

インドマドラス州電気局納 PJ-18 HE 形 電力線搬送装置

Type PJ-18 HE Power Line Carrier Equipment Supplied
to Madras State Electricity Board, India

有 富 享* 兵 藤 武 夫**
Tōru Aritomi Takeo Hyōdō

内 容 梗 概

本装置は国内で広く使用されている電力線搬送装置と異なり1通話路であるが、通話と電信信号の伝送が同時に行なえる機能を有する電力線搬送装置で、すでに諸外国で広く用いられている方式である。本装置は特に輸出用として開発されたもので今回インドマドラス州電気局へ他の通信設備一式とともに多数納入され熱帯地方のきびしい気象条件の下で十分にその性能を発揮し安定な動作を確保することができたので、その特長および性能の概要について紹介するものである。

1. 緒 言

日立製作所では早くから搬送装置のトランジスタ化を推進し国内の電力会社はもとより海外にも納入してきた。

装置をトランジスタ化することは

- (1) 無保守運転が可能である。
- (2) 装置が小形化される。
- (3) 素子の寿命が長くなり信頼度が向上する。
- (4) 消費電力が激減する。

など幾多の長所を有している。しかし、今回PJ-18 HE 形電力線搬送装置を納入したインドをはじめ、東南アジア諸国は高温多湿の熱帯または亜熱帯に属しているため装置に対して過酷な使用条件が要求される。このため、従来、これらの地域に対しては真空管を使用したものが納入されていたが、最近、トランジスタの性能向上、およびシリコントランジスタの研究開発によってこれらの熱帯地域の使用条件にも十分安定に動作しうるトランジスタ装置が開発されるに至った。PJ-18 HE 形電力線搬送装置もこの結果開発された機種の一つで送信増幅器を除きトランジスタ化されているので上記の長所を持っていることはいうまでもない。近年、インドをはじめ、

オーストラリア、東南アジア、南米、アフリカなどから電搬の引き合いが増加しているが、すでに欧米系装置が納入され設置されている所では既設装置との協調を強く要求されわが国の標準装置を納入することができない場合が多い。したがって、このPJ-18 HE 形電力線搬送装置は方式的には1通信路で通話と信号の伝送が同時にできる機能を持つよう、また同時に納入された搬送用レピータも全面的に新設計を行なわなければならなかった。今回、インドマドラス電気局に納入した装置は電搬装置のほか、信号伝送装置、テレメータ装置、交換機器、電源装置、線路結合装置、電線、測定器などを含むシステム一式で詳細内訳は第1表に示すとおりである。これらの装置は昭和39年1月から3月に分けて横浜港からマドラス港に向けて船積みされ、昭和39年9月工事終了とともに正式に顧客に引き渡された。

本装置のインドへの納入によってさきにビルマ政府電気局へ納入したPJ-17 HE 形電力線搬送装置とともに、日立のトランジスタ化された電力線搬送装置が熱帯地域の過酷な使用条件の下で十分その性能を発揮することを証明することができ、同時に納入された機器を含め既存の通信網になんら影響を与えることなく増設が行なえることも証明することができた。

第1表 納 入 機 器 一 覧 表

納 入 先	ベ イ シ ン ブ リ ッ ジ	ピ リ バ ッ カ ム	ツ ジ ヤ ル ー ル	ク ン ダ ー 1	ク ン ダ ー 2	セ イ ラ ム	シ ン ガ ラ ベ ッ ト	メ ッ ル	エ ロ デ	モ ヤ ル	パ イ カ ラ	ト リ ッ チ	セ ン バ ッ テ イ	マ ジ ュ ラ イ	サ マ ヤ ナ ル ー ル	テ ニ	ベ リ ヤ ー ル	カ ヤ タ ー ル	パ パ ナ サ ム	合 計
ウェーブトラップ		2			2	5			3	1		2	2	2				2	1	22
結合蓄電器									1			1		1				1		2
結合濾波器												1		1				3		6
分波器						4						2	2			2		1		11
電力線搬送装置	1	2			1	1		1	7	1		1		3			1		1	20
レピータ (SLR)	1										1						1		1	4
レピータ (TCS)					1	1		1	7	1		1		3						15
信号伝送装置	1	1	1		1		1	1	4	1	1	1	1	1	1		1		1	17
テレメータ送量架	1	1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1		1		1	14
テレメータ受量架									1式											
バッテリー	1	1	1		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1		1		1	17
バッテリーチャージャー	1	1	1		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1		1		1	17
測定器									1式											
工事材料, 工具									1式											
付属品・予備品									7式											
同軸ケーブル (m)						350			150			50	50	200		50		150		1,000
通信ケーブル (m)	30	40	20		85	35	20	55	710	70	30	65	20	180	30		30		30	1,200
電力ケーブル (m)	1,250	700	400	650	1,400	200	400	1,150	400	1,000	1,600	850	200	850	850		1,000		1,150	14,050

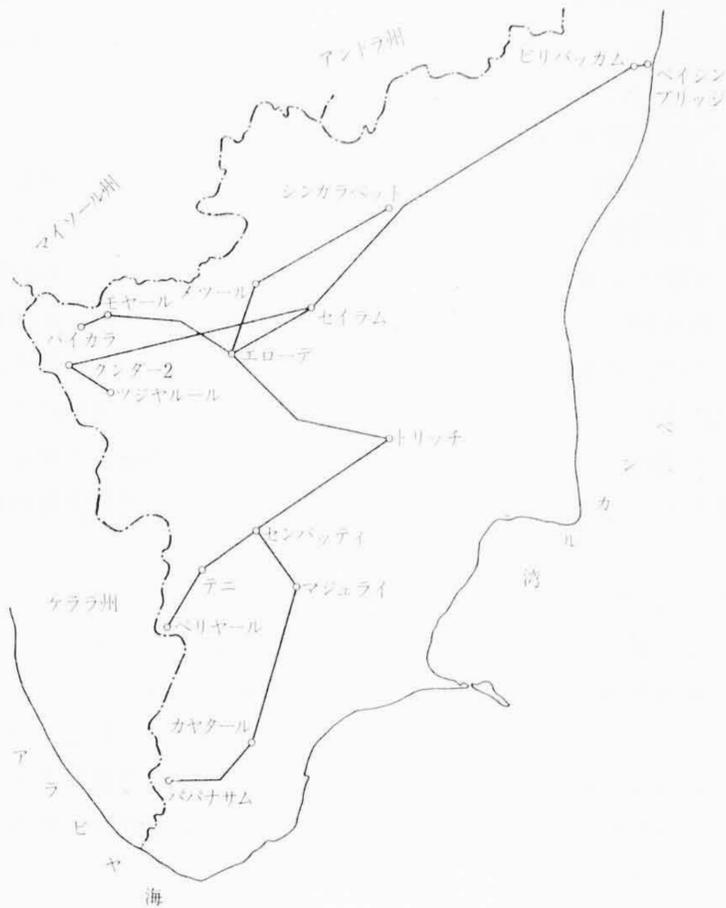
* 日立製作所通信機事業部

** 日立製作所戸塚工場

以下に今回納入された機器の回線系統と PJ-18 HE 形電力線搬送装置の性能の概要を述べ今後における熱帯地方への輸出の参考に供するものである。

2. 回線系統の概要

インドマドラス電気局の電力送電線を利用した通信網は通話のみならず、テレメータ、テレコントロール、スーパービジョン、ラインプロテクション、テレプリンタなどの多目的に使用されている。



第1図 マドラス州地図

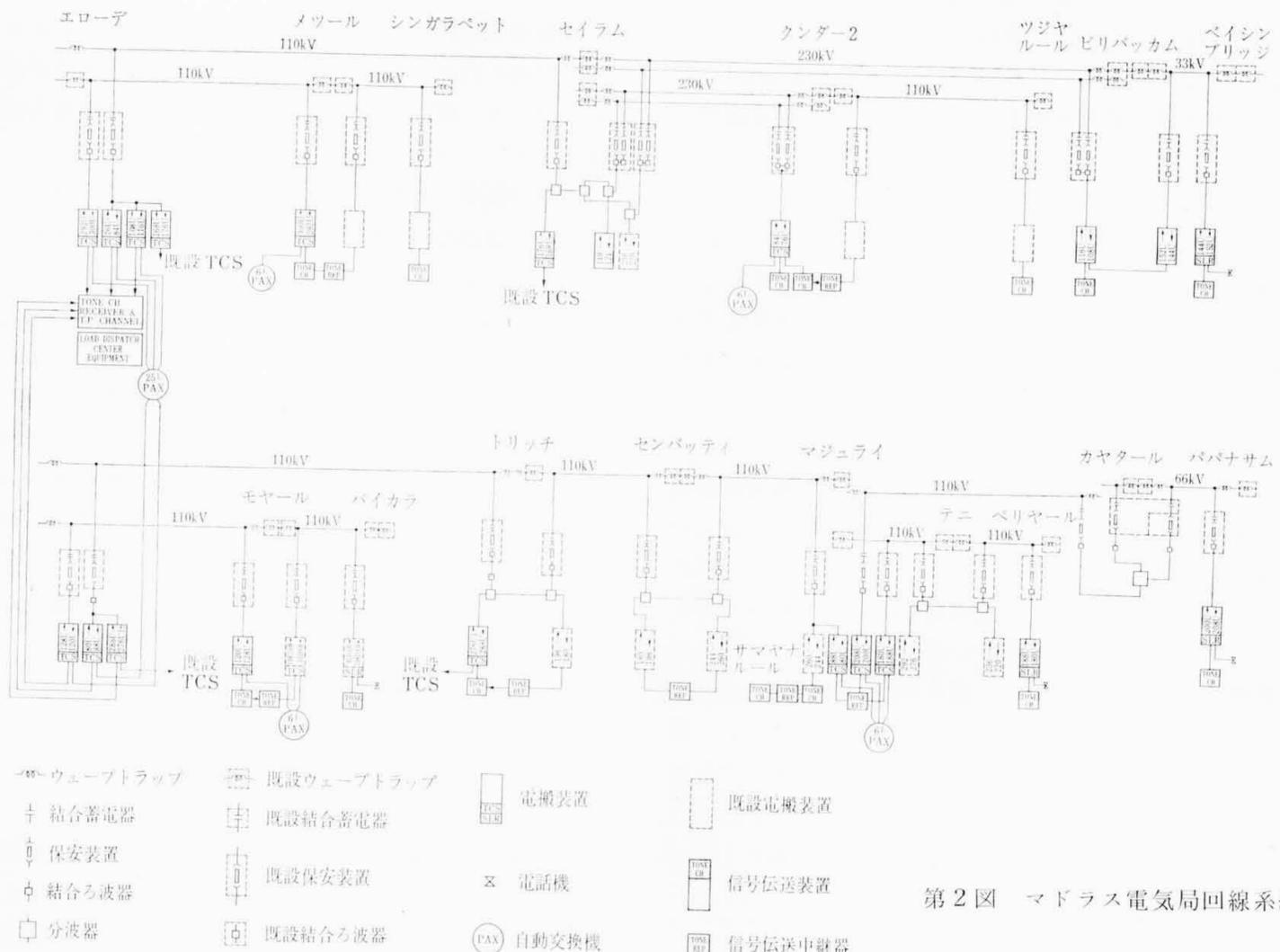
今回の第2次計画で機器が納入された発電所は第1図に示すようにマドラス州全域に分布し、その回線系統図は第2図に示されている。

第2図からもわかるようにこの PJ-18 HE 形電力線搬送装置は1通話路形であるが伝送帯域を通話帯域と信号伝送帯域に分けることにより同時に通話と信号の伝送が行なわれている。通話系統は自局加入者への接続のほか7方向に他系統中継できる機能を持った TCS (Trunk Call Selector), 自局加入者相互間の交換および TCS に接続して他局加入者との接続を行なう機能を持った PAX (Private Automatic Exchange), 自局加入者へ接続する機能を持った SLR (Single Line Repeater) で構成されている。すなわち、電話機は PAX か SLR に接続され、さらに PAX は TCS を通して搬送装置に、また SLR は直接搬送装置に接続される。かくして任意の加入者は相手局番および加入者番号をダイヤルすることにより他の任意の局の加入者を呼び出し通話することができる。一方、信号伝送系は NS-5 形信号伝送装置を経由し、テレメータの場合は送量変換器および受量変換器に接続され、テレコントロール、ラインプロテクションの場合は継電器群を経て被制御機器に接続される。また電源系統は AC 230V の商用電源から浮動充電される 48V のバッテリーから供給される。ただし、電線の送信増幅器盤に関しては真空管回路を使用しているため AC 230V の商用電源を受電し供給している。商用電源の停電に対しては DC 48V はバッテリーから給電し、真空管回路は DC 110V、または 220V のステーションバッテリーによりロータリインバータを駆動して給電している。

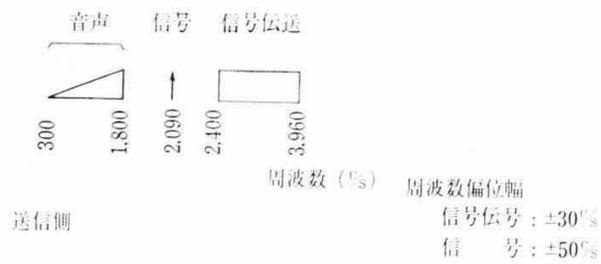
3. 方式の概要

3.1 音声周波配置

緒言でも述べたように本装置の方式上の大きな特長は1通話路で通話と電信信号の伝送を同時に行ない得ることである。第3図に示すように 4 kc 帯域中 0.3~1.8 kc を通話用、2.09 kc ±50 c/s をダイ



第2図 マドラス電気局回線系統図



第3図 周波数構成図

ヤル信号, 2.4~3.96 kc を信号伝送用に割り当てている。120 c/s スペーシングの電信信号であれば最大 13 量の伝送に供することができる。これらの音声周波数はチャンネルキャリア周波数 (15 kc) で 11.04~14.7 kc 帯域に変調されたのちグループキャリア周波数 ($F+15$ kc) で変換され, その下側帯波を取り出して所要の線路周波数としている。一方, 受信回路は線路周波数がグループキャリア周波数 ($F-15$ kc) で 15.3~18.96 kc 帯域に変換され, さらにチャンネルキャリア周波数 (15 kc) で 0.3~3.96 kc 帯域に復調される。

3.2 線路周波数配置

インドにおいては 44~320 kc が電搬, キャリヤレーに割り当てられている。本装置は 8 kc 間隔に搬送波を配置した SSB 方式を採用しているので 1 CH 当たり 16 kc 帯域を占めている。既設装置が DSB 方式のため 1 CH 当たり 32 kc 帯域を占めているのに比べ経済的な周波数配置を行なうことができる。また, 搬送波が 8 kc 以上離れたセットは直接線路側を並列接続することができる (第4図周波数配列図)。

3.3 出力レベル

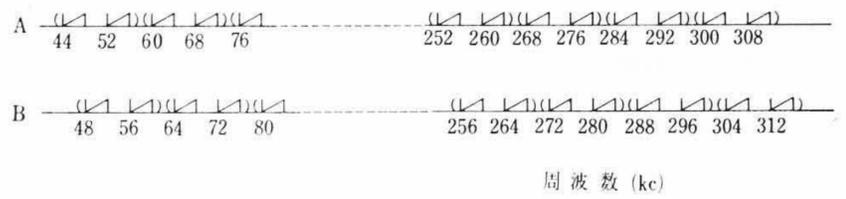
装置出力端子における音声標準出力は +37 dBm, 信号伝送総合出力は +37 dBm, ダイヤル信号, パイロット信号出力はそれぞれ +27 dBm ときわめて高出力であるので, 線路損失は 42 dB まで許容することができる。また, 線路損失の大小に合わせて装置出力を 3 dB および 6 dB 低下することは容易である。

3.4 コンパンダ

電力送電線は一般の通信線に比べコロナ雑音あるいは電力機器から発生する雑音などで平常時であってもかなりの雑音を発生している。このため通話品質は悪化するが, これに対してはコンパンダにより S/N を改善している。すなわち, 送信側にはコンプレッサをそう入し音声のうち雑音にマスクされやすい低レベル帯をより高く増幅し, 雑音の影響を受けにくい高レベル帯に圧縮し伝送路に送出する。受信側にはエキスパンダをそう入しコンプレッサとは反対に伸長率に対応する損失を与えて元の音声エネルギー帯に還元して伝送路に発生した雑音や漏話を抑圧して通信品質を良好ならしめている。これにより S/N は試験音レベルと通話レベルとの差の 1/2 が改善されることになる。

3.5 AGC

電力送電線の伝送損失は天候, 線路故障, 遮断器開閉などにより



第4図 周波数配列図

大きく変動することが多く, この変動を抑圧し音声出力を常に一定に保つため, 本装置はシリコンダイオードのフォワード特性を利用した AGC (Automatic Gain Control) を使用し, ± 20 dB の線路損失変動をコンパンダを含め ± 3 dB に圧縮している。この AGC のパイロットにはチャンネルキャリア周波数 (15 kc) を使用している。

3.6 完全同期方式

本装置は信号伝送にも使用されるため, 送受両端局間の同期ずれはそのまま電信信号のひずみの増加となるので同期ずれは極力少ないことが絶対必要条件である。また, 使用温度範囲 $0^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ に対して恒温槽なしで水晶発振子にこの規格を満足させることは困難であるので, 本装置は完全同期方式を使用している。すなわち, 送信端局においてチャンネルキャリア周波数 (15 kc) を同期パイロットとして送出し, 受信端局においてはこれを検出増幅してチャンネル復調用キャリアとして使用している。したがって同期ずれは皆無である。

3.7 インタートリップ

マドラス電気局には納入しなかったが本装置はインタートリップ方式の搬送保護継電装置の伝送路としての機能を有している。すなわち, トリップ信号としてアースが継電器群から送られると通話路および信号伝送路を切断しアースと同時に送られる交流信号を全出力で相手端局に送出する。受信端局ではこの情報と自局の情報を照合して遮断器の引きはずしを行なうものである。

4. 構 成

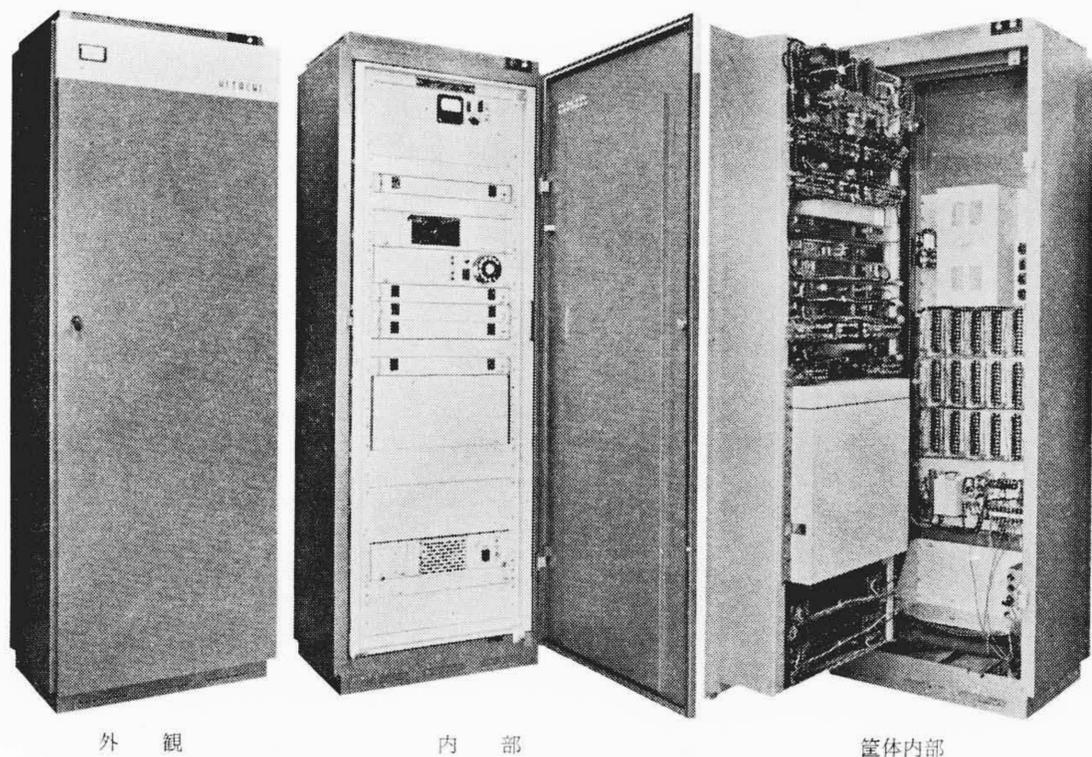
4.1 熱帯処理

高温多湿な熱帯地方特有の周囲条件の下で装置が安定確実に動作するためには設計製作上特別の考慮と細心の注意が必要である。本装置はビルマ電気局に納入された PJ-17 HE 形電力線搬送装置と同様に主として次の点に重点がおかれた。

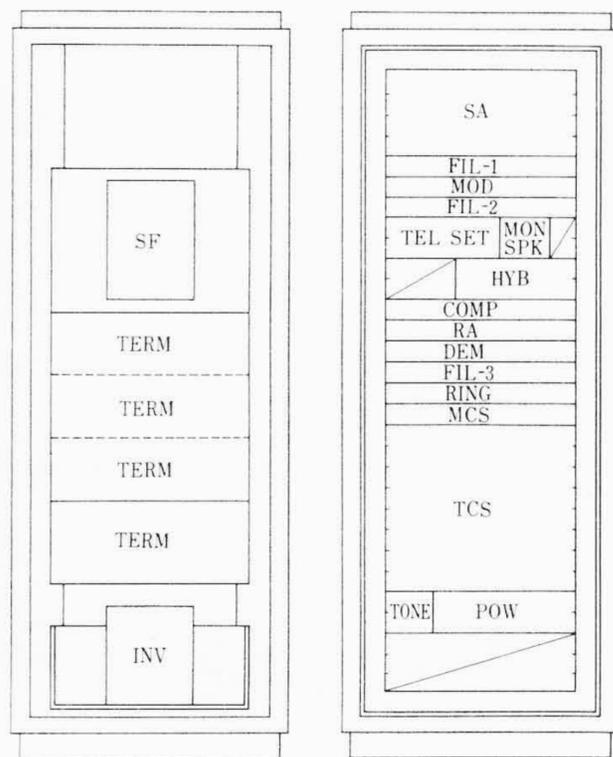
- (1) 温度の影響を受けやすい回路にはシリコントランジスタおよび温度補償用シリコンダイオードやサーミスタを使用した。
- (2) 湿度の影響を受けやすい誘波器や線輪は密封ケースに封入し湿気の侵入を遮断した。
- (3) 接触部分はさびやかびのため接触不良を起こす可能性が高いので接栓部分の少ない H 形構造方式を使用した。
- (4) きょう体およびパネル構造は特に熱帯地方向けとして通風換気を考慮して設計された H-31 号きょう体を使用した。
- (5) きょう体, パネルおよび各部品さびやかびによる変色, 変質を防止するため特殊な熱帯処理を施した。その詳細は下記のとおりである。
 - (i) 鉄材—Cd メッキ後 MFP 塗布
 - (ii) 銅材—Ni メッキ後クリヤラッカ塗布
 - (iii) 塗装材—かび止め材入り塗料塗布
 - (iv) 絶縁材および電気部品—MFP 塗布

MFP 処理とは湿気やかびによる腐食の害を防止するもので材料としてはワニスの中にかび止め剤を混入したものである。

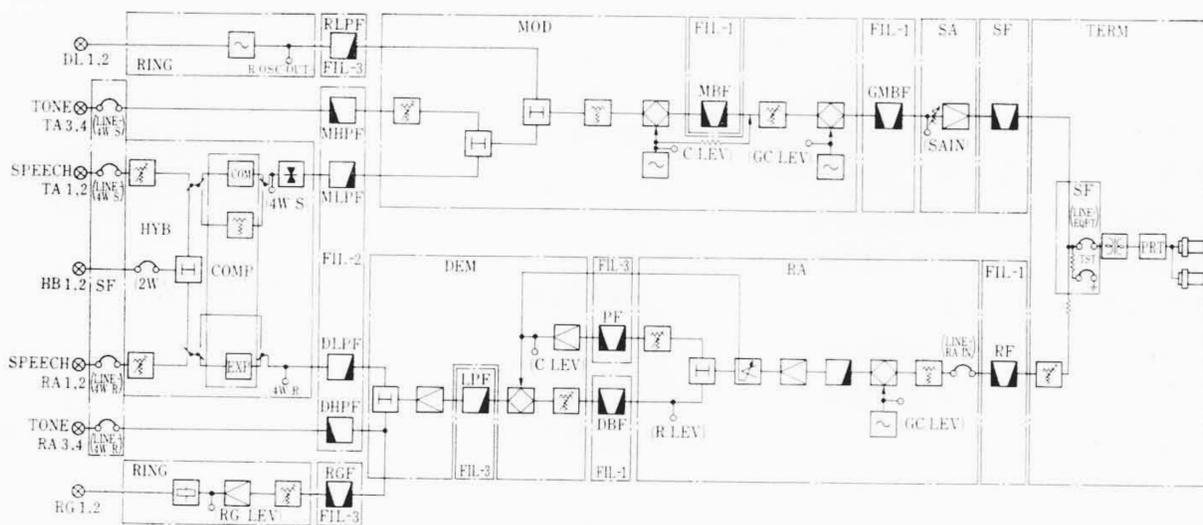
- (6) 輸送中の高温多湿による障害を防ぐため荷造りは特に防湿荷造りとした。



第5図 PJ-18 HE 形電力線搬送装置



第6図 実装図



第7図 ブロックダイアグラム

4.2 構造

第5図に示すきょう体は熱帯地方の過酷な使用条件の下で耐え得るように設計された H-31 号きょう体の外観である。寸法は幅 670 mm, 奥行 420 mm, 高さ 1,800 mm の自立形きょう体で片開き錠付前面とびらを有している。この自立形であることは専用の通信機械室を持たない小規模な発電所にも設置できる利点を有し、架高が 1,800 mm であることは通常の室内に設置する場合でも特に困難を生ずることがない。内部にはヒンジ構造の可動架わくを設けパネルをこの架わくに搭載する。このためきょう体の前面より架わくの両面を点検することができる。きょう体内部の背面には送信濾波器、ロータリインバータ、外線接続端子を収容している。

次に、H形パネル構造の特長は下記のとおりである。

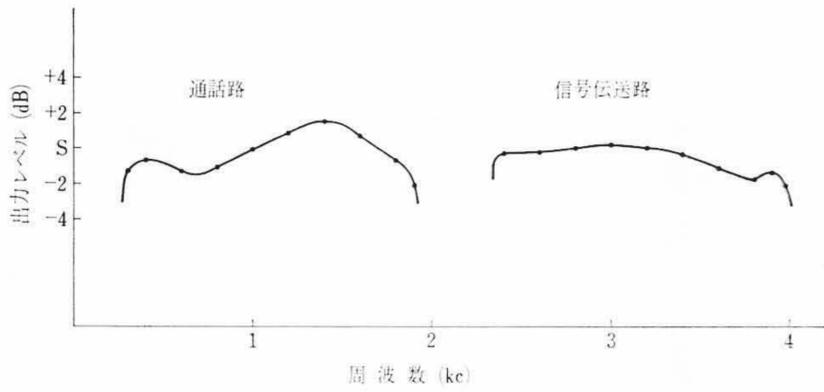
- (1) 大形印刷基板を主体として構成しているためプラグイン用の接栓の数が減少し信頼度が向上する。
- (2) プラグイン用の接栓には専用のものを使用したため従来のように印刷回路板をそのまま利用したプラグイン接触機構に比べ信頼度が増し過酷な使用条件においても安定した動作が期待できる。
- (3) 機能的にまとまった回路が一つのパネル内に配置されているため故障の発見、保守点検が容易である。

4.3 回路の構成

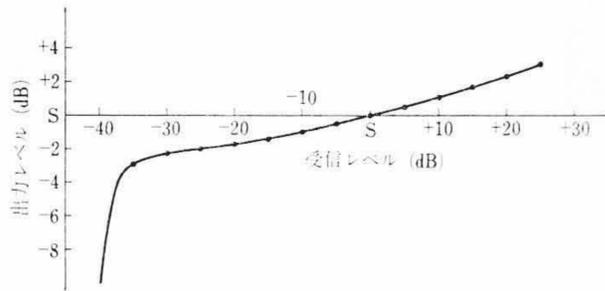
第7図はブロックダイヤを示している。音声周波部分は4線を2線に変換するハイブリッド (HYB), 4線と2線を切り換えるリレー (V), 通信品質を改善するコンパンダ (COM, EXP), コンパンダの

そう入削除を制御するリレー (W), 音声のピークを抑圧するリミッタ (LIM), ダイヤル信号および信号伝送路に対し音声妨害を与えないための 1.8 kc の変調低域濾波器 (MLPF), 信号伝送路を4線中継した場合ダイヤル信号および音声が回り込まないように抑圧する 2.4 kc の高域濾波器 (MHPF), ダイヤルインパルスにより 2.04 kc または 2.14 kc の FS 信号を発振する信号発振器 (R-OSC), この FS 信号のスプリアスが信号伝送路に対し妨害を与えないよう抑圧する 2.2 kc の低域濾波器 (RLPF), 通話路, ダイヤル信号および信号伝送路を結合するハイブリッドより構成されている。なお受信側は復調された成分から 0.3~4 kc の成分を取り出す低域濾波器 (LPF), これを所要のレベルまで増幅する等化調整付きの音声増幅器 (VA), 4 kc 帯域から通話路を分離する 1.8 kc の復調低域濾波器 (DLPF), 信号伝送路を分離する 2.4 kc の高域濾波器 (DHPF), ダイヤル信号を分離する 2.2 kc の信号帯域濾波器 (RGF), ダイヤル信号を受信して接点に変換する信号受信器 (RING) より構成されている。

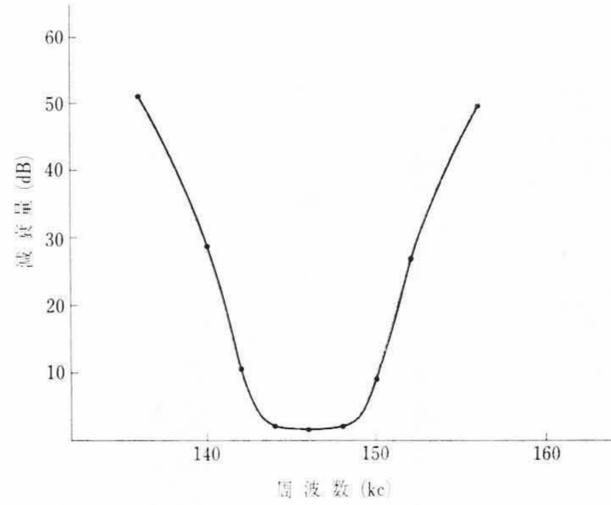
群変換部はチャンネル変調器 (MOD), その下側帯波を取り出す変調帯域濾波器 (MBF), チャンネルキャリア周波数 (15 kc) を供給する発振器 (CH-OSC), 群変調器 (G-MOD), 群搬送波 (F+15 kc), 発振器 (G-OSC), その下側帯波を取り出す群変調帯域濾波器 (GMBF), 最大出力 10W を線路に送出するための送信増幅器 (SA), 不要成分を除去し他装置との並列接続を可能とする送信濾波器 (SF), 線路よりの異常電圧から装置を保護する絶縁トランス, 避雷器 (ARR), 同軸コードとの接続のための同軸接栓, 線路損失の調整を行なう可変抵抗減衰器, 受信帯域のみを取り出す受信濾波器



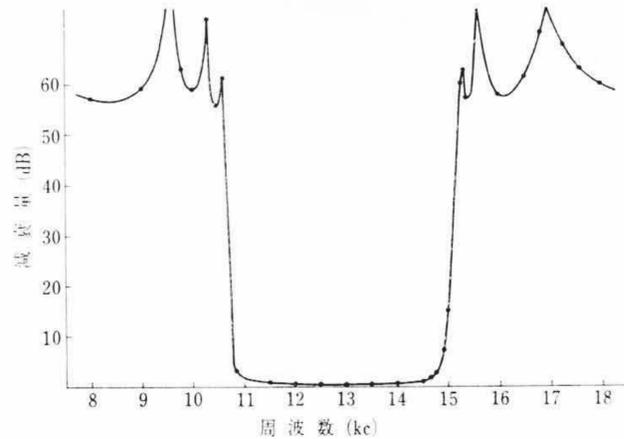
第8図 周波数特性



第9図 AGC 特性



第10図 受信濾波器特性 (RF-144U)



第11図 チャンネル濾波器特性 (BF-15L)

(RF), 群復調器 (GDEM), 群搬送波 (F-15 kc) 発振器 (G-OSC₂), 不要側帯波を除去する低域濾波器, 線路損失の変動を圧縮する自動利得調整器 (AGC), パイロット信号を析出する水晶濾波器 (PF) およびその増幅器 (PA) RF で, 除去しきれない成分を除去する復調帯域濾波器 (DBF), チャンネル復調器 (DEM) より構成されている。このほか 48V を受電し本装置に必要な 24V を供給する電源盤 (POW), 電話機に必要な 16 c/s, 400 c/s を供給するトーン発振器盤 (TONE), 保守に便利な割込電話機 (TEL SET), モニタスピーカ盤 (MON SPK), 商用電源の停電時 SA 盤に AC 230V を供給するロータリインバータ (INV), 警報回路, 試験回路などにより本装置は構成されている。

4.4 使用トランジスタおよび真空管

(1) トランジスタ

品名	2S A15H	2S A41H	2S A350H
数量	6	4	2
品名	2S B77H	2S B82H	2S C151H
数量	12	1	1
品名	2S C317H	2S D121H	2S D124H
数量	4	1	1

(2) 真空管

品名	6C A7	6V6	6AU6
数量	2	1	1

5. 性能

5.1 装置仕様

- (1) 定格 連続定格
- (2) 周囲条件 温度 0~50°C
湿度 90% 以下
- (3) 伝送方式 SSB 方式
- (4) 通話方式 2 端局対向同時送受話方式
- (5) 線路周波数 44~320 kc
- (6) 通話路数 1 CH
- (7) 伝送帯域 4 kc
通話帯域 0.3~1.8 kc
信号周波数 2.09 kc ±50 c/s

- (8) 信号伝送帯域 2.4~3.96 kc
- 出力レベル 最大 10 W ただし, 5 W, 2.5 W に調整可能
- 通話 +37 dBm 標準レベル
- 信号伝送 +37 dBm 総合
- パイロット 標準レベル以下 10 dB
- 信号 標準レベル以下 10 dB
- (9) 搬送周波数確度 (安定度を含む) ±1×10⁻⁴ 以内
- (10) 装置インピーダンス 線路側 75/120 Ω, 音声側 600 Ω
- (11) 着信レベル -5 dBm 標準
- (12) 帯域端から 4 kc 離れた点の総合選択度 95 dB 以上
- (13) 自動利得調整 入力レベル変動 ±20 dB
出力レベル変動 ±3 dB
- (14) 同期方式 完全同期方式
- (15) コンパンダ 圧縮率 1/2, 伸長率 2
- (16) 通話路総合特性
周波数特性 4 dB 以下
受渡しレベル 2 線 { 入力 0 dBm
出力 -8 dBm
4 線 { 入力 -8 dBm
出力 0 dBm
ひずみ率 3% 以下
過負荷特性 標準レベルより 3.5 dB アップに対し残留損失の増加は 0.3 dB 以下
雑音 -55 dBm 以下 (評価値)
鳴音安定度 HYB の 2 線側を 400 Ω で終端し 12 dB 以上
- (17) 信号伝送路総合特性
周波数特性 4 dB 以下

- 受渡しレベル 入力 -8dBm 最大
出力 0dBm 最大
- S/N 30 dB以上 (無評価)
- (18) 信号方式 帯域外2周波FS方式
ダイヤルインパルスひずみ メーク率 50%
ひずみ ±5%以下
- (19) 絶縁耐力 AC 1,500V 1分間線路—アース間
- (20) 電源
AC 230V ±10% 約0.6A
DC 48V ±10% 約0.7A (R/Gを含む)
DC 110/220V ±10% 約2.2/1.2A
(AC 230V 停電時のみ)
- (21) 警報
プレート電圧断
-24V断
ヒューズ断

送信出力断 } ラインプロテクションを行なう場合
受信入力断 } のみ

5.2 データ

第8~11図は本装置の各種データの一例を示すものである。

6. 結 言

以上、今回インドマドラス電力局へ納入したPJ-18 HE形電力線搬送装置の概要を紹介した。まだ不備な点は今後とも検討を重ね、送信増幅器をトランジスタ化することにより本装置を海外輸出の標準機種としたいと思っている。

終わりに本装置の製作に当たり強力なご協力をいただいた、日本工営株式会社、その他関係会社ならびに社内の関係者に厚くお礼申し上げます。次第である。

参 考 文 献

- (1) 小林, 野々村: 日立評論 46, 1314 (昭 39-8)



特 許 の 紹 介



特許第423597号

渡部 富治

巻 上 機 用 制 動 装 置

巻上機を制動する場合、ぞくにシャクリと呼ばれているロープ衝撃を発生させないことがたいせつであるが、これには巻上機が荷の巻上げ巻下げ方向および荷の大小に関係なく一定値の減速度で制動されることが必要である。特に非常制動の場合、従来のように一定の制動力で制動するのでは、その場合の巻上機の減速度が運転状態により大幅に変動し、強度のシャクリの原因になっているので、非常制動時も含め常に一定減速度で制動されるよう自動的に制動力を制御することが望ましい。

この発明の制動装置は前記の要求に応ずるもので、特に中形以下の巻上機用として適するよう構成されている。

ブレーキの制動力制御用の調圧弁は、スプールと、スプールに作用させた調圧バネおよび定圧バネと、調圧バネの調整用ロッドに作用させた平衡バネとを同一軸線上に配置して構成してある。

巻上機の減速度を検出しそれに応じた油圧を調圧弁のスプールに直接作用させて調圧弁の特性を変えることにより、巻上機の減速度が一定値を越えることを自動的に防止するようにする。

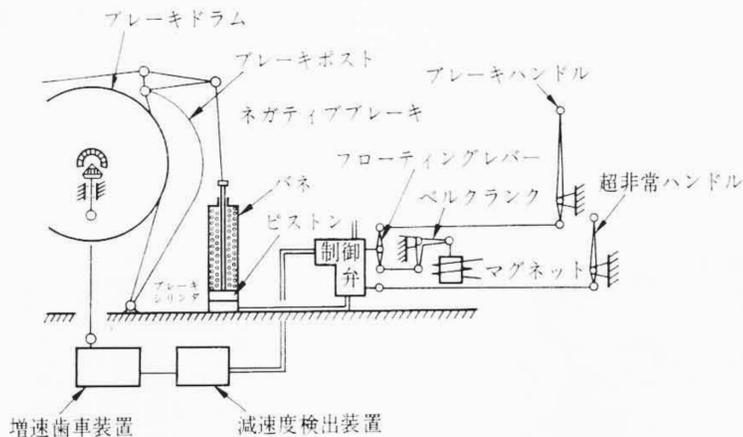
調圧弁には調圧弁とブレーキシリンダとの配油路を切り換える超非常弁を付属させ、常用制動および非常制動を調圧弁の操作により行ない、超非常制動を超非常弁の操作により行なうようにする。

この発明によればつぎの効果がある。

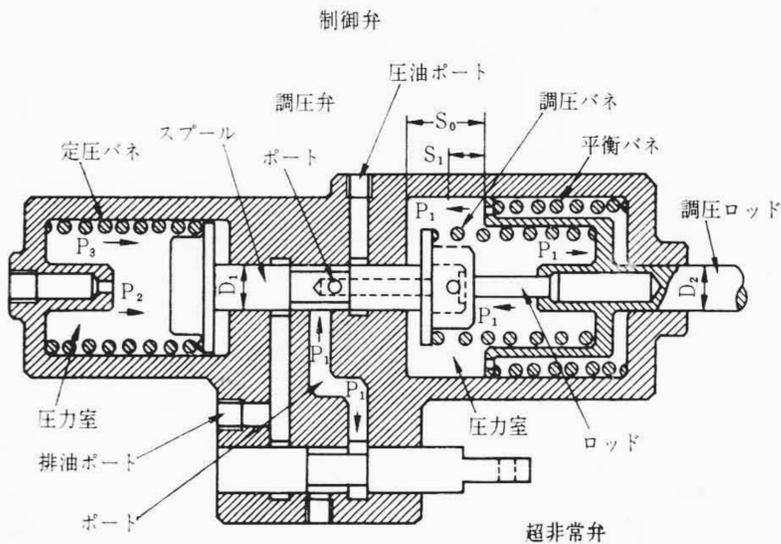
スプールに作用させたバネの力と、減速度に応じた油圧による力とが同一軸線上で働くよう構成したので、スプールにはこじれが発生しない。このため精度のよい制御操作を行なうことができる。

減速度に応じた油圧を直接スプールに作用させるので、減速度検出装置と制御弁とは配管で連絡するだけで足りる。したがって、その連絡上の原因による精度低下を極力少なくすることができるばかりでなく、相互の配置には特別の考慮を必要としない。

調圧弁は、運転者の操作以外に、検出油圧によっても制御される。このため検出部分にもし故障が生じた場合事故を起こすおそれがある。この発明では、人為的にのみ操作できる超非常弁を、調圧弁とブレーキシリンダとを結ぶ配管中に直接設置したので、前記の事故の発生を防止するとともに制動装置の信頼性をいちじるしく高めることができる。超非常弁は人為的にのみ操作するようにしたから、停電その他の場合不用意に作動することがない。(富田)



第 1 図



第 2 図