

日立工業用テレビジョン装置について (その1)

今 西 久 彌* 内 藤 大 三**

Hitachi Industrial Television (Part 1)

By Hisaya Imanishi and Daizō Naitō
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

ITV or Industrial Television has made an expeditious progress after the end of the war in U.S. finding a vast field of application in industries. In Japan, the utilization of ITV has come to occupy an increasingly larger scope of utilization, particularly of late.

Hitachi, Ltd., as one of the top specialists in this line, has already designed and manufactured the products to the orders of both thermal and hydraulic power plants. The former is worth introducing being the first product of its kind to be constructed in Japan and the latter is noteworthy as well for the success in its wire transmission by means of co-axial cable for the distance of about 2 km, which has been regarded technically difficult.

In this article the ITV for hydraulic power plant service is discussed. The one for thermal power plant use will be dealt with by the same writers in the future issue.

〔I〕 緒 言

テレビジョンの工業的利用は、戦後米国において急速に発達し各方面に広く用いられているが、我国においても最近主として電力会社において利用の気運が高まってきた。

日立製作所ではすでに火力発電所として、北海道電力株式会社砂川発電所、水力発電所として、中国電力株式会社明塚発電所の工業テレビジョン装置 (Industrial Television—以下 ITV と呼ぶ) を完成した。前者については火力発電所として日本のメーカーにより完成された最初の製品であり、後者においては技術的に困難視されていた伝送距離約 2 km を同軸ケーブルによる有線伝送に成功した。

本稿においては明塚発電所に納入の ITV につきのべ、砂川発電所納入の分に対しては次稿にのべる。

ここに述べる中国電力株式会社明塚発電所の ITV 装置は水力発電所のダム監視用として使用されるもので、この種用途には我国においてもすでに一部実用されている所もあるが、明塚発電所の場合はダムと受像地点の発電所配電盤室との距離が約 2 km もあり、その間テレビ映像信号を同軸ケーブルで伝送するという劃期的なもの

である。したがって映像回路、伝送回路、制御回路など従来のものには見られない大規模なものであり、そのため計画、調査、仕様などについては、中国電力株式会社と日立製作所の間で数次にわたって打合せを行い慎重を期するとともに、機器の設計、製作、機器および線路の工事などには十分の考慮を払っている。

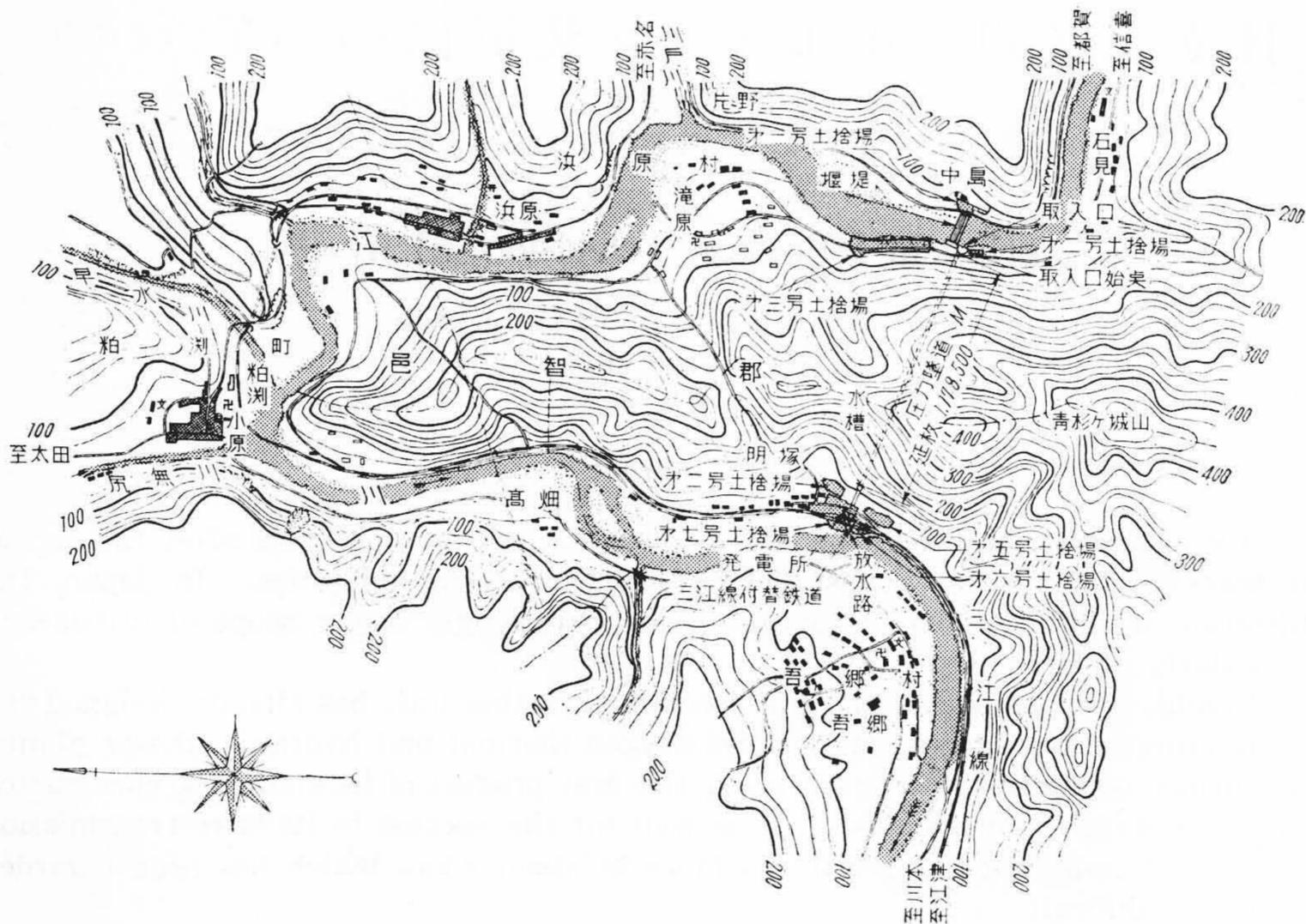
装置は日立製作所 TIE-U1 型工業テレビジョン装置が使用せられ、昭和 29 年 10 月現地に据付調整を完了、たゞちに実用運転に入り、爾来順調に運転を続けている。

〔II〕 計 画 要 旨

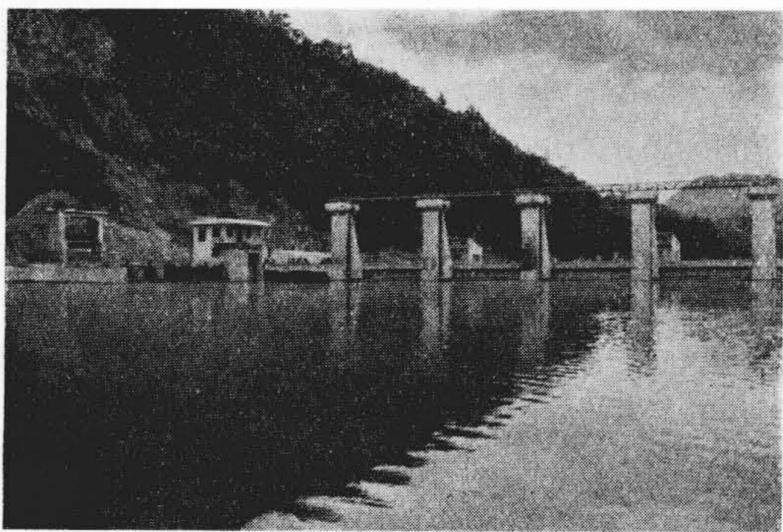
明塚発電所は島根県邑智郡吾郷村にあり、堰堤は同郡浜原村にある。その間の直線距離は山越しで約 2 km ある(第 1 図次頁参照)。本 ITV 装置は堰堤取入口除塵スクリーン附近の状況をカメラで撮像し、これを発電所配電盤室において受像監視するものである。したがって ITV としては流木塵芥などを見分けうるだけの分解能を持つていなければならない。

堰堤取入口附近の状況は第 2 図(次頁参照)のごとくである。カメラは種々検討の結果第 2 ピア上に設置することにした。カメラのレンズとしては光学的に種々検討実験の結果 3 吋の望遠レンズ (f. 2.5) を用い、カメラを水平方向に回転して視野を移動させることにした。

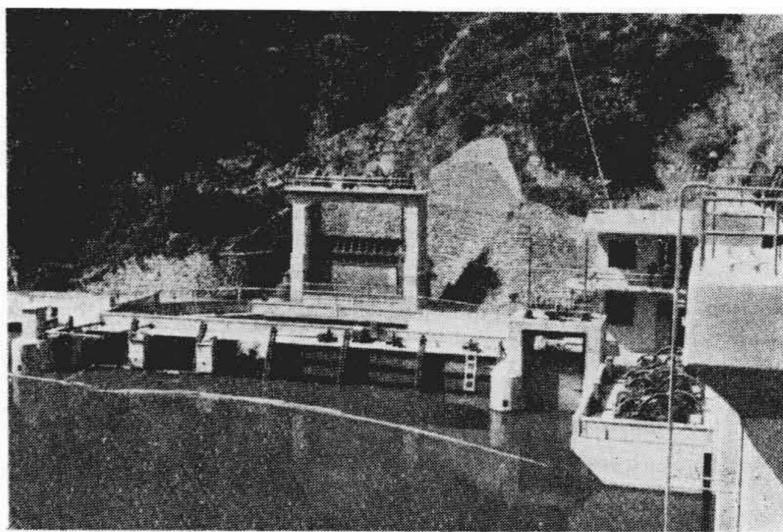
* ** 日立製作所戸塚工場



第1図 明塚発電所附近地図
Fig.1. Map Showing the Power Station and Its Neighbourhood



第2図 浜原堰堤
Fig.2. Hamahara Dam



第3図 第2ピアより見た取入れの全景
(右端は見張所、見張所から山へ張つてあるのはアルミ被同軸ケーブルである)
Fig.3. Dust Protection Screen Viewed from the 2nd Pier

第3図にカメラ設置場所より取入口附近をみた写真を示す。また夜間の監視を行うため、ITV専用の投光器を設けることにした。被写体の照度は実験の結果約 1,000 lux 必要であることがわかったので 2kW の投光器2基を設け、カメラと同時に回転する構造を採用した。

監視場所は発電所配電盤室とするが、カメラの調整を容易にするためと、見張所においても監視ができるようにモニター受像機を見張所内に設置することにした。

つぎに堰堤より発電所側への映像信号の伝送であるがこれは本装置の場合最も重要な問題であった。方式としては有線伝送方式と無線伝送方式が考えられたが、厳密

なる理論的検討および経済比較の結果単一同軸ケーブルにより伝送および制御を行う方式を採用した。この方式は映像信号にて搬送波を変調し同軸ケーブルにより受像側へ伝送するものでケーブルの減衰、不整合による反射などの少ないことが特に必要である。このため同軸ケーブルとしては日立製作所日立電線工場において慎重に設計製作されたアルミ被同軸ケーブル⁽¹⁾を使用しその中間接続点は特に留意して工事を行っている。なお受像機入力を大きくするため送像側に高周波増幅回路を設けた。

カメラ側の諸制御はすべて配電盤室において遠隔制御できるようになっている。制御方式としては動作の確実を期するため搬送波制御方式を採用している。このため送受信装置は相当大きくなっている。また調整その他における便宜上見張所においても制御ができるようになっている。

〔III〕 装置の構成

上述のごとき計画に基づいて装置の構成をつぎのごとくした。

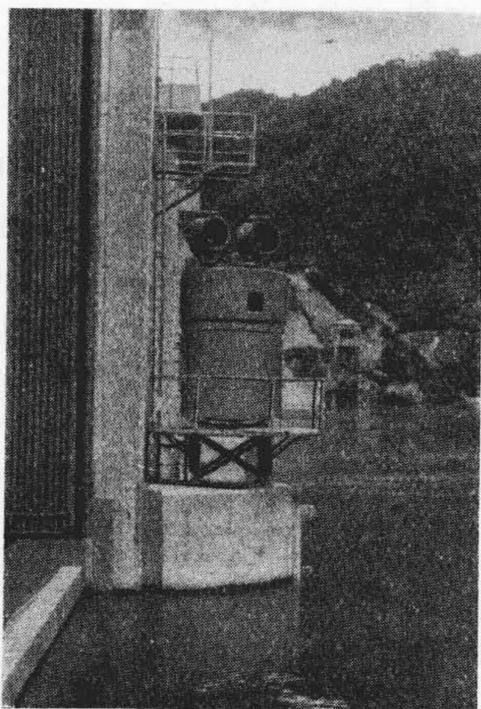
堰堤側には第2ピア上に回転装置を有するカメラを、見張所内に送信装置およびモニター受信機を設置する。カメラ部分、送信装置間は18芯カメラケーブルおよび制御ケーブルで結ぶ。発電所配電盤室に受信装置を置き堰堤と受信装置間は前述のごとく高周波ケーブルにより映像信号を伝送する。なお遠隔制御の制御電流もこのケーブル内を通し、制御線路は別に用いない。

カメラは視窓、投光器および附帯設備を有する回転装置付ハウジング内に收容されており、装置の上部は約240°左右に回転し、視野を変更する。視窓には防水、防

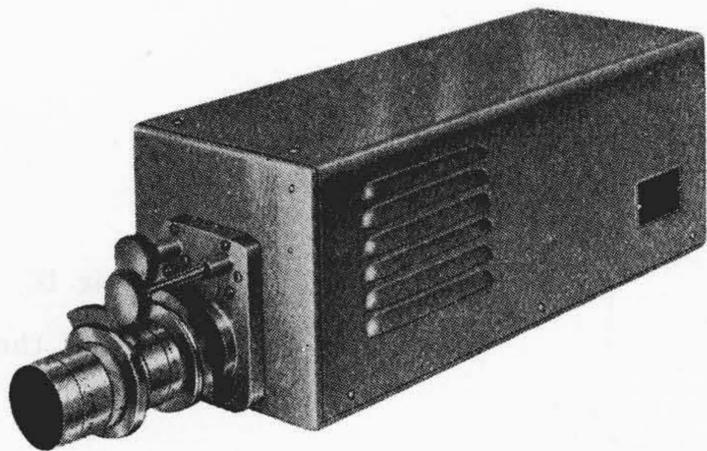
塵防雪の設備を施してある。第4図に回転装置付カメラの設備状況を示す。

カメラは第5図に示す構造のもので、小型軽量に製作されている。レンズの焦点、絞りはともに遠隔制御で調整できるようになっている。第6図にカメラ回転装置内部に設備されている状況を示した。

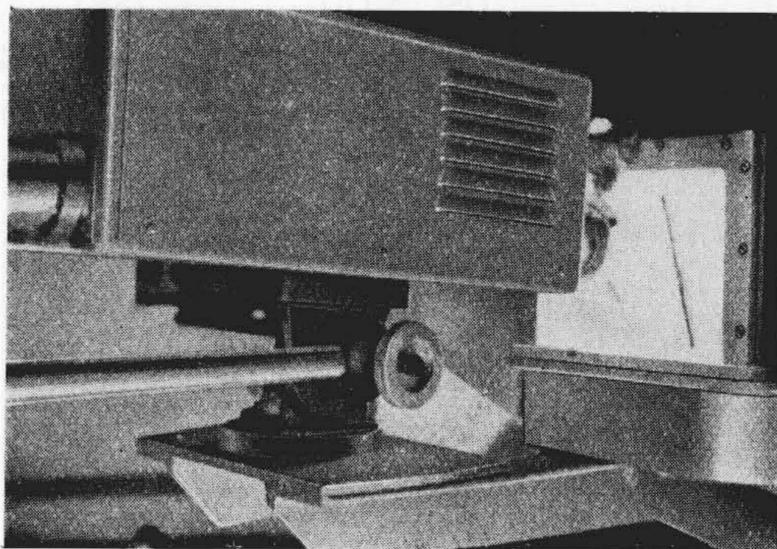
送信装置は高さ2,300mmの自立架に收容されており、映像増幅回路、同期信号回路などを含んだ制御器盤(CONT)、映像信号を高周波に変調増幅する送信増幅器盤(VHF SA)、制御電流の検波、復調増幅検波などを行う送受信盤(SR)、濾波器盤(FIL)、検波盤(DET)、制御用押釦を収めた遠隔制御器盤(REM CON)および電源盤(PWU)、自動電圧調整器盤(AVR)より成る。モニター用受信機は送信増幅器盤の出力の一部を利用する。送信波の周波数は91.25 Mcであるから、受信機は放送用受信機の第1チャンネルでよい。これらの設置状況を第7図に示す。



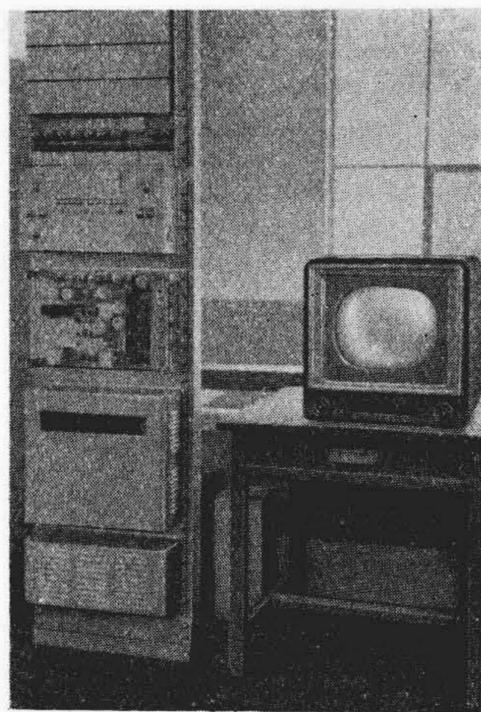
第4図 第2ピア上に設置されたカメラ回転装置
Fig.4. Camerahouse Installed on the 2nd Pier



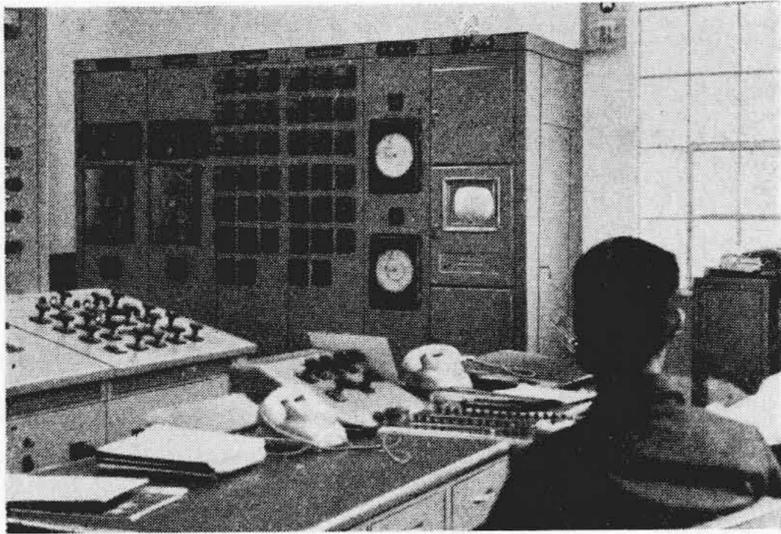
第5図 TIC-1型カメラ外観
Fig.5. Camera, Type Form TIC-1



第6図 カメラ回転装置内のカメラおよび視窓
Fig.6. Television Camera and Camera Window in the Camerahouse



第7図 送信装置とモニター受信機
Fig.7. Transmitter and Monitor Receiver



第8図 配電盤室内に設置された受像装置 (右端キュービクル)

Fig.8. Receiver Installed in the Central Controlling Room of the Power Station

受像装置は、配電盤型の構造を採用し、他の配電盤とならべて設置した(第8図)。受像装置にはテレビ受像盤(TV RECV)、制御電流の発振、変調、増幅、検波などを行う発振変調器盤(OSC MOD)送受信盤(SR)発振器盤(OSC)、制御用押釦を収めた遠隔制御器盤(REM CON)および電源盤(PWU)、自動電圧調整器盤(AVR)より成っている。

以上本装置の構成を図示すると第9図のごとくである。

[IV] 装置の内容

(1) 総合仕様

装置の総合仕様はつぎの通りである。

許容線路損失

- 送受像間..... 3 db 以下 (50 kc にて)
- 送受像間..... 60 db 以下 (100 Mc にて)
- テレビ搬送周波数..... 91.25 Mc
- 総合映像信号帯域幅..... 0~4 Mc
- テレビ変調方式..... 振幅変調(黒レベル最大)
- テレビ搬送周波数出力..... 1 W
- 線路インピーダンス..... 75Ω

- 解像力.....水平, 垂直とも 300 本以上
- 偏向歪.....水平, 垂直とも 10 %以内
- 総合 S/N 比.....30 db 以上

(ただし被写体の照度 1,000lux 以上)

- 同期方式.....電源同期
- テレビ受像方式.....商用受像機にて受像可能
- 遠隔制御....受像側より下記の遠隔制御が可能である。

- 送像装置電源接断
- 照明灯点滅
- カメラ回転
- ターゲット制御
- (撮像管によるコントラストの制御)
- ビーム制御(撮像管による明るさの制御)
- フォーカス制御
- (撮像管による電氣的フォーカスの制御)
- レンズフォーカスの制御
- レンズ絞りの制御
- 制御調整(回転順逆)
- 制御限界表示
- カメラ視窓除塵装置の開閉
- (ただし送像装置にて行う)

電 源

- 送受像装置とも..... A.C. 100V 60~ (70~110V にて動作可能)
- カメラ回転装置.....A.C. 200V 60~ 3φ

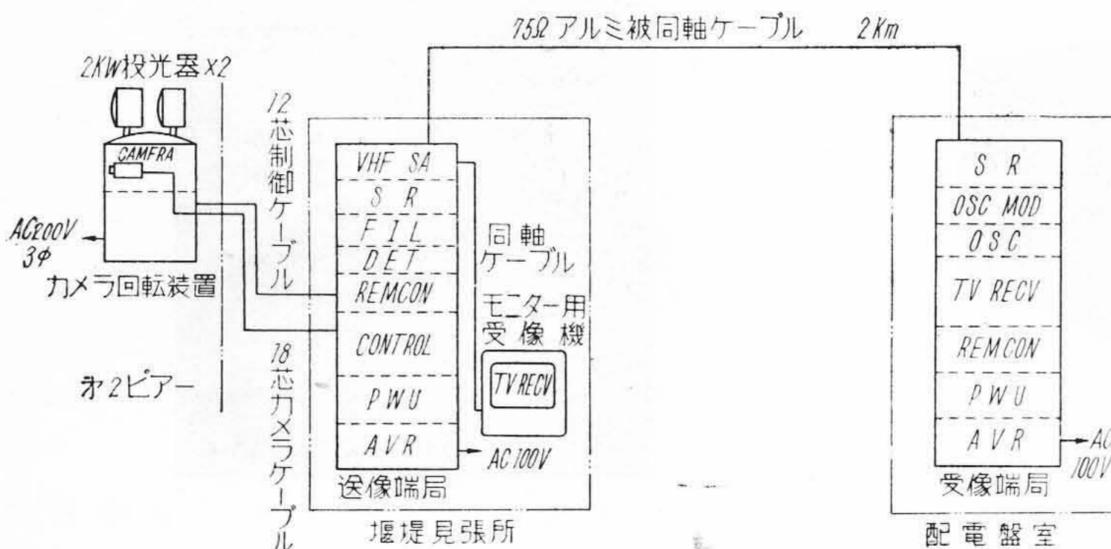
つぎに本装置の動作であるが、これは大別して映像回路、制御回路および線路の3つになる。これらの総合系統図を第10図および第11図に示す。

(2) 映像回路

映像回路はカメラ、送像装置の制御器盤、送信増幅器盤、受像装置のテレビ受像盤より構成される(第10図および第11図参照)。

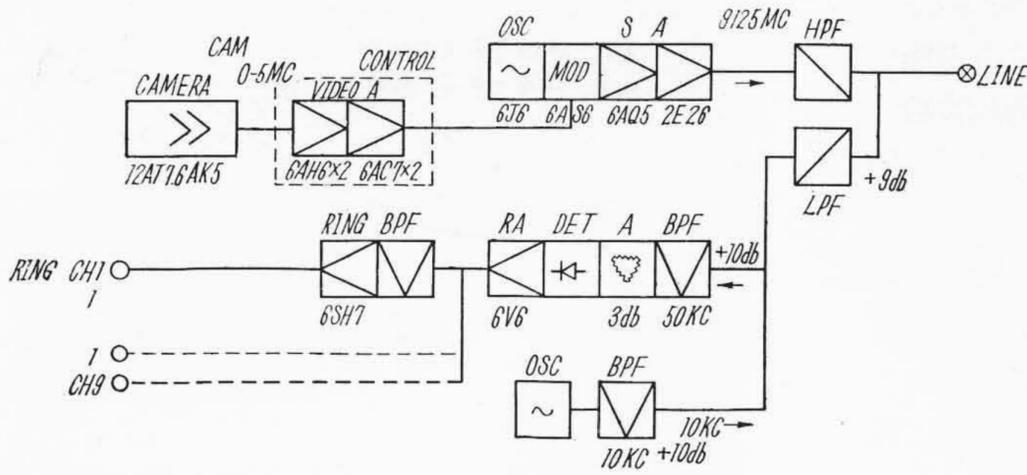
(A) カメラ

系統図は第12図のごとくである。撮像管にはビデオ

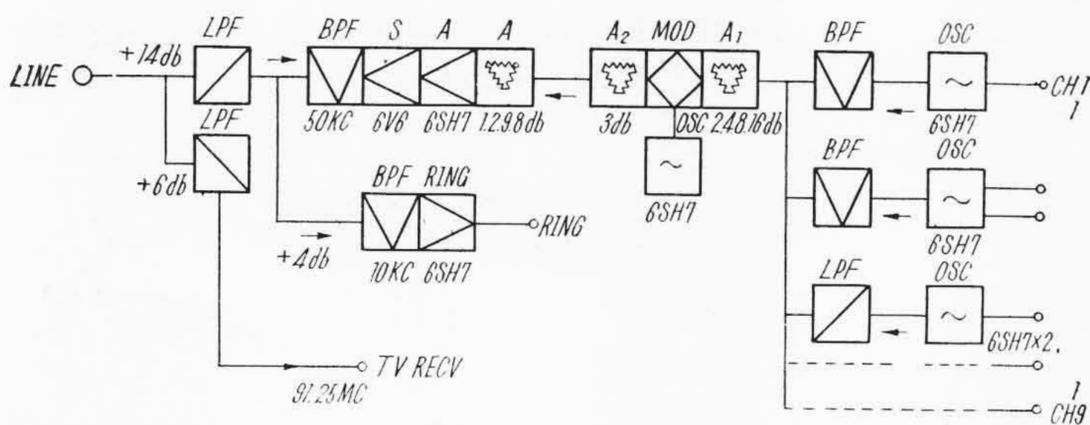


第9図 装置の全系統図

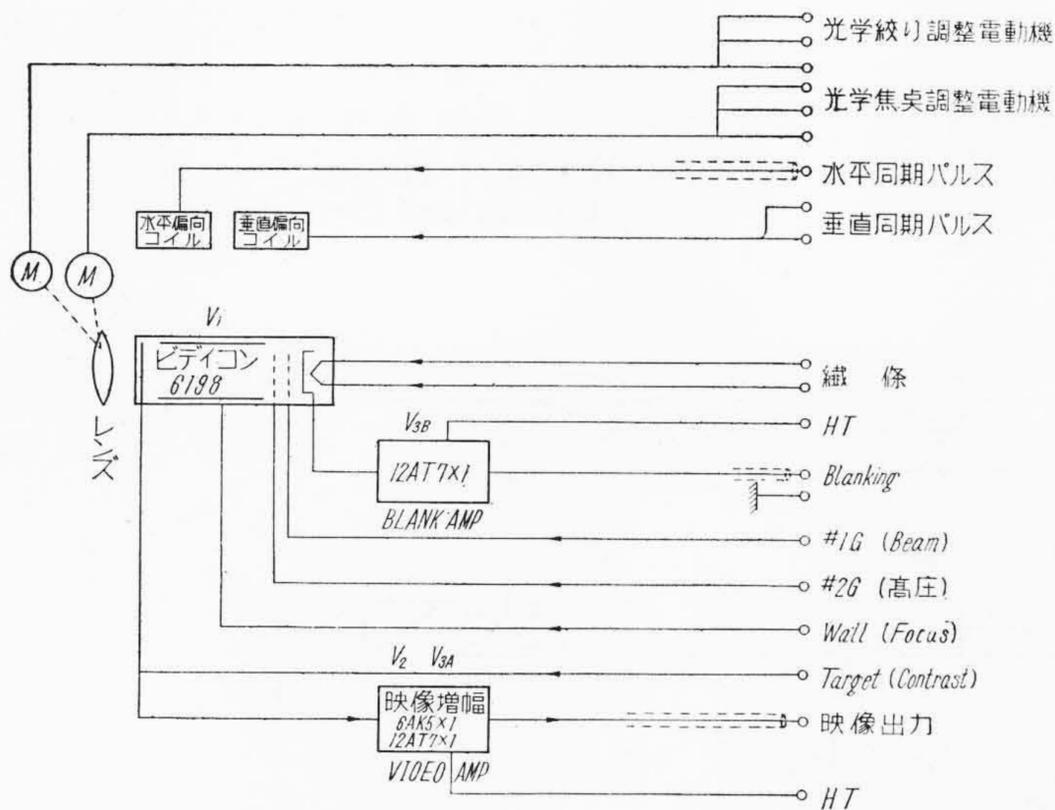
Fig.9. Block Diagram of the Television System



第10図 送信装置系統図
Fig.10. Block Diagram of the Transmitting Equipment



第11図 受信装置系統図
Fig.11. Block Diagram of the Receiving Equipment



第12図 カメラ系統図
Fig.12. Block Diagram of the Camera

ンを使用する。ビデココンについては各種文献にくわしく述べられているのでここでは省略する。ビデココン外周には垂直、水平偏向コイル、補助集束用マグネットを配置する。これらの設計、取付および補助磁束の調整には特に細心の注意を必要とする。ビデココンよりの映像

信号は V_2 , V_{3A} にて増幅され、カメラケーブル内の同軸ケーブルにより送信装置の制御器盤へ送られる。第13図(次頁参照)はカメラ映像増幅器の周波数特性である。ビデココンの陰極には水平、垂直のブランキング(帰線消去)電圧が加えられ、映像信号に同期ならびに帰線消去信号として入る。ブランキング電圧および偏向電流はいずれも制御器盤より供給される。

カメラ内には逆回転可能なモータが2箇收容されており、これより焦点、絞りが遠隔調整される。またビデココンの第1、第3グリッドおよびターゲットの電位はいずれも送信側より遠隔制御せられ、それぞれビーム(明るさ)フォーカス(電気的焦点)ターゲット(コントラスト)の調整を行う。

(B) 制御器盤(コントローラ)

送信装置において、映像増幅、同期(ブランキング)信号発生、偏向電流発生などを行うもので、系統図は第14図(次頁参照)のごとくである。

(i) 映像増幅

映像増幅は4段 ($V_4 \sim V_7$) で行っている。High Peakerにより、高周波のレスポンスを上げ、ビデココン出力側の容量による高周波レスポンスの低下を補償している。第15図(次頁参照)に制御器盤映像増幅器の周波数特性を示す。なおブランキング信号は、ビデココンカソードの外に V_6 の第3グリッドにも加えられている。

映像出力は V_7 よりカソードフォロアにより取り出し、送信増幅器へ入る。

(ii) 同期(ブランキング)信号回路

同期方式は電源同期を採用している。 V_{15A} は約 31.5kc のプロッキング発振器である。この周波数を V_{14A} ,

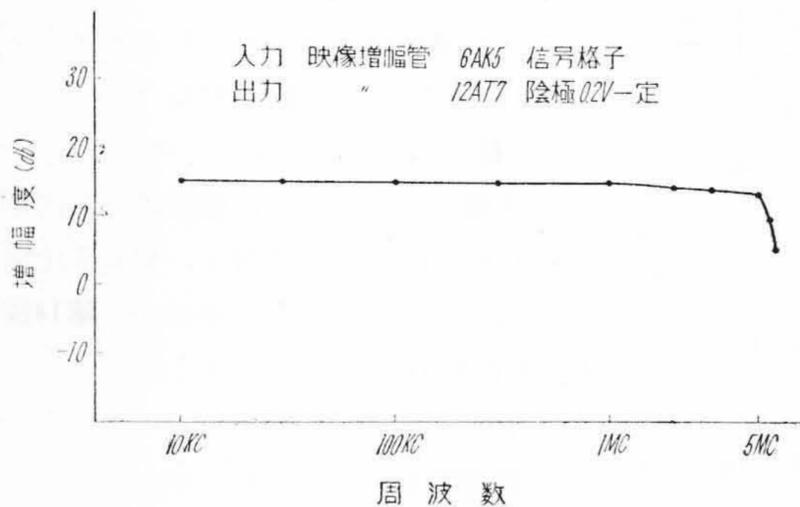
V_{14B} , V_{13A} でそれぞれ 1/15, 1/7, 1/5 に逡降し、約 60~ をうる。また V_{15A} の出力は V_{15B} で増幅された後、 V_{18A} に入り、ここで 1/2 に逡降され、約 15.75kc をうる。 V_{22} は位相検波器で、 V_{13A} よりの入力周波数と電源周波数との位相差を利用し、これを V_{13B} で直流

増幅した後原発振器 V_{15A} に饋還し、 V_{15A} の発振周波数を電源周波数にロックする。したがってこれより逡降された V_{13A} 、 V_{18A} の出力周波数はそれぞれ電源周波数でロックされたことになり、これを垂直および水平の同期信号として利用する。

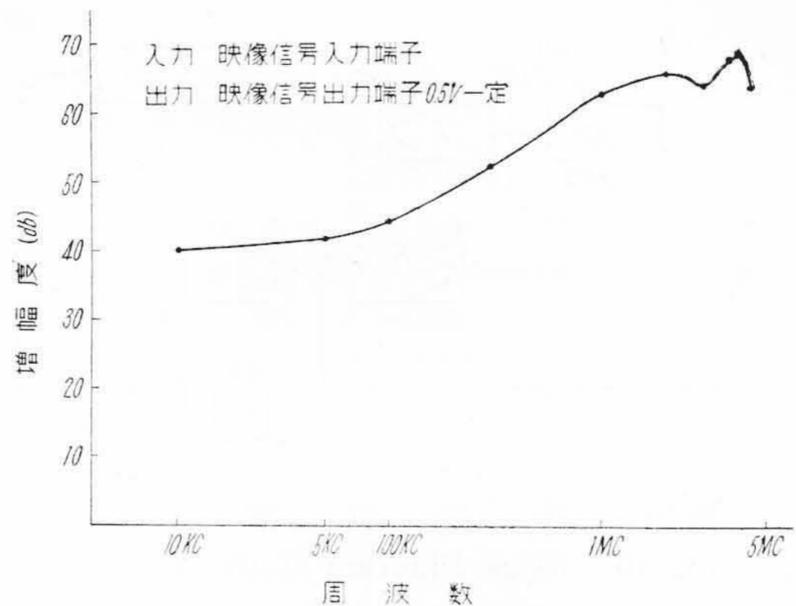
V_{13A} 、 V_{18A} より出た垂直、水平の同期信号はそれぞれ V_{11A} 、 V_{10A} および V_{18B} 、 V_{17} で増幅成形された後、ともに V_{10B} に入り、両者ともにさらに V_9 で増幅されてブランキングパルスとなり、ビデオコン陰極および V_6 第3グリッドに加えられる。

(iii) 偏向増幅回路

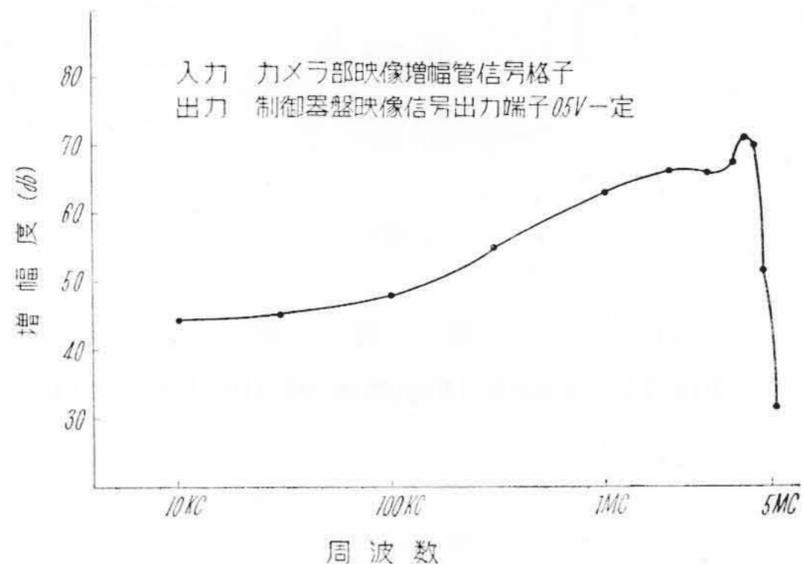
カメラ偏向コイルに鋸歯状波電流を流すための回路で、垂直偏向は V_{11B} 、 V_{12} で、水平偏向は V_{17B} 、 V_{16} でそれぞれ増幅成形され、カメラの垂直および水平偏向コイルに 60 \sim 、17.75 kc の鋸歯状波電流を流す。



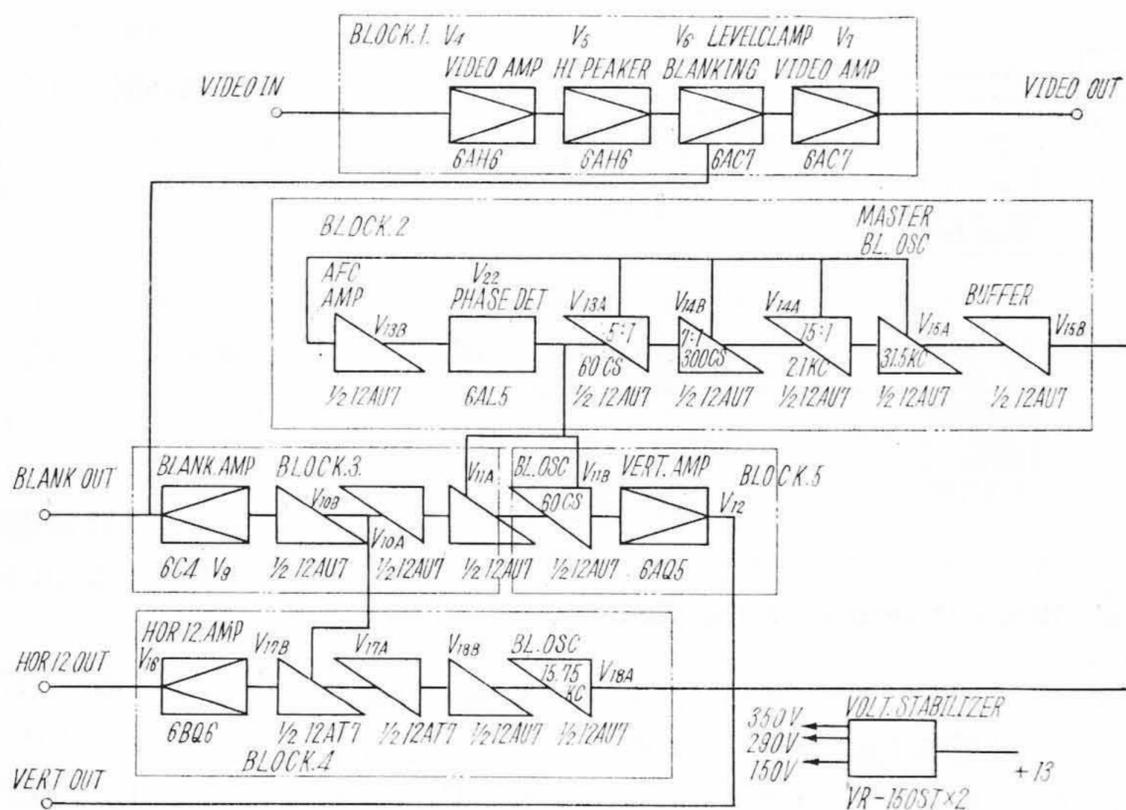
第13図 カメラ部映像増幅器周波数特性
Fig.13. Frequency Response of the Camera Video Amplifier



第15図 制御器盤映像増幅器周波数特性
Fig.15. Frequency Response of the Controller Video Amplifier



第16図 総合周波数特性 (カメラ制御器盤)
Fig.16. Overall Frequency Response (Camera and Controller)



第14図 制御器盤系統図
Fig.14. Block Diagram of the Controller

(C) 送信増幅器

これは第10図の OSC, MOD, SA などで表わされている回路である。OSC は発振器で 91.25 Mc を発振する。これを MOD において制御器盤より出た映像信号により振幅変調し, SA でさらに電力増幅する。増幅器はスタガー方式により広帯域増幅を行っている。第17図にその周波数特性を示す。

(D) テレビ受像機

アルミ被同軸ケーブルにより受像装置に入った映像高周波信号は第11図の TV, RECV (テレビ受像機) に入り, 映像が再現される。受像機は商用受像機と同様のものので, これより音声回路を取除いたものである。第18図に受像機の周波数特性を示す。

(3) 制御回路

受像側より送像側の諸制御を行うもので, 前述のごとく搬送波制御方式を採用しており, 全装置の約半分を占めている。

制御動作は受像装置遠隔制御器盤にある押釦または電鍵を押すと, 送像装置遠隔制御盤内のリレー群が起動し, これにより直接制御または制御用モータを駆動せしめる。

(A) 電源接断

受像側において“電源”の電鍵を接に倒すと直流電流が送像側に送られてリレーを動作させ, 送像装置およびカメラに電源が入る。

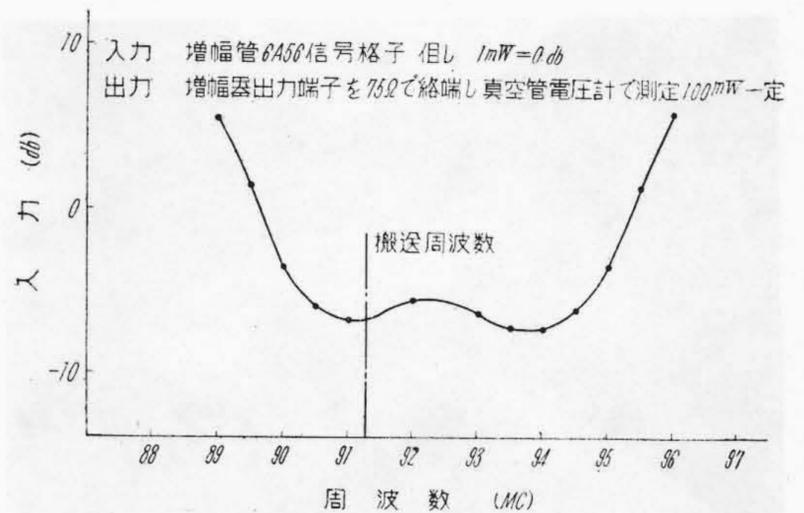
(B) その他の諸制御

その他の諸制御はいずれも搬送波電流により行うものであるが, この内カメラ回転, ターゲット, ビーム, フォーカス, レンズフォーカス, レンズ絞りの六項目はいずれも制御用モータを駆動することにより行うもので, 二項目以上同時に動作する必要はない。したがって制御搬送波電流としては, 照明灯点滅, 順回転(または逆回転)および上記の六項目の内いずれか一項目の制御用電流が同時に伝送されればよいことになる。

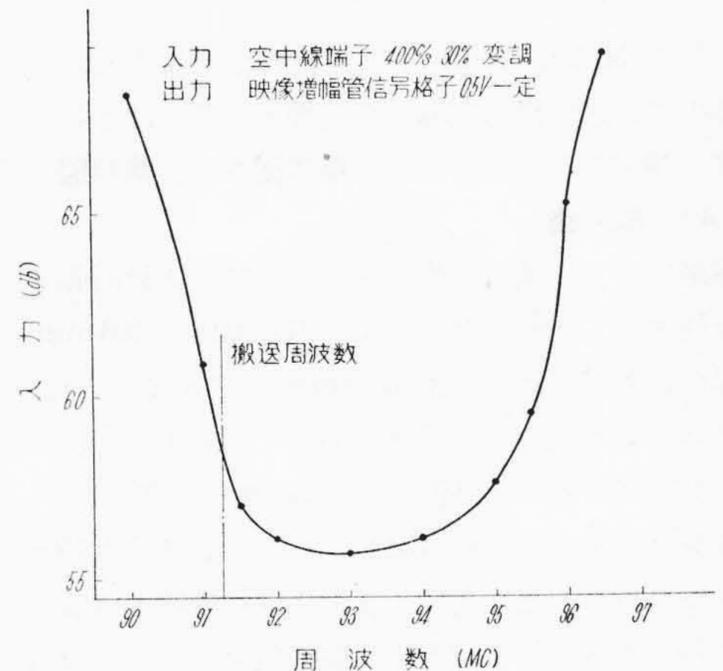
さて受像装置の発振変調器には 50 kc および 2,295~, 1,955~ (または 1,615~) の三周波数の発振器があり, 50 kc の搬送波は 2,295~, 1,955~ (または 1,615~) で変調される外, 発振器盤より供給される他の 6 周波 (425, 595, 765, 935, 1,105, 1,275~) によつても変調をうける。

こゝで 2,295~ は照明灯点滅用に, 1,955~ は順回転, 1,615~ は逆回転に, 425~1,275~ の六波はカメラ回転以下の六制御に割当てられる。

今受像側遠隔制御器盤の照明灯点滅の電鍵を倒すと, 2,295~ で変調を受けた 50 kc の搬送波が送受信盤で増幅され, 同軸ケーブルを経て送像装置に入り, 送受信盤



第17図 送信増幅器周波数特性
Fig.17. Frequency Response of the VHF SA



第18図 受像機周波数特性
Fig.18. Frequency Response of the Receiver

で復調増幅され, さらに検波器盤で直流化されてリレーを動作させる。これによりカメラ回転装置内の電磁開閉器が働いて, 照明灯が点滅する。

つぎに, たとえばターゲット制御の場合は, ターゲットの押釦を押し(押釦はクランプされる)さらに順回転の押釦を押せば, 50 kc の搬送波は 1,955~ および 595~ の二波で変調される。これらは前と同様の経路でリレーを働かせ, ターゲット制御用モータを順方向に回転させる。このモータは可変抵抗器を回転させ, ターゲット電位を変化せしめることになる。

つぎに制御が限界にきたとき, (たとえば制御用可変抵抗器が廻りきつたとき) はモータ回転を停止せしめるとともに, この表示を受像側へ送る必要がある。すなわち制御が回転限界に達すると, リミットスイッチにより, モータ回路を切るとともに送像装置送受信盤で 10 kc の発振器を起動させ, これを受像側へ送り, 前と逆の経路でリレーを働かせ, ランプおよびブザーにより制御が限界時に来たことを制御者に表示する。

上述のごとく線路には映像高周波電流の外に, 制御電



第19図 ケーブル架設状況
Fig.19. Co-axial Cable Installation

流として 50 kc, 10 kc および直流が重畳されることになるので、送像出力側および受像入力側にはこれらを分離する濾波器が必要である(第10図および第11図参照)。

(4) 線路

線路としては減衰を少なくするためアルミ被同軸ケーブルを使用している。ケーブルの内部導体は 2.8mm の硬銅単線、外部導体は外径 13.5mm のアルミ管を使用し、ポリエチレン紐を内部導体に沿って螺旋状に巻いてある。ケーブル内には防湿のため N_2 ガスを充填している。

インピーダンスは約 73Ω で、反射を防ぐためその偏差を極力少く押えてあり、また中間接続端子の設計を慎重に行つてあるので、現地試験の結果では、不整合に基づく反射はほとんど見られなかった。

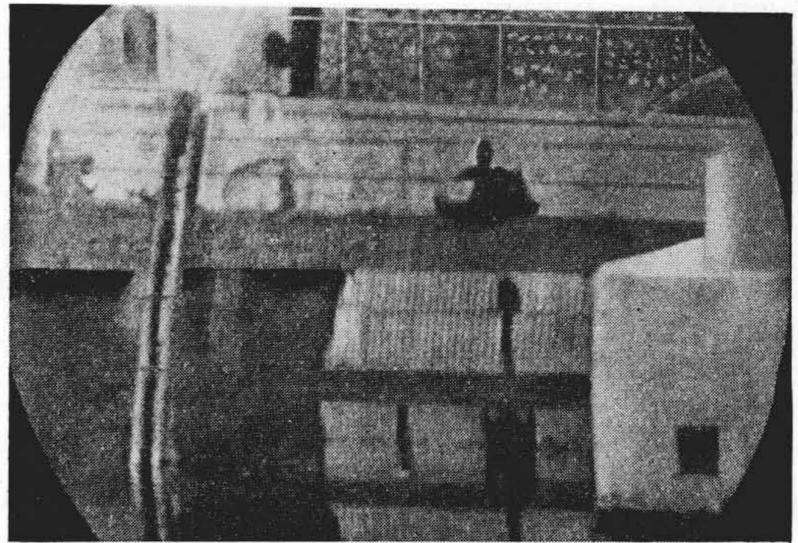
現地の実際の亘長は 1,622 m で、減衰量は 100 Mc において 41 db であり非常に小さい。したがって伝送周波数をさらに低くとれば、本装置のごとき有線方式においても伝送距離を 4~5 km まで延長することは可能と考えられる。第19図にケーブルの架線状況を示す。

[V] 受像の状況

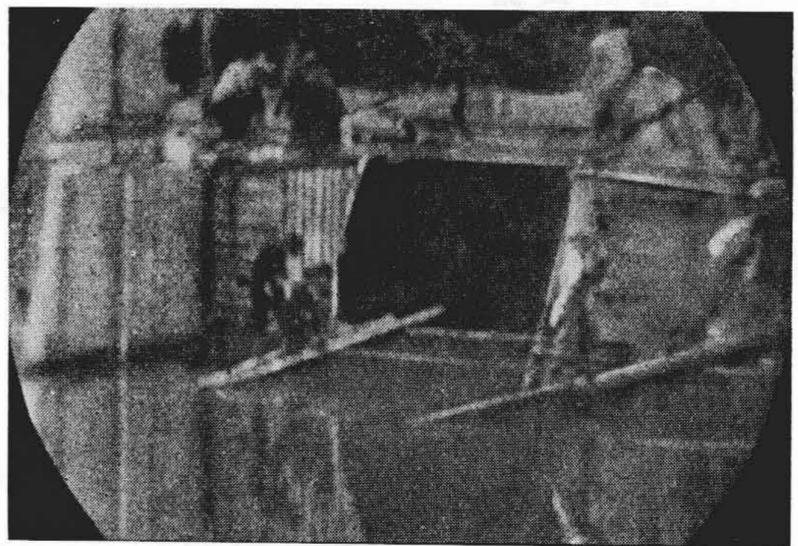
第20図~第24図はいずれも配電盤室での受像写真である。第20図は昼間の第1除塵スクリーン、第21図は昼間の第6スクリーン、第22図は夜間の第1スクリーン、第23図は夜間の第6スクリーンの状況で、いずれも十分実用になりうる解像度を持つている。夜間における照度は第1スクリーンでは約 1,300 lux あり、像は非常に明瞭であるが、第6スクリーンでは約 400~500 lux でこの辺が実用上の限界に近いのではないかと思う。

つぎに昼間と夜間では照度にはなほだしい差があるので、それぞれ最良の受像をうるための条件につき種々検討しその最適条件を見出すことができた。

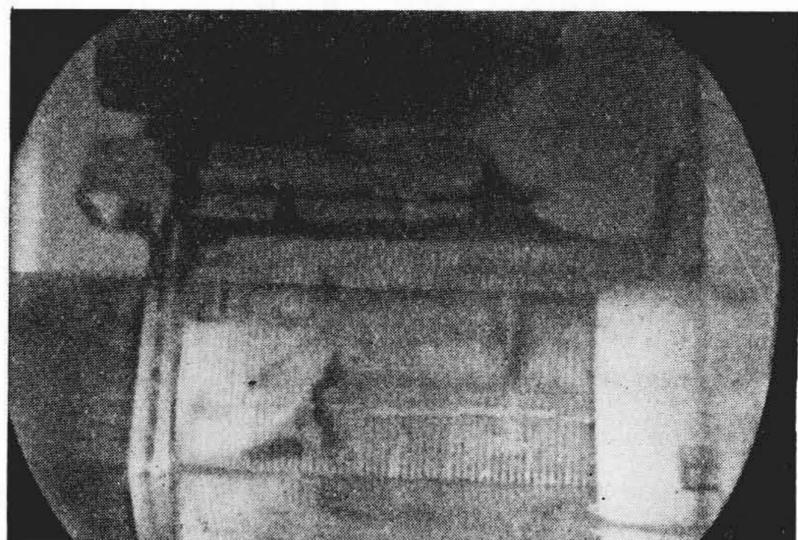
受像機入力は、送像側に高周波増幅器があることと、線路の損失が少いため相当大きく(約 80 mV)、またケーブルによる反射が少ないので、配電盤室の受像は、送像側



第20図 受像画面 その1(第1スクリーン 昼間)
Fig.20. Television Picture of the 1st Screen (Daylight)



第21図 受像画面 その2(第6スクリーン 昼間)
Fig.21. Television Picture of the 6th Screen (Daylight)



第22図 受像画面 その3(第1スクリーン 夜間)
Fig.22. Television Picture of the 1st Screen (Night, Locally Illuminated)

のモニター受像機とほとんど変わらない安定かつ良質なものとつてている。

注意すべきこととしては、夜間配電盤室の蛍光灯照明のため受像が見にくくなることで、これについてはフードをつけることにしたが、さらに検討の余地がある。

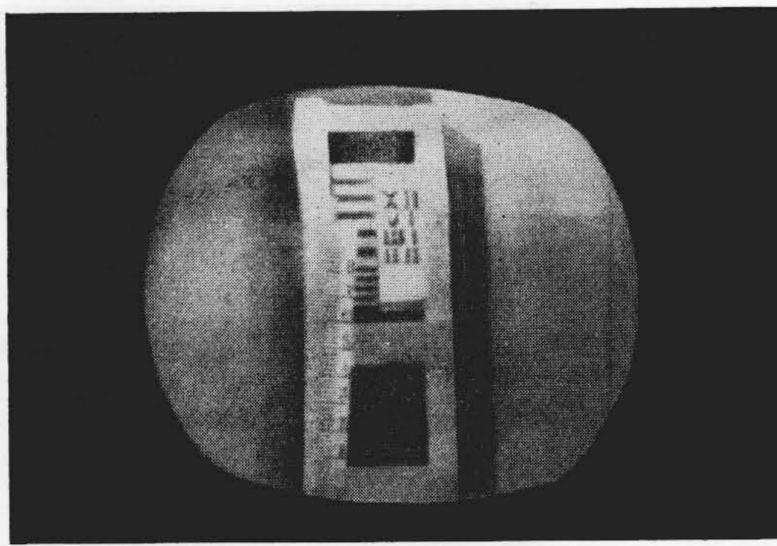


第23図 受像画面 その4 (第6スクリーン 夜間)
Fig.23. Television Picture of the 6th Screen
(Night, Locally Illuminated)

なお試みとして第1ピア上に水位計を仮設置し試験してみた。第24図はそのテレビ受像であるが(左前のが水位計, 後のは模型), これも特に設計製作したものをうれば十分実用になると思う。

[VI] 結 言

明塚発電所の工業テレビジョン装置は, テレビ信号を長区間にわたって有線により伝送するという我国最初の試みであり, したがって色々と困難な問題もあつたが, 中国電力株式会社各位の一方ならぬ御配慮により, こゝに完成をみたことは誠に感謝に堪えない。本装置が我国における工業テレビジョンの発展の一礎石ともなれば幸いである。

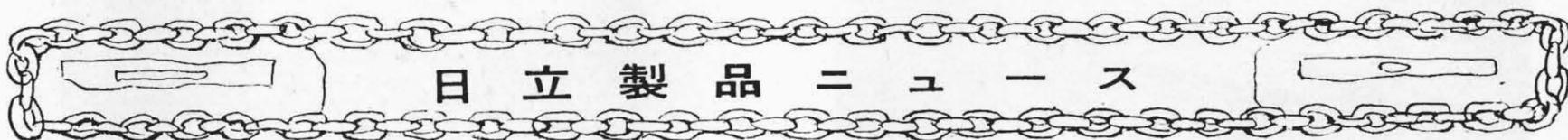


第24図 受像画面 その5 (実験用水位計)
Fig.24. Television Picture of the Water Level

終りに本装置の完成に御尽力頂いた中国電力株式会社村田工務部長, 他関係各位および技術的指導および計画の推進を強力に遂行された田口開発部副部長を中心とする日立製作所内の ITV 委員会の方々, その他の関係各位ならびに同軸ケーブルの製作を担当された日立電線工場の関係各位に厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 堀口, 庄司, 鈴木: 日立評論別冊 No. 9 1 (昭 30-3)
- (2) 武井, 角野, 東: 日立評論別冊 No. 6 53 (昭29-5)
- (3) 武井: テレビジョン学会 21, 137 (昭 29-9)
- (4) 菅野: テレビジョン学会 66, 20 (昭 29-2)
- (5) 武井: オーム 1235 (昭 28-12)

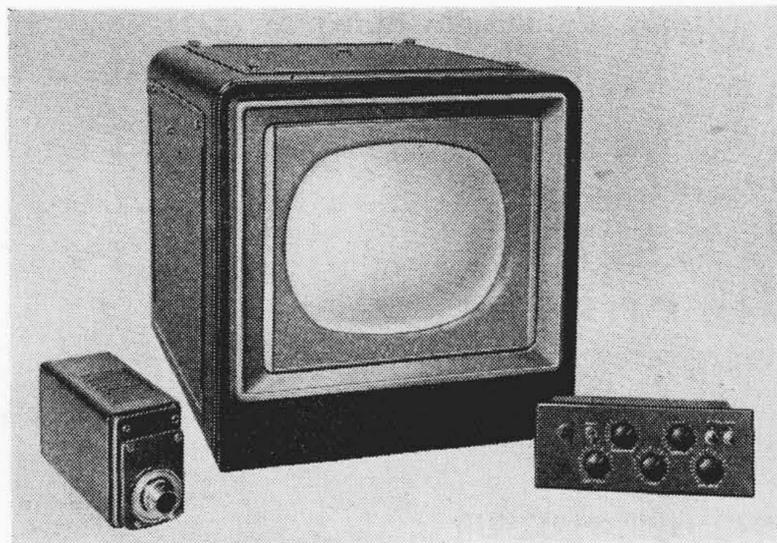


北海道電力株式会社砂川発電所納
工業テレビジョン装置完成

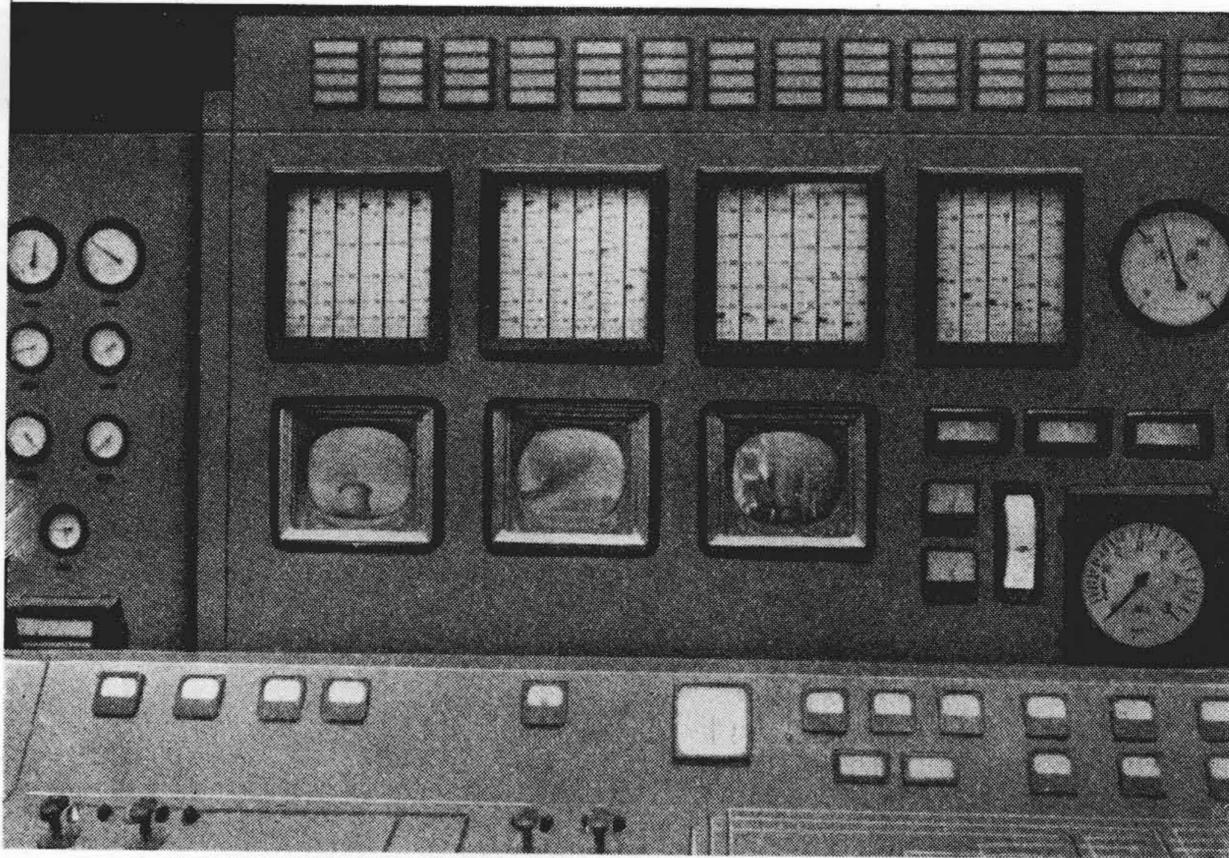
Industrial Television Equipment to Sunakawa
P.S., Hokkaidō Electric Power Co., Completed

工業テレビジョンは我国においては主として電力会社において用いられているが, 日立製作所ではすでに水力発電所の堰堤取入口監視用として, 中国電力株式会社明塚発電所へ納入御好評をえている。今回火力発電所用として, 北海道電力株式会社砂川発電所納めの装置がこのほど完成, 12月中に据付調整を完了して1月より実用運転に入っている。

本装置は3組の工業テレビジョンセットよりなり, その用途はつきのごとくである。

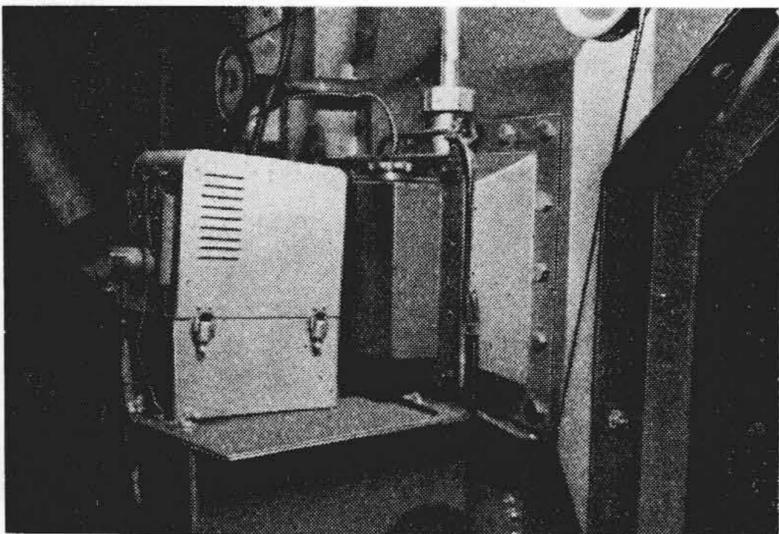


第1図 TIE-1型工業テレビジョン装置
Fig.1. Industrial Television Equipment,
Type Form TIE-1



第2図 中央制御室における日立ボイラ操作盤に組込まれたる工業用テレビジョン装置
(左より煙突, 炉内, 水面計)

Fig.2. Industrial Television Equipment Built in the Boiler Control Board
Installed at the Central Control Room



第3図 炉内監視用カメラ取付状況

Fig.3. Camera Installed on the Boiler Sidewall

- 炉内監視用.....1組
- 煙突の煙監視用.....1組
- 水面計監視用.....1組

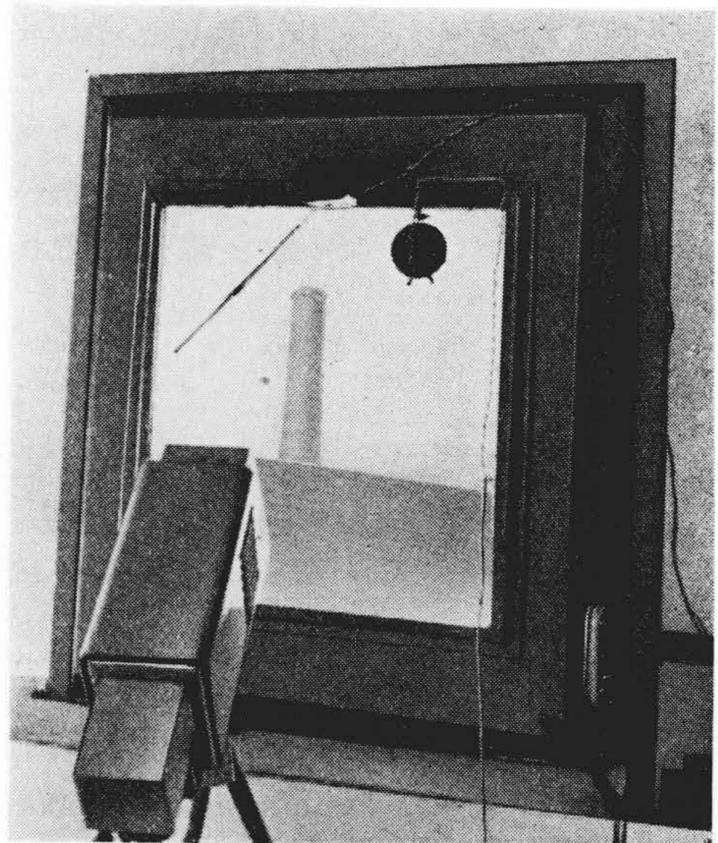
(1) 炉内監視用

炉内は非常に高温のため冷却装置を必要とする。

冷却方法は数回の試作と実験の結果, 水冷, 空冷を併用する方式を採用している。

(2) 煙突の煙監視用

屋上に設けたカメラ小屋の中に撮像機を設置する。雨や雪を考慮して窓にはワイパーおよび除雪用の電熱器を付けてある。



第4図 煙突監視用カメラの設置状況

Fig.4. Camera Installed in the Camera-house (for Smoke Observation)

(3) 水面計監視用

2色水面計を監視する。

いずれも受像機は中央制御室の日立ボイラ操作盤に収容しカメラおよび受像機の諸制御はすべて制御卓に設けた制御盤によつて行う方式を採つている。

第2図~第4図に現地における据付状況ならびに運転状況を示す。