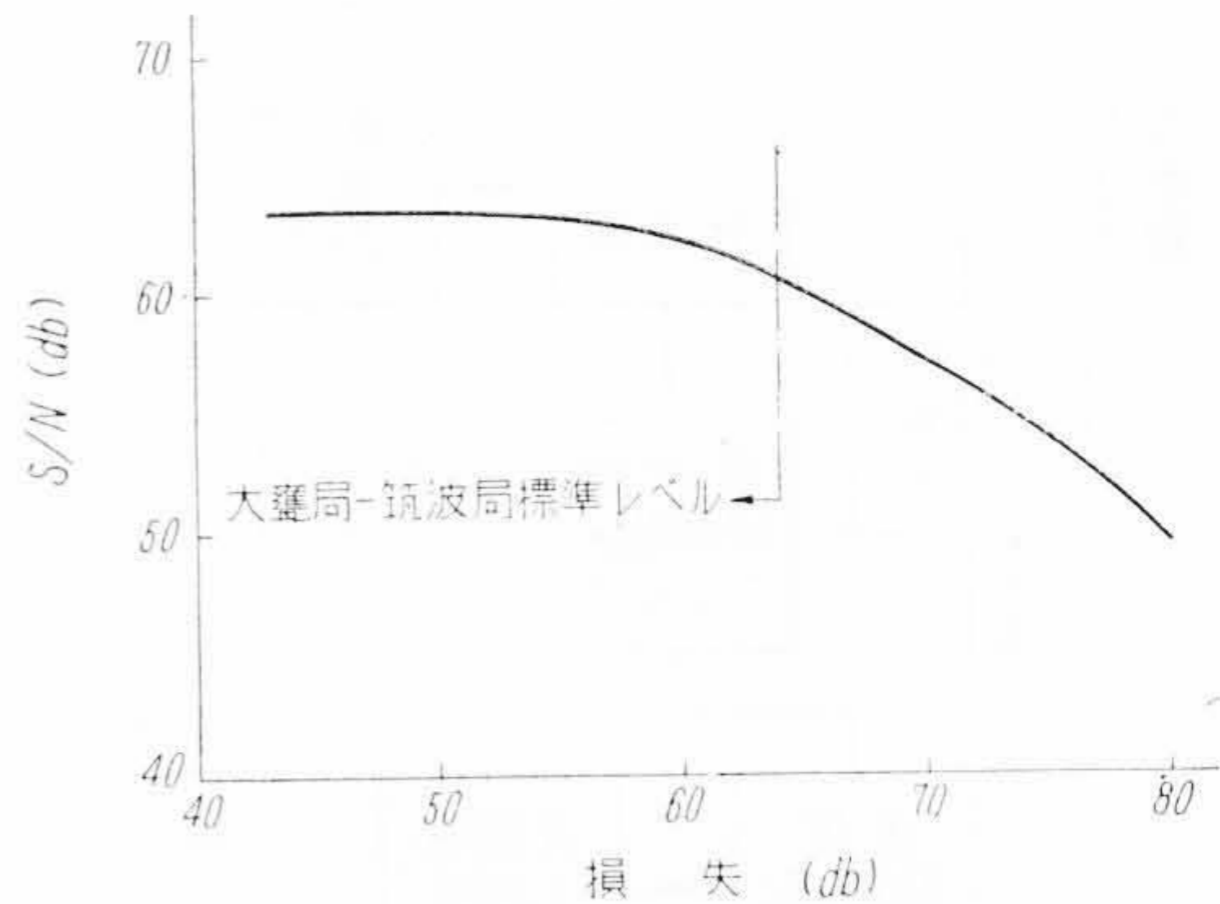
パルス増幅器として 6U8 \times 1/2, 6AH6 \times 3 計4本を使用し、パルスの整形を行つており、中継局の割込装置を短絡した場合にも信号対雑音比を劣化せしめないようにしている。周波数特性も約 400 \sim より 1 Mc の範囲で平坦で、300 \sim および 2 Mc で 1 db 低下する。

(F) 受信機総合特性

受信機の総合雑音指数は各機械により幾分差はあるが、14.5 \sim 16.7 db の範囲に入つている。これは S.G. 法で、鉍石電流 0.6 mA 附近での値である。またスプリアス感度は各機ともに（本回線に使用した送受信機は現用機予備機併せて 10 台である）影像周波数に対して -60 db 以下、(局発周波数) $\pm 1/2$ (中間周波数) に対して -72 db 以下になつており、他の周波数成分は -80 db 以下であつた。

(2) 現用予備導波管切換装置

本装置は UXFM-11A 型 (端末局用) 11B 型 (中継局用のいずれも第1図および第2図 (第6頁参照) に示すように予備送受信機 (11B 型は中央に位置している) に配置されており、現用機予備機切換信号により単相誘導



第6図 総合信号対雑音比の一例

Fig. 6. An Overall Signal to Noise Ratio Characteristic

電動機によつて駆動される。

(3) 切換継電器盤

現用予備送信機切換、割込装置短絡、パルス列折り返しなど各種操作を自動的に行うため、自動切換盤が送受信機に設けられている。この自動切換盤と送受信機との間にあつて、自動切換盤によつて指令された通り送受信機を操作する部分が切換継電器盤で上記導波管切換用電動機もこの盤によつて駆動される。また端末局においては PTM 端局より、中継局においては上下回線各割込装置より送りこまれるパルス列を監視するモニタが設けられている。

(4) 電源盤

整流器はすべてセレンを用い、送信管 2K44 の電源は特に安定化していない。ただ供給電源 A.C. 200 V は別に設けられた自動電圧調整器により $\pm 2\%$ におさえている。局発管 2K26 は真空管で制御した安定化直流電源を附加している。また送信管および局発管の各部電圧電流は計器を設けて指示せしめた。高压電源は低压電源が閉じてから数分後に自動的に閉じるよう、熱リレーにより操作されている。現用機予備機ともに低压電源は常に供給され高压電源は動作中の送受信機のみに加えられ、すべて切換継電器盤により自動的に操作されるが、勿論手動によつても操作しうる。

(5) 総合動作

パラボラ空中線利得、饋電線損失、空間伝播損失などを考慮して工場内で本送受信機を互に擬似線路で接続し、搬送端局を含めた総合信号対雑音比を測定した結果の1例を第6図に示す。図において横軸は擬似線路に挿入した減衰量である。この図は大遷局において下り回線を受信した場合の第9通話路に対する測定結果を示す。

[III] 結 言

本送受信機は現在現地に据付けられ実用されている。

われわれは据付け以来各部の安定度を調査しており、近い将来にそれらの詳細な結果をうることができる。その結果にもとづいてさらに回路の簡易化、取扱いの容易、

安定度の向上などについて研究ならびに検討を続けてゆく考えである。

端 局 お よ び 中 継 装 置

Type MT-2302 PTM Terminal Equipment and Repeater

波 多 野 泰 吉*

〔I〕 緒 言

PTM 端局装置および中継装置としては各種各様のものが開発され、すでに各地で多く用いられている。ここにのべる端局装置の方式は、すでに紹介された MT-2301 型 PTM 端局装置⁽¹⁾の改良されたものである。1 端局装置当りの使用真空管数は、全通話路実装の場合、通話路当り 5 本弱である。

中継装置に使用される真空管数は 34 本であり、上りパルスおよび下りパルスの整形および第 1 パルスの復調および抜取り、変調パルスの挿入を行う。第 1 パルスは連絡回線として使用されており、該中継局より他局に信号が送られない場合は常時ビデオ中継を行っている。

〔II〕 装置の概要および性能

同期パルスとしてはパルス幅 $2 \mu s$ の幅広パルスが使用されており、中継装置においてはスライス整形されるのみで、微分整形は行われない。

(1) 端局装置

装置の外観は第 1 図に示す。同図 (a) は端局装置であり各通話路の変復調器は 12 通話路分しか実装されていない。同図 (b) は信号終端盤の 11 通話路実装および継電器群 6 通話路実装のものを示す。

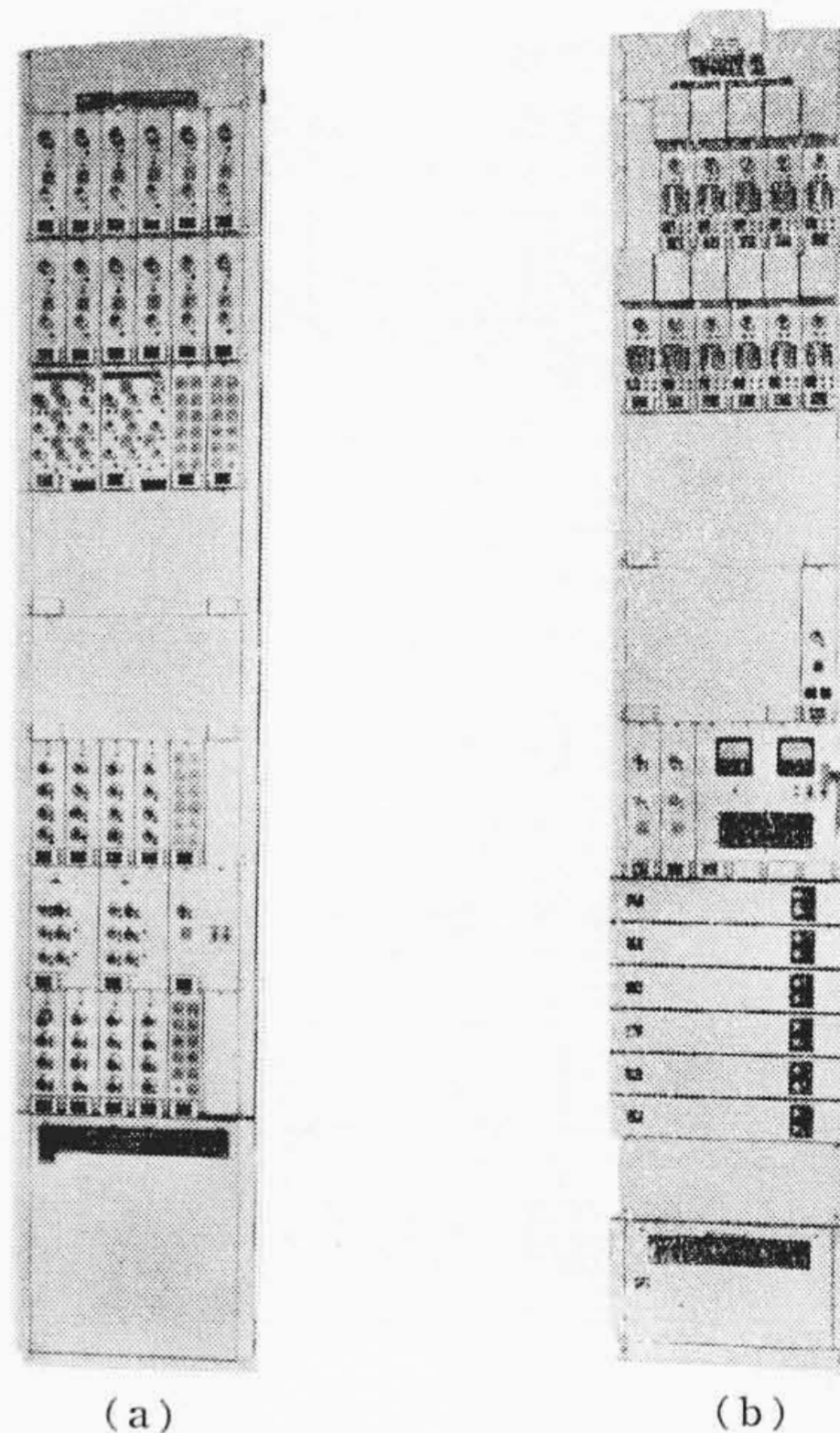
装置は偶数番目および奇数番目のパルス群に分離されており発振器、同期パルス発生器およびパルス増幅器はいずれか一方が働き、故障に際しては他方に切換る。総合系統図を第 2 図(次頁参照)に示す。

(a) 主要性能および定数

主要性能および定格はつぎの通りである。

伝 送 帯 域.....	0.3~3.4 kc
音声入出力インピーダンス.....	平衡 600 Ω
音声入出力レベル 標準入力.....	0 db m
(ただし二線式) 標準出力.....	-8 db m
帯域内損失偏差.....	4 db 以内
漏 話 減 衰 量.....	60 db 以上
信号対雑音比.....	60 db 以上

* 日立製作所戸塚工場



第 1 図 (a) 端局装置、変調器および復調器は実装 12 通話路 (b) 信号終端架

Fig. 1. (a) Terminal Equipment (b) Ringer Bay

高調波歪減衰量.....標準状態にて 30 db
過負荷特性 入力レベル +12 db m に対し出力 6 db m

信号方式.....3,800 cps 断続方式
通話路数.....23通話路まで実装可能
標本化周波数.....8 kc (原発振は音叉による)
パルス幅.....0.5 μs
入出力パルス電圧.....+3 V
パルス回路インピーダンス.....150 Ω
変 調.....最大 $\pm 1.5 \mu s$
電 源.....A.C. 200 V 1.5 kVA
つぎに装置の各部について若干の説明を行う。

(b) 送信端局部

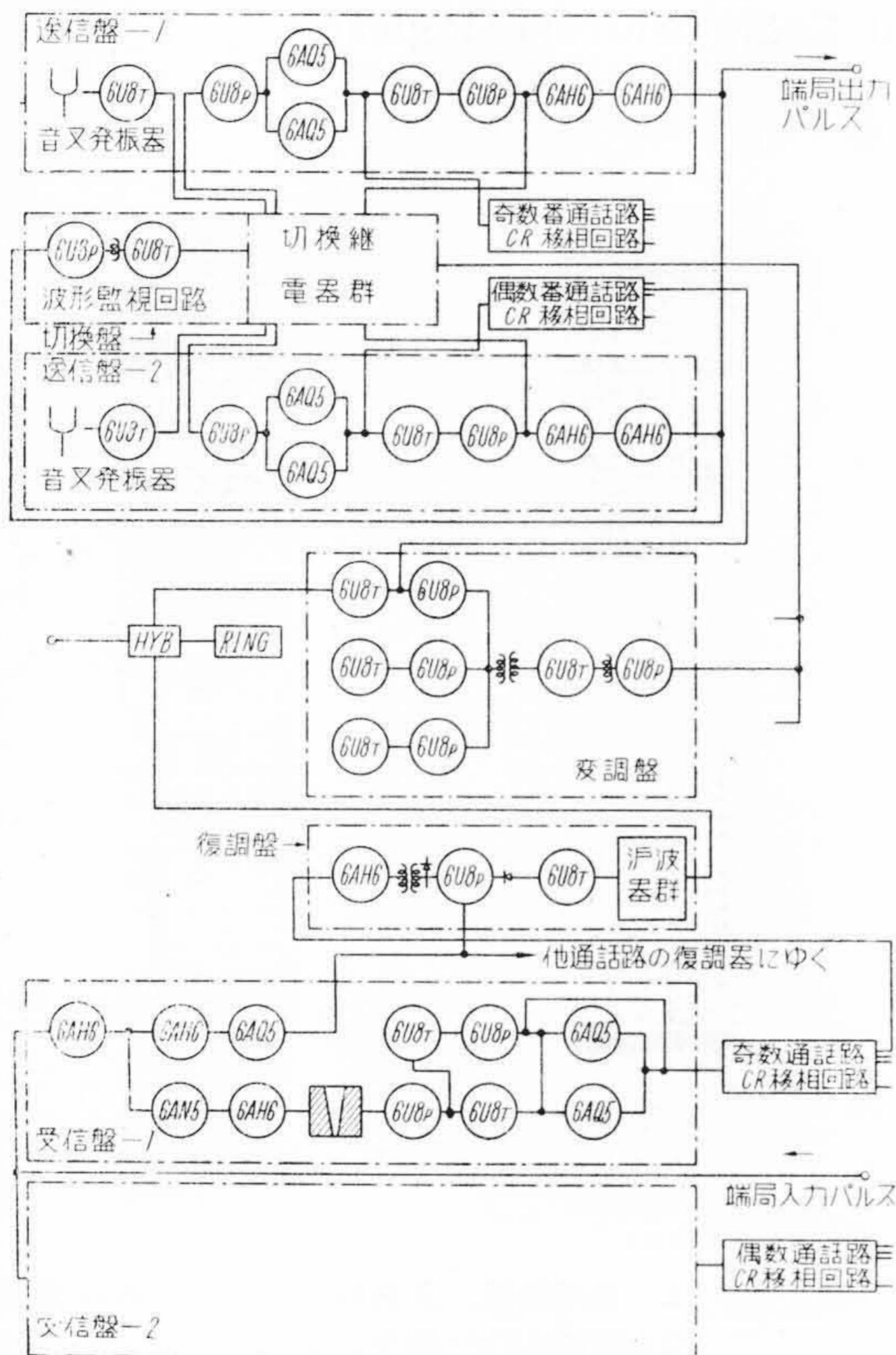
基本的回路方式はすでに紹介された MT-2301 型とほとんど同じであるが、ここに改めて簡単にのべる。

音叉発振器で発生された 8 kc 正弦波は、増幅されて後 CR 移相回路に送られ、ここで各通話路に対応した位相角だけ移相され各通話路の変調器に送られる。この原発振および増幅は送信盤において行われるが、送信盤はこのほか同期パルス発生回路およびパルス増幅回路を有

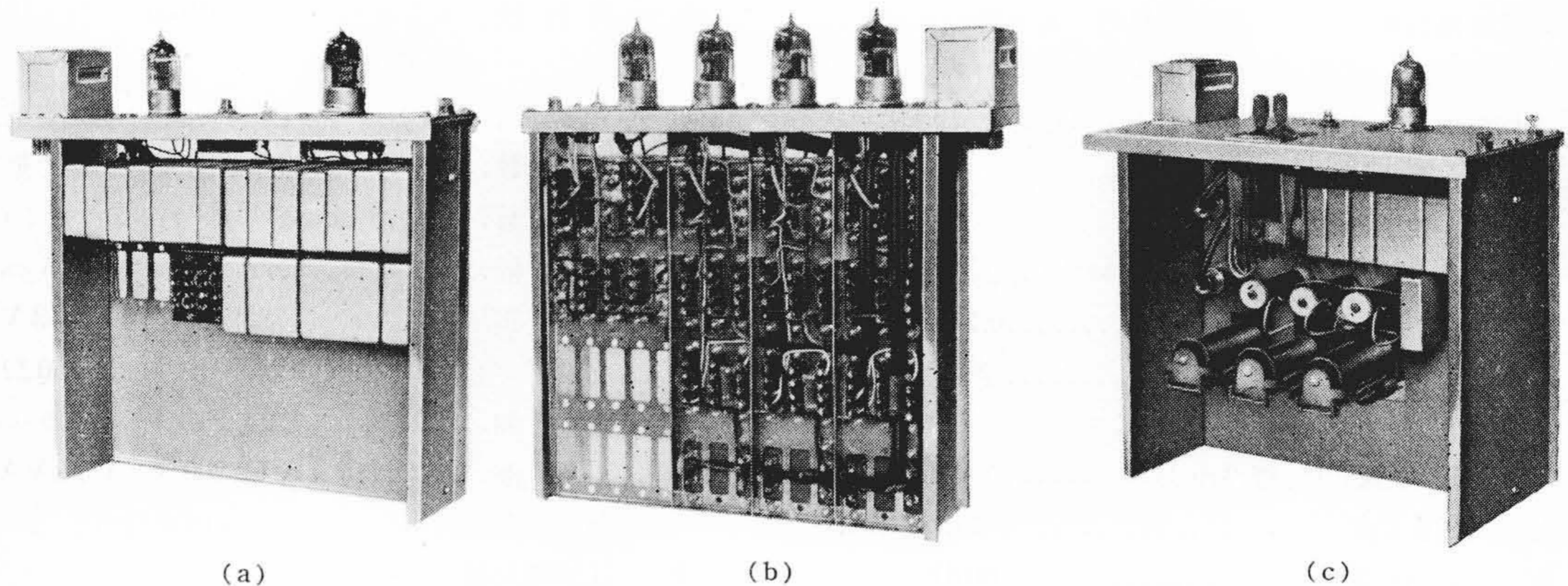
する。一方各変調器に送られた正弦波は音声電圧（ただしこの音声電圧は過変調防止のためのリミッタの出力である）を重畳した後スライス微分してパルスを発生する。このパルスに対してはもう一度微分整形操作が加えられて後パルス増幅器に送られる。送信部における共通部分は偶数番目パルスと奇数番目パルスに対してはそれぞれ分けられているが、発振器、同期パルス発生回路、パルス増幅器は二つの送信盤のうち的一方のみ働かせておき、そのいずれかが故障を起しても切換盤において他方の盤のものに切換られる。送信盤、変調盤および切換盤の内容を第3図(a)(b)(c)にそれぞれ示す。なお1箇の変調器は3通話路に対するパルスの発生および整形を行う。

(c) 受信端局部

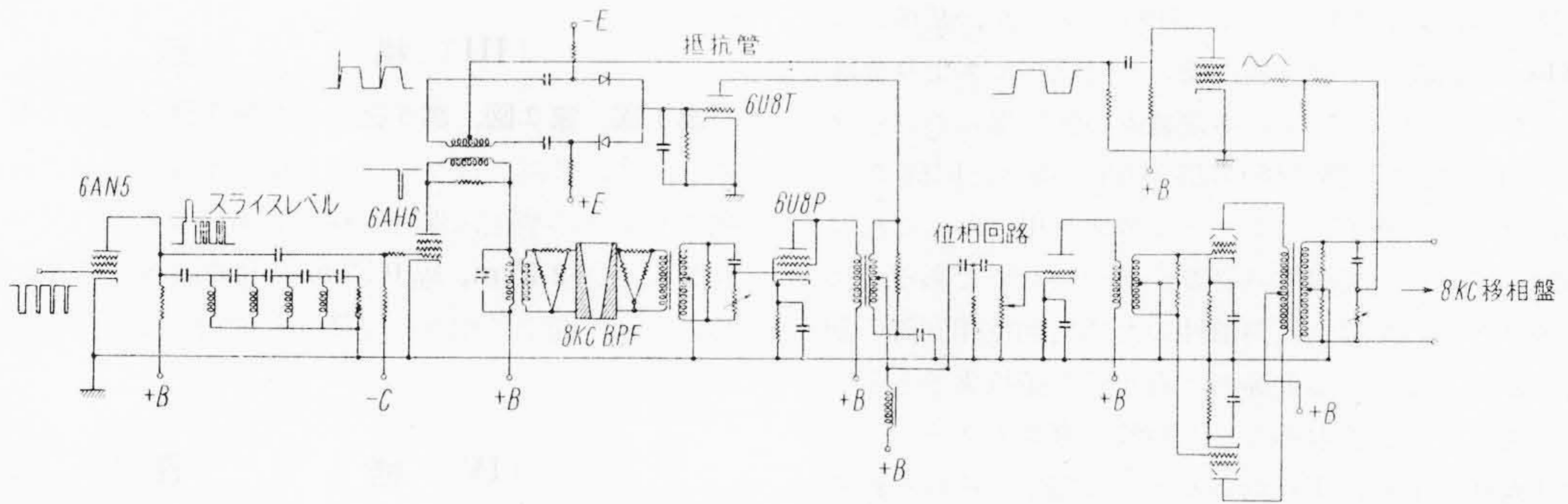
無線機で受信されたパルスは端局装置受信盤に送られる。受信盤も偶数番目パルスおよび奇数番目パルスに対応して分れている。送受信を通してかくのごとく二つの群に分れているのは、全通話路の同時停止をさけ、しかも切換機構その他の複雑化を極力避けるために行つたものである。受信盤で受信されたパルスは整形され、反射型遅延回路により同期パルスは分離される。分離された同期パルスより 8 kc 正弦波が狭帯域濾波器で取出される。この正弦波を各通話路に応じて移相させ、スライス微分整形して復調用ゲートとして用いる。結局分離された 8 kc 正弦波の位相の安定度がゲートと通話パルスの相対的位置の安定度を支配する。この位相を確実に維持し、狭帯域濾波器における位相特性その他の影響を防止するために第4図のごとき位相安定化回路が使用されている。この動作は、濾波器出力側において同期パルスにより位相回路が自動制御されることにより行われる。位相回路は CR および中間タップを有する変圧器よりなるブリッジ回路の変形で R として三極管の内部抵抗の変化を使用したものである。この回路を用いることにより、



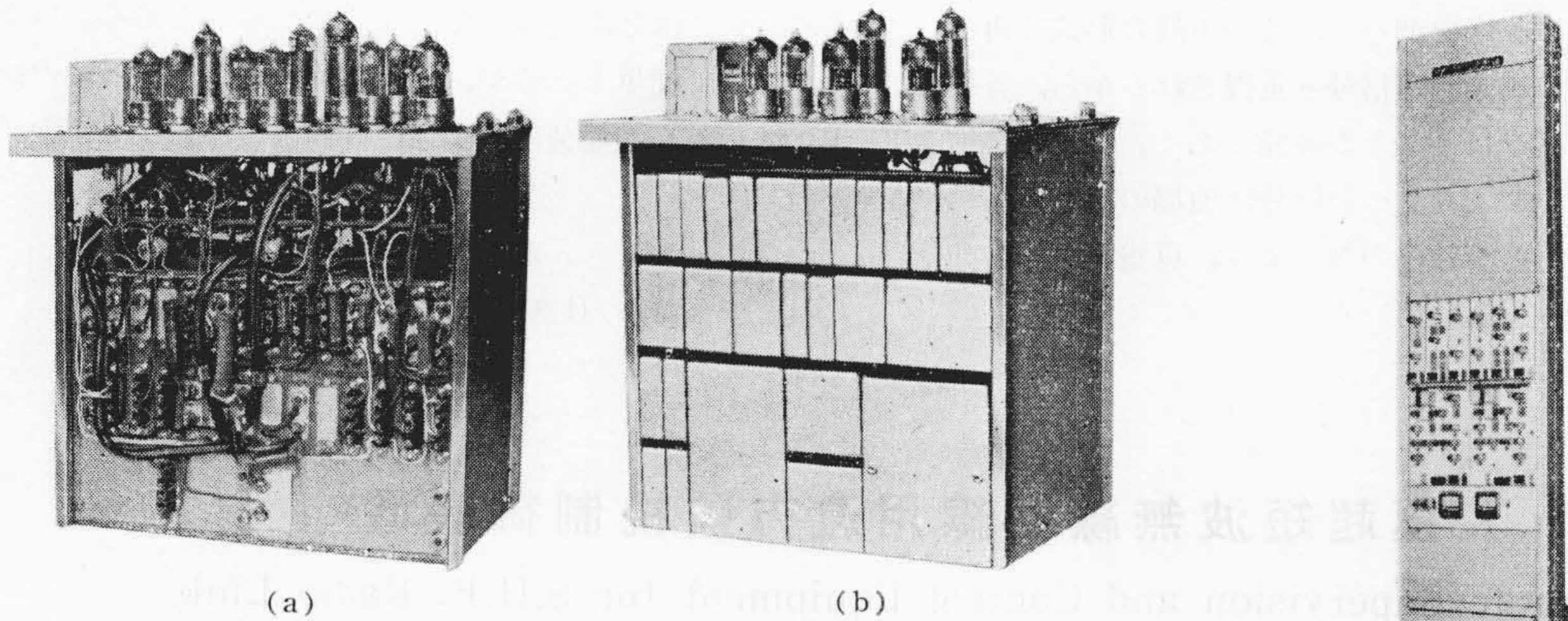
第2図 端局装置系統図
Fig. 2. Schematic Diagram of Terminal Equipment



(a) 送信盤 (b) 変調盤 (c) 切換盤
第3図 (a) 送信盤 (b) 変調盤 (c) 切換盤
Fig. 3. (a) Transmitter Panel (b) Modulator Panel (c) Switching Circuit Panel



第4図 位相安定化回路 Fig. 4. Automatic Phase Stabilizer



第5図 (a) 受信盤 (b) 復調盤
Fig. 5. (a) Receiver Panel (b) Demodulator Panel

位相の安定度を十倍以上に維持することが可能である。

第5図に受信盤および復調盤を示す。第6図に復調器回路および各部の波形の概略を示す。

(2) 中継装置

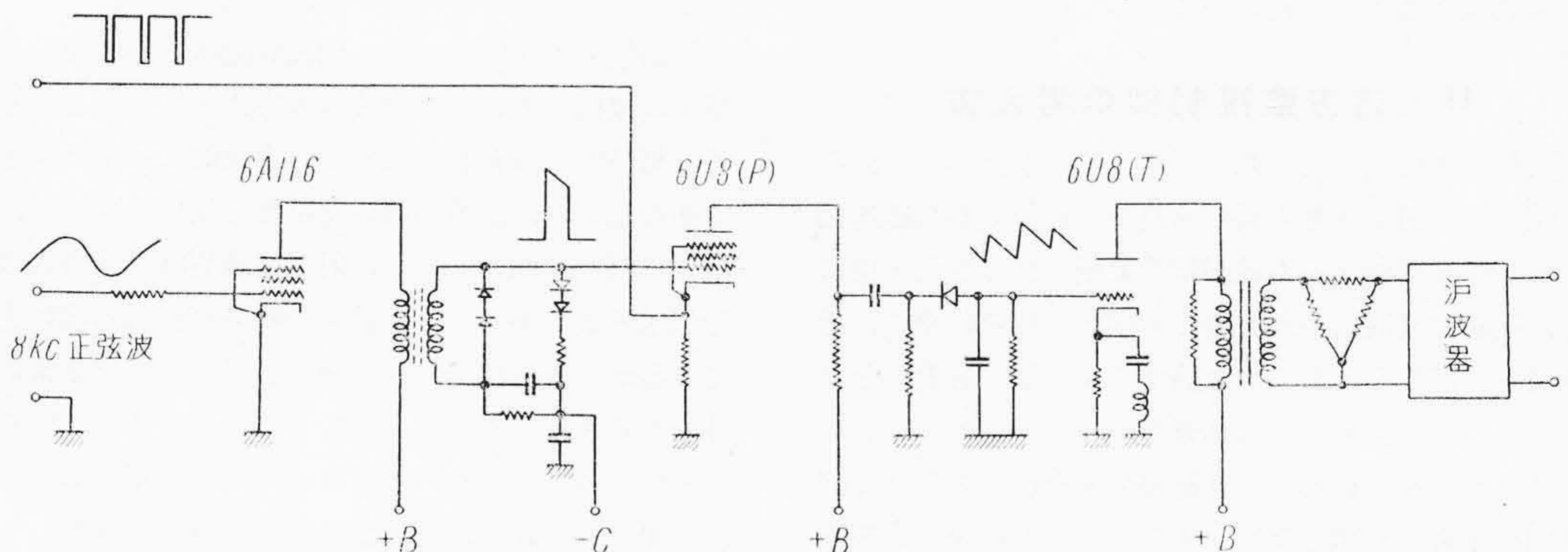
中継装置を第7図に示す。

中継装置に送られたパルス列は整形されて再び送り出されるが、一方では第1パルスを常時復調して連絡呼出および遠隔制御に備えている。復調方法は端局装置の場

第7図 中継装置

Fig. 7. Repeater

合と全く同様である。一方、中継局より他局に向つて送信を行う場合は第1パルスを抜取り新に変調パルスを作つて元の第1パルスの位置に挿入する。変調パルスを作



第6図 復調回路およびその波形 Fig. 6. Demodulator and Its Wave Forms

る方法は端局装置の場合と全く同様であるが、基準となる8kc正弦波は受信復調に際して同期パルスより分離されたものを用いた。なお中継装置の受信部における8kcの位相安定化回路は概ね端局装置の場合と同様であるが、可変抵抗素子としてサーミスタを用いた。これは制御回路部を長く配線する必要があつたためである。サーミスタを用いた場合は熱慣性のため自動位相制御の制定時間が長くなる。応動範囲は真空管を抵抗素子として用いた場合より広く取ることが比較的容易である。

中継操作は上り、下り両パルス列に関してそれぞれ独立に行われるが、送受信器はそれぞれの変復調器に共通に接続されている。中継局で割込を行うときは、他局より送られた信号は一応復調され、音声の中継の形式で再び変調される。この場合割込信号と重畳されるから、各局座談の形式で通話を行うことが可能である。ただし発振防止のため、ある局より送つた信号は他局の割込通話により再び自局にもどることのないよう、真空管が一方伝送素子として用いられている。

〔III〕 構造

第1図、第3図、第5図および第7図を通じて見られるように、装置にはプラグイン構造が採用され、床面積縮小および小型化、保守点検の容易化が計られている。鉄架は高さ2.75m、幅0.52mの標準鉄架であり、同種類のパネル間では相互に交換して使用することが可能である。

〔IV〕 結 言

PTM方式のぜひについては未だに論議のあるところであり、また装置としての問題点もあるが、簡易である点においてはなんといつてもすぐれたものである。以上はきわめて簡単であるが、日立本社——日立工場間の回線に使用した端局装置および中継装置のあらましをのべた。

参 考 文 献

- (1) 波多野：日立評論 36 1361 (昭29-9)

極超短波無線回線用遠方監視制御装置

Remote Supervision and Control Equipment for S.H.F. Radio Link

大塚英次郎* 朝比奈 隆**

〔I〕 緒 言

極超短波通信回線は見透しの地点を順次結んで構成されるので、通信回線を必要とする2地点に機械装置を設けるばかりでなく、中間に電波を中継する機械装置を設けねばならないのが一般である。この中継局が設置される場所によつては保守のために人員を配置するより無人化した方がよい場合が非常に多い。

このような見地からどのように無人化する場合遠方監視制御装置を考えたらいかにについて述べる。

〔II〕 遠方監視制御の考え方

近來無線通信網が広範囲に発達するにしたがつて、その運用上の問題より無人局の諸装置を監視局から迅速確実に遠方監視制御する方式が強く要望されてきた。特に最近極超短波通信が各方面で実用化されるに至り、その特質上1通信系において数箇所の中継局が必要となり場合によつては無人化する必要の起ることも多い。したがつてこれを遠方有人局より監視制御を行うことは、回線運用上非常に有利となる。すなわち遠方監視制御装置

はその本来の目的から考えて、無人局の諸装置の障害やあるいは状態変化の諸量が自動的に正確かつ迅速に有人局に転送表示され、また必要に応じて無人局の諸装置の状態のチェックや制御ができなければならない。

いうまでもなく、遠方監視制御装置は被監視制御装置よりもはるかに高度の信頼性を持たなければ実用上余り意味がないが、極超短波無線回線に使用する遠方監視制御装置は、普通極超短波無線回線の一部を使用するのでその信頼性は監視制御装置の信号方式および動作方式により左右されるところがきわめて大である。

制御信号方式としては、周波数配置を別問題にすれば単一周波信号方式と多周波信号方式とに大別される。前者は経済的には有利であるが、本質的にパルス伝送方式であるために、信号回線の安定性を高度に要求し、雑音などに対して弱い。これに対して多周波信号方式は、符号伝送方式であるので、前者の時分割伝送方式に比較してはるかに安定確実に伝送速度も早く、また非常に信頼性のあるチェックが容易にできる特長を持っている。多周波信号方式にもその伝送方式により、符号信号を同時に送出する方式と、符号信号を一周波ずつ分離して送出する方式とがある。前者では、同時に多くの周波数が送

* ** 日立製作所戸塚工場

出されるので混変調を起すおそれがあつて信号伝送上あまり好ましくないが、後者では、変調度が一定となり、その上信号の種類も多くとることができる。すなわち前者は、符号としては周波数の組合せにより構成され、後者は、周波数の順列組合せにより構成される。

本文に述べるのは以上のことを勘案して、高度の信頼性を持たせるために多周波方式を採用し、伝送方式は変調度を一定に保つために一周波ずつ送出する方式をとり、また信号のチェックには折返し信号方式を採用して誤表示および誤動作を防いだ。つぎに順を追つて、本装置の設計条件、信号方式、制御方式および構成について述べる。

〔III〕 本装置の設計条件

遠方監視制御装置の具備すべき条件は、前述したように動作の安定確実、保守容易および価格低廉でなければならないが、今回は動作の安定確実を主眼にして下記のように設計方針を立てた。

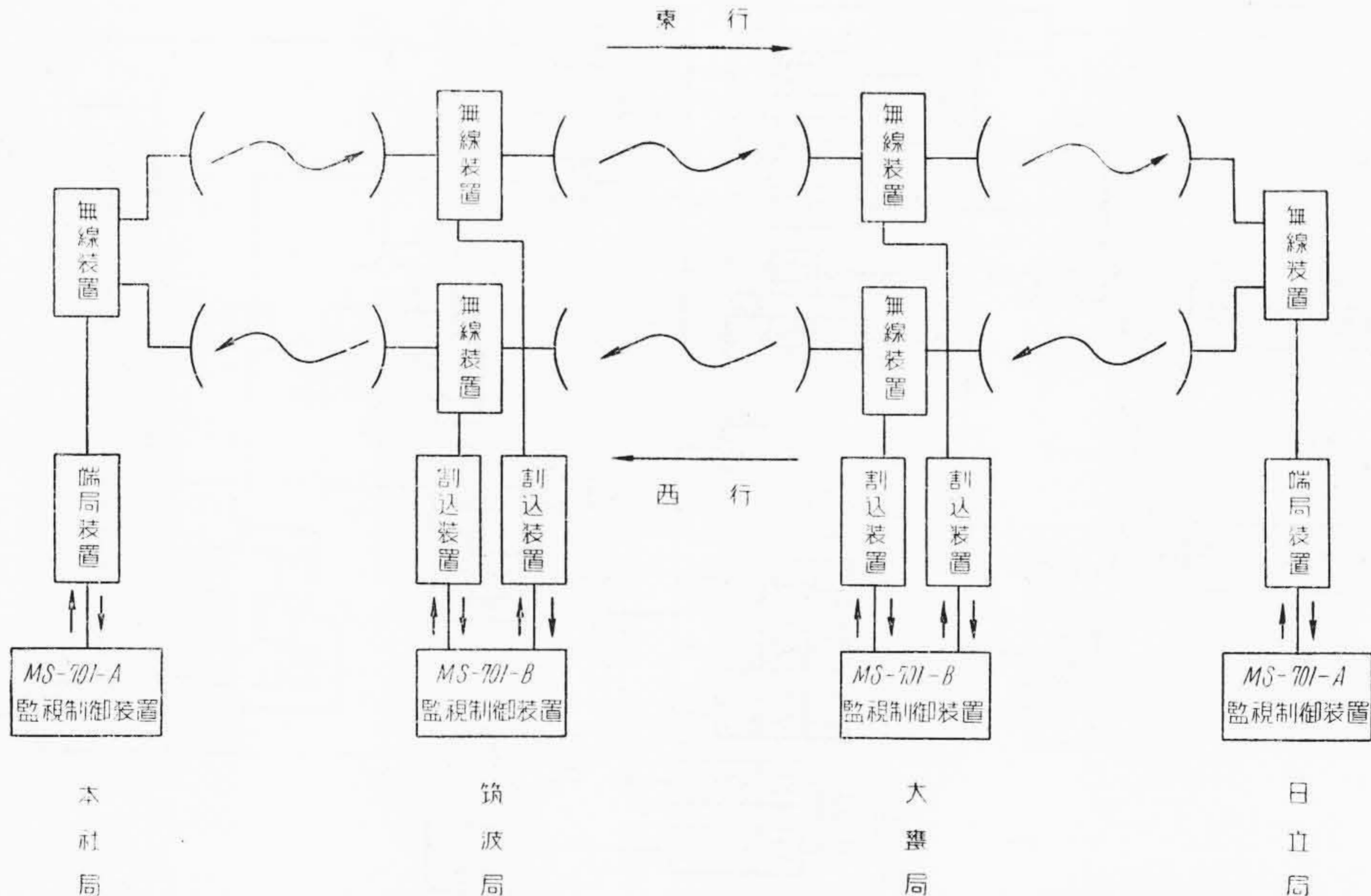
- (1) 監視制御回線としては、極超短波無線回線の第1通話路を使用する。
- (2) 信号周波は 2,300 \sim 、2,550 \sim 、2,800 \sim 、3,050 \sim および 3,300 \sim の5周波とする。
- (3) 装置は全継電器式として、水平型双子接点を使用する。
- (4) 電源は、48 V、130 V および 250 V のエリミ

ネータ電源を使用する。

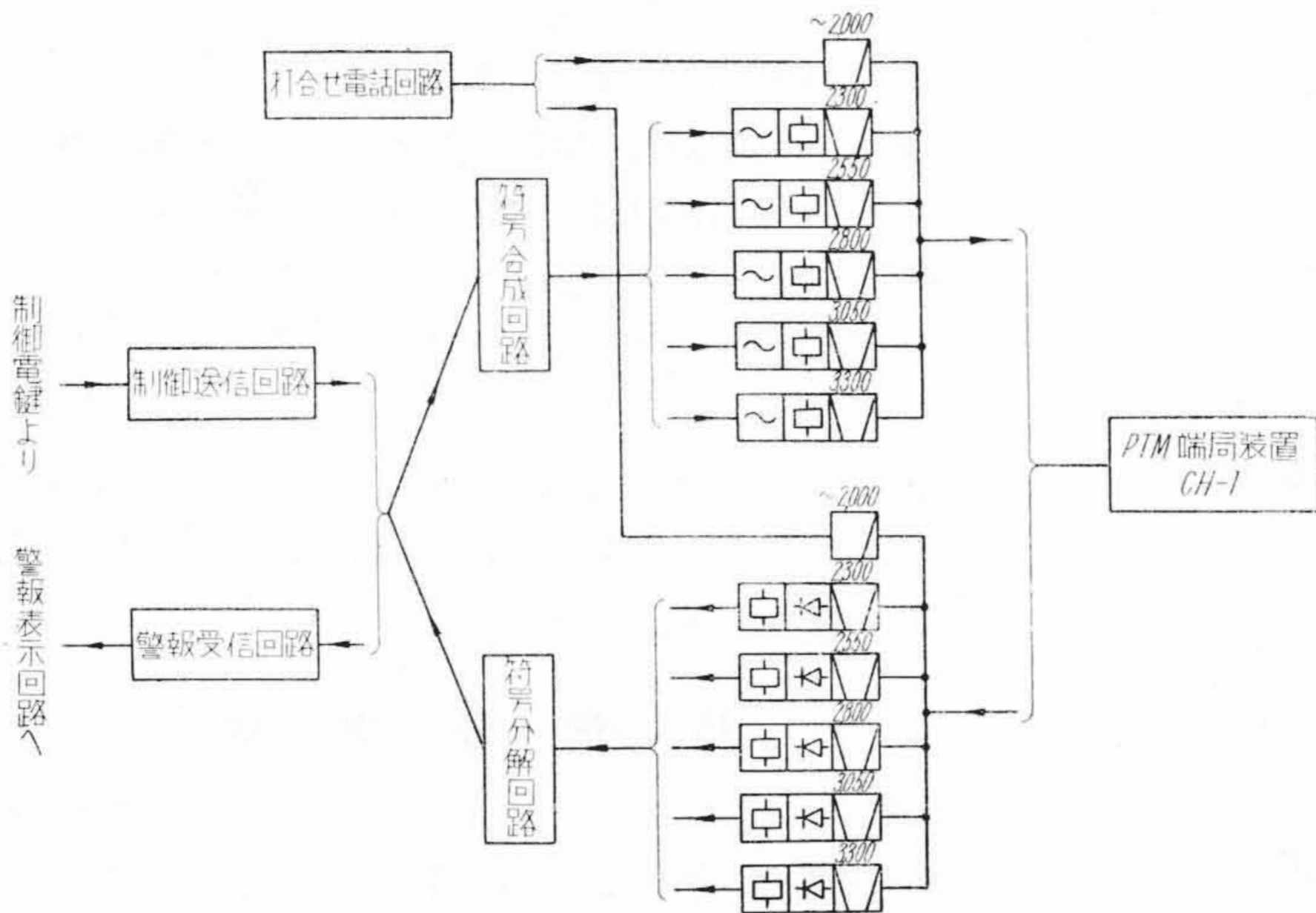
- (5) 中継局数は2局とする。
- (6) 遠隔警報表示項目は中継局当り最大24とする。
- (7) 遠隔制御項目は中継局当り最大6とする。
- (8) 端末局よりチェック可能である。
- (9) 打合通話は、遠方監視制御装置に無関係にできる。
- (10) 監視制御回線は、常時はパルス中継とする。
- (11) 中継局の片方向の割込装置を短絡した場合も監視制御が可能である。

〔IV〕 信号方式

前述したように、本装置は通信路として極超短波無線回線の一部を使用するので、回線の雑音の影響を避けるために5周波の折返し信号方式を採用した。すなわち信号送出側は常に折返し確認を行うので、回線の雑音により誤動作あるいは誤表示するおそれは絶対になく、雑音発生中は信号送出を待ち合せて、回線の雑音がなくなれば自動的に信号送出を続行する。このように多周波符号を用いて折返し確認を行えば、たとえ信号送出中に回線に雑音が発生しても唯待合せるだけで、信号を改めて初めから送出し直す必要はないので、非常に迅速確実な信号の送受ができる。これに対して、インパルス信号方式では本質的に時分割方式であるので、信号送出中に回線に雑音が発生すればその信号は全然無効となり、信号を



第1図 遠方監視制御装置回線構成図
Fig. 1. Schematic Circuit Diagram of Remote Supervision and Control System



第 2 図 MS-701-A 型 端 末 局 (監 視 局) 回 路 構 成 図
 Fig. 2. Schematic Circuit Diagram of Type MS-701-A
 Equipment for Monitoring Office

f_4 および単位符号識別用周波数を f_x とすれば、1 つの警報または制御符号はたとえば $f_1, f_x, f_2, f_x, f_3, f_x, f_4, f_x$ なる 8 単位の周波数より構成され、各周波数がおのこの折返し確認されることになる。符号の合成伝送解読は、整流器を用いたレクチングマトリックスにより瞬間的に行われて、適当な警報ランプの点滅あるいは制御継電器の駆動が行われ、この時間はせいぜい 0.2 秒以下であるので 8 単位の符号の送受時間は最大 1.6 秒である。

〔V〕 遠 方 監 視 制 御 方 式

本方式の回線および回路構成図を第 1 図、第 2 図および第 3 図に示す。

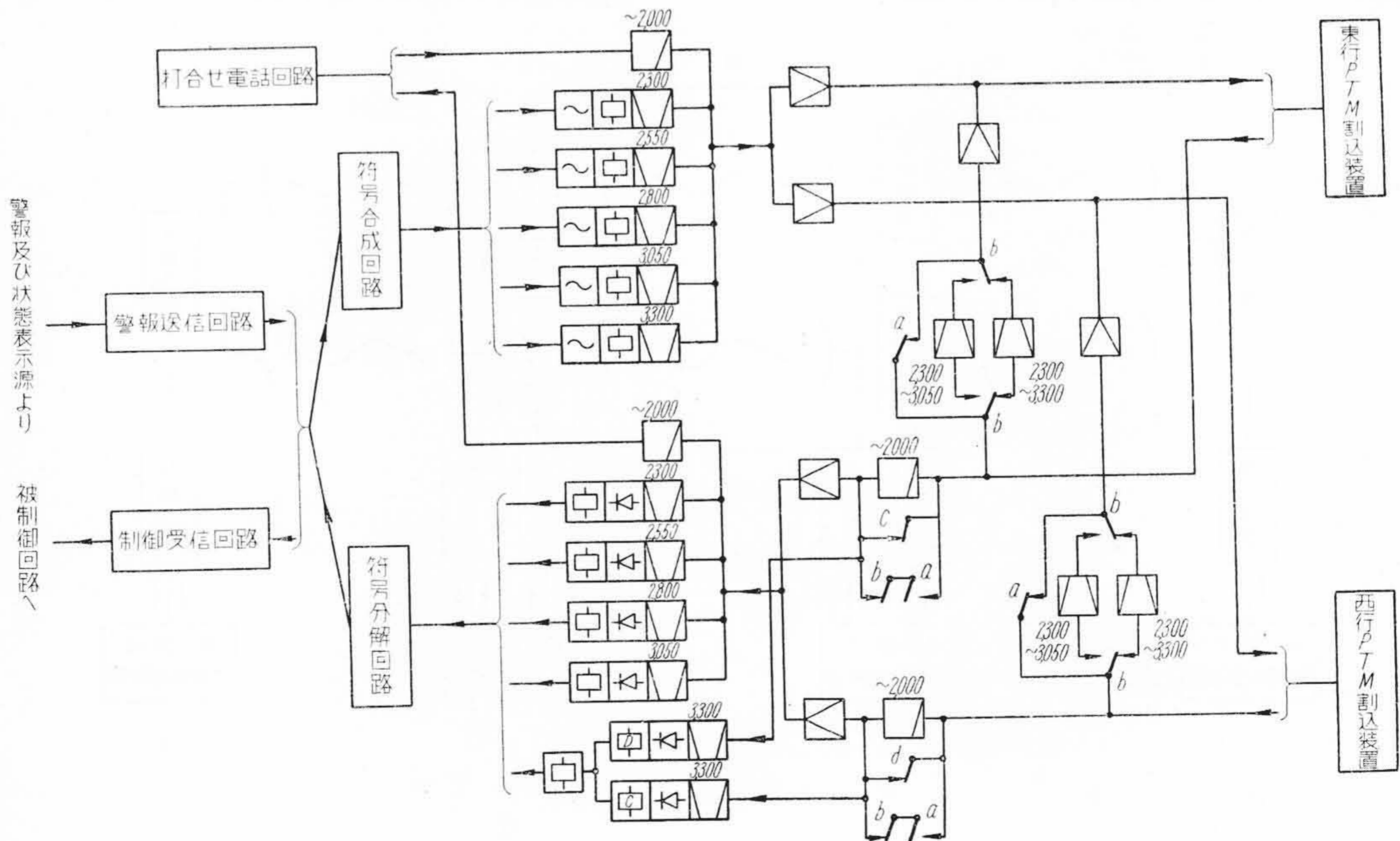
本装置の動作は、大別して遠隔警報表示遠隔制御およびチェックの 3 種類に分けられる。つきにおのこのについて述べる。

(1) 遠 隔 警 報 表 示

遠隔警報表示とは、無人中継局に障害が発生した場合に自動的に監視端末局に障害の項目を表示するもので、正規の状態では両端末局に警報表示がなされるが、たとえば一方の無線送受信機が障害で一方向のみで通信を行う

最初から送直し直さなければならない。

つきに符号の種類は、多周波の順列組合せ符号を用いた場合、周波数の数を n とすれば理論的に n^n となる。本装置では、5 周波を用いてそのうちの 1 周波は単位符号の識別用に使用しているので、全体として $4^4=256$ の符号をうることができる。したがっていま 4 周波を $f_1 \sim$



第 3 図 MS-701-B 型 中 継 局 (無 人 局) 回 路 構 成 図
 Fig. 3. Schematic Circuit Diagram of Type MS-701-B Equipment
 for Non Attendant Office

場合でも、確実に一方の端末局に障害を表示する。また本装置は一方向の割込装置が障害かまたは短絡されて多周波信号の送受信が不可能の場合でも、両端末局に確実に障害を表示する特長を持っている。表示方式としては表示装置に継電器の数を節約するためにネオン管蓄積装置を用いたので、必然状態表示方式を採用し、すなわち遠隔警報送出は、そのときの障害項目を全部送出することになる。多周波信号方式では、状態表示方式を採用しても、符号伝送速度が迅速であるので全体的な警報送出時間は実用上の問題にならない。

(2) 遠隔制御

遠隔制御は、両端末局より無人中継局の諸装置を制御するもので、この場合も遠隔警報送出と同様にたとえ一方の無線送受信機が障害のときまたは一方の割込装置が障害か短絡のときにも確実に制御ができる特長を持っている。遠隔制御の電鍵操作は、折返し確認方式を採用しているので単一操作とした。すなわち遠隔制御を行う場合は、局別電鍵と制御種別電鍵を操作すれば、直ちに遠隔制御ができるようになっていて、制御の確認は上記電鍵を OFF すれば自動的に端末局の遠隔警報盤に表示されるようになっている。また制御種別電鍵を誤って同時に2箇以上倒した場合は動作は停止するようになっている。

(3) チェック

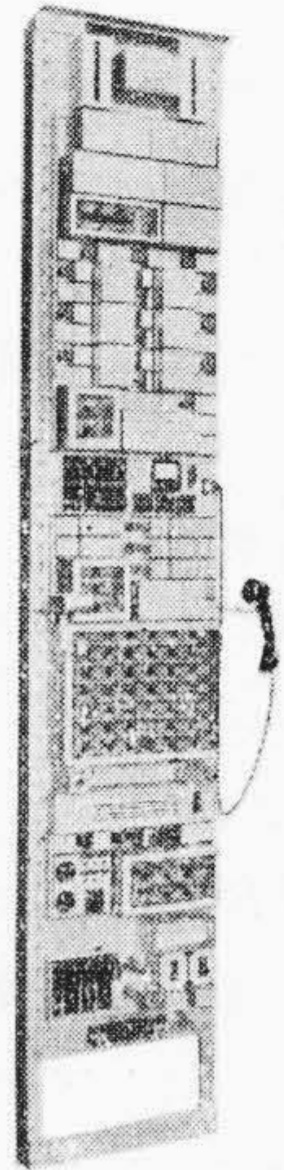
チェックは、遠隔制御操作とほとんど同じで、局別電鍵およびチェック電鍵を倒せばチェック信号が送出され、電鍵を元にもどせば自動的にそのときの状態表示が端末局になされる。

以上本装置の動作の概要について述べたが、第4図および第5図に本装置の構造を示す。第4図は端末局用遠方監視制御装置、第5図は中継局用遠方監視制御装置の正面より見た写真である。



第4図 MS-701 A 型
遠方監視制御装置
(有人局用)

Fig. 4. MS-701A Remote Supervision and Control Equipment for Monitoring Station



第5図 MS-701 B 型
遠方監視制御装置
(無人局用)

Fig. 5. MS-701B Remote Supervision and Control Equipment for Non Attendant Station

[VI] 結 言

本装置の設計に当り、最大の難点となつたのは、折返し確認方式を採用して、しかも一方の送受信機が故障しあるいは割込装置が故障または短絡された場合も、確実にあらゆる動作をさせることにあつた。しかしこれは多周波送受信装置に各種の濾波器および継電器を挿入することにより解決できた。また折返し確認方式は、非常に回線の雑音に対しても強いことが実験の結果確認できた。

輻 射 器

Antenna System

岡崎 彰夫* 松井 伸崇**

[I] 緒 言

マイクロ波通信においてはかならずビーム空中線を使用し、ここで利得をかせぐため空中線系の設計の良否は勿論製作の巧拙は回線の品質を左右する。

ここでは 7,000 Mc 帯に使用するパラボラ型空中線および無線機の現用予備切換装置、ならびにこの空中線系

* ** 日立製作所戸塚工場

に封入する窒素ガスの気密装置につき述べる。

[II] 輻射器系の概要

ここでは輻射器系としてアンテナおよび饋電導波管系を併せ述べることにする。東京日立本社と日立工場とを結ぶ本マイクロ波回線は 6,580~6,740 Mc の 2 周波を用い、筑波山と大甕とで中継を行っているが、輻射器系は送受両周波数に対し共用している。したがってアンテ

ナは東京、日立の端末局ではおのおの1基ずつ、筑波山、大甕の中継局ではおのおの上り方向1基、下り方向1基、合せて2基設けてあるため回線全体では合計6基のアンテナを使用している。回線設計の結果各局のアンテナに要求された利得は第1表のごとくである。

したがって40 db 以上のもの4基と34 db 以上のもの2基を製作することになった。また各局の導波管の長さを考慮し、かつPPM方式の特性よりアンテナの整合度は電圧定在波率にして1.2以下であれば十分であったが、種々の目的から所定周波数の上下±10 McにわたってVSWRを1.1以下に抑えることとした。先に述べられている通り本回線は2周波中継方式で160 Mc離れた送受両波に対しアンテナを共用しているのでVSWRもこの両周波に対して上記の特性を具えている必要があるわけである。日立本社局は建物構造の関係から輻射器取付鉄塔と無線機との距離が長くなるので、特に平面反射板を用い導波管による電力伝送を行わず自由空間伝送を行うことにした。そしてこの伝送損失を1 db以下に抑えるための設計を行った。(総説第6図参照)

導波管は夏冬などの温度差による伸縮を考慮して接続されており、また管内面の導電性が湿気あるいはガスなどによつて劣化するのを防ぐため導波管内に乾燥窒素ガスを充填している。また中継局を例にとると2台の現用無線機と1台の予備無線機を必要に応じて切換えるので導波管もそれぞれ接ぎ換えられなければならないので特殊な導波管切換装置を備えている。

[III] アンテナの設計

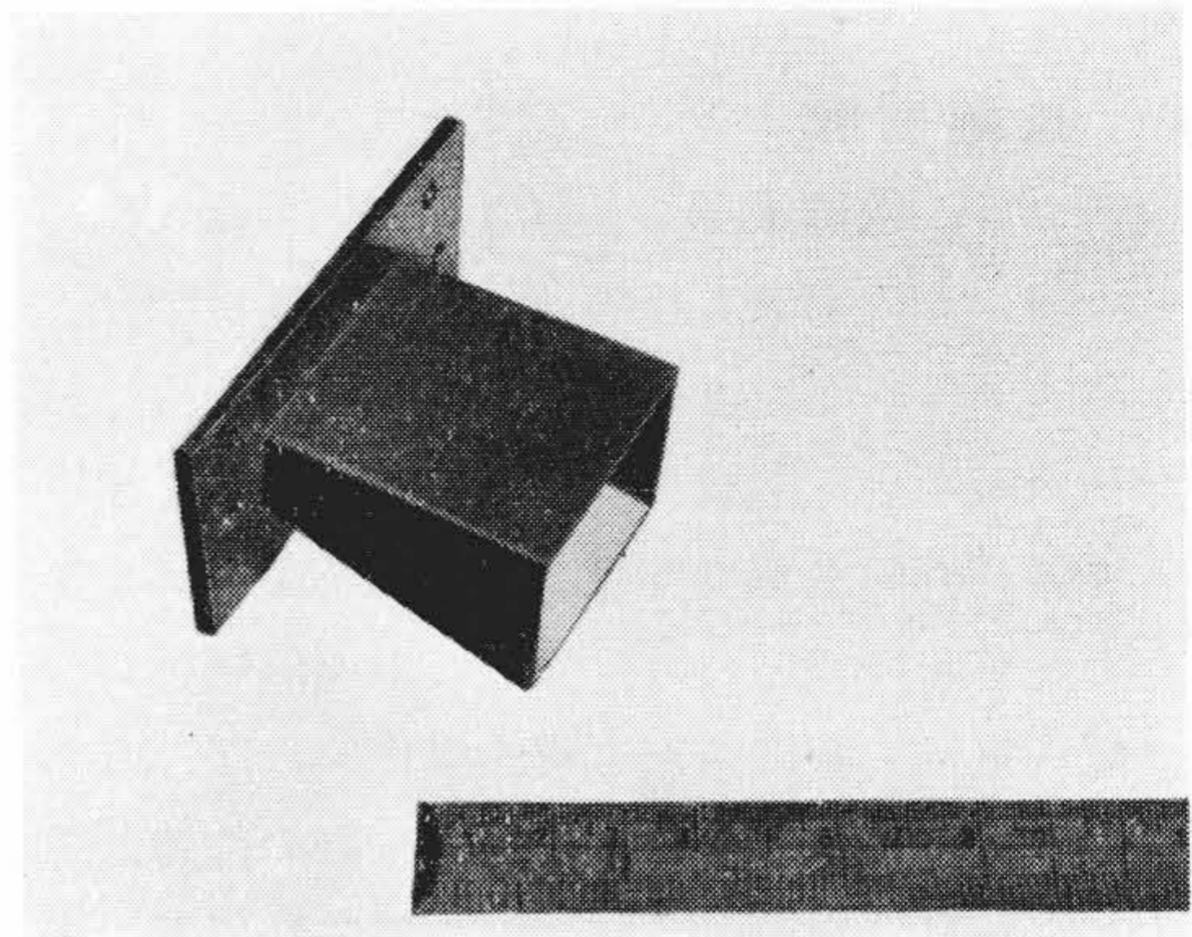
アンテナには前節の要求を満すものとして諸種の形式のものがあるが、小型であること、製作も容易であることなども考えに入れて大小2種のパラボラ型アンテナを採用した。これらアンテナは鉄塔へ取付けた後も方向調整のため向きを僅か可変にする必要があるので、上下、左右おのおの独立に±7°方向を変えることができるような機構を考慮した。

まず電气的特性に対する設計はつぎのような順序で行った。160 Mc離れた送受2周波に対しVSWR 1.1以下にするために1次輻射器としては帯域の広いホーンを採用し構造を簡単にするためE面ホーンとした(第1図)。ホーンの開口部には気密のため誘電体板の蓋を取付けるが、このようなホーンを導波管から見たときその反射係数 $\dot{\Gamma}$ は、ホーン開口部における反射係数 $\dot{\Gamma}_1$ 、ホーンの頸部における反射係数 $\dot{\Gamma}_2$ のベクトル和で、反射鏡の焦点にこれを置くとさらに $\dot{\Gamma}_3$ なる項が附加される。そこで6,200 Mcから7,000 Mcまでの範囲にわたつてまず誘電体フードを考えない状態で $\dot{\Gamma}_1 + \dot{\Gamma}_2$ が0.085 (VSWR

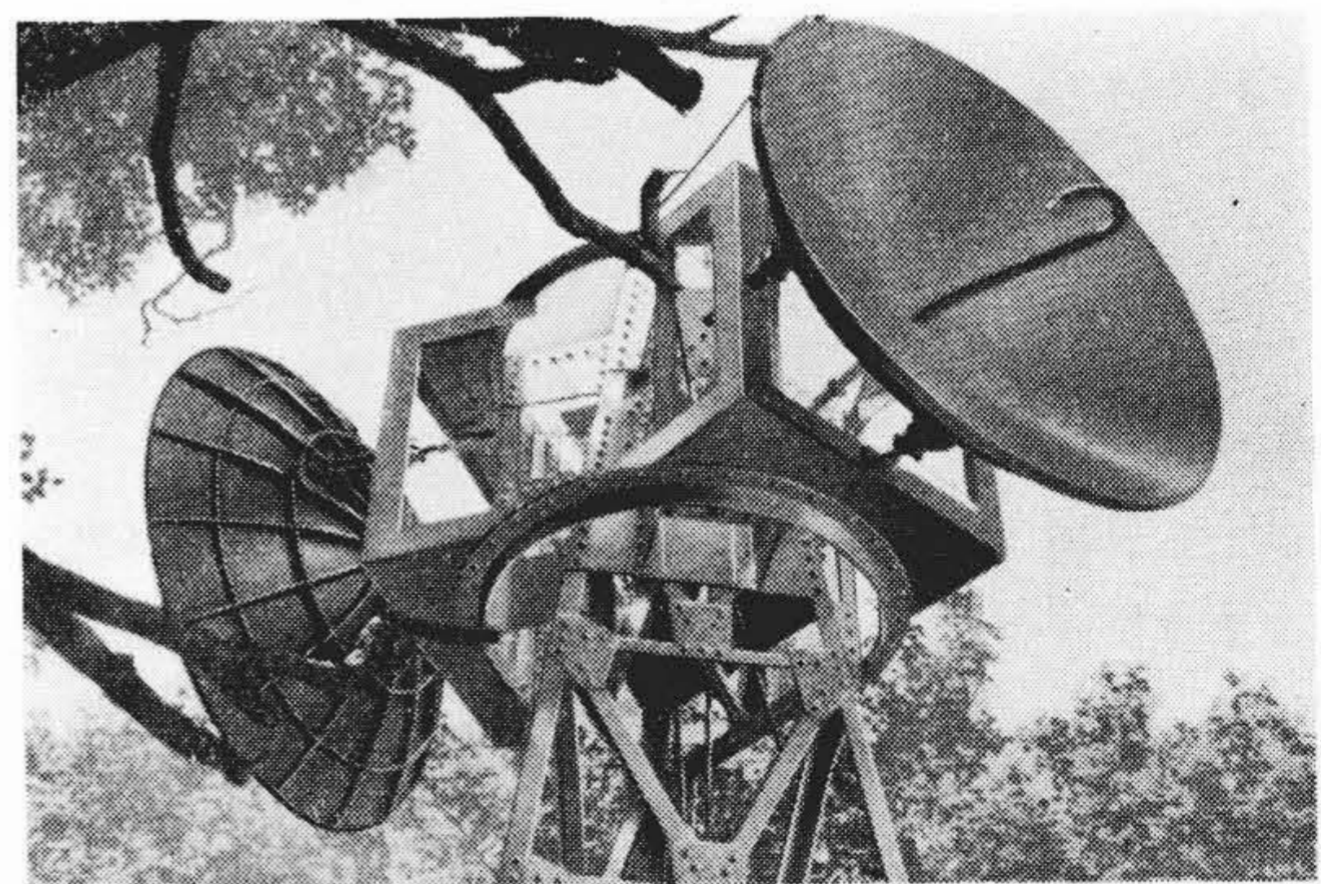
第1表 各局アンテナの所要利得

Table 1. Required Antenna Gain

本社局 筑波局向	40 db 以上
筑波中継局 本社局向	40 db 以上
筑波中継局 大甕局向	40 db 以上
大甕中継局 筑波局向	40 db 以上
大甕中継局 日立局向	34 db 以上
日立局 大甕局向	34 db 以上

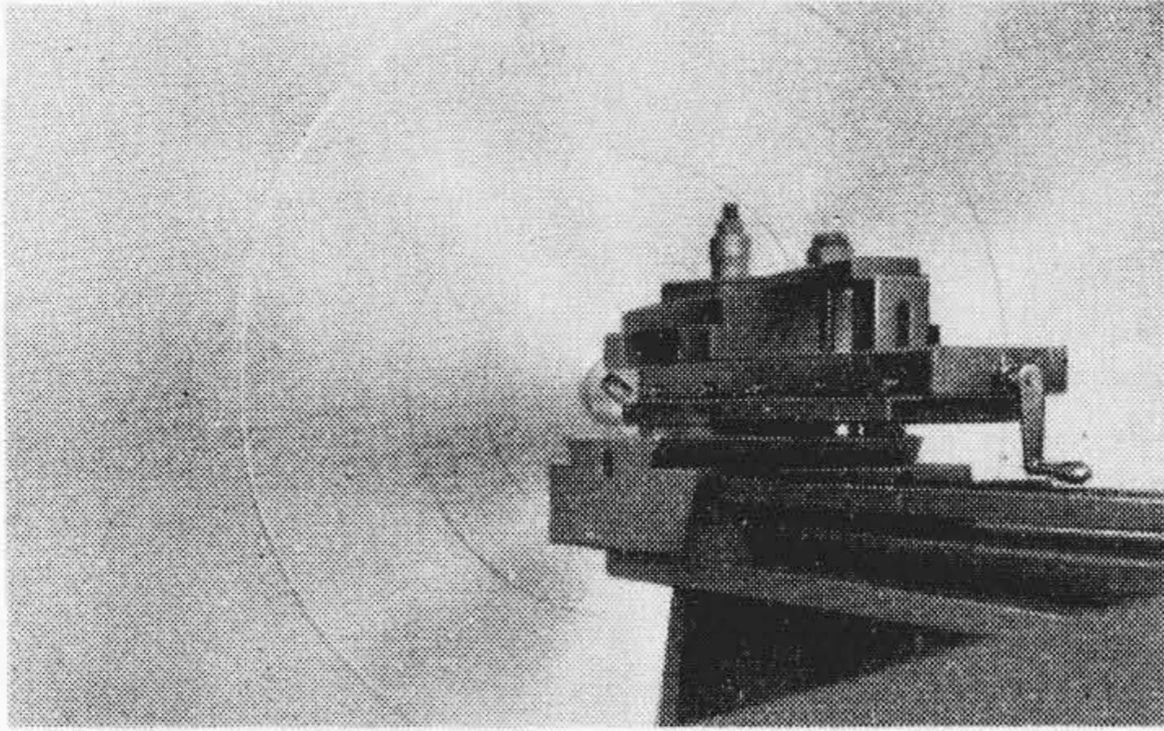


第1図 1次輻射器
Fig.1. Primary Radiator



第2図 上りならびに下り回線パラボラ
Fig.2. Parabolic Antenna for Up and Down Circuit

=1.18) なるごとき設計を行い、特に送受両周波に対してはフードを含めた状態でVSWRが1.1以下になるよう補償サセプタンスを附加することにした。このように1次輻射器のVSWRを所定値1.1以下に抑えてホーンを設計し、この輻射特性に対して能率最大となるパラボラ開口角を求めると約67°となる。しかし本中継回線では上り下りのアンテナを同一鉄塔に背中合せに取付けるため(第2図)相互の結合なども考えられるので、能率を犠牲にして開口角を80°にして相互間の結合を低減させた。そのため能率は約63%となる。かくして開口直径



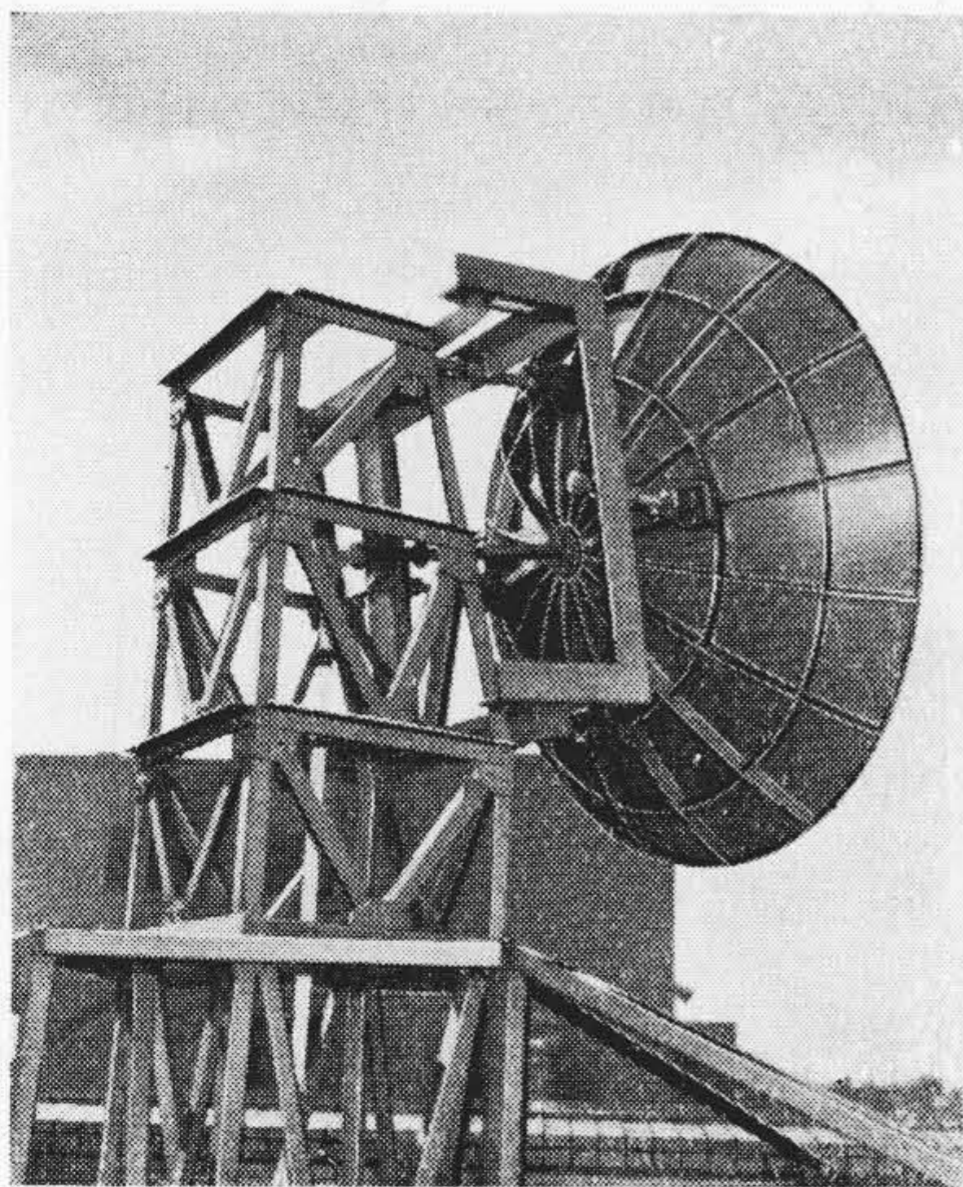
第3図 切削中のパラボラ反射鏡
Fig. 3. Parabolic Mirror under Machining

2 m, 焦点距離 62.9 cm, 6,500 Mc での利得 41 db のパラボラが設計される。また寸法をすべて 2 分の 1 にして利得 35 db のパラボラが得られる。

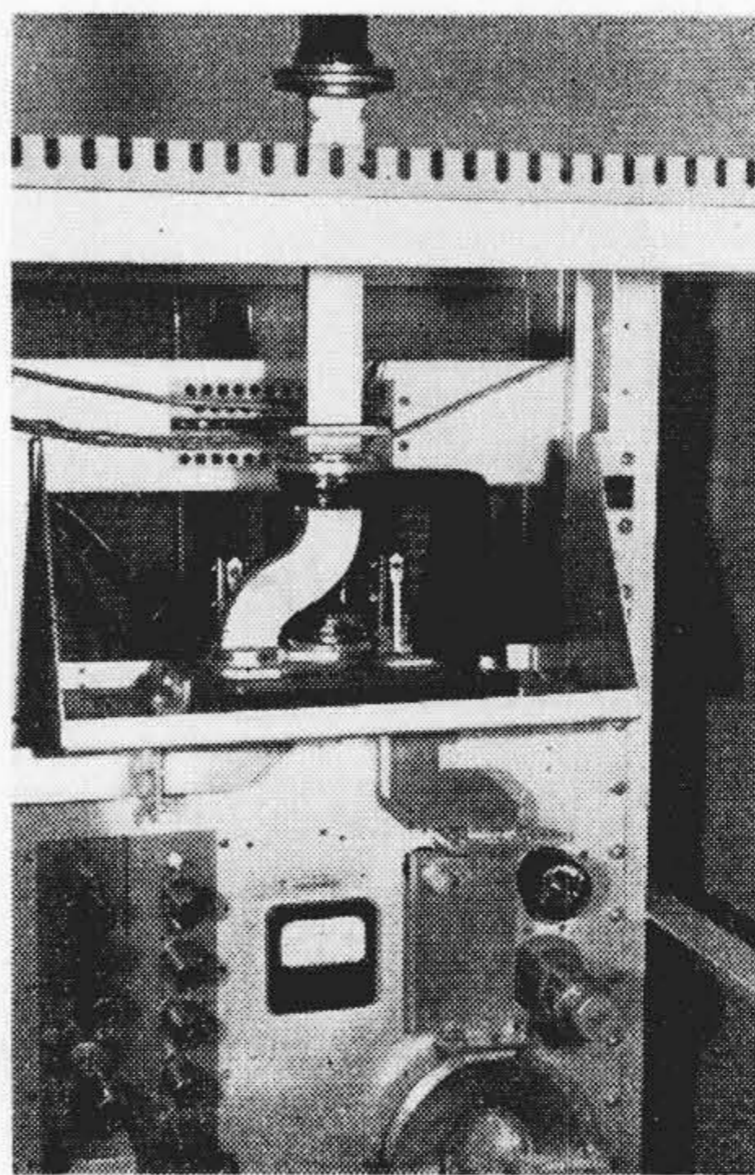
本社局では送受アンテナから約 65 m 離して反射板を使用し、その損失を 1 db 以下に設計するため、反射板を同一開口を持つ送受 2 基のアンテナと等価なりとして、さらに波面の補正を行って計算すると約 3 m 平方の反射板が必要となる。反射板を使用したため無線機と送受アンテナは最短距離にて接続された。

〔IV〕 アンテナの電気的および機械的特性

パラボラ反射鏡の製作は日立工場において行いアルミ鋳物で作られている。これを第3図のように正面盤に取り付け、ならい削りによつて仕上げたものでゲージの精度は理想曲線よりの偏差 ±0.5 mm 以下に抑えられており、これにならつて仕上げられた反射鏡は理想曲面よりの偏差が中心部では ±1 mm 以下、偏縁部でも ±2 mm 以下に入っている。ただ、表面に僅か巣の残つたものが



第4図 アンテナの裏面写真
Fig. 4. Back View of Parabola Antenna



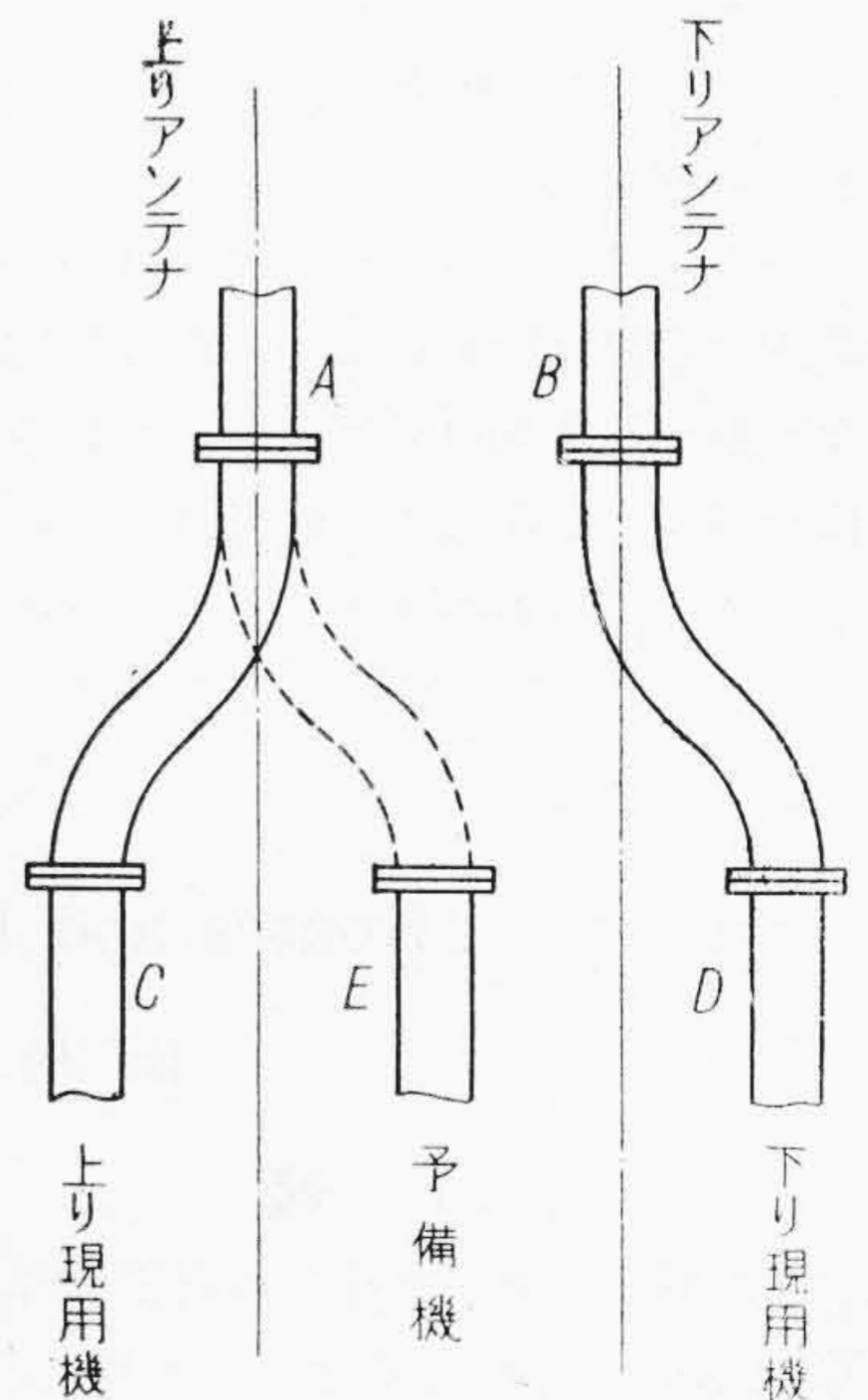
第5図 導波管切換器
Fig. 2. Waveguide Switch

あつたが後述のごとく利得測定の結果ほとんど差支えないことがわかつたのでそのまま使用することにした。表面はすべてシリコンを 0.5 mm 以下の厚さで焼付し防錆のみならず撥水作用も与えている。これらアンテナおよび反射板は 4 本の腕によつて枠に取付けられ、この枠がさらに鉄塔に固定される。4 本の腕にはネジが切つてあり方向を微調できる。第4図に 2 m のパラボラと鉄塔への取附部を示す。

1 次輻射器としての E 面ホーンは開口を誘電体 (ケルエフ) の 0.5 mm 厚の板で蓋をしたため VSWR は 1.3 に近くなり、これを 6,580 Mc, 6,740 Mc の両波に対し同一の誘導窓でサセプタンスを補償し 1.1 以下にした。この輻射パターンは E 面の方がやや鋭く $2(3+1)\cos^3\phi$ で表わされる。これを開口角 80° のパラボラ鏡の焦点に置くと VSWR はやや悪くなり 1 m 直径のものでは 1.2 になるが、これは前述の I_3 によるもので 1 次輻射器の位置を少し defocus すれば定在波比は改善される。しかし利得が低下するので 1 次輻射器の饋電は焦点より行うことにした。

反射鏡をつけた以上のアンテナについてはパターンを測定し、利得は標準利得の電磁ホーンとの比較測定およびパターンからの利得の計算を行つた。その結果 2 m 直径のものは 6,580 Mc で 40.7 db~41.0 db の値を得、1 m 直径のものは 35.0 db となつた。能率は 60~65% で計算と良く一致した。主輻射ローブの水平半値角は $2m\phi$ のもの $1^\circ 24'$, $1m\phi$ のもの $2^\circ 26'$, 垂直半値角 $2m\phi$ のもの $1^\circ 19'$, $1m\phi$ のもの $2^\circ 30'$ である。

なお、筑波山頂では冬期反射鏡表面の結氷なども考え



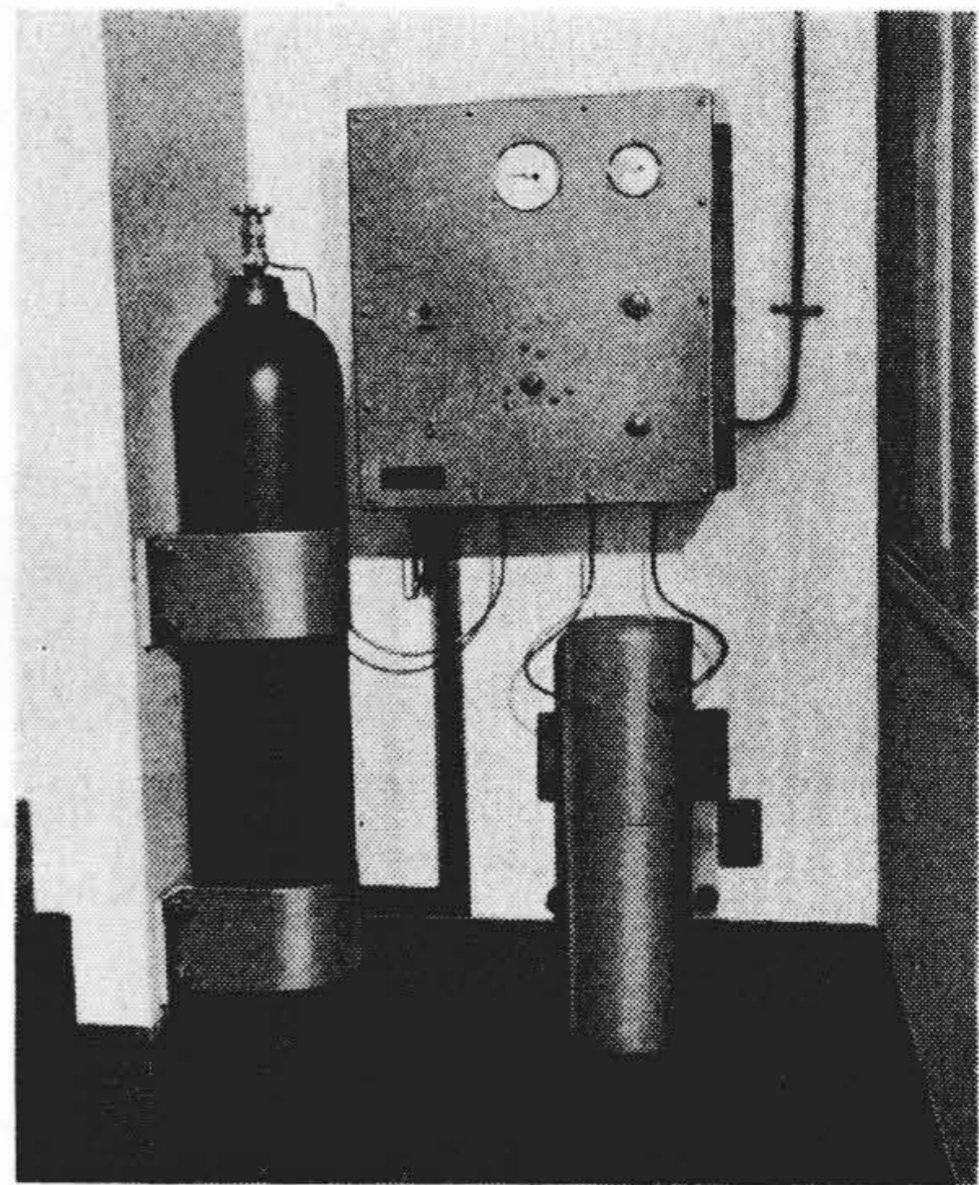
られるが特に対策は講じなかつた。われわれの経験からこの点に関しては回線には特に支障はないものと思つてゐる。

〔V〕導波管系

導波管には WR-7000 を用い接続はすべてジョークフランチで行つてゐる。導波管の全長は各局で異なるがいずれも 15 m 以下でアンテナの整合度とともに long line 効果などの懸念はない状態である。次項で述べるように導波管内には乾燥窒素ガスを充填するため、無線機の出口および1次輻射器の開口端はケルエフ板で仕切られており、この区間は内面のメッキなど行わず、空气中に放置した銅表面のままになつてゐるが伝送損失は 0.12~0.14 db/m の程度であつた。

導波管は夏冬の温度差で全長が伸縮するが特に1箇所に応力が集中して破壊する心配もあり、また導波管接続工事に際し僅かの喰違いを逃げ、かつアンテナ調整の場合導波管に歪が生じないように垂直部、水平部にそれぞれ1本ずつ可撓導波管を使用している。可撓導波管自体の定在波は 1.06 以下で気密を保つてゐる。また外面はゴムで覆われ風雨に耐える構造である。

つぎに導波管切換装置を中継局の場合について述べると第5図のごとく正常接続の状態から、たとえば上り現用機が故障した場合には導波管 A は C との接続状態をやめて E に切換えられなければならない。しかもこの切換後において導波管に分岐部分などを残してならない。またこの切換はすべて自動的に行われるためフレンチ部はすり合わせジョーク式として A, B の軸を中心にしてモータで回転する方式である。この回転は起動信号を与えられてより 10 秒以内に完了するので送信管の起上り安定時間より短い。また1つの導波管口は常に開放されているが、その無線機の高圧はかならず切れてゐるから電波の輻射は行われぬ。導波管切換装置として 120° ずつ距つた3開口のロータを回転させる方式で今回の切換を行うと、残余の分岐導波管を適当に短絡する必要が生じるが、以上の方式はこの点機構が簡単になる。



第6図 自動 N₂ 充填装置

Fig. 6. Automatic N₂ Filling up Equipment for Wave Guide

〔VI〕気密装置

導波管内部に湿潤空気が入つて露を結んだり、長年月間に内面が酸化され導電率が下り伝送損失が増えたりすることを防ぐため、管内に湿度 20% 以下の窒素ガスを充填している。大気圧より管内圧力を 0.2 気圧高く常時維持するため自動ガス充填装置にてポンペより補充し、導波管接続部などよりの不測の漏洩を補つてゐる。管内ガス圧が 1.3 気圧以上に高くなつたり 1.1 気圧以下に下つたりすると自局および端末局にその旨表示を行うようになつてゐる(第6図)。現在までのデータによると 6,000 l 入りのポンペで端末局で約 11 箇月、中継局で約 6 箇月まかなうことができる予定である。

〔VII〕結 言

隣接スパンの回り込み電波の影響を軽減する目的から電波の偏波面は各スパンごとに垂直偏波、水平偏波を交互に用いてゐる。また送信電力、受信強度、自由空間伝播損失からアンテナ利得を推定するとほぼ実測値と一致している。

無人中継局設備

Houses and Equipments of No-Attendant Repeater Station

田村 裕* 永吉一郎** 篠原卯三***

〔I〕緒 言

日立製作所東京本社と日立工場間に極超短波多重無線電話回線を施設し、筑波山と大甕に中継局が設けられた。

* 日立製作所戸塚工場

** *** 日立製作所日立工場

中継局は回線の重要性、機器、電源の安定度、保守ならびに置局の状態および経済的の諸条件により有人のものと無人のものとの2種類があるが、本回線は経済的条件を考慮し無人中継局方式を採用した。局舎設備としては極力その趣旨にしたがい最低の必要条件を満足する程度

に設計を行い、筑波局は気象的条件によりブロック造り、大甕局は木造の局舎とした。

〔II〕 無人中継局舎設備の必要条件

無人中継局舎は監視員が常駐していないのできわめてコンパクトで防火盗難防止に関し考慮したほかに収容機器の性能を十分に発揮させるため下記の条件を具備するように設計した。

- (1) 装置室内温度変化の軽減 (常時 +20~+25 °C に保持)
- (2) 装置室内湿度の調整 (相対湿度を常時 80% 以下に保持)
- (3) 電源室内温度の保持 (常時室温を +5 °C 以上に保持)
- (4) 電源機器による振動の軽減

また下記の事項を端末局で監視できるよう警報を送出する。

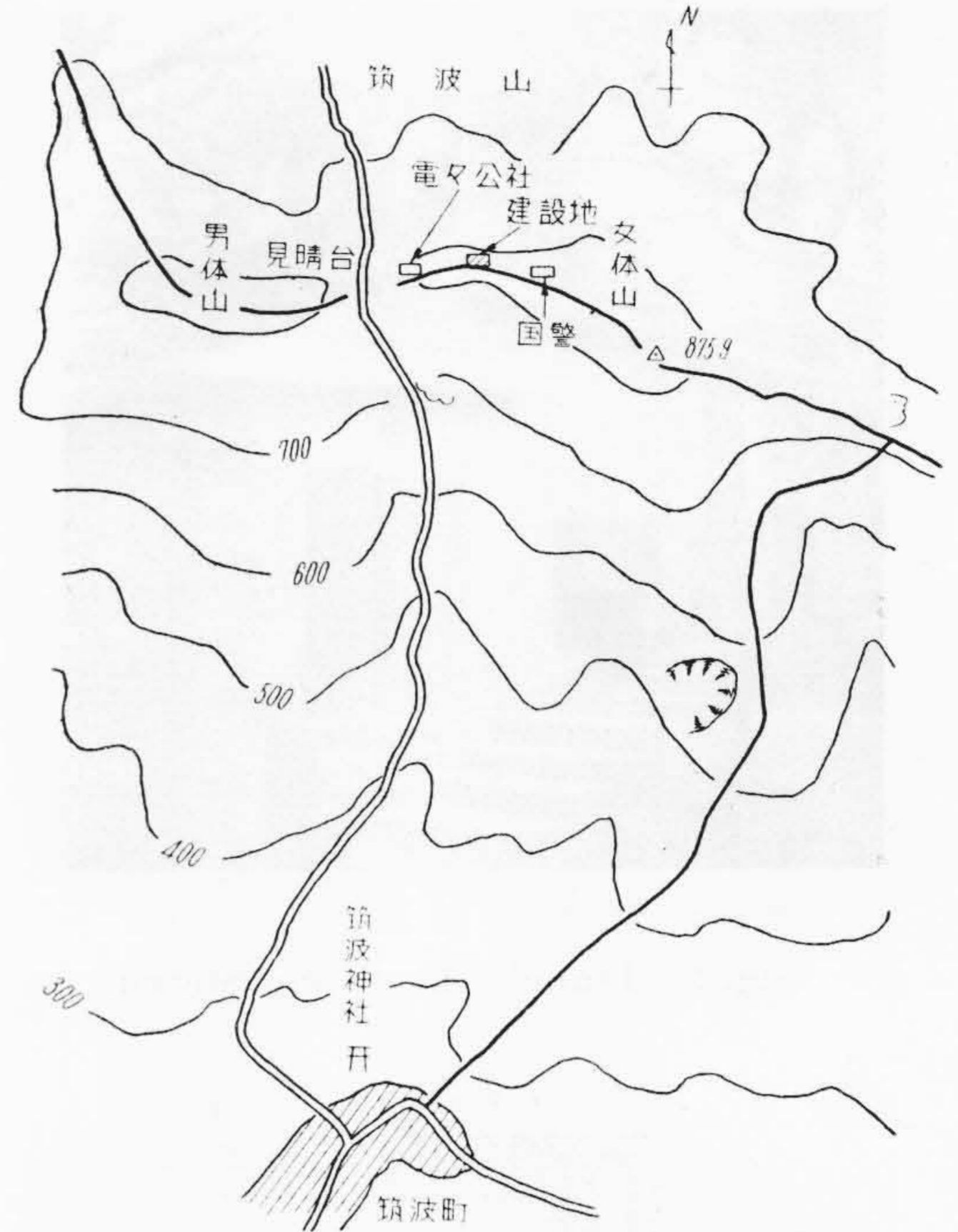
- (1) 室内温度の異状上昇 (室温 +40 °C 以上)
- (2) 火災警報 (室温 +50 °C 以上で警報送出後電源遮断)
- (3) 入口扉開放

筑波、大甕局舎内に収容する機器は第1表の通りである。

〔III〕 筑波中継局々舎設備

筑波中継局の所在地は茨城県筑波町大字筑波1番で第1図に示すように筑波山女体山のほぼ頂上(海拔 850 m)にある。山頂の気象条件は筑波山測候所の過去50年の記録により調査した結果を第2表(次頁参照)に示す。

局舎は第2図の外観写真のようにブロック造りの平屋で内部は倉庫、装置室電源室の3室に区切られているが敷地の関係で約 20° の斜面に建てられ、各室の床面がそれぞれ約 80 cm および 90 cm ずつ位置が低くなっている。局舎内収容機器の平面図を第3図に示す。装置室内の温度調節は第2表の気象条件によれば最高が 8 月の



第1図 筑波中継局位置略図
Fig. 1. Map of Near Tsukuba Repeating Station

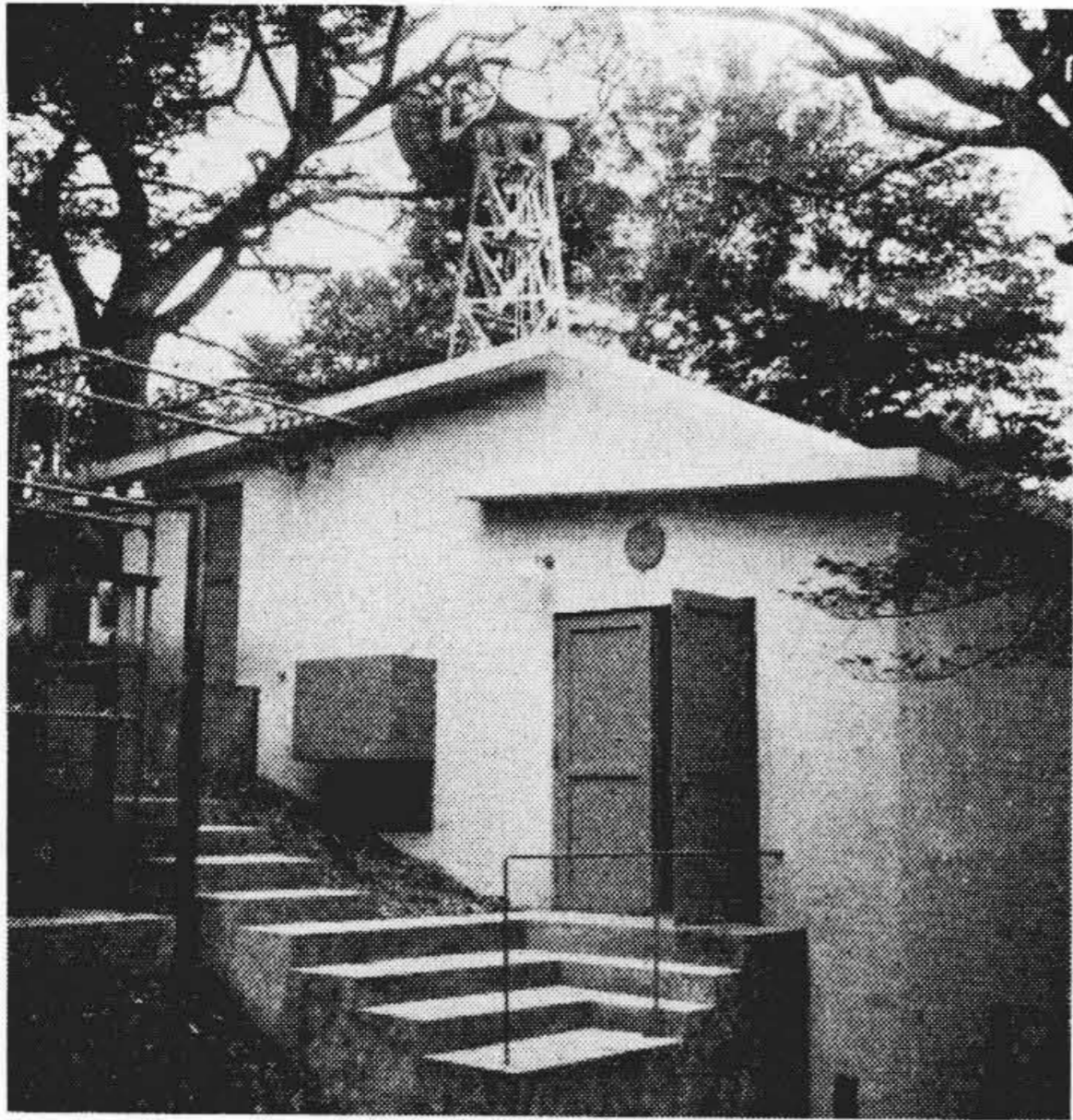
第1表 局舎内収容機器
Table 1. Equipments at Repeating Station

項番	機器名	員数	外形寸法 (mm)			重量 (kg)	設備場所	消費電力
			幅	奥行	高さ			
1	無線機	1式	1,920	550	2,130	850	装置室	650 W
2	中継架	1	520	230	2,750	200	装置室	530 W
3	制御監視架	1	520	230	2,750	150	装置室	
4	配電盤	1式	2,000	500	2,550	—	装置室	—
5	3エンジンセット	1式	1,200	5,000	1,100	約6,000	電源室	—
6	導波管加圧装置	1式	—	—	—	—	装置室	—

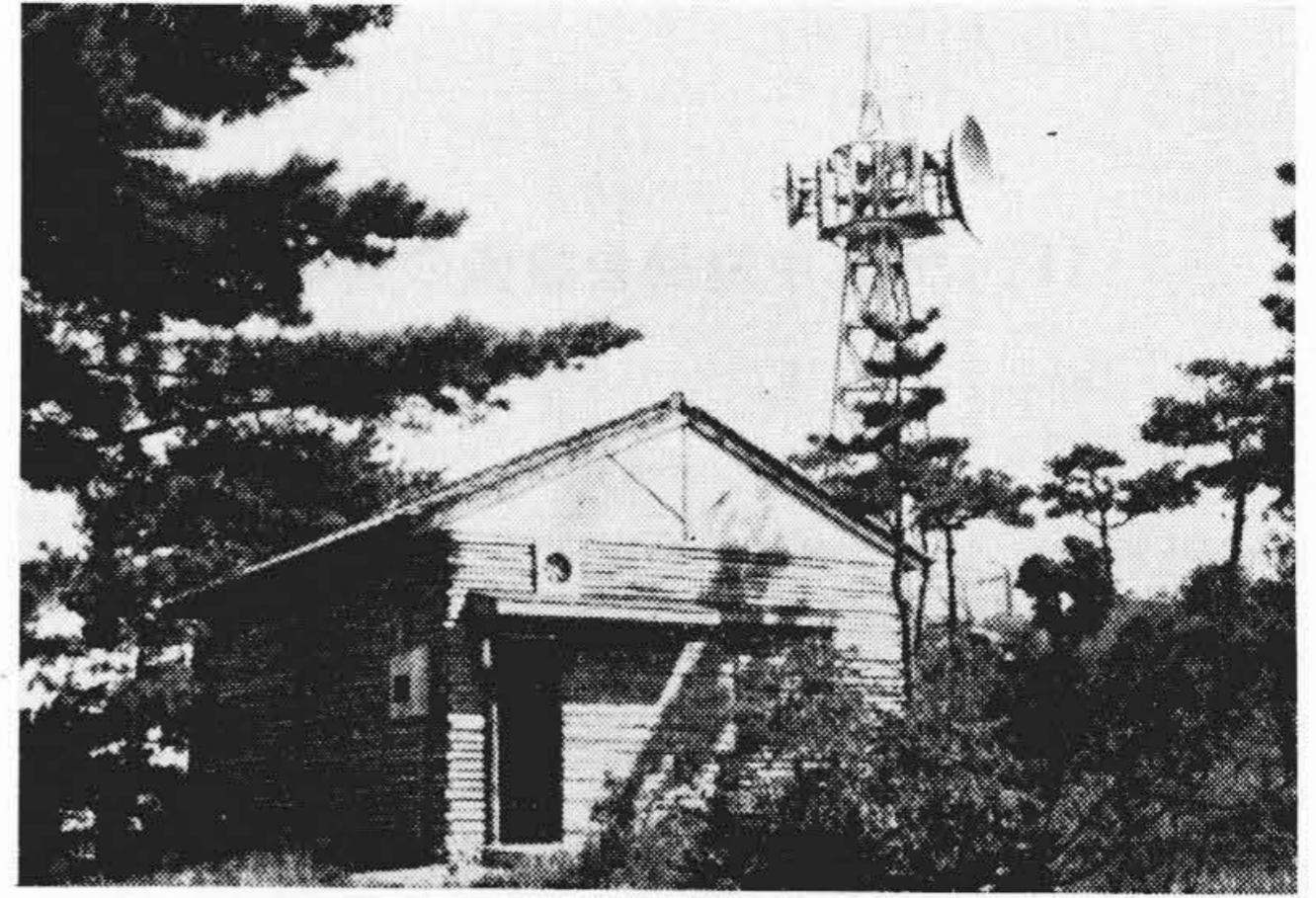
24.1 °C となつているので夏季においては室内空気の換気を十分に行い、温度上昇を 1 °C 以下におさえうれば規格値を満足することができて高価な冷房装置を設備しなくてもすむ。第1表により装置室内の発熱量 (g) は約 1.2kW で装置室内温度 (t₁) と外気温度 (t₂) との温度差を

第2表 筑波山頂における気象状態 (過去50年平均)
Table 2. Meteorology at Mt. Tsukuba (Average for the Last 50 Years)

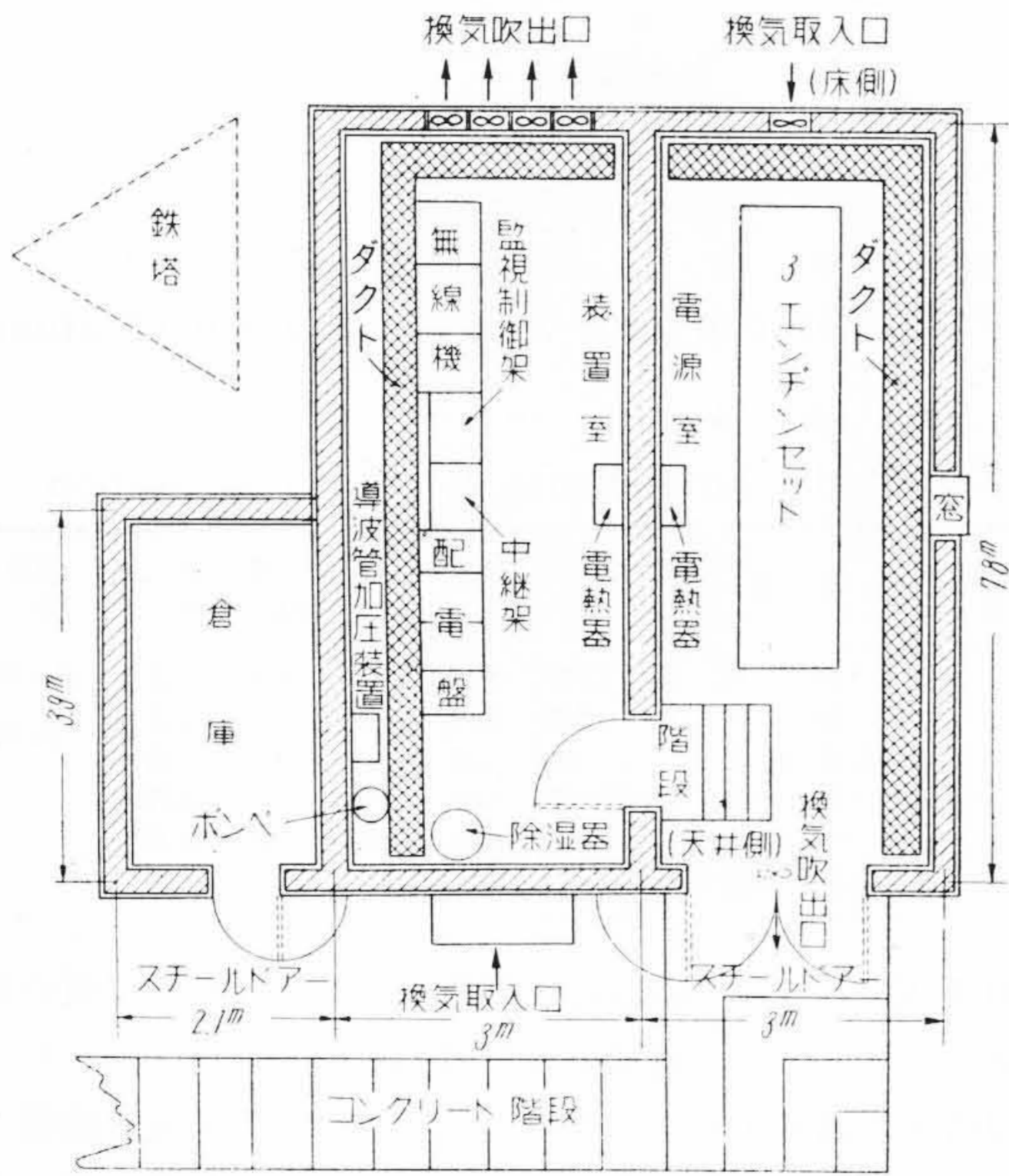
項目	単位	月 別												全年平均	記 録	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		年月	数値
気温(毎日最高の平均)	°C	3.6	3.6	7.0	12.6	16.5	19.3	23.1	24.1	20.4	15.4	11.3	6.3	13.6	昭15	31.1 °C
気温(毎日最低の平均)	°C	-4.7	-4.8	-2.1	3.6	8.2	12.7	17.0	17.9	14.5	8.8	3.7	-1.6	6.1	昭20	-13.8 °C
降水量	mm	31	54	78	106	140	162	153	168	201	160	72	38	1,362	昭13	224 mm/h
平均相対湿度	%	67	69	74	78	82	88	92	92	92	86	76	69	80	昭27	50%
平均風速	m/s	5.8	5.6	5.6	5.5	4.9	4.2	3.8	4.2	5.3	5.9	5.5	5.7	5.2	明35	72.1 m/s
風向		W	WNW	SSW	S	SSW	S	S	S	ENE	ENE	ENE	W	SSW	—	—
快晴日数		14	9	6	4	3	1	1	1	1	4	8	13	63	—	—
降雨日数	0.1mm以上	7	9	14	14	15	17	17	16	18	15	10	7	159	—	—



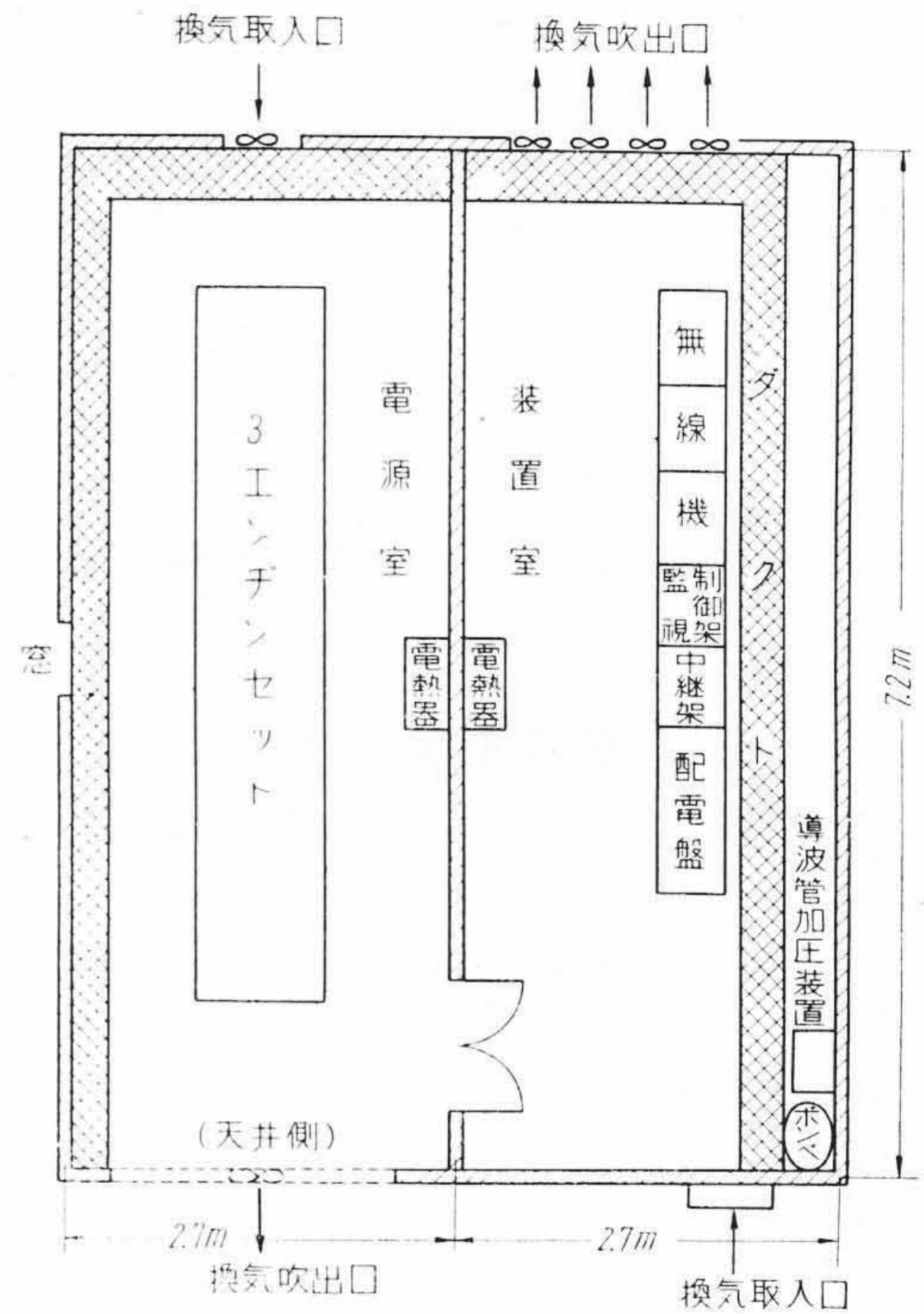
第2図 筑波中継局々舎外観
Fig. 2. Tsukuba Repeating Station



第4図 大甕局舎外観
Fig. 4. Ōmika Repeating Station



第3図 筑波中継局舎平面図
Fig. 3. Plan of Tsukuba Repeating Station



第5図 大甕中継局舎平面図
Fig. 5. Plan of Ōmika Repeating Station

1°Cにおさえるための換気空気量 Q は

$$Q = \frac{q}{C_p(t_2 - t_1)} \dots \dots \dots (1)$$

空気の比熱

$$C_p = 0.24 \text{ kcal/}^\circ\text{C/kg} = 0.31 \text{ kcal/}^\circ\text{C/m}^3$$

$$1.2 \text{ kW} = 0.5 \text{ kcal}$$

(1)式より 1.6 m³/s (96 m³/min) となる。この計算は概算で高度による空気密度の補正, 含有水蒸気の潜熱の補正, また四圍の壁よりの放熱などが考慮されていないが, 風洞, 空気取入口の除塵器および吹出口自動シャッタなどの風損をも加算して約2倍の換気能力を持つよ

う 50 m³/min の換気扇4台を設備した。

なお季節により換気を永い間必要としない場合は監視員が巡回時随時空気取入口風洞の鉄製蓋を閉じる構造とした。低温の場合は三相5kWの電熱器を使用する。室内の除湿は日立製HD125型除湿器1台により行う。電源室の保温も同様に電熱器により行われ, 3エンジンセットがディーゼルエンジンで運転されるときは装置室と同様の換気扇2箇で換気が行われる。

窓は電源室に明り取り用のものが1箇あるのみで, 室内の気密を保つため鉄製扉にはゴムのパッキングがほど

こしてある。保守員の休憩室は特に設けず工作室は倉庫と兼用した。

〔IV〕 大甕中継局々舎設備

大甕中継局は茨城県日立市大甕大甕厚生園内に在り、局舎の外観写真を第4図に平面図を第5図に示す。

大甕局は筑波局より気象的条件による制約がはるかに緩かな上に位置的にも日立工場より自動車約十数分で到達可能な場所にあるので保守も好条件となる。建物は木造切妻造平家建とした。局舎内の収容機器温湿度の自動調整法、換気装置、警報などに関しては筑波局と全く同一である。

特筆すべき事項は敷地が風光明眉な場所にあるため四圍の景観に調和するように建物の外観には特に留意し、外部は杉丸太二割張付防腐剤塗り、切妻部は真壁漆喰塗り、屋根は栗色厚型スレート葺きとした。

〔V〕 アンテナ用鉄塔

筑波、大甕両局のアンテナ用鉄塔には回線設計より地上7mの位置に前者は直径2m重量約180kgのパラボラアンテナ2箇を、後者は同様のもの1箇と、直径1m、重量約100kgのもの1箇を取付ける。

設計にあたり構造上合理的であること経済的であること、外観美を有することなどに留意し特に下記事項を考慮した。

- (A) 構造平面は一般に第6図のように四角形のものが多いが、平面的ねぢれを最小限にし経済的および美観の点より第7図のように三角形とした。
- (B) アンテナの取付法は鉛直方向の調整はアンテナ自身で行えるので水平方向の調整のためリングを取付けることにより解決した。
- (C) シルバーペイント仕上げによつて熱吸収による変形を防いだ。

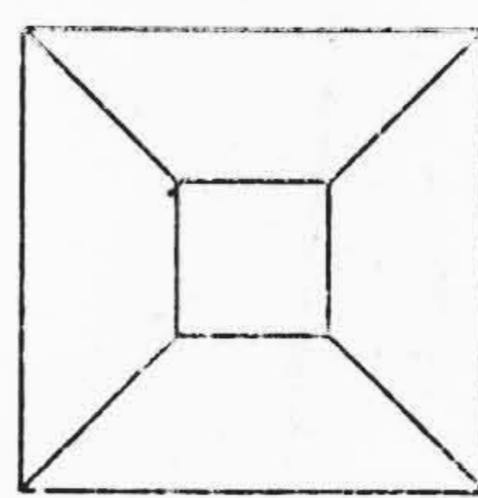
構造計算

アンテナの荷重によるもの以外の外力は風力により支配され、風速を60m/sとし、基礎は地耐力10t/m²(長期)として常識的解法により第8図のように構造を決定した。

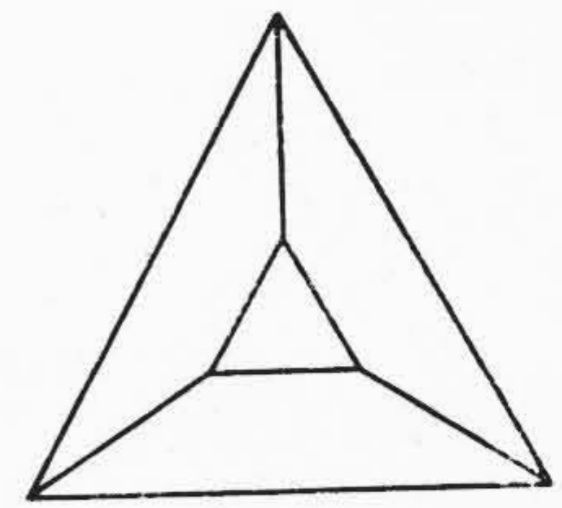
(A) ねぢれの検討

ねぢれとなる力の探求はこの場合非常に複雑な要素を含むのでつぎのように単一化して検討した。第9図より風力(P)の分力(H)の重心(O)に対するモーメントをねぢれの外力と考え

$$\begin{aligned} \text{パラボラ表面積}(A) &= \frac{(2 \times 1.2)^2 \pi}{4} = 4.5 \text{ m}^2 \\ \text{分力}(H) &= 450 \times 4.5 \times \cos 22^\circ = 1.88 \text{ t} \\ \text{モーメント}(M_t) &= 1.88 \times 70 = 132 \text{ t cm} \end{aligned}$$

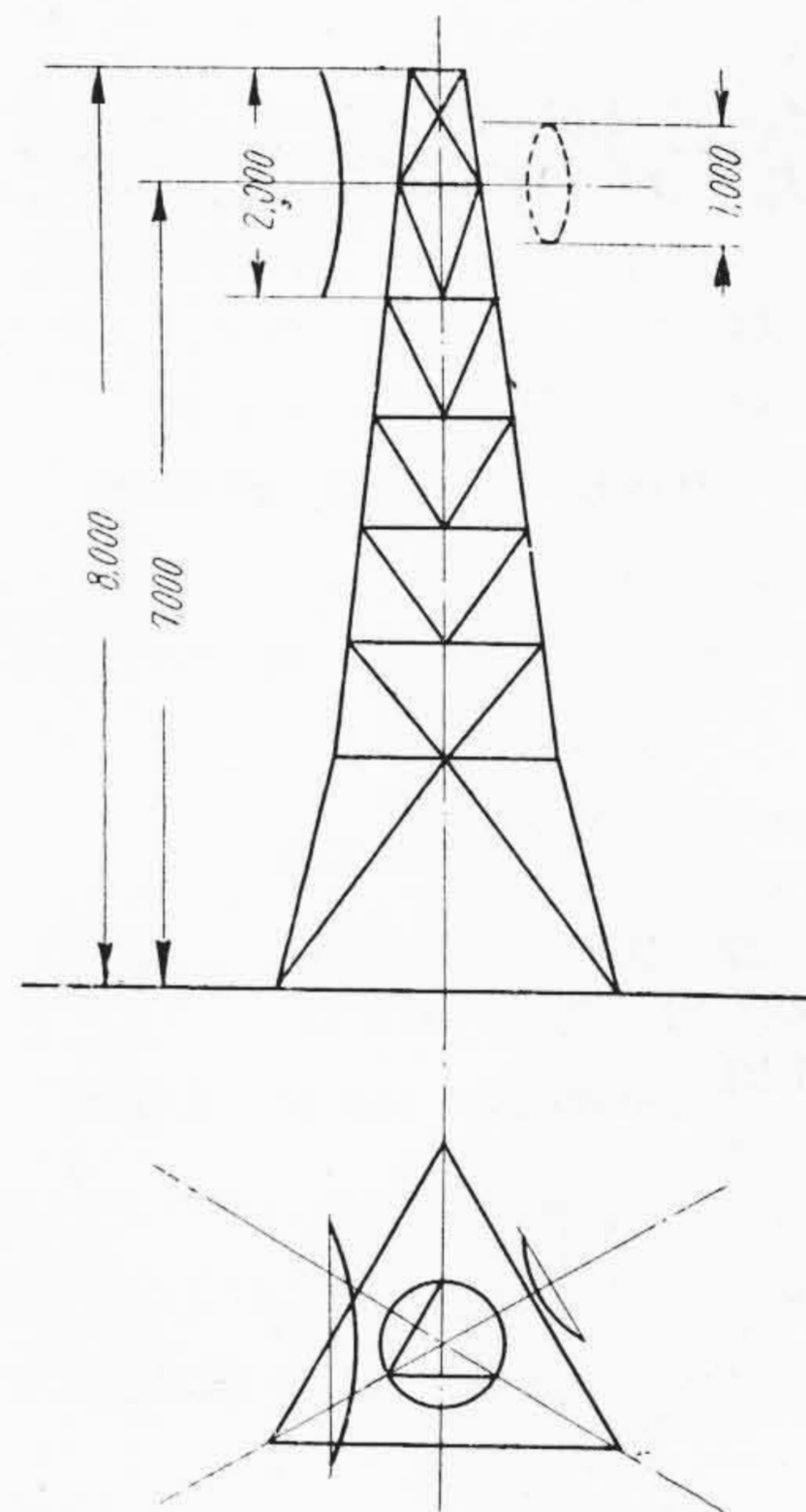


第6図 正方形の鉄塔
平面図

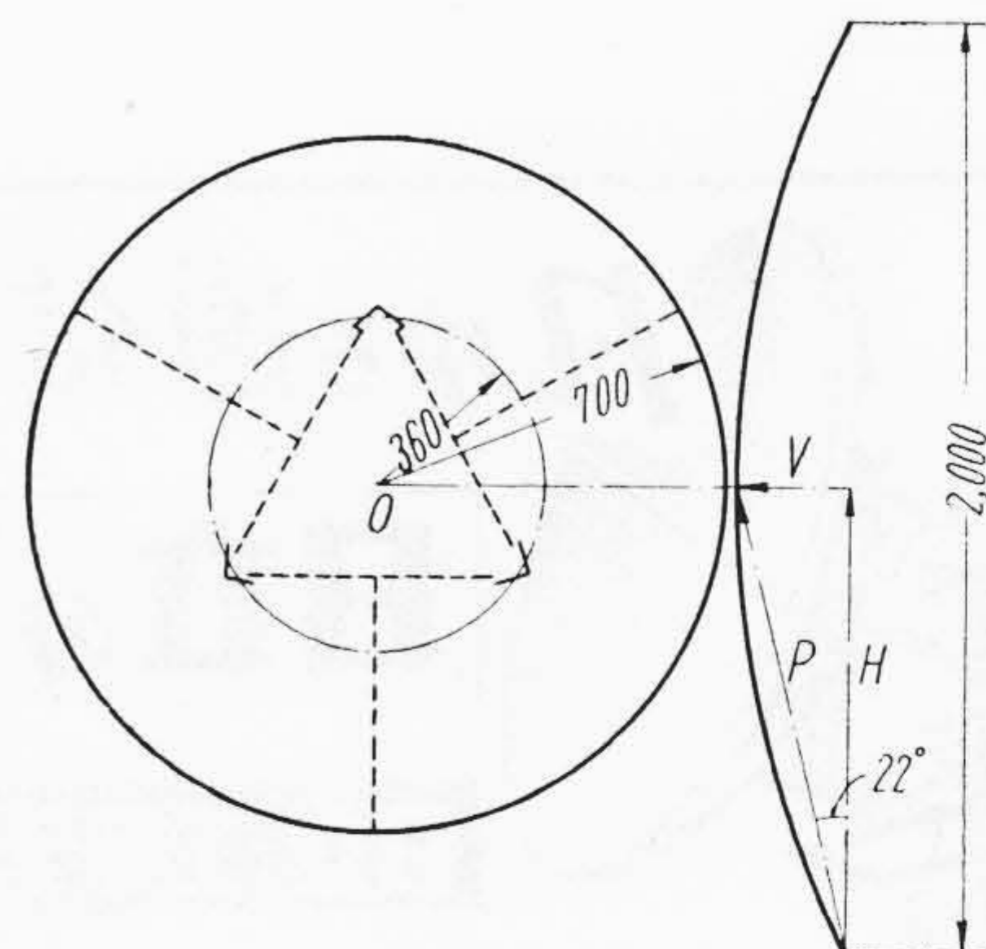


第7図 三角形の鉄塔
平面図

Fig. 6. Plan of Square Tower Fig. 7. Plan of Triangular Tower

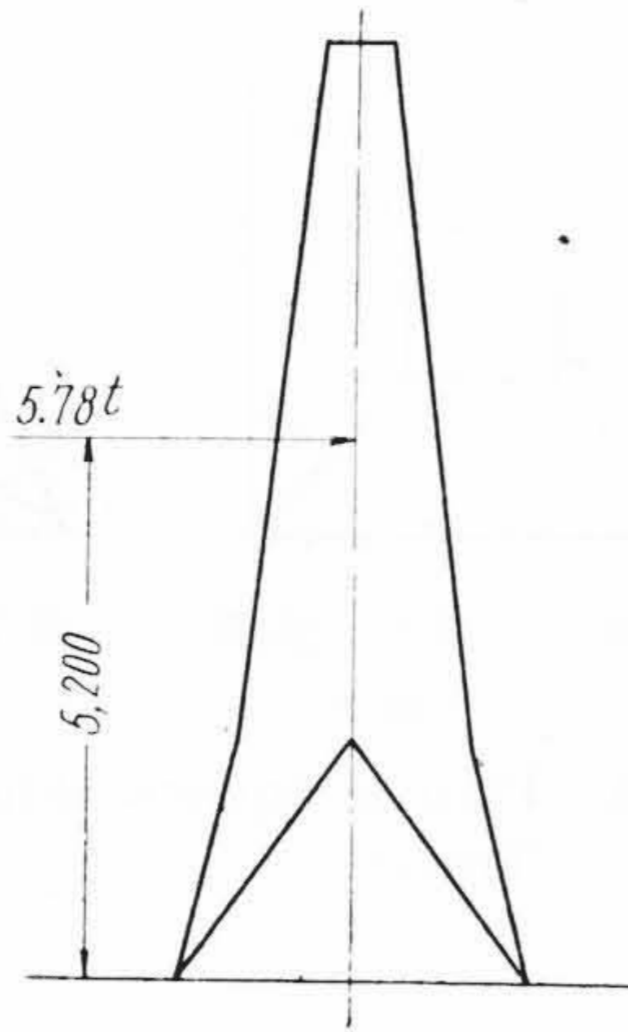


第8図 鉄塔の骨組
Fig. 8. Skeleton of Tower



第9図 風力による振りモーメント説明図
Fig. 9. Skeleton Diagram for Torsional Moment due to Wind Pressure

第10図 鉄塔に作用する風力の合力
Fig. 10. Resultant of Wind Pressure



$$\theta = a \frac{M_t}{GJ_p} = \frac{132 \times 10^3 \times 36}{81 \times 10^4 \times 33,876} = 0.000173$$

θ : ねぢれの角度 G : 剪断弾性係数
 J_p : 重心 O に対する断面極二次モーメント
 a : 重心 O より部材重心までの距離
 $\tan \theta = 0.000173 < \tan 2^\circ = 0.0349$

(B) 撓みの検討

第10図により塔の合力点位置に風力の合力が作用すると考えると

$$EJ \delta = \frac{Pl^3}{3} = \frac{5.78 \times 5.2^3}{3} = 270$$

$$\delta = \frac{27 \times 10^{10}}{98 \times 21 \times 10^8} = \frac{2,700}{97 \times 21} = 1.31 \text{ cm}$$

$$\tan \theta = \frac{1.31}{520} = 0.00252 < \tan 4^\circ = 0.0699$$

上記ねぢれの角度、撓みの角度はそれぞれ設計条件として $60 \text{ m}^3/\text{s}$ の風速に対して $2^\circ, 4^\circ$ 以内で要求値を満足している。大夔局の鉄塔の外観を第11図に示す。

〔VI〕 結 言

本回線は実用開始後の経過日数が少ないので実用上における結果の良否の判定は現在においては困難であるが、



第11図 大夔中継局空中線鉄塔
Fig. 11. Parabolic Antenna and Antenna Tower at Ōmika Repeating Station

筑波局においては建物をブロック造りとしたことおよび冷房装置を除外したことまた大夔局においては木造建築としたため相当の経費節約を計ることができた。

筑波局における夏季の室内温度は換気のみにより外気温度との差約 $2 \sim 3^\circ \text{C}$ の範囲以内に保持が可能であったが除湿に関しては現状では不満足の状態である。その他の事項に関してはおおむね満足すべき状態で運転が行われている。今後さらに長期運転を行うことによりさらに改善すべき点を改善したいと考えている。



凡ゆる通信に新威力を発揮する

日立のマイクロウェーブ

日立の工業テレビジョン装置





日立製作所