

FT-1 型 (固定), FP-1 型 (移動) 日立配電線搬送電話端局装置

三 木 正 一* 内 藤 大 三**

Hitachi Type FT-1 (Stationary), Type FP-1 (Portable)
Distribution Line Carrier Equipment

By Shōichi Miki and Daizō Naitō
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The carrier communications utilizing distribution line had been planned since about 1940 and partly materialized into practical use, although no substantial development was observed in this field due to inconveniences attendant on the function of distribution line when it is used as transmission circuit.

In the postwar period, however, a gloval amount of the bill for the erection of new telephone line compelled the utilization of this system in spite of its inconveniences. Recently, the adoption of this system has become quite rife among several power companies, National Rural Police and others.

Taking a step farther than the above, the Hitachi, Ltd., in compliance with the demand of the Tokyo Electric Power Co., has designed and manufactured two terminal sets in this system, each for stationary (Type FT-1) and travelling service (Type FP-1), with a view to applying them to the maintenance and inspection line.

This equipment is designed in two frequency duplex system classed under B, S. B system, the frequency in use being 7.6 kc and 15.2 kc.

The portable set, Type FP-1, uses dry cells as source and is capable of clear communication until the line loss reaches 40 db. In the trial practice effected at the Ninomiya Substation, Tokyo Electric Power Co., the equipment proved of the satisfactory performance for distances over 15 km.

【I】 緒 言

電力送電線を通信回線に利用する電力線搬送電話装置は我国に於て長足の進歩をとげ、現在に於ては送電線の保守は保安通信線路を用うるよりはむしろ電力線搬送電話を用うべきであると迄考えられている。それに引きかえて配電線の保守は専ら添架電話線によつて行われている現状である。都市配電線は別として、一步郊外に出れば配電線は相当長距離に渉り延長せられており、しかも

山間僻地に渉ることが多い。従つて天候に対して脆弱な添架電話線の保守は容易でない。

依て電力送電線と同様に配電線を通信回路として利用することが考えられた。都市の如く網状をなす配電線ではかくの如き考えは危険でありむしろ超短波無線による通信連絡の方が優ると考えられる⁽¹⁾が、郊外に於ける配電線に対しては好適のものと考えられる。

東京電力株式会社に於てはかくの如き見地から配電線搬送電話を計画せられその器材製作を日立製作所に命ぜられた。以下その製品の概要と東京電力株式会社に於て

* ** 日立製作所戸塚工場

行われた実地試験成績の一部を述べて大方の御参考に供したい。

[II] 製作の方針

配電線の保守は一般に散宿所等の保守員が行うのが通常である。従つて通信機械の保守のために特別の技術者を常置せしめる如きことは不可能である。電力送電線は相当の大電力を取扱つていたので両端電気所には通信専門の技術者ではないとしても相当高級な技術者が勤務するのが通常であるから、或る程度電力線搬送電話装置はこのことを勘案して製作せられている。配電線搬送電話装置としては固定端局といえども二次変電所以下の変電所に設置せられると考えられ、電線路保守に線路を巡回する保守員がその相手となるべき移動端局を運搬し、必要に応じて固定端局と通話をする。従つて移動端局は電源となる乾電池は勿論配電線に対する結合装置も含めて自転車に搭載し得ることと、この程度の技術員で装置の保守が出来ることが第一の必要条件である。

又固定端局も停電に備えて蓄電池を電源として動作せしめ得る必要がある。

使用周波数は東京電力株式会社の検討により 30 kc 程度以下を使用し、線路損失は 40 db 程度に対応し得るこ

とが必要である。

伝送方式として両側帯波伝送とするか、単側帯波伝送とするかは各々一長一短あり、簡単には定らない。送信出力従つて S/N 並びに占有帯域幅等から考えれば当然単側帯波伝送方式の方が優る。しかしひる返つて保守員の技術程度を考慮に入れて、機器の使用上の利便から考えれば両側帯波伝送の方が有利である。依つて今回は後者を重視して両側帯波伝送方式を試みることにした。

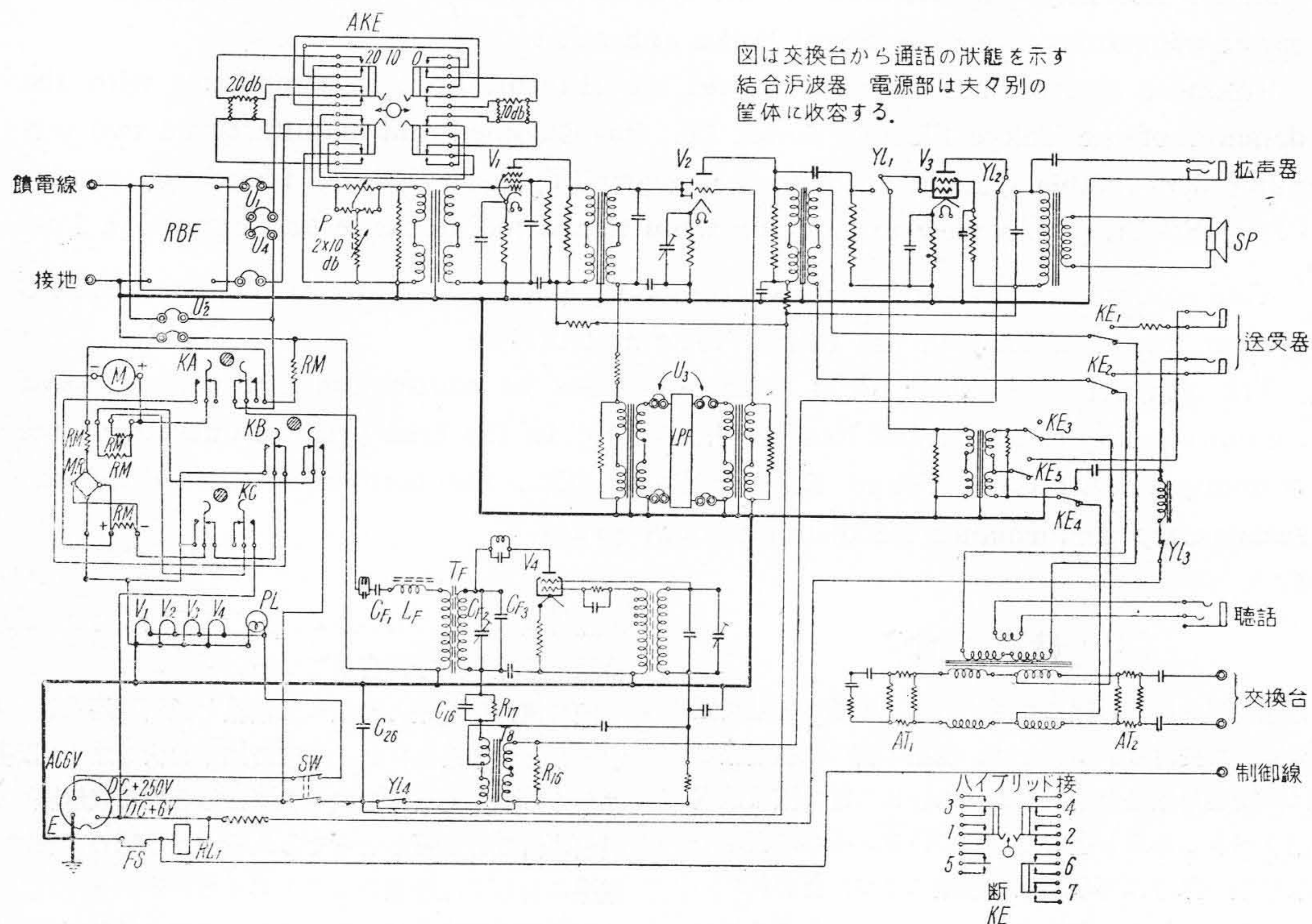
[III] 製品の概要

(1) 固定端局装置

固定端局装置は送受信機を含んだ本体と結合濾波器(保安装置を含む)及び電源装置の三部分より出来ている。電源は通常単相交流 100V より供給されるが、停電時を考慮してコンバータを備え直流 6V 約 13A で動作させることが出来る。

定格は下記の如くである。

- i) 伝送方式 搬送波及び両側帯波送出式
- ii) 搬送周波数 送信 7.6 kc 受信 15.2 kc
- iii) 変調方式 陽極変調(標準変調度 30%)
- iv) 受信方式 高周波増幅 1 段、二極管検波低周波増幅 1 段(待受時には高声器用の電



第 1 図 固定端局装置回路図

Fig. 1. Circuit Diagram of Distribution Line Carrier Telephone Equipment (Fixed Station)

力増幅器が接続される。)

v) 信号方式 音声スピーカ呼出式

vi) 音声周波帯域 300~2,500 c/s

vii) 使用真空管 6 SJ 7-GT 受信高周波増幅
6 SQ 7-GT 検波低周波増幅
6 V 6-GT 高声器用増幅並び
に送話増幅

6 V 6-GT 発振

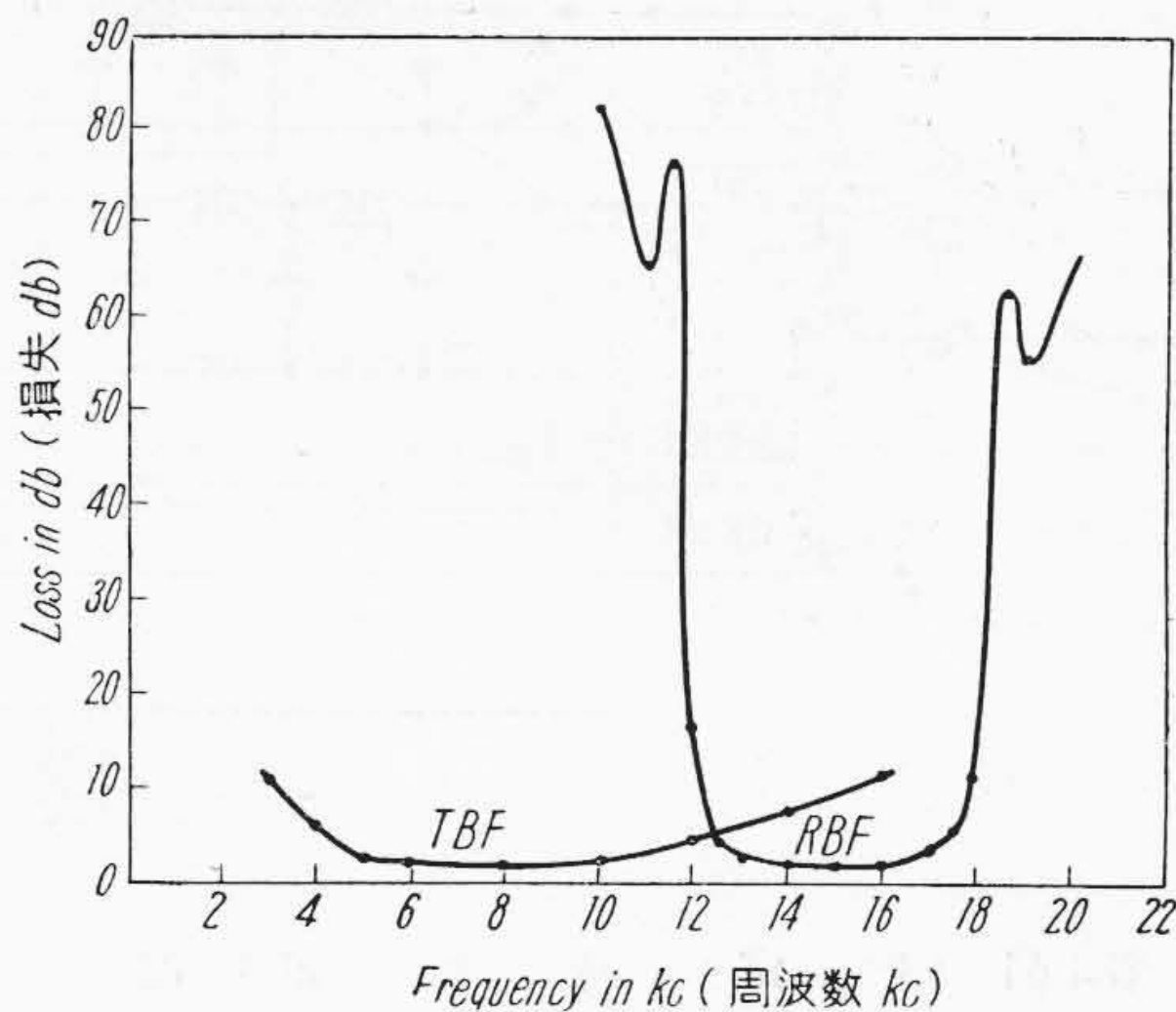
viii) 線端装置 音声入出力回路は通常二線式回路となっていない。即ち送受話器に終るようになっている。しかし必要に応じて三巻線変成器を挿入して二線式回線を構成し交換台に収容できるようになっている。しかし信号方式は 16~ 信号方式とならない。

端局装置本体の回路図は第1図の如くである。その動作を説明すると饋電線より入つて来た通話電流は受信濾波器 RBF を通り抵抗減衰器により適当な大きさとし、 V_1 (6 SJ 7-GT) により増幅せられ、 V_2 (6 SQ 7-GT) で二極管検波低周波一段増幅せられる。待受時には rl_1 接点が左側に閉成されるので V_3 (6 V 6-GT) で電力増幅され rl_2 接点左側に閉成されているので拡声器 SP により呼出音を聞くことが出来る。呼出を受け送受器を上げればフックスイッチ FS により RL_1 附勢せられて rl_1 rl_2 rl_3 および rl_4 の各

接点は図示の状態となる。又 KE_1 KE_2 KE_3 KE_4 及び KE_5 は図示と逆の接点を閉成しているから V_3 (6 V 6-GT) は受信回路から切り離され送受器送話回路に接続されて送話増幅管となり発振管 V_4 (6 V 6-GT) に陽極電圧印加されこれを変調する。出力は CF、LF、TF、及び CF_2+CF_3 より成る送信濾波器を通つて、受信濾波器 RBF と並列となり線路に送出せられる。

従つて送受器受話回路には V_2 (6 SQ 7-GT) の3極管部出力が供給せられることとなる。

第1図は交換台からの通話状況が示してある。制御線は交換台側から RL_1 を制御するためのものである。又拡声器デジャックは必



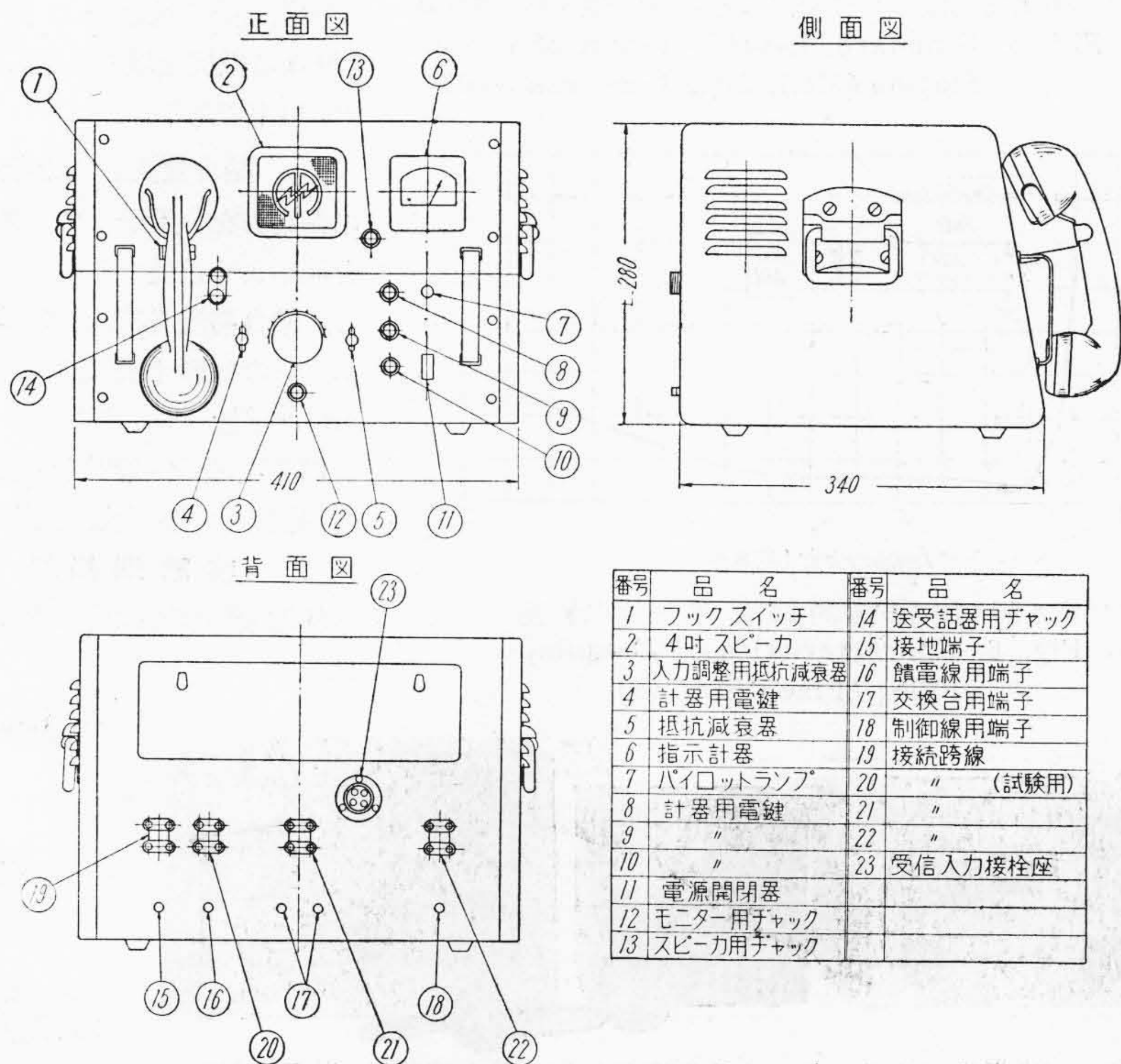
第2図 固定端局送受信濾波器特性

Fig. 2. Characteristics of Directional Filter (Fixed Station)

要あれば交換台に呼出を知らせるための延長拡声器の受口となる。第2図に送受信濾波器の特性を示す。

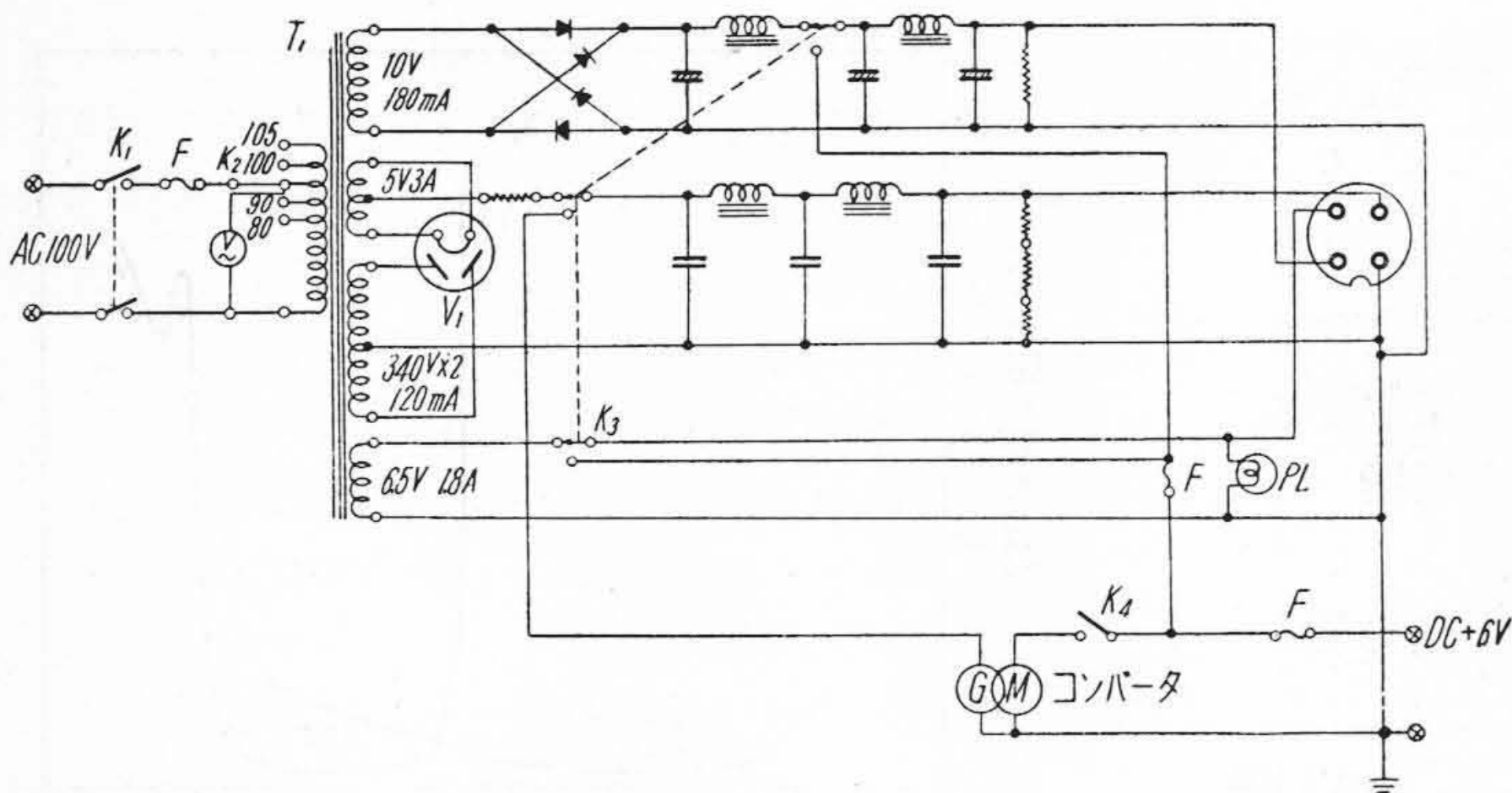
第3図は本体の寸法図である。本体重量は 25.8 kg である。

ix) 電源整流装置 常時は交流電線を用い 80 V~105 V に対応し得るようになっている。所要電力は約 85 VA で停電時には 6 V 蓄電池により駆動するコンバータによ

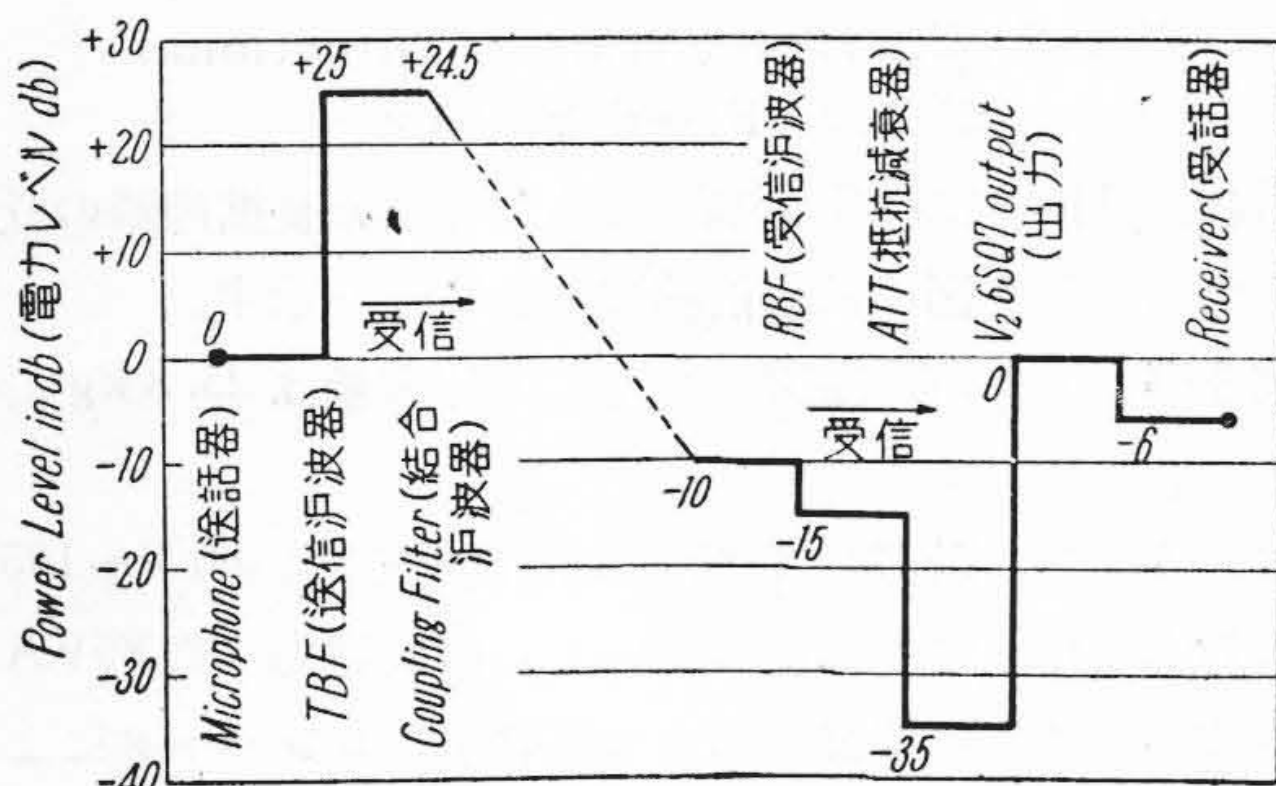


第3図 配電線搬送電話固定装置寸法図

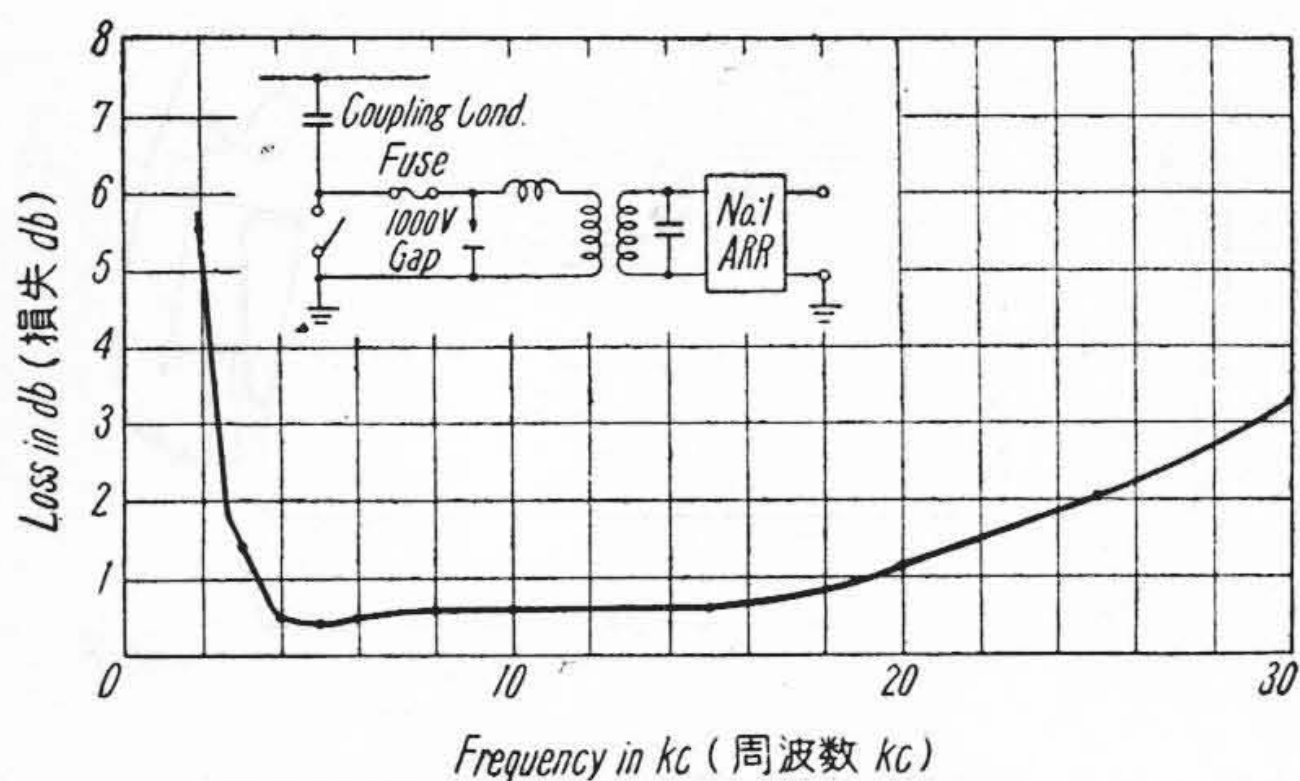
Fig. 3. Dimensions of Fixed Equipment



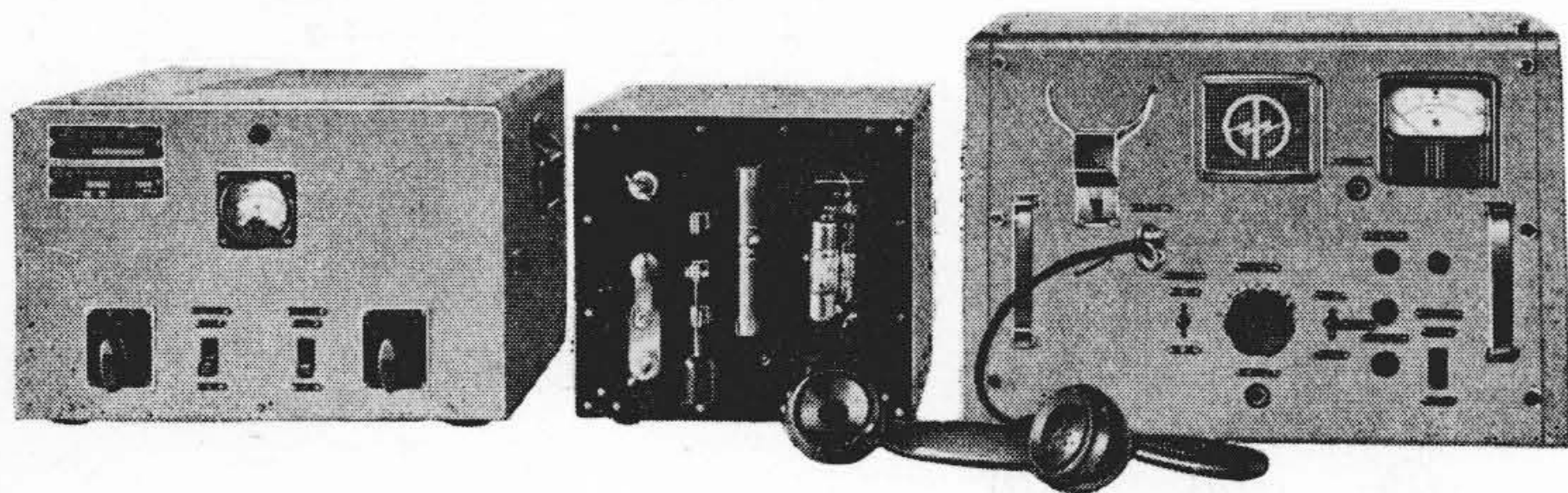
第4図 固定端局用電源回路図
Fig. 4. Circuit Diagram of Power Source (Fixed Station)



第5図 固定端局標準レベル図(30%変調線路損失 30 db)
Fig. 5. Standard Level Diagram of Fixed Station (Mod. 30% Line loss 30 db)



第6図 固定端局結合濾波器特性
Fig. 6. Characteristics of Coupling Filter (Fixed Station)



第7図 固定端局全装置 左より電源装置, 結合濾波器, 送受信装置
Fig. 7. All Equipments of Fixed Station, Left to Right, Power Source, Coupling Filter and Transmitting and Receiving Set

り運転される。所要電流は約 13 A である。従つて電池としては 6 V—120 AH 以上の容量のものを必要とする。

第4図にその回路図を示す。高压 (250 V) 用整流管には KX-5Z3 を使用している。

外形寸法は幅 360mm, 高さ 235 mm, 奥行 310mm で重量は 24.2 kg である。

x) 電氣的性能 電氣的性能は下記の如くである。

残留損失偏差 特性インピーダンス

300 Ω の抵抗減衰器 30 db を通して移動局と接続したとき残留損失偏差は 10 db 以下である。

通話当量 標準 -8 db とし最低 -15 db とする。

入力インピーダンス 7.6 kc 及び 15.2 kc に於てそれぞれ 300 Ω $\pm$ 20% である。

標準使用レベル図 第5図に示す如くである。即ち送信出力は約 300 mW である。

雑音 両端局を特性インピーダンス 300 Ω の抵抗減衰器 (30 db) を通じて接続し且つ送受信器を以て終端される状態に於て送話器の代りに 50 Ω 、受話器の代りに 150 Ω の抵抗を以て終端した場合に雑音出力電圧は -48 db 以下である。

xi) 結合濾波器 結合濾波器は 0.1 μ F の油入型結合用蓄電器を一素子とする第6図の如き回路で、搬送電流を能率よく送受するものでその特性も同時に示してある。結合濾波器筐はこの外に保安装置を同時に組込んでありその外形寸法は幅 240 mm, 高さ 220 mm, 奥行 220 mm, 重量 7 kg である。

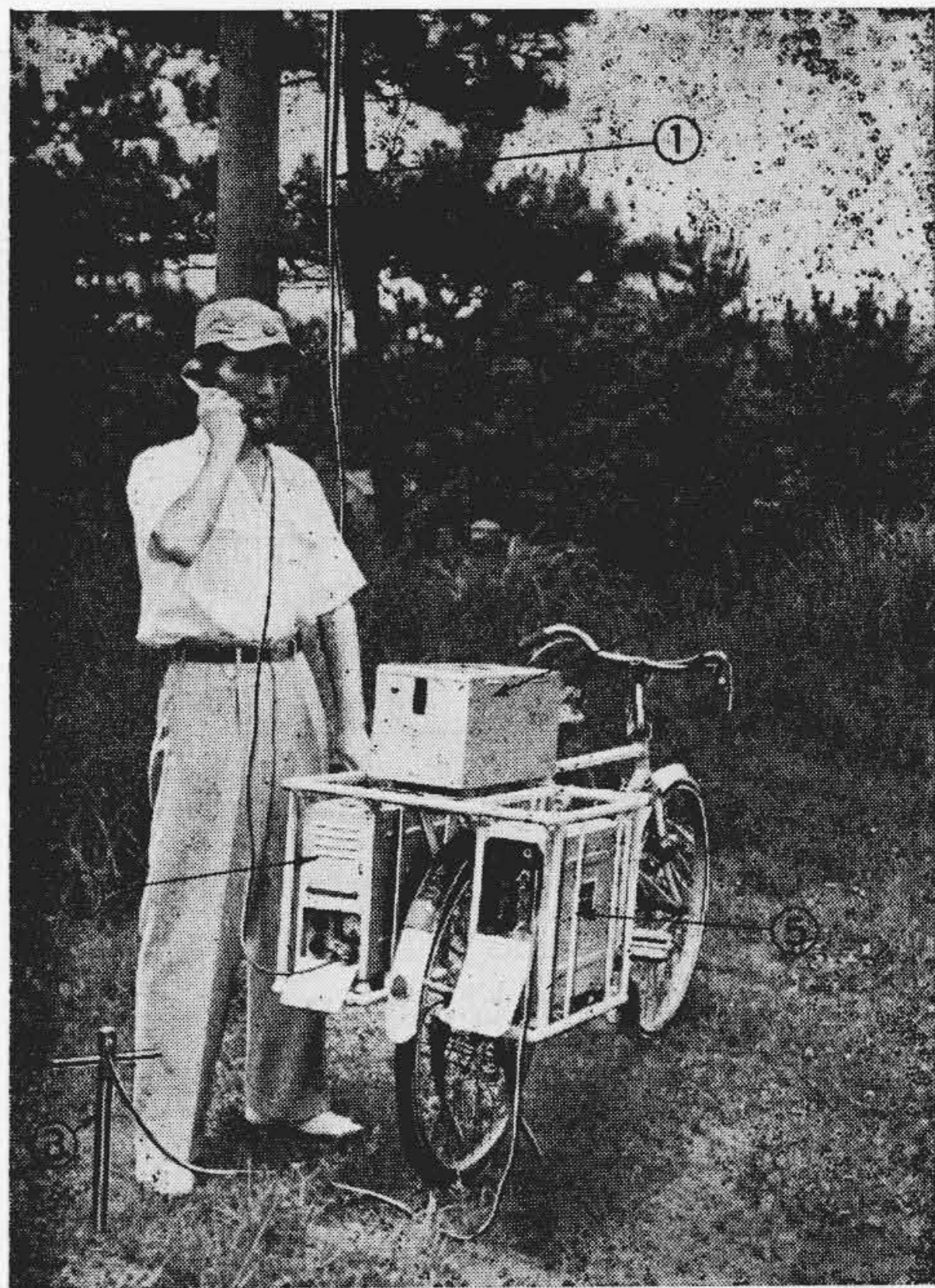
第7図は固定端局全装置の写真で左から電源装置、結合濾波器及び送受信装置である。

(2) 移動端局装置

移動端局装置は自転車に搭載して使用するため、機器は、

- | | |
|-------|----------------------------|
| 接続線筐 | 接地線、接地棒および結合蓄電器接続線を収納する。 |
| 送受信機筐 | 送受信機主要部および送受信器並びに乾電池を収容する。 |
| 濾波器筐 | 結合濾波器、保安装置および受信濾波器を収容する。 |

の三部に分割され、各筐体は弾条或



第8図 移動端局全装置

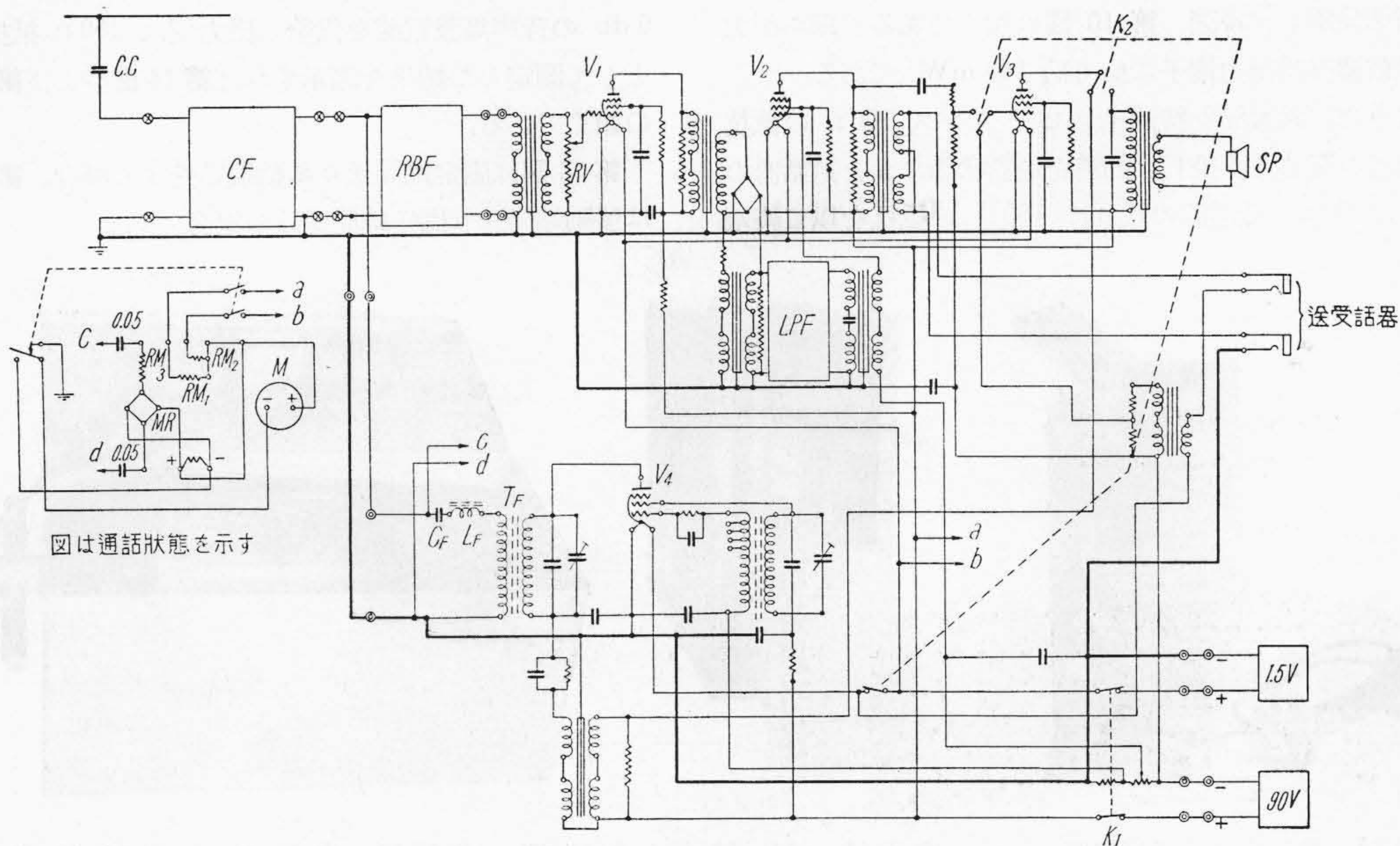
① 携帯用結合蓄電器 ② 続接線筐
③ 接地棒 ④ 送受信機筐 ⑤ 濾波器筐

Fig. 8. All Equipments of Moving Station
① Portable Coupling Condenser ② Cable Box
③ Earth ④ Transmitting and Receiving Box
⑤ Filter Box

はゴム板を以て運搬中の振動に耐えるよう考慮してある。又各筐体は軽度の防水構造となつているが雨天には附属の防水覆を使用する。これらの機器は自転車後輪の両側並びに荷物台に装備される。第8図は自転車に全部実装し実際に通話を行つている状況を示す写真である。全備重量は携帯用結合蓄電器を含み約 43 kg である。

移動用端局装置の定格を示せば下記の如くである。

- i) 伝送方式 搬送波および両側帯波送出式
- ii) 搬送周波数 送信 15.2 kc 受信 7.6 kc
- iii) 変調方式 陽極変調 (標準変調度 30%)
- iv) 受信方式 高周波増幅 1 段、酸化銅整流、低周波増幅 1 段 (待受時には高声器用の電力増幅器が接態される。)
- v) 信号方式 音声スピーカ呼出式
- vi) 音声周波帯域 300~2,500 c/s
- vii) 使用真空管 1 T 4 (ミニチュア管) 受信高周波増幅
1 T 4 (ミニチュア管) 低周波増幅
3 S 4 (ミニチュア管) 高声器用増幅並びに送話増幅
3 S 4 (ミニチュア管) 発振
- viii) 線端装置 4 号型送受器
- ix) 電源 乾電池 90 V および 1.5 V 乾電池の容量は連続使用して約 3 時間使用し得る。



第9図 移動端局回路図

Fig. 9. Circuit Diagram of Moving Station

端局装置本体の回路用は第 9 図の如くである。その動作を説明すると配電線を伝播して来た搬送電流は結合蓄電器 C. C. を 1 素子とする結合濾波器 CF を通り送受信機筐に導入され、受信濾波器 RBF により選択せられ、入力加減抵抗器 RV により適当の大いさとされ真空管 V_1 (1 T 4) で高周波 1 段増幅後酸化銅整流器で全波整流せられる。酸化銅整流器を使用するのは搬送周波数 (7.6 kc) と音声周波数との差が少いため回路上整流回路のインピーダンスを低くしたいためである。その整流出力は低域濾波器 LPF を通つて搬送波 (7.6 kc) を除去し真空管 V_2 (1 T 4) で増幅し、待受時は電鍵 K_2 が図示と逆の接点を閉成しているので更に真空管 V_3 (3 S 4) で電力増幅されて高声器を鳴らす。呼出により電鍵 K_2 を図示の如く倒せば送受信回路は開成せられ真空管 V_3 は送話増幅器となり、同時に真空管 V_4 (3 S 4) は附勢せられて発振し、これを変調して送信濾波器 TF を経て受信濾波器 RBF と並列となり線路に送出される。移動端局の結合濾波器特性および送受信濾波器特性は固定端局と大差はない。

x) 電氣的性能

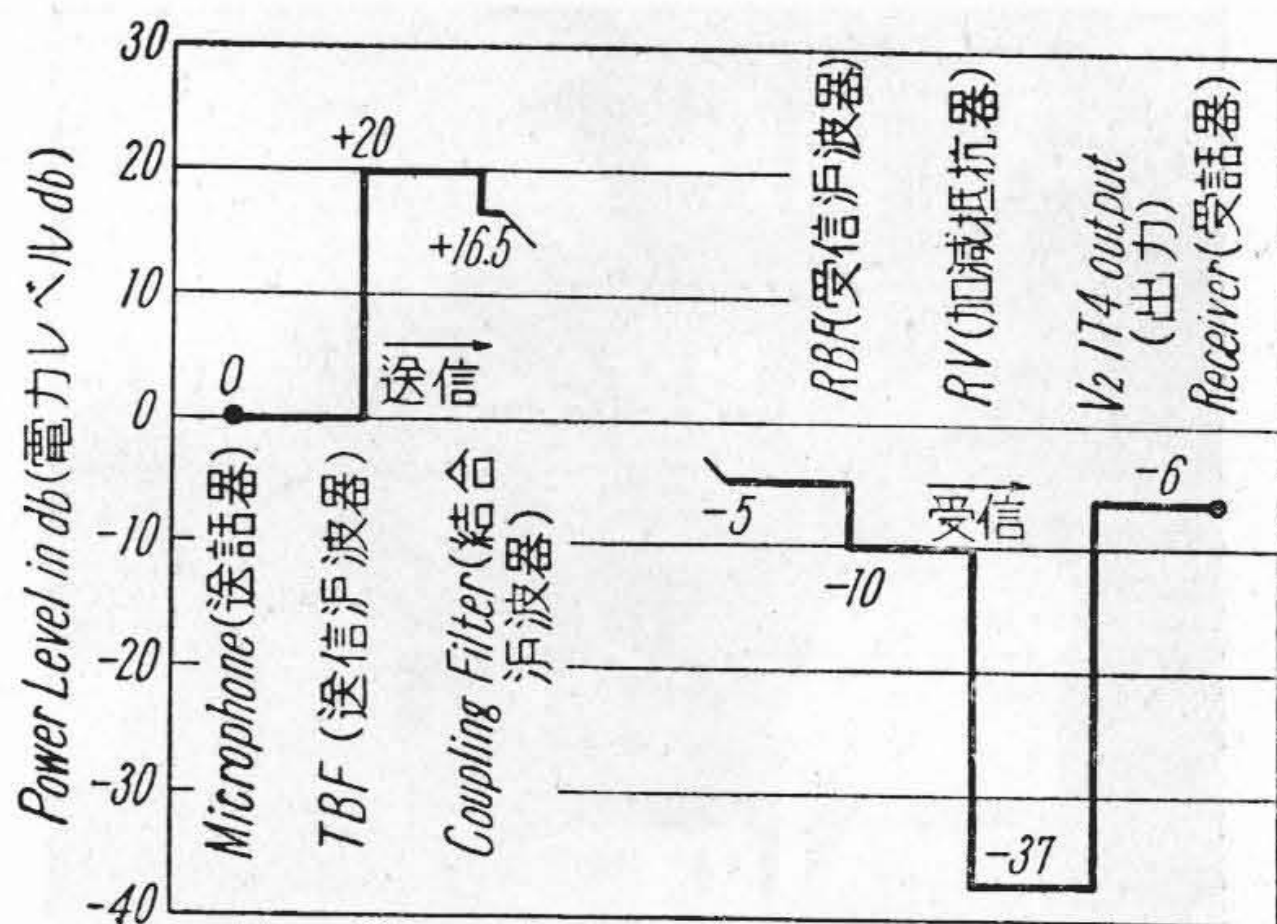
残留損失偏差 特性インピーダンス 300 Ω の抵抗減衰器 (30 db) を通して固定局と接続したとき残留損失偏差は 10 db 以内である。

通話当量 標準 -8 db とし、最低 -15 db である。

入力インピーダンス 7.6 kc および 15.2 kc に於てそれぞれ 300 $\Omega \pm 20\%$ である。

標準使用レベル図 第 10 図の如くである。即ち出力は送信濾波器出力端子に於て約 100 mW である。

雑音 両端局を特性インピーダンス 300 Ω の抵抗減衰器を通じて接続し、回路を通話状態におき送話器の代りに 50 Ω 、受話器の代りに 150 Ω の抵抗を以て終端



第 10 図 移動端局標準レベル図
(30% 変調、線路損失 30db)

Fig. 10. Standard Level Diagram of Moving Station
(Mod. 30% Line Loss 30db)

した場合に雑音出力電圧は -56 db 以下である。

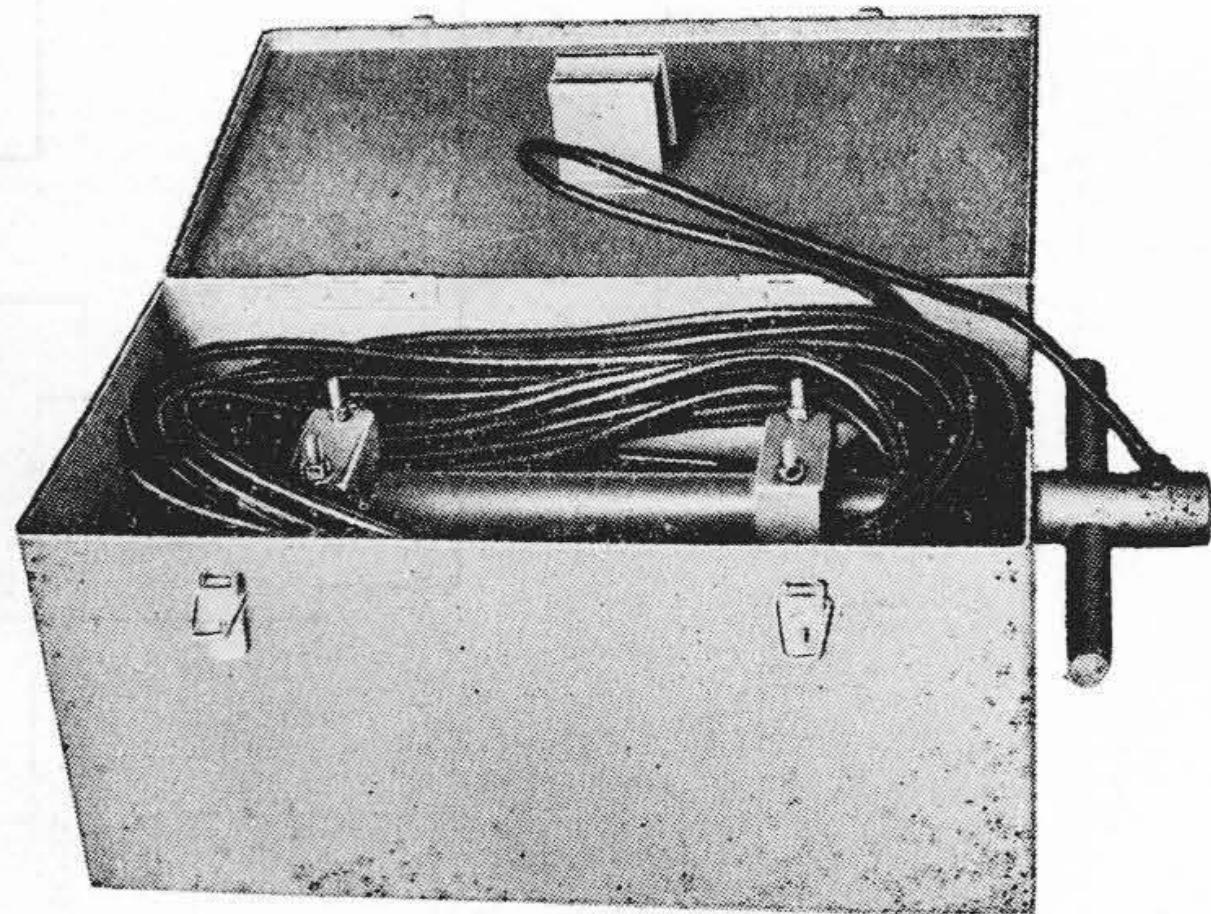
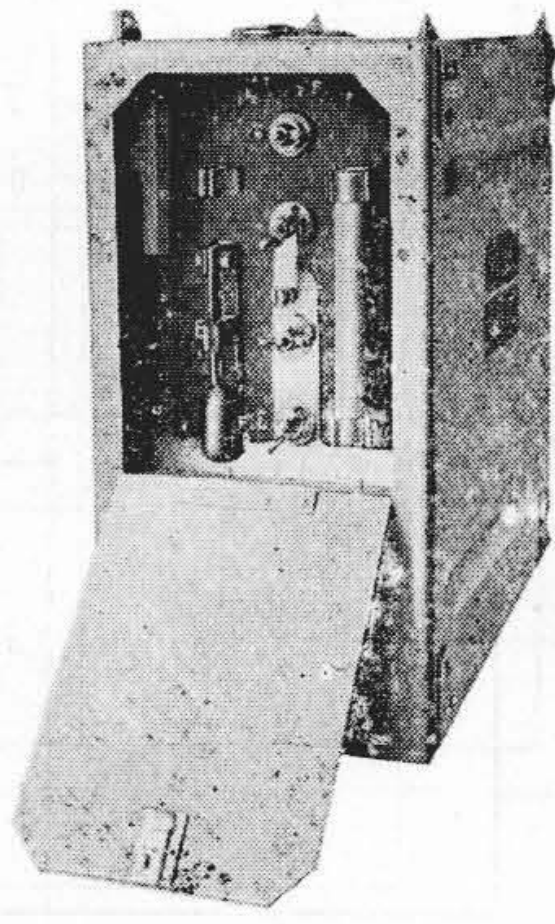
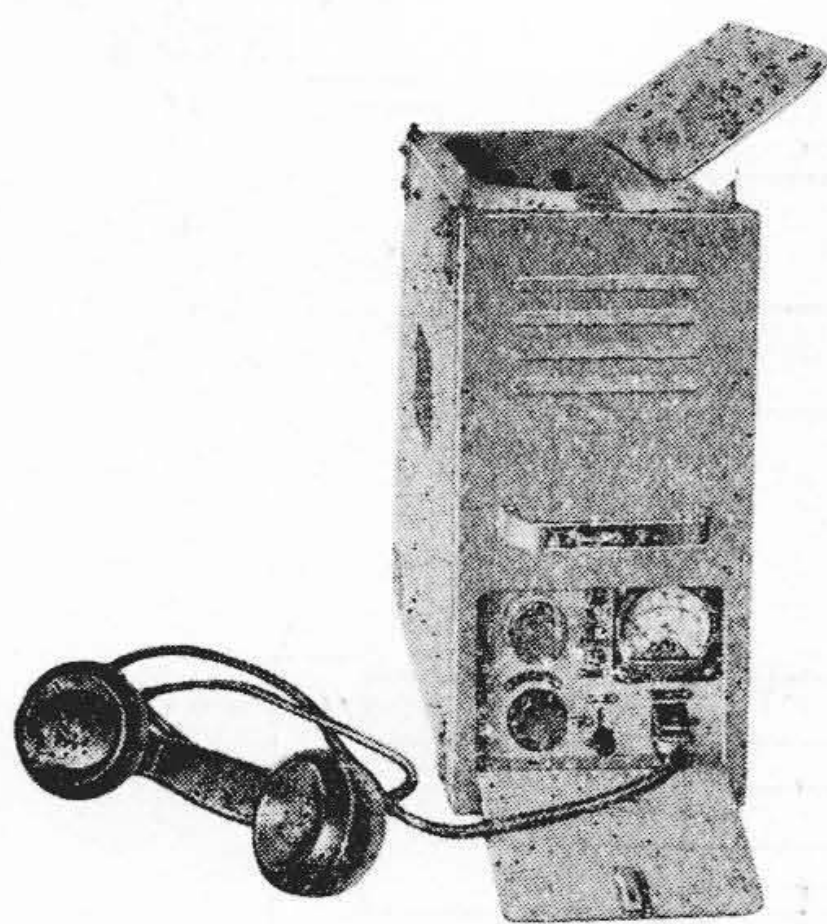
第 11 図に送受信機筐、第 12 図に結合濾波器筐の外観写真を示す。重量は送受信機筐 14 kg 結合濾波器筐 11 kg である。第 13 図は接続線筐の写真で重量は 7.8 kg である。

携帯用結合蓄電器は 2 分して輸送し、使用するとき接続して配電線に引掛ける。重量は約 10 kg である。

(3) 綜合特性

固定端局とを擬似線路として特性インピーダンス 300 Ω の不平衡型抵抗減衰器 30 db で結んで、入力端子には 0 db の音声周波電流を供給し出力側は 150 Ω 抵抗終端として測定した結果を図示すれば第 14 図および第 15 図の如くである。

第 14 図は固定端局送り移動端局受けの場合、第 15 図は移動端局送り固定端局受けの場合である。



第 11 図 移動端局送受信機筐

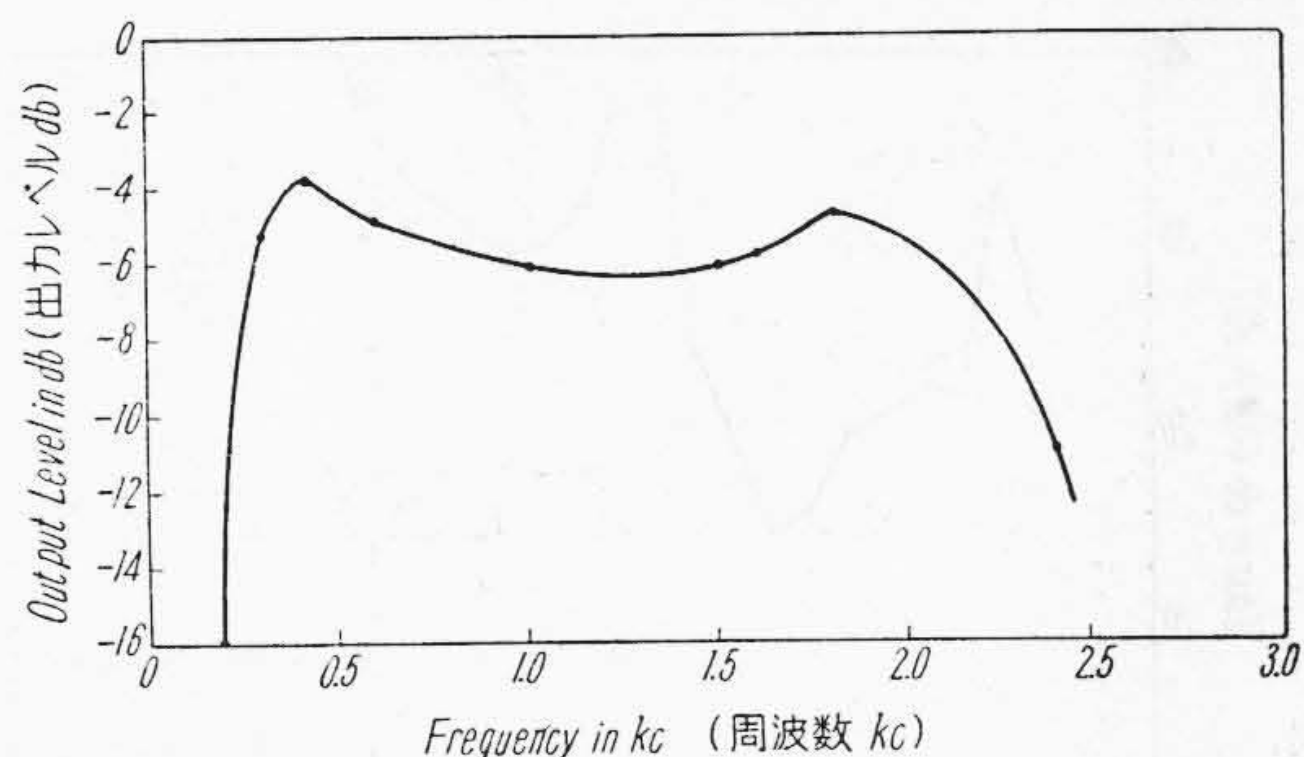
第 12 図 移動端局結合濾波器筐

第 13 図 移動端局接続線筐

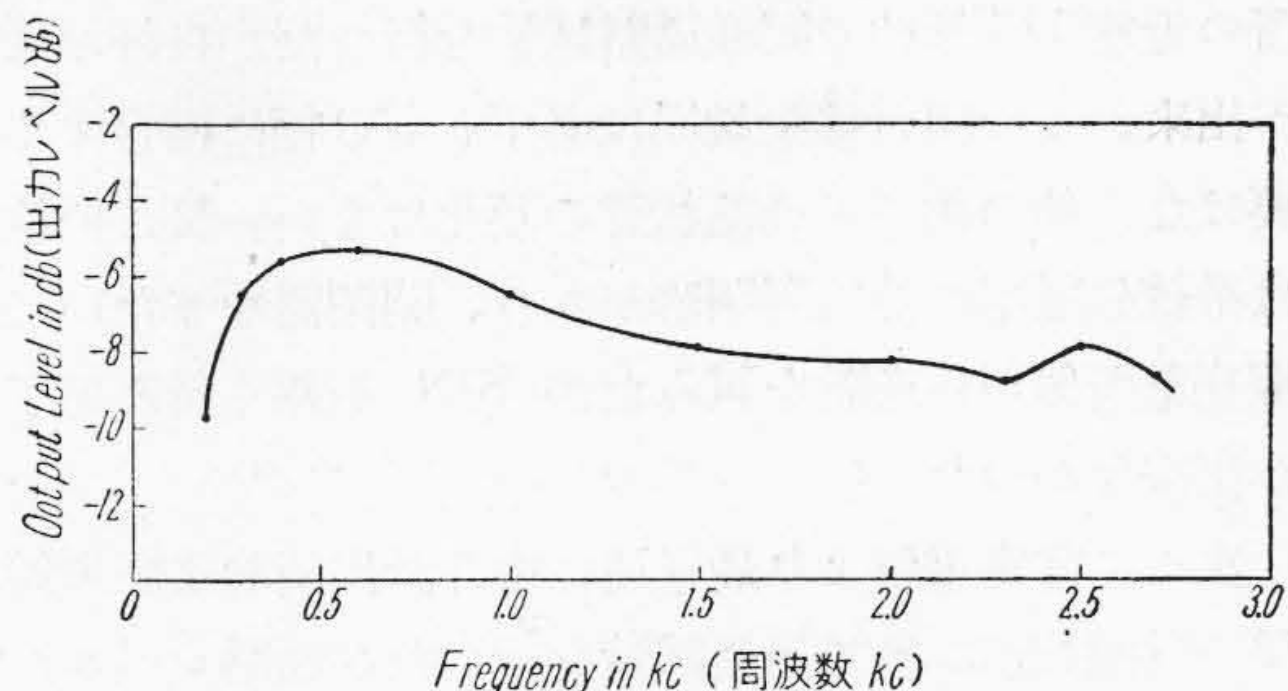
Fig. 11. Transmitting and Receiving Box of Moving Station

Fig. 12. Coupling Filter Box of Moving Station

Fig. 13. Cable Box of Moving Station



第14図 総合特性 (固定→移動)
Fig. 14. Overall Character (Fixed→Moving)



第15図 総合特性 (移動→固定)
Fig. 15. Overall Character (Moving→Fixed)

[III] 実地試験結果⁽²⁾

この実地試験は東京電力株式会社によって行われたものである。

(1) 供試配電線

実験の行われた配電線は東電二宮変電所を中心とする大磯線、前羽線および下中線で地理的關係は第16図の如くである。その互長並びに途中の変圧器個数および容量は第1表の如くである。

(2) 通話試験

二宮変電所母線のC相に固定端局を結合し、先づ大磯線沿いに移動端局を移動せしめた。この日天候は雨であつた。先づ21号柱に於て通話試験を行つたが待受状態では雑音が甚だ大であつたが、通話時にはこの雑音は感じられず感度、明瞭度共に良好であつた。次いで平塚変電

第1表 試供配電線の変圧器数、変圧器容量並びに互長
Table 1. No. and Total Capacity of Pole Transformers of Distribution Lines and Their Length

配電線路	区 間	変圧器数	変圧器容量 KVA	互長 km
大磯線	二宮変電所 ~ 92 号柱	46	364	6.839
	92 号 柱 ~ 27 号柱	28	198.5	
	92 号 柱 ~ 175 号柱	100	512.5	
	二宮変電所 ~ 175 号柱			
前羽線	二宮変電所 ~ 35 号 柱	13	90.5	5.8
	35 号柱 ~ 砂口線151号柱	72	230	
	35 号柱 ~ 前羽線 82 号柱	53	270	
	82 号 柱 ~ 下中線末端	122	275	
	82 号 柱 ~ 114 号 柱	31	230	
下中線	二宮変電所 ~ 中井派出所			10.716



第16図 供試配電線図
Fig. 16. Map of Distribution Lines

所の近傍 175 号柱で同様通話試験を行つたが良好な通話が出来、この場合移動端局は必ずしも C 相に結合する必要はなく他の相でも通話状態の変化はない。又この柱には系統分離用の油入開閉器があり、開閉器をまたいで平塚変電所側から通話を試みたが S/N が悪く殆んど了解が出来なかつた。

次に二宮変電所より最も遠い中井派出所および末端の 73 号柱附近に於て通話試験を行つたが通話レベルが多少低下する程度で通話は良好であり、中井派出所からの保安通信線による有線電話と比較すれば遙かに良質な通話が行われた。

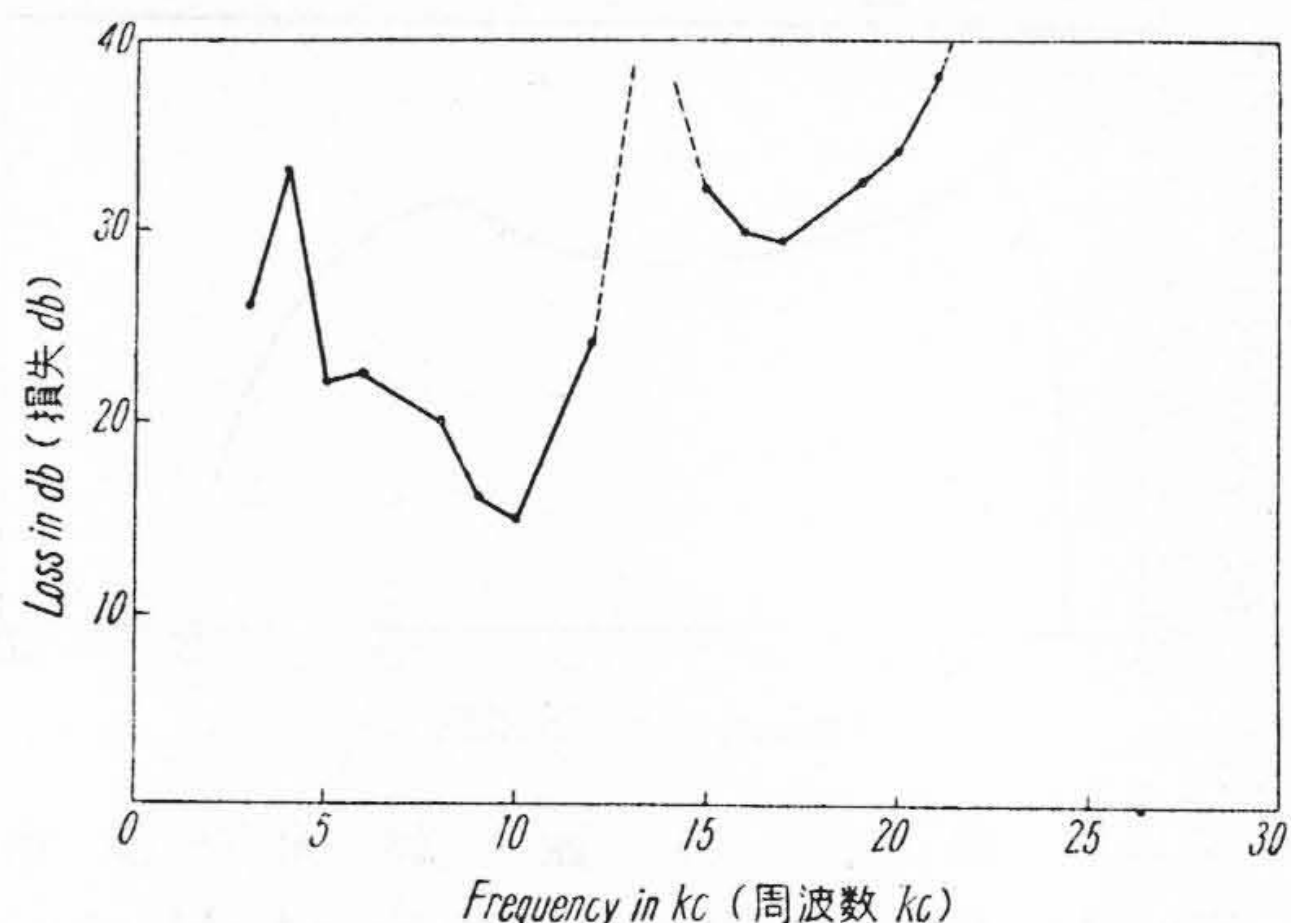
又空中線結合による通話が行い得るや否やを試験するために低圧線に移動端局を結合して実験したがこれは不可能であつた。

第 17 図に下中井派出所—二宮変電所間の伝送特性を示す。13 kc と 26 kc 附近に損失の山が現われるのは砂口線その他の分岐線の影響と考えられる。

以上の実験によりこのような程度の配電線に於ける配電線搬送はブロッキングコイルを使用せずとも 30 kc 以下の周波数を使用して 15 km 程度は充分実用になることが判明した。橋絡回路を準備すれば 15 km 以上の伝送回路を構成し得て更に長距離の実験が出来たかも知れない。最も問題となるのは移動端局の重量でこれは充分満足すべきものでなかつた。従つて将来実用化する場合結合蓄電器、結合濾波器、方向濾波器等を要所要所の電柱に固定しておく外端局装置自体も工夫して極力小型化する必要がある。

[V] 結 言

配電線搬送は昭和 15 年頃農村電話⁽³⁾として当時の逓信省に於て取上げられたが、その後大した発達もせず、そのままとなつてしまつた。戦後に於ては新たに通信線路の建設は莫大な費用を必要とするため再び真剣に考えられ、各電力会社⁽⁴⁾は勿論国家警察等に於ても利用せら



第 17 図 前羽、下中配電線周波数特性
Fig. 17. Frequency Character of Maeha-Shimonaka Distribution Line

れつつある。今回東京電力株式会社に於ては更に一步を進めて配電線保守および巡廻用の通信機材としてこれを採用せんとせられて実際の機材を購入し実験を行われ、その実用性を立証せられた事は誠に有意義なことでありその先見に対しては満腔の敬意を表するものである。

終りに臨み機材製作に際し多大の御援助を賜つた東京電力株式会社給電部通信課西山課長、同課搬送係船山係長、同係永谷氏、渡辺氏および板屋氏にあつく御礼申上る次第である。

参 考 文 献

- (1) 長浜 150MC-FM 電波伝播試験について、日立評論 Vol. 34 (1952) No. 8 p. 971.
- (2) 配電線搬送電話試験報告並に關係資料、東京電力株式会社通信課搬送係。
- (3) 平野：配電線利用搬送電話（農村電話）電気通信学会（昭 16）。
- (4) FT-17 配電線搬送電話端局装置、日立評論 Vol. 32 (1950) No. 6 p. 252.

