

ビルマ政府電気局納 H形電力線搬送装置

H-Type power Line Carrier Equipment Supplied to
the Electricity Supply Board of Burma

小林 英雄* 野々村 信雄*
Hideo Kobayashi Nobuo Nonomura

内 容 梗 概

さきに本誌⁽¹⁾に紹介した新形(H形)トランジスタ化電力線搬送装置を開発して以来、現在までに多数の装置を国内の各電力会社に納入し、好評を博してきたが、今度同形装置を、ビルマ政府電気局に納入した。本装置は熱帯地方の厳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

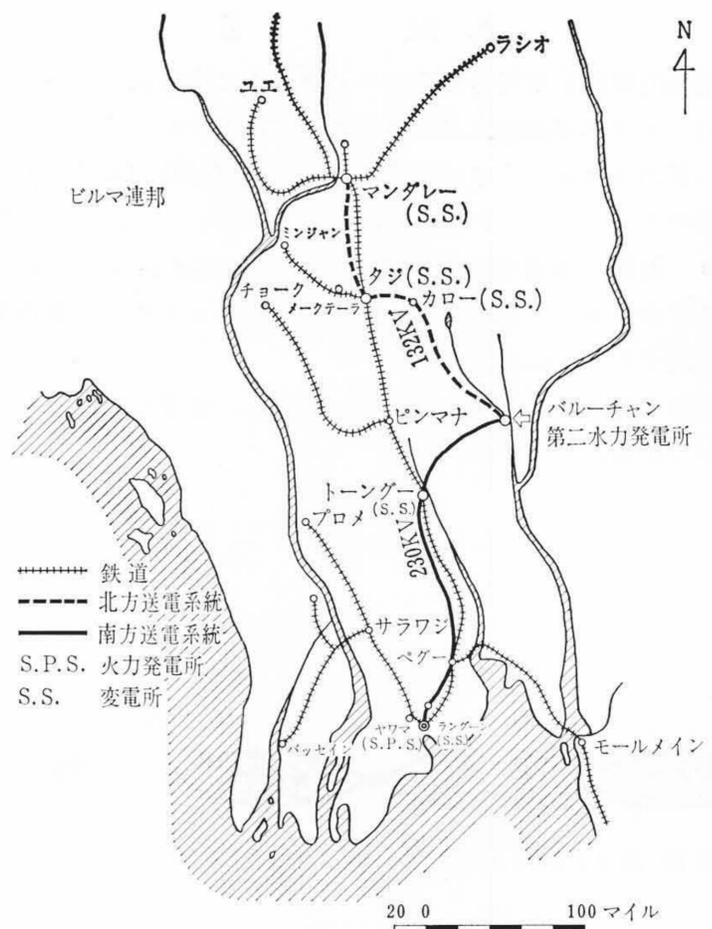
日立製作所においては、昭和24年頃より電力線搬送装置の製作を開始し、それ以来常に他に先がけて新しい装置の研究、開発に力を注ぎ、国内の各電力会社などへ多数の装置を納入してきたばかりでなく、昭和29年10月にはアルゼンチン政府に、また昭和31年3月にはブラジル政府に電力線搬送装置を輸出した経験もある。また昭和32年にはオールトランジスタ化された電力線搬送装置を開発完成し、現在国内の電力会社などに納入している。

近年、東南アジア諸国からの電搬装置に対する引合が増加している。これは次のような理由によるものと考えられる。すなわち、東南アジア諸国においては、工業の育成に力を注ぎ、その発展を推進しているが、これら工業の原動力となる電力の開発も積極的で、各所に水力または火力発電所を建設している。一方発電された電力を安全かつ経済的に各都市に送電するためには、送電系統に点在する発電所、変電所およびその制御をつかさどる指令所間の有機的な連絡が不可欠なものである。これらの連絡手段としては、送電線を伝送路とする電力線搬送装置を用いる方法が経済性および信頼性の上からも最適であると考えられるからである。しかし、これら東南アジア地方は高温多湿の熱帯または亜熱帯に属しているため、輸出する装置に対して過酷な使用条件が要求される。このため欧州の各メーカーが熱帯地方に輸出している装置は、ほとんど真空管式のものである。しかし、装置の小形化、素子の寿命、および信頼性、さらに消費電力という点を考慮すれば、トランジスタ化することはきわめて意義深いことである。最近トランジスタの温度特性も改善され、かつまたシリコントランジスタの研究、開発が進むに従って、注意深い設計をすれば、熱帯地方の過酷な使用条件についても十分に安定に動作し得るトランジスタ装置が製作できるようになってきた。今度開発されたH形電力線搬送装置は低出力形にはオールトランジスタ化を行ない、高出力形には送信増幅器のみ真空管を使用している。

今度ビルマ政府電気局に納入した装置は、電搬装置、交換機器、電源装置、結合装置および測定器など一式で、詳細内訳は第1表に示すとおりである。

第1期分の北方送電系統(Northern Transmission Line)(第1図参照)に使用されるSSB 1CHおよび2CH電力線搬送装置、交換機器、電源装置、結合装置および測定器などは、昭和39年1月に据付および調整を完了し、現在好調に運転している。第2期分の南方送電系統(Southern Transmission Line)に使用するSSB 4CH電力線搬送装置は昭和39年3月に船積し、5月初旬より据付工事

* 日立製作所戸塚工場



第1図 ビルマ地図および送電系統

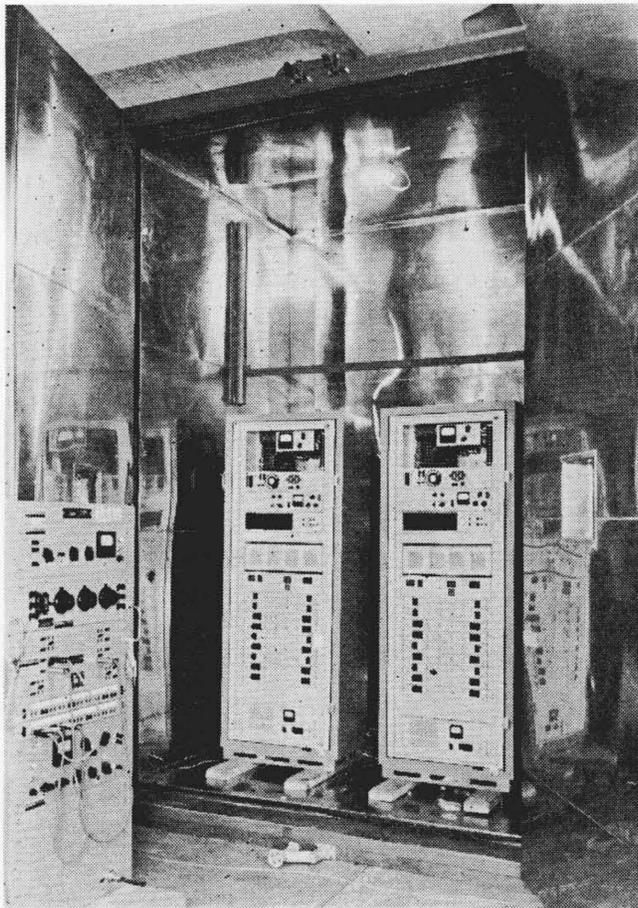
および調整が開始されている。

今回の輸出はトランジスタ化されたH形電力線搬送装置が熱帯地方において安定に動作し得るか否かの試金石として注目されたが、十分にその性能を発揮し目的を達することができた。本装置は、船積に先立って、ビルマ政府電気局より検査の依頼を受けた International Inspection & Testing Co. の立会官による検査を受け、各機器の総合試験ならびに温湿度試験(温度 50°C, 湿度 90%)を行なったが満足する結果を得た。この試験状況を第2図に示す。

以下に今回のビルマ向電力線搬送装置の回線系統および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

ビルマ電気局の通信計画は第1図のビルマ地図に示したように、ビルマの中央を縦に貫く主送電系統の通信に使用されるもので、送電系統はバルーチャン第二水力発電所からカロー変電所→タジ変電所→マンダレー変電所へと北方に延びる全長 361 km にわたる送電電圧 132 kV の北方送電系統と、バルーチャン第二発電所からトン



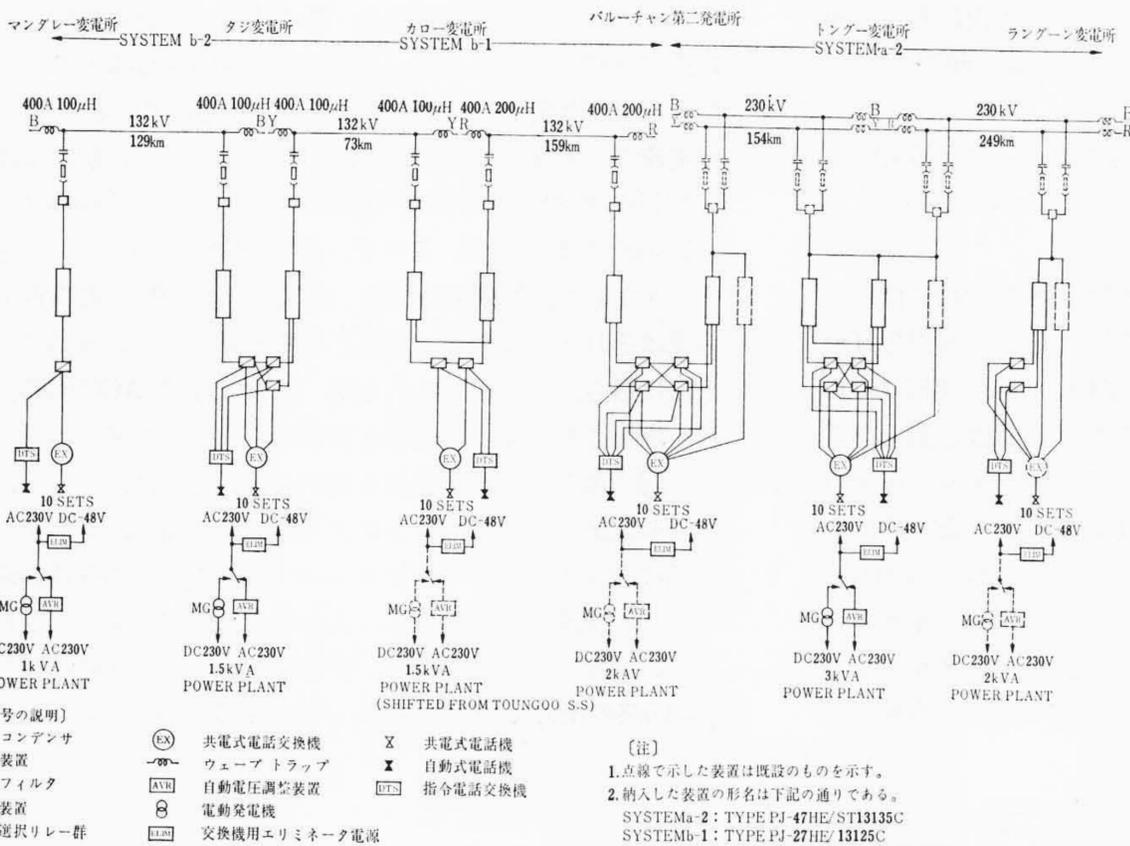
第2図 温湿度試験を行なうため恒温室に設置された電搬装置(PJ-27 HE 1対向)

第1表 納入機器一覧表

	ラングー ン	トングー	バルー チャン	カロー	タジ	マンダ レー	合計
PJ-47HE 形電搬装置	1	2	1				4
PJ-27HE 形電搬装置			1	2	1		4
PJ-17HE 形電搬装置					1	1	2
結合コンデンサ			1	1	2	1	5
変成装置				1			1
ウェーブトラップ			1	2	2	1	6
自動選択継電器群	2	4	4	2	3	1	16
共電式電話交換機		1	1	1	1	1	5
指令式電話交換機	1	1	1	1	1	1	6
M. G. (3kVA)		1					1
M. G. (1.5kVA)					1		1
M. G. (1kVA)						1	1
A. V. R.		1			1	1	3
電力用配電盤		1			1	1	3
交換機用エリミネータ電源	1	1	1	1	1	1	6
伝送測定器 (SET)	1	1	1		1		4
テスタ (SET)				1	1	1	3
真空管電圧計 (SET)				1	1	1	3
バルブテスタ (SET)				1	1	1	3
トランジスタテスタ (SET)	1		1		1		3
結合ろ波器			1	2	2	1	6
同軸ケーブル (Ft)			300	800	600	300	2000
同軸コード (Ft)	15	30	150	40	120	20	375
予備品 (SET)	1	2	2	2	2	1	10

phone Switchboard-以下 DTS で表わす)が使用されている。ASRG は加入者回線 3 回線, 他系統中継 3 回線を収容し得る装置で, 加入者回線 3 回線のうち 1 回線は CBTS に接続され, 1 回線は DTS に

接続されている。CBTS は共電式電話 15 回線を収容する容量を持っているが, 今回は 10 回線を収容し, 搬送回線と加入者回線および加入者回線間の手動交換を行なうものである。DTS は搬送回線への割り込みに用いられる装置で自動電話機 1 台が搭載されている。その回線は CBTS を介せず, 直接 ASRG に接続され, DTS の電鍵操作により割り込むべき搬送回線を選択し, ダイヤリングにより任意の端局と通話することのできる自動式電話機である。ASRG の電源としてはエリミネータ電源を使用し, AC 230 V を, 整流して得た DC 48 V を用いている。この AC 230 V は自動電圧調整器 (A VR) にて安定化された電源であり, AC 230 V の停電時には自動的に, 電動発電機を駆動して DC 230 V から AC 230 V $\pm 5\%$ を得るしくみになっているため, 停電などによる通話の瞬断は数秒程度



第3図 通信回線系統図

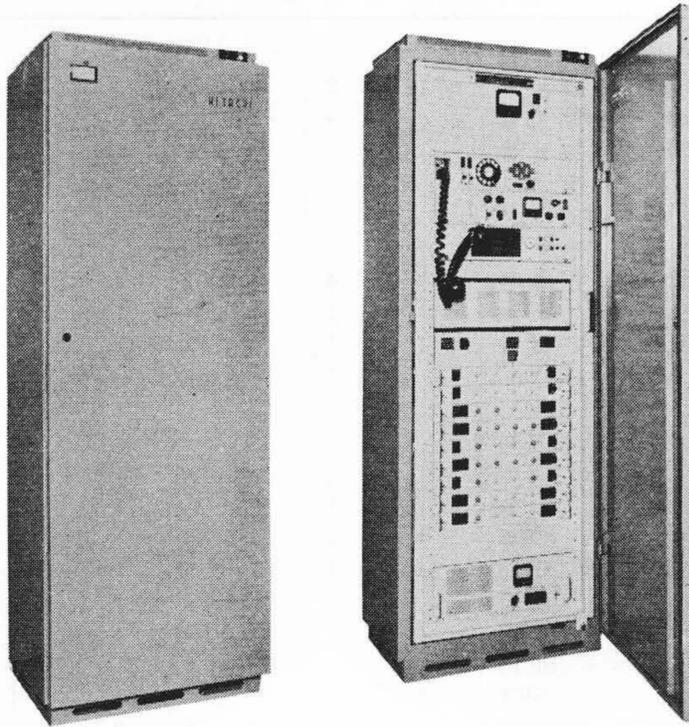
グー変電所→ラングーン変電所へと南方に延びる全長 404 km にわたる 230 kV の南方送電系統とに分けられる。一方通信回線系統図は第3図に示すように, 北方送電回線は大地帰路結合方式, 南方送電回線は金属帰路方式にて送電線に結合している。これは北方回線に比較して南方回線は端局間の距離がきわめて長いので, 線路損失の少ない金属帰路方式を採用している。回線系統の各端局では自局加入者への接続のほかにも他系統中継の機能を持った自動選択継電器群 (Automatic Selector Relay Group-以下 ASRG で表わす) が配置され, タンデム中継を行なうことにより, 全系統の任意の端局間の通話ができる。交換装置としては上記の ASRG のほかに, 共電式電話交換機 (Common Battery Telephone Switchboard-以下 CBTS で表わす), および指令式電話交換機 (Dispatching Tele-

である。以上記述した装置のほかにも結合装置としてウェーブトラップ, 結合コンデンサ, 結合ろ波器, および測定器を納入したが, その詳細は第1表に示すとおりである。

3. 電力線搬送装置の構造および性能

熱帯地方という特殊な条件において, 装置を安定, 確実に動作させるために, 構造および性能の面において特別の考慮と細心の注意を払って設計した。そのおもな項目は次のとおりである。

- (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として, シリコンダイオードおよびサーミスタを使用している。
- (2) 湿度の影響を受けやすいろ波器および巻線素子はすべて密



第 4 図 輸出用 H 形電力線搬送装置 (PJ-27 HE/SS/3125 C 形) の外観

封し、湿気の侵入を遮断している。

(3) さびやかびにより腐食されて、接触不良を起しやすい接栓部分がきわめて少い H 形構造方式を採用し、信頼度の向上を図っている。

(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ている。

(5) きょう体、パネルおよび各部品のみ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ている。

3.1 構造および熱帯処理

まず構造としては、熱帯地方への輸出に伴う過酷な使用条件にても耐え得るよう配慮された日立 H 形構造を用いた。この輸出用 H 形きょう体の外観を第 4 図に示す。寸法は、幅 670 mm、奥行 420 mm、高さ 1,800 mm の自立形きょう体で、片開き錠付き前面とびらを有している。これは仕向地が主として低開発地域であり、専用の通信機械室のような設備のない場合を考慮し、どのような場所にも簡単に設置できるよう、自立形としたものである。架高が 1,800 mm であるため、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、パネルはこの可動架わくに積載される。このため、前面より架の両面を点検することができる。また特に発熱量の大きい送信増幅器や電源盤などは架の裏面に積載することにより、熱放散を容易にし、高温の下においても良好な動作を保持するように設計されている。きょう体内部の背面には、分線器、分波器などを収容し得るスペースを設け、これらの付属機器を設置するために特別な架を用いる必要がないなどの利点を備えている。

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

体として構成されているため、プラグイン用の接栓の数が減少し、信頼度が向上した。

(2) プラグイン用の接栓には専用のものを設けたため、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較して、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される。

(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。

また、装置に対する湿度やかびによる障害を防止するため、次のような熱帯処理が施されている。

(i) メッキ材の処理

鉄材——Cd メッキ後 M. F. P. 塗布

銅材——Ni メッキ後クリヤーラッカ塗布

(ii) 塗装材——かび止め材入塗料塗布

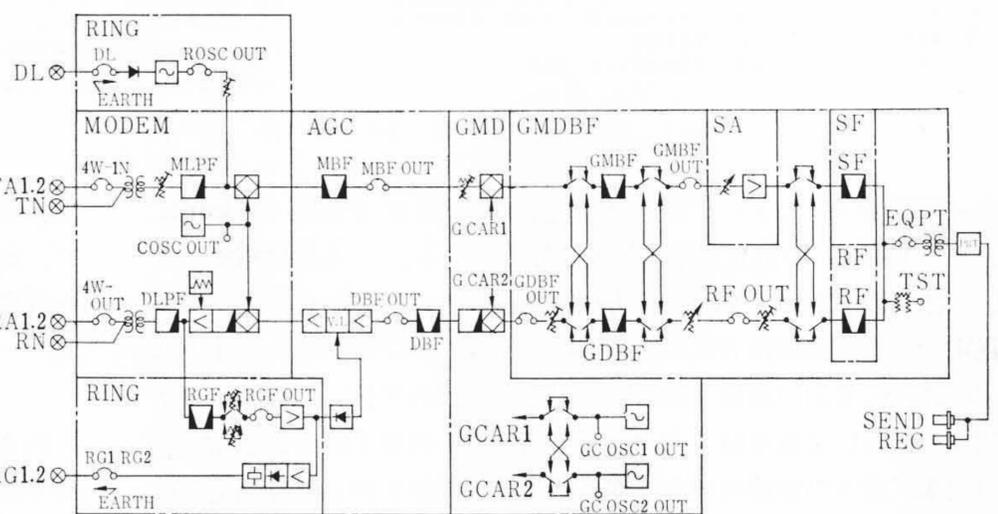
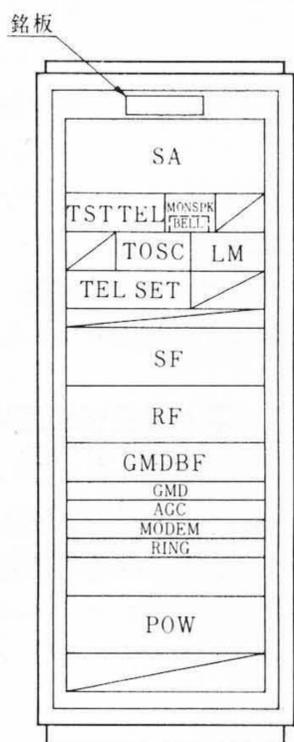
(iii) 絶縁材および電気部品——M. F. P. 塗布

M. F. P. 処理とは、湿気やかびなど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分散混入したもので、防湿かび止め剤として有効である。また荷造りに際しては、海上輸送中の高湿による障害を防ぐため、特に防湿荷造りを施した。

3.2 装置の性能および概要

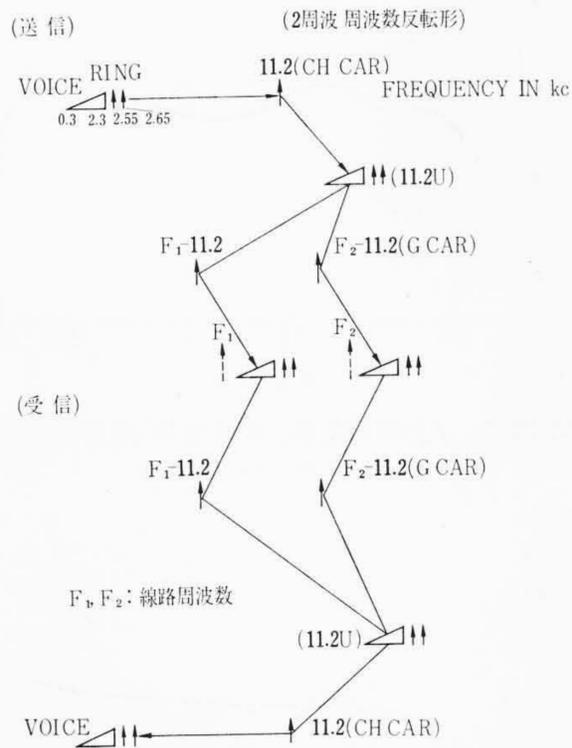
(a) PJ-17 HE/TF-WCO/3130G 形電力線搬送装置

本装置はマンダレー変電所およびタジ変電所に納入した SSB 1 CH 電力線搬送装置で、第 5~7 図に、その実装図、ブロックダイアグラム、周波数配置図を、第 2 表に、性能の概略を示す。第 2 表より明らかなように、通話帯域は 0.3~2.3 kc で、その上に 2.55 および 2.65 kc の帯域外 2 周波を配置している。2 周波の信号電流のうち 1 周波は常時送出されているので、信号電流により自動利得調整回路を駆動し、線路損失変動 ± 15 dB を 10% の ± 1.5 dB に圧縮しているのので、安定な通話を行なうことができる。すなわち、MODEM 盤にて復調されて得た音声電流と信号電流はそれぞれ DLPF と RGF にて分離される。分離された信号電流は信号回路に送入されるが、その 1 部は AGC 回路に帰還され、増幅された後、整流され制御用トランジスタのベース、エミッタ間に加えられる。受信入力が多い場合は、ベース、エミッタ間の電圧が高いため、コレクタ電流が増加し、コレクタ回路に直列にそう入されたバリオロッサ素子に多大の電流が流れるため、その交流抵抗が減少し、入力レベルを抑圧する。受信入力が少ない場合は、逆に動作し、受信入力レベルの変動に対して、AGC 回路の出力を一定に保つ。また制御用トランジスタのコレク



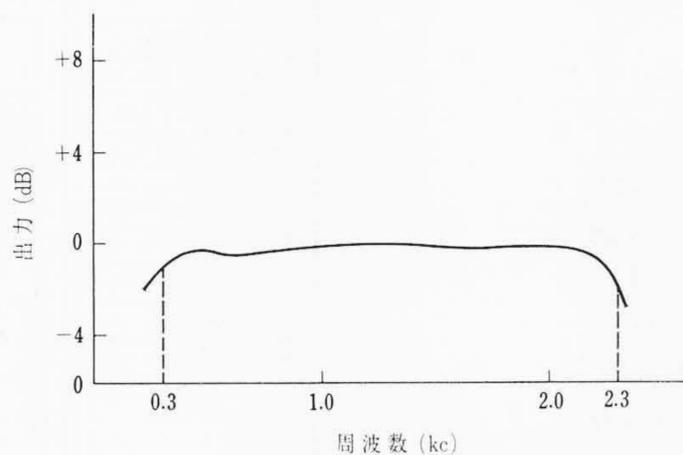
第 6 図 PJ-17 HE/TF-WCO 形ブロックダイアグラム

第 5 図 PJ-17 HE/TF-WCO/3130G 形電搬装置実装図

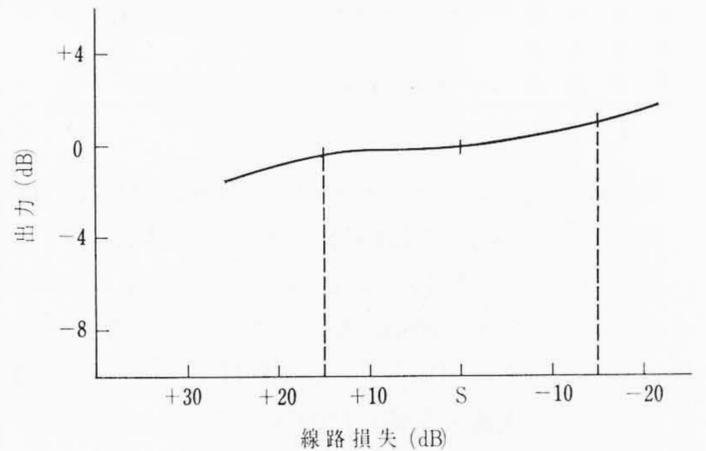


第7図 PJ-17 HE/TF-WCO 形周波数配置図

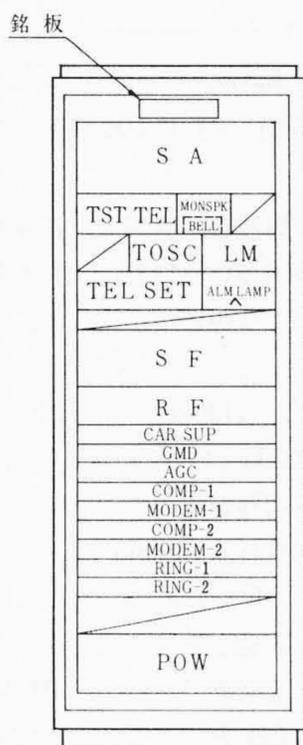
タ回路にはバリオロッサと直列にメータリレーを設け、受信レベルを監視するとともに、極度に受信レベルが低下した場合は、メータリレーの接点が閉じ、警報を発すると同時に、自動利得調整機能をロックし、固定利得増幅器に変わる。AGC回路は、温度の変動により基準レベルが変動するため、制御用トランジスタにはシリコントランジスタを使用し、そのほかにシリコンダイオードおよびサーミスタを用いて温度補償を行なっている。また信号器盤(RING盤)のシュミット回路に使用しているトランジスタにもシリコン形を用い、温度の影響を除いて、安定、確実な動作を期している。本装置は現在2端局対向形として使用されているが、将来接続回線を構成することを考慮し、周波数反転機能を有している。すなわち、群搬送周波数、群変、復調ろ波器、送受信ろ波器をリレー回路にて接続を切換えし、周波数反転を行なっている。同期方式として独立同期を採用しているが、群搬送波の周波数安定度は、水晶制御方式の発振器を用いるので、同期ずれによる通話の品質低下がない。現地にて測定した周波数特性および自動利得調整のデータを第8図および第9図に示す。本装置には、付属装置として、モニタスピーカ盤、10点試験発振器盤、試験電話



第8図 PJ-17 HE 形, 4W-4W 周波数特性 (マンダレー～タジ)



第9図 PJ-17 HE 形, AGC 特性 (マンダレー～タジ)



第10図 PJ-27 HE/SS/3125 C 形電搬装置実装図

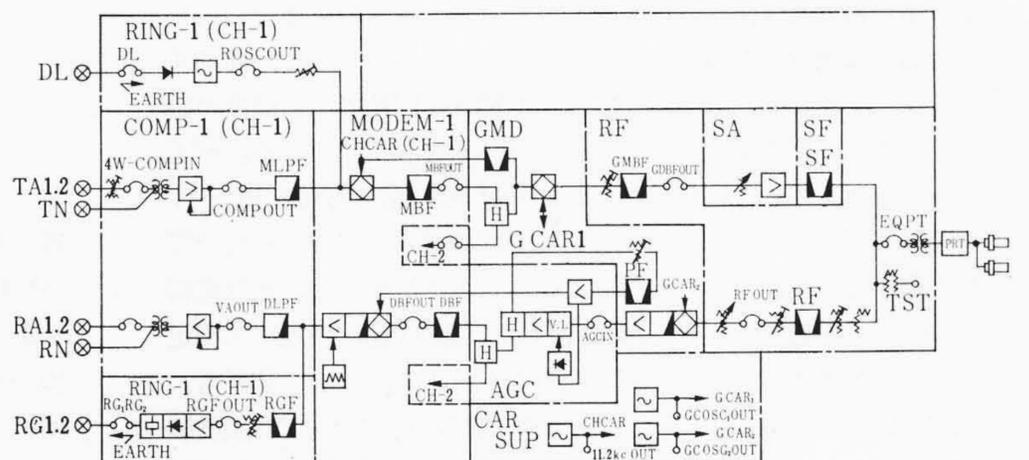
第2表 PJ-17HE/TF-WCO/3130G 形装置の性能

通話方式	多端局共同加入周波数反転同時送受話方式
伝送方式	搬送波阻止片側帯波伝送方式
通話路数	電話 1CH
通話帯域	0.3~2.3 kc
送信出力	通話; +30 dBm 信号; +25 dBm (監視電流として使用)
許容線路損失	標準; 30 dB 最大; 45 dB
自動利得調整	線路損失変動 ±15 dB に対して圧縮率 ±10% 以内
同期方式	独立同期方式 (群搬送波安定度 ±10 c/s 以内)
信号方式	帯域外2周波方式 (2.55 kc, 2.65 kc)
呼出方式	自動ダイヤル, 共電式
電源方式	AC 230 V によるエリミネータ方式

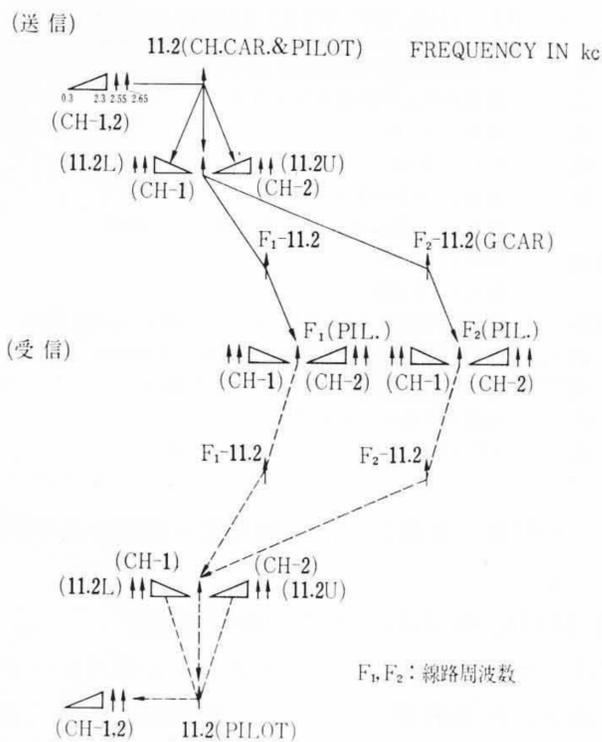
機盤, レベル計盤を実装して, 電搬装置の調整および保守の簡便を期している。

(b) PJ-27 HE/SS/3125 C 形電力線搬送装置

本装置は, タジ変電所, カロー変電所およびバルーチャン第二発電所に納入したSSB電話2CH電力線搬送装置で, 第10図~第12図に, 実装図, ブロックダイヤグラム, 周波数配置図を, また性能の概略を第3表に示す。通話帯域はPJ-17 HE形と同一であるが変復調器盤の前に圧伸器盤を設けているため, 線路雑音および装置雑音によるS/Nを20dB程度改善し, 良好な通話を行なうことができる。変調方式には2段変調を採用し, まず音声電流と信号電流の結合電流は, 副搬送波の11.2kcを変調し, 中間周波に変換される。すなわち第1CHは, 副搬送波の下側帯波, 第2CHはその上側帯波に配置するいわゆるTWIN方式を用いている。この中間周波の両側帯波に11.2kcのパイロット電流を重畳し, 群変調回路にて線路周波数帯に変換され, 群変調帯域ろ波器, 送信増幅器および送信ろ波器を経て線路に送出される。受



第11図 PJ-27 HE/SS 形ブロックダイヤグラム



第 12 図 PJ-27 HE/SS 形周波数配置図

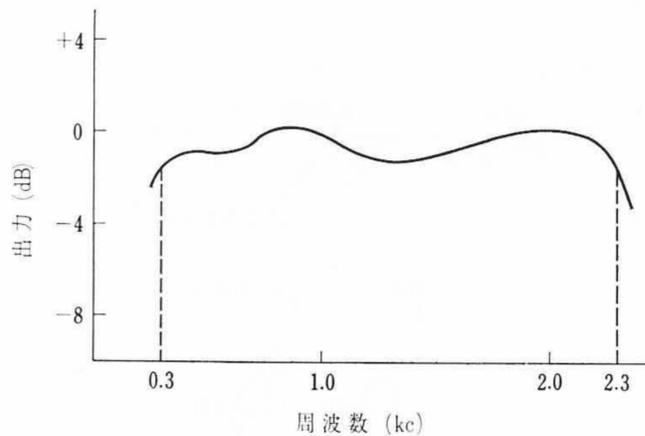
第 3 表 PJ-27 HE/SS/3125C 形装置の性能

通話方式	2 端局対向同時送受話方式
伝送方式	搬送波阻止片側帯波伝送方式
通話路数	電話 2 CH
通話帯域	0.3~2.3 kc
送信出力	通話; +25 dBm/CH 信号; +15 dBm パイロット; +15 dBm
許容線路損失	標準; 25 dB 最大; 40 dB
自動利得調整	線路損失変動 ±15 dB に対して圧縮率 ±10% 以内
同期方式	従属同期方式
信号方式	帯域外 2 周波方式 (2.55 kc, 2.65 kc)
呼出方式	自動ダイヤル, 共電式
電源方式	AC 230 V によるエリミネータ方式

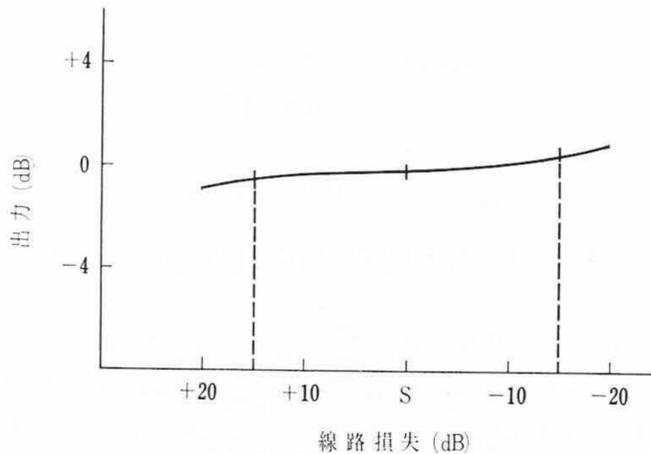
信回路は、送信の場合と逆の周波数変換を行ない音声に復調し、伸張器を経て、出力端子に送られる。11.2 kc のパイロット電流は AGC 回路の出力端から、きわめて狭いパイロットろ波器 (PF) にて選択された後、増幅、整流されて、制御用トランジスタのベース、エミッタに印加される。PJ-17 HE 形の場合と同様に、バリオロッサの電流を制御し自動利得調整および受信レベルの監視を行なっている。AGC 回路の圧縮率は、伸張器で 2 倍に伸張されるため、線路損失変動 ±15 dB に対して、±0.75 dB の範囲に圧縮することにより、4 W-OUT にて ±1.5 dB、すなわち 10% の圧縮率を得ることができる。またパイロット電流の一部を利用して受信の復調を行なう従属同期方式を使用しているため、同期ずれは全く生じない。AGC 回路および RING 回路のうち温度の影響が大きい回路にはシリコントランジスタを利用している。パイロット電流を用いた回線監視を行なうほかに、信号電流を用いて、各 CH の監視を行ない、回線断、CH 断の場合は可視、可聴の警報を発する。回路素子としてはトランジスタを使用し、送信増幅器にのみ真空管を用いた。第 13 図および第 14 図に現地にて測定した周波数特性および自動利得調整のデータを示す。本装置も、PJ-17 HE 形と同様モニタスピーカ盤、試験電話機盤、10 点試験発振器盤、レベル計盤を実装し、調整および保守の簡便を期している。

(c) PJ-47 HE/SO/3135C 形電力線搬送装置

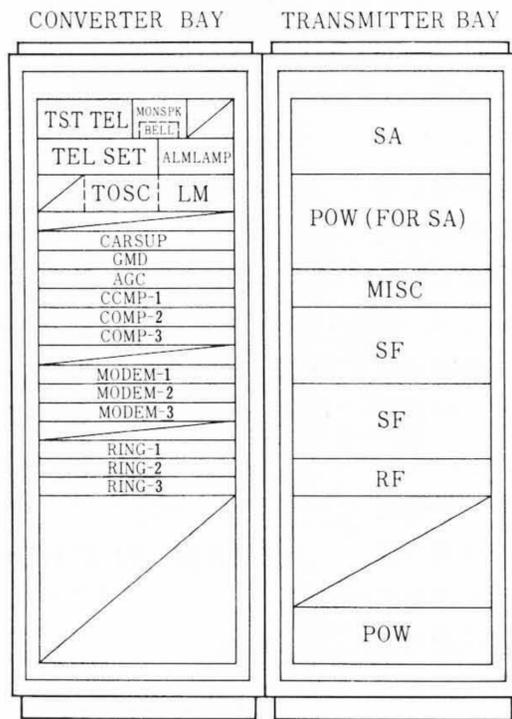
本装置はバルーチャン第二発電所、トングー変電所およびラングーン変電所に納入した SSB 電話 3 CH 実装、電信 1 CH 予備の電力線搬送装置で、第 15 図~第 17 図に、実装図、ブロックダイ



第 13 図 PJ-27 HE 形, 4 W-4 W 周波数特性 (タジ~カロー)

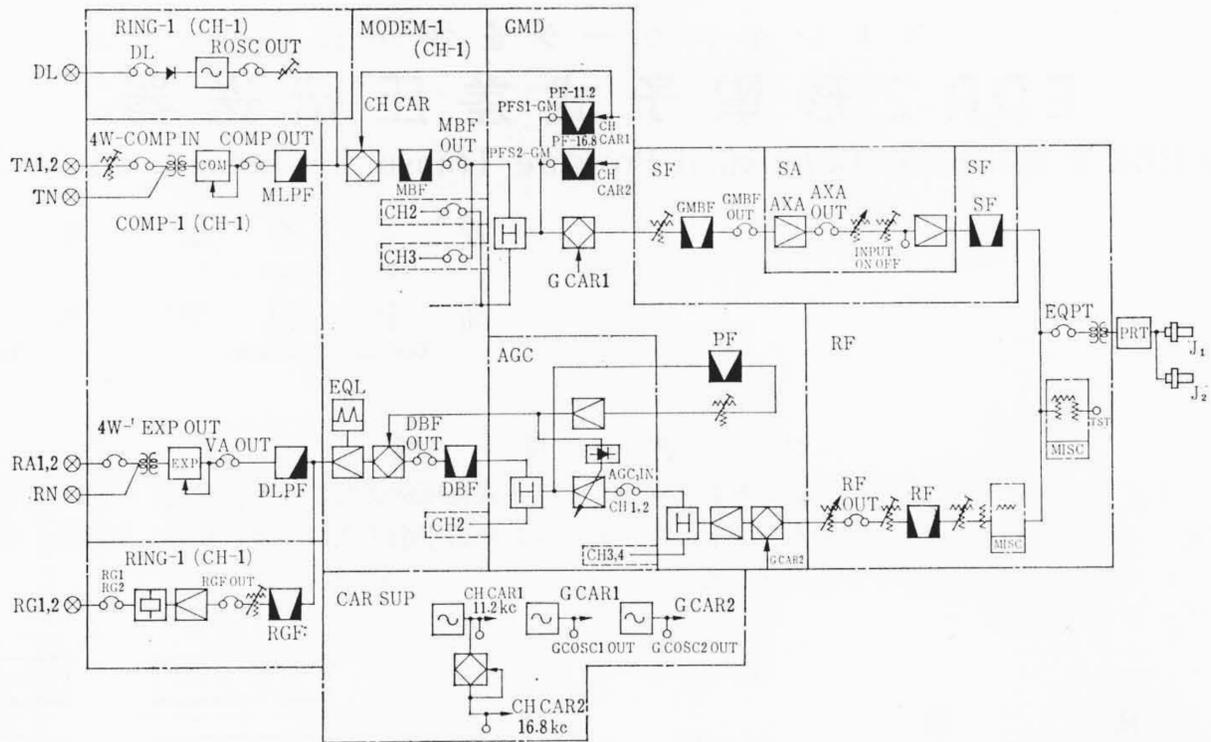


第 14 図 PJ-27 HE 形 AGC 特性 (タジ~カロー)



第 15 図 PJ-47 HE/SO/3135 C 形電搬装置実装図

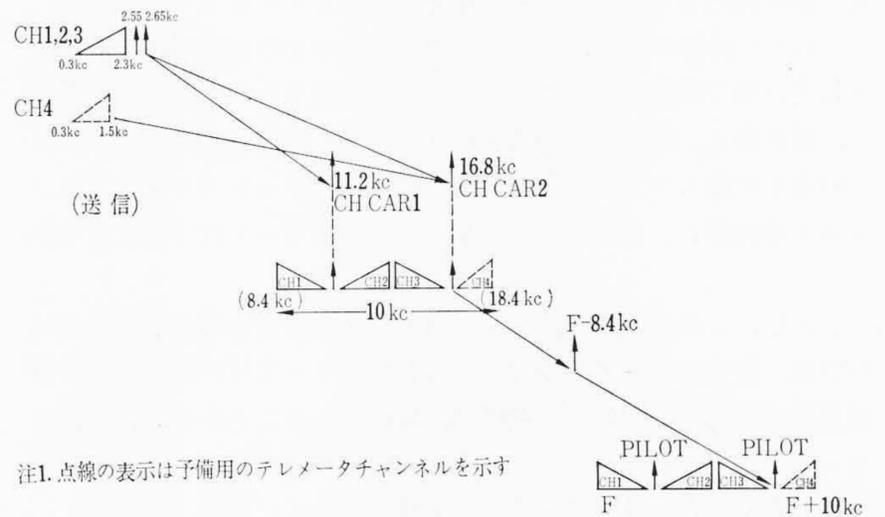
ヤグラム、周波数配置図を、第 4 表に、性能の概略を示す。本装置は CH 数が多い点以外は PJ-27 HE 形と同一の回路構成で、周波数配置図より明らかなように、2 CH につき 1 周波のパイロット電流を持っている。16.8 kc のパイロット電流は 11.2 kc を分周器を通して、 $(11.2 \text{ kc}) + (11.2 \text{ kc}/2) = 16.8 \text{ kc}$ 、という方法で得ている。11.2 kc はパイロット電流として、第 1 CH および第 2 CH の自動利得調整を行なうとともに、従属同期の復調用副搬送波としても使用される。16.8 kc は、第 3 CH および第 4 CH のパイロット電流として用いられる。そのほかの点については、すべて PJ-27 HE 形と同様な機能を有している。PJ-17, 27 HE 形装置は、いずれも 1 架構成であるが、PJ-47 HE 形は、送信出力レベルが +35 dB m/CH という高レベルでかつチャンネル数も多いため、



第16図 PJ-47 HE/SO形ブロックダイアグラム

第4表 PJ-47HE/SO/3135C形装置の性能

通話方式	2端局対向同時送受話方式
伝送方式	搬送波阻止片側帯波伝送方式
通話路数	電話3CH; 電信1CH 予備
通話帯域	0.3~2.3kc
送信出力	通話; +35 dBm/CH 信号; +25 dBm パイロット; +25 dBm
許容線路損失	標準; 35 dB 最大; 50 dB
自動利得調整	線路損失変動 ±15 dB に対して圧縮率 ±10% 以内
同期方式	従属同期方式
信号方式	帯域外2周波方式 (2.55 kc, 2.65 kc)
呼出方式	自動ダイヤル, 共電式
電源方式	AC 230 V によるエリミネータ方式



第17図 PJ-47 HE/SO形周波数配置図

2架構成となっている。通話路変換および群変換回路を実装した Converter Bay と電源装置, 送受信ろ波器および送信増幅器を実装した Transmitter Bay に分離されている。送信増幅器盤には, 送信出力, バイアス電圧, カソード電流およびプレート電圧などをスイッチ切換により測定できる回路を実装し, 送信増幅器の保守, 点検に便ならしめている。

4. 結 言

以上, 今回ビルマ政府電気局に納入した電力線搬送装置の概要を紹介してきたが, 東南アジアなどにおいては, 今後とも電力線搬送

装置の需要はますます増大するものと思われる。これらの諸国に対しては, 今回の経験を生かし, いかなる過酷な使用条件においても, 安定性を失わず動作する装置の製作に努力して行きたい所存である。今回の結果が, 今後の輸出にわずかなりとも参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 工藤, 田村, 野々村, 杉崎: 新形トランジスタ化電力線搬送装置, 日立評論 45, p. 392 (昭 38-2)

訂 正

本誌 Vol. 46 No. 7 の 144 頁に掲載いたしました, 新案の紹介「放電管陰極」の第1図と第2図が入れ違っておりました。おわび

するとともに訂正いたします。