

日立工業用テレビジョン装置について (その2)

今 西 久 彌*

Hitachi Industrial Television (Part 2)

By Hisaya Imanishi
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The writer referred in the preceding issue to the actual application of the industrial television to water power plant service. In this issue, he mentions its another application to power station—steam power plant, quoting the case of the Sunakawa 2nd Power Station, Hokkaido Electric Power Co., Ltd.

In this case, the equipment is used in three ways, the supervision of chimney, observation of combustion in furnace, and vigilance on water level in the boiler. Hitachi's Type TIE-1 and 2 Television Sets were supplied to the said power station for these purposes. Since the installation has been on such a scale as making the largest instance ever recorded in this country, it was natural that many problems had come to the fore asking for immediate solution and the experiments and trial manufacture had been repeated before all orders could successfully be completed, installed and put in actual service in last January. The performance has proved to be extremely gratifying, fully testifying to the great usefulness of the ITV in thermal power plant service in way of the enhancement of safety and the reduction in maintenance cost of the power plant.

〔I〕 緒 言

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ける遠方監視用として用いられている。このうち水力発電所における実施例として本誌⁽¹⁾において中国電力株式会社明塚発電所の場合について述べたが、こゝでは火力発電所における実施例として北海道電力株式会社砂川第二火力発電所納めのものについて述べることにする。

砂川第二火力発電所に設置せられた工業テレビジョン装置は、煙突の煙監視、炉内燃焼状況の監視、炉内水位(水面計)の監視用の3つで、このような大規模な工業テレビジョンの使用は我国において始めてであり、(すでに米国においてはこの方面に相当用いられているが、我国においてはわずかに中部電力名港発電所、中国電力小野田発電所において米国のDiamond社の製品が炉内監視に用いられたにすぎず、本装置が、火力発電所において使用せられた国産品の最初のものである。)機器ならびに附帯設備の設計、設置などについてきわめて問題が多か

つた。これらについては数次にわたる計算と実験を繰返すことにより結論をえたものも少くない。

装置は日立製作所製 TIE-1 型、TIE-2 型を使用し、30年1月現地における据付調整を完了、同月発電所の運転と同時に実用に入り、爾後順調に運転をつづけている。実用運転の結果は良好で、発電所の運転人員の節減ならびに危険防止に寄与しており、工業テレビジョンが火力発電所において大いに有用で不可欠のものであることが実証された。

以下装置および設置ならびに運転状況の概要について述べることにする。

〔II〕 計画の概要

火力発電所において工業テレビジョン装置を使用する理由は、完全な中央制御方式を採用し、機器の操作保守点検を容易にし、極力運転人員の節約を計るとともにあわせて運転上の危険防止を目的とする。したがって装置の設置はつぎの方針により計画された。

(1) 監視対象は発電所の運転上重要であり、しかも監視に不便または危険なものとする。この見地より

* 日立製作所戸塚工場

煙監視，炉内監視，水面計監視の3つが選ばれた。

- (2) 受像装置は中央制御室の配電盤に他の計器とならべて設置する。
- (3) カメラおよびその他に対する遠方操作はすべて中央制御室の制御卓において行えること。
- (4) 装置に損傷を与える事故に対しては，中央制御室に警報を送ること。

などである。

つぎに装置の設計上特に考慮を払った点はつぎのごとくである。

- (1) 煙監視用 戸外の天候，照度などが変化しても，実際の煙の濃度がほぼ正確に推定しうること。
- (2) 炉内監視用 燃焼状況特に点火状況が最も効果的に監視できるように，カメラの設置場所を選定すること。
- (3) 水面計監視用 水の入っている部分とない部分の差を明瞭に受像画面に表わすこと。
- (4) 炉内監視用 水面計監視用カメラは高温でかつ塵埃の多い場所に設置されるので，冷却および防塵を十分に考慮すること（特に炉内監視用カメラの冷却方法と，炉内よりカメラへ飛来する灰の処理）。

などであり，これらについてはいずれも数次の実験と試作により結論をえたもので，それぞれ特殊の工夫を施してある。

〔III〕 装置の構成ならびに仕様

(1) テレビジョン装置

用途別につぎの装置を使用した。

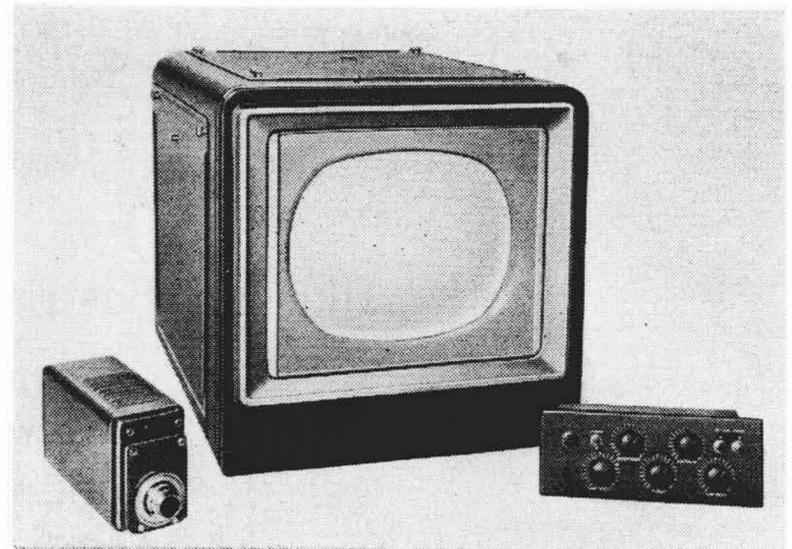
- 煙監視用.....日立製作所製 TIE-2 型
- 炉内監視用.....日立製作所製 TIE-1 型
- 水面計監視用.....日立製作所製 TIE-2 型

TIE-1 型は，カメラ，制御監視器（モニタ）および18芯カメラケーブルよりなるが，カメラ部の遠隔制御をすべて制御卓にて行えるように，調整用ツマミを収容した制御盤を別に設けてある。第1図にその外観を示す。

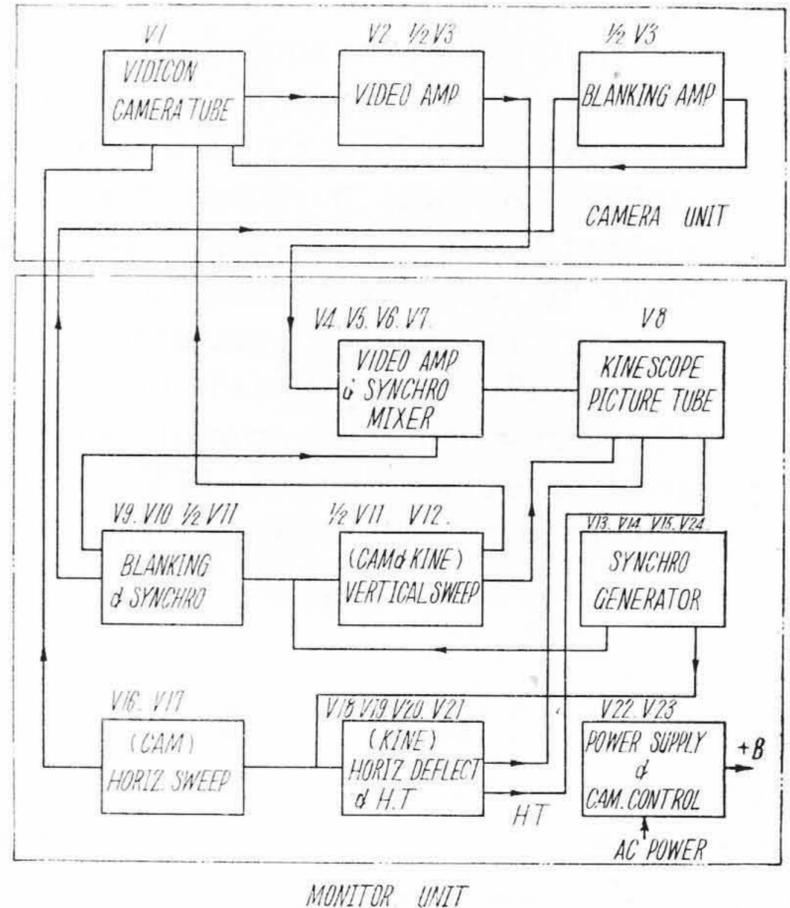
カメラには撮像管および映像前置増幅器を，モニタには映像増幅器，水平，垂直同期（帰線消去）信号発生器，水平，垂直偏向電源および受像管などが収容されている。第2図はそのブロックダイアグラムである。回路の機能はほぼ前回⁽¹⁾述べたものと同様であるので詳細は省略する。

TIE-2 型は，カメラ，制御器，受像機および14芯カメラケーブルよりなるが，前と同様の理由により別に制御盤を設けてある。（第3図）

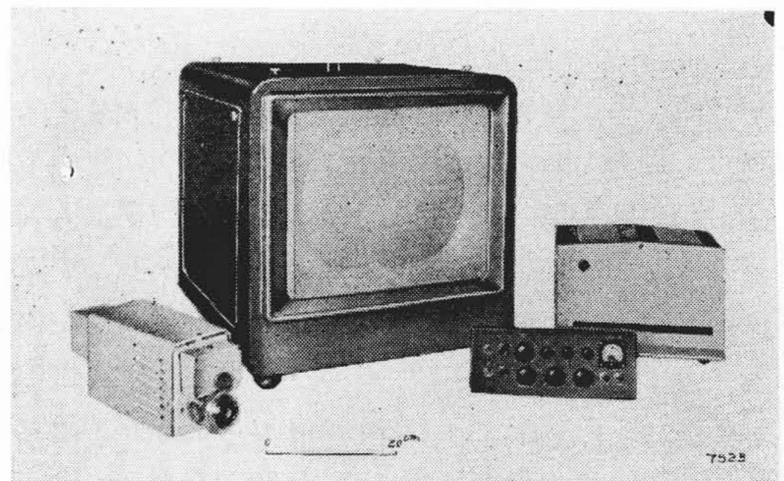
カメラには撮像管および映像前置増幅器を，制御器には水平，垂直同期（帰線消去）信号発生器，水平，垂直像



第1図 TIE-1型工業テレビジョン装置
 Fig.1. Industrial Television, Type TIE-1
 (From the left: camera, monitor and control box)



第2図 TIE-1型のブロックダイアグラム
 Fig.2. Block Diagram of TIE-1



第3図 TIE-2型工業テレビジョン装置
 Fig.3. Industrial Television, Type TIE-2
 (From the left: camera, monitor, control box and controller)

向電源を、受像機には映像増幅器、受像管などを収容する。第4図に回路のブロックダイアグラムを示す。その機能は大略 TIE-1 型と同様である。第1表に両者の仕様の概要を示した。

なお1kVAの自動電圧調整器が別に設けられており、上記3つの装置に共用されている。

(2) 附帯設備

(a) 煙監視用

カメラハウス(屋上に設置, コンクリート建約2坪)
防雪, 防水用ワイパおよび電熱器

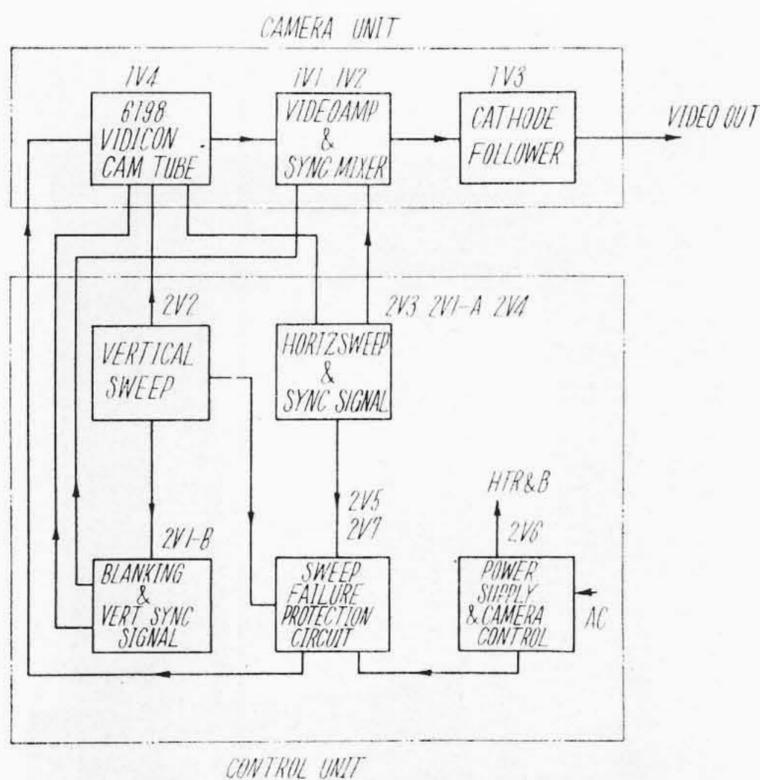
(カメラハウスの視窓に取付)

照度計

(映像の調整用に使用, カメラハウスの視窓に取付)

(b) 炉内監視用

冷却器 (カメラ冷却用, 水冷, 空冷兼用)



第4図 TIE-2型のブロックダイアグラム

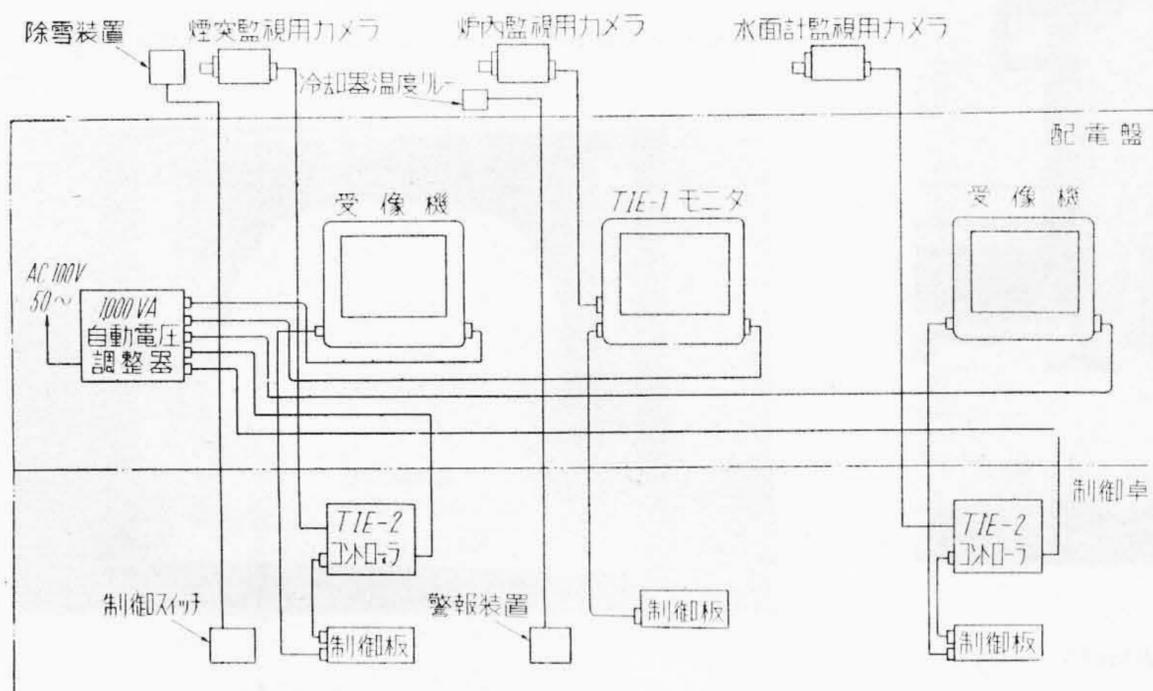
Fig. 4. Block Diagram of TIE-2

第1表 TIE-1型とTIE-2型の性能比較表

Table 1. Characteristics of TIE-1 and 2

項番	項目	TIE-1 型	TIE-2 型
1	ユニット機	カメラ モニタ(制御監視器)	カメラ 制御器 受像機
2	撮像管	1" ビデオコン (RCA 6198)	1" ビデオコン (RCA 6198)
3	必要最低照度	500 lux	500 lux
4	電源入力	50 または 60~ A.C. 100V 240 W	50 または 60~ A.C. 100V 300 W
5	レンズ	16mm または 35mm カメラ撮影用	16mm または 35mm カメラ撮影用
6	使用真空管数	カメラ 3 モニタ 19	カメラ 4 制御器 7 受像機 11
7	走査線数	525 本 (637 本)*	525 本 (637 本)*
8	毎秒像数	30 枚 (25 枚)*	30 枚 (25 枚)*
9	走査方式	飛越走査	飛越なし
10	解像力	400 本	400 本
11	映像帯域幅	5 Mc	5 MC
12	同期周波数	水平 15,750~ (15,925~)* 垂直 60~ (50~)*	水平 15,750~ (15,925~)* 垂直 60~ (50~)*
13	寸法	カメラ 140×320×150mm モニタ 450×540×460mm	カメラ 140×320×150mm 制御器 280×210×200mm 受像機 450×540×460mm
14	重量	カメラ 5 kg モニタ 35 kg	カメラ 5 kg 制御器 9 kg 受像機 35 kg
15	受像管	12"	12"

(注) * 印 () 内は電源周波数 50~ の場合



第5図
総合系統図

Fig. 5.
Overall Television System

防熱板およびその開閉装置

(非常の場合視窓を閉じ、カメラを保護する)

警報用温度継電器

(カメラ周辺の温度が上昇した場合の警報用)

カメラカバー (防塵用)

冷却水用ポンプ

冷却空気用送風機 (シーリングエアファンを共用)

(c) 水面計監視用

カメラカバー (防塵用)

これらの詳細については後述する。

第5図(前頁参照)に装置の全系統図を示した。

[IV] 煙 監 視

火力発電所で炉の燃焼状況を判断するために、煙突から出る煤煙を監視することは重要なことで、炉内の状況を推定して能率の向上に役立たせている。

テレビジョンで煙を監視する場合最も重要なことは、戸外の天候、明るさが変化しても、煙の濃度を誤りなく受像画面に再現し、操作者をして濃度判定にあやまりなからしめることで、これはなかなか難しい問題である。

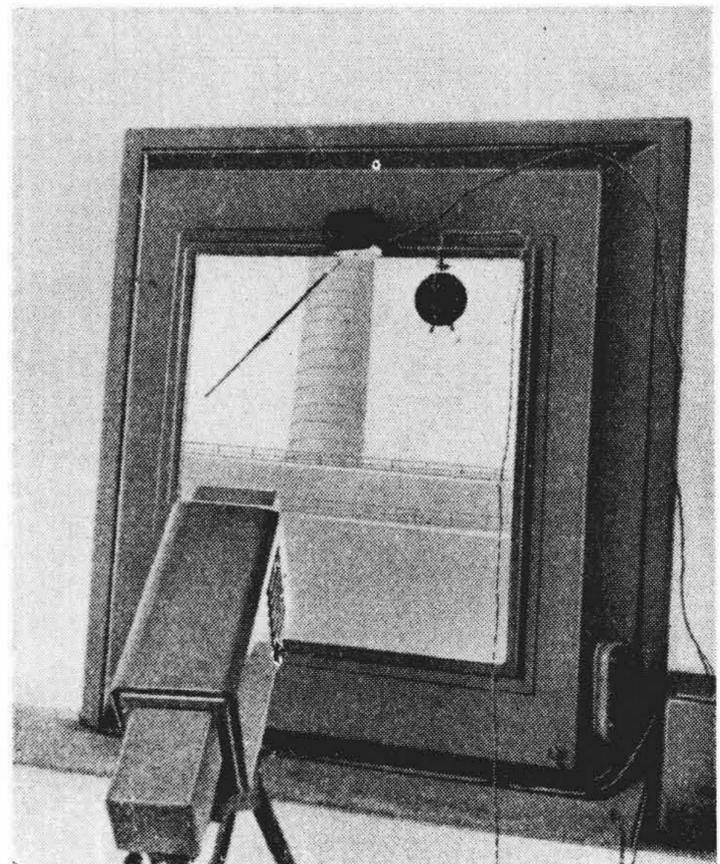
この点については、日立製作所中央研究所角野氏らが種々検討した結果⁽²⁾、被写体およびその近傍の反射率と受像管の明るさ (Brightness Control) との間、被写体附近の照度と映像増幅器の利得 (Target Control または Contrast Control) との間にそれぞれある関係が存在し、この関係にしたがって調整すれば正しい受像がえられることを確めた。すなわち周囲条件の種々変化する被写体を監視するには、まず被写体附近の反射率によつ



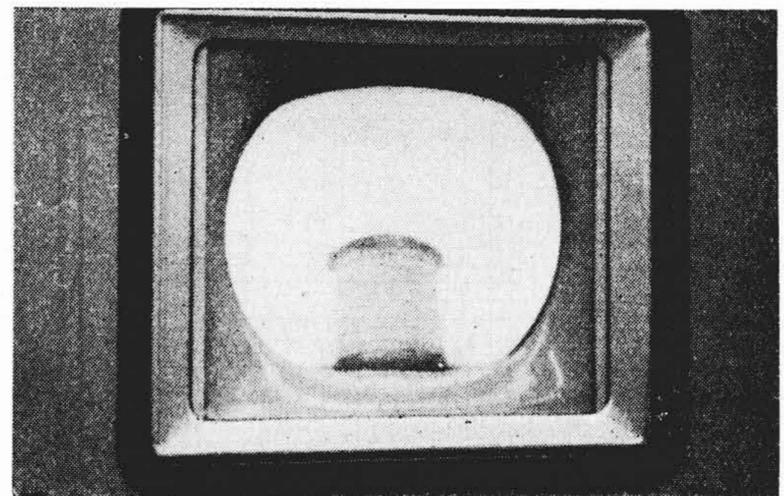
第6図 煙監視用カメラハウス
Fig. 6. Camera-house, to Observe the Chimney Smoke

て受像管の Brightness Control の位置をあらかじめ定めておき、被写体の明るさの変化に応じて映像増幅器の利得を Target または Contrast Control により適当にする。かくすることにより、受像は的確に被写体の状況を再現し、操作者が誤認することはなくなる。煙監視の場合にはこのような調整法が是非必要である。本装置においては、カメラハウスの視窓に照度計を取付け(第6図の窓右上方の丸いもの) その指示を制御卓上の制御盤のメータ(第7図)でよむようにしてある。受像を常に最良状態に調整するには、メータの指示にしたがって制御盤上の Target または Contrast 調整のツマミを回すだけでよい。

カメラは第6図のカメラハウス内に設置されている。カメラと煙突上部との距離は約 100 m でレンズは F1.8 50 mm レンズを使用している。(絞りは 5.6 で使用)



第7図 カメラの設置状況(煙監視)
Fig. 7. Camera Setting in the Camera-house



第8図 煙の画像
Fig. 8. Picture of Chimney

なお防雪、防水用として、視窓にワイパー、視窓外部に 300 W の電熱器 2 箇を設けてあり、これらの接断は制御卓より遠隔操作できるように考慮されている。

第7図にカメラの設置状況を示す。第8図は煙突および煙の受像写真である。

屋外の照度は大幅に変化するが、レンズ絞りを固定しておいた状態で約 300 lux より 100,000 lux くらいまでは前述の Target または Contrast 調整により、実際の煙の濃度とほぼ相似な画像をうることができる。さらに照度が 100 lux 程度に下ると(たとえば薄暮)受像はできるが画面における煙の濃度は実際の濃度と一致しなくなってくるようである。すなわち被写体の必要照度としては、300 lux が現在における実用の限界と考えられる。

[V] 炉内監視

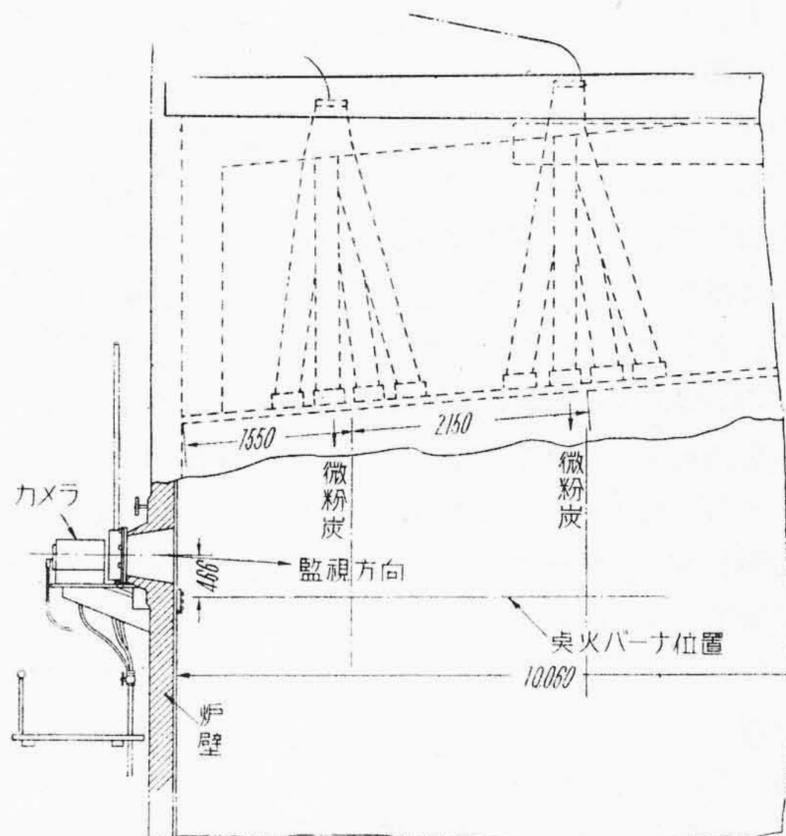
高圧蒸気発生用ボイラの燃焼については、着火当初のバーナの燃焼状況が大事であるが、従来この詳細が観察できず、しばしば危険を伴い、かつ運転員にとっては面倒な仕事であった。しかしテレビジョンにより中央制御室内で炉内を監視できるようになってから着火時のみならず、負荷時においてもその燃焼状況の良否を判定できることになり、危険防止と能率の向上に役立っている。

炉内をテレビジョンにより監視する場合最も問題となるのは、監視視野の決定(炉壁視窓位置の選定)とカメラ冷却方法である。

(1) 視窓位置の選定

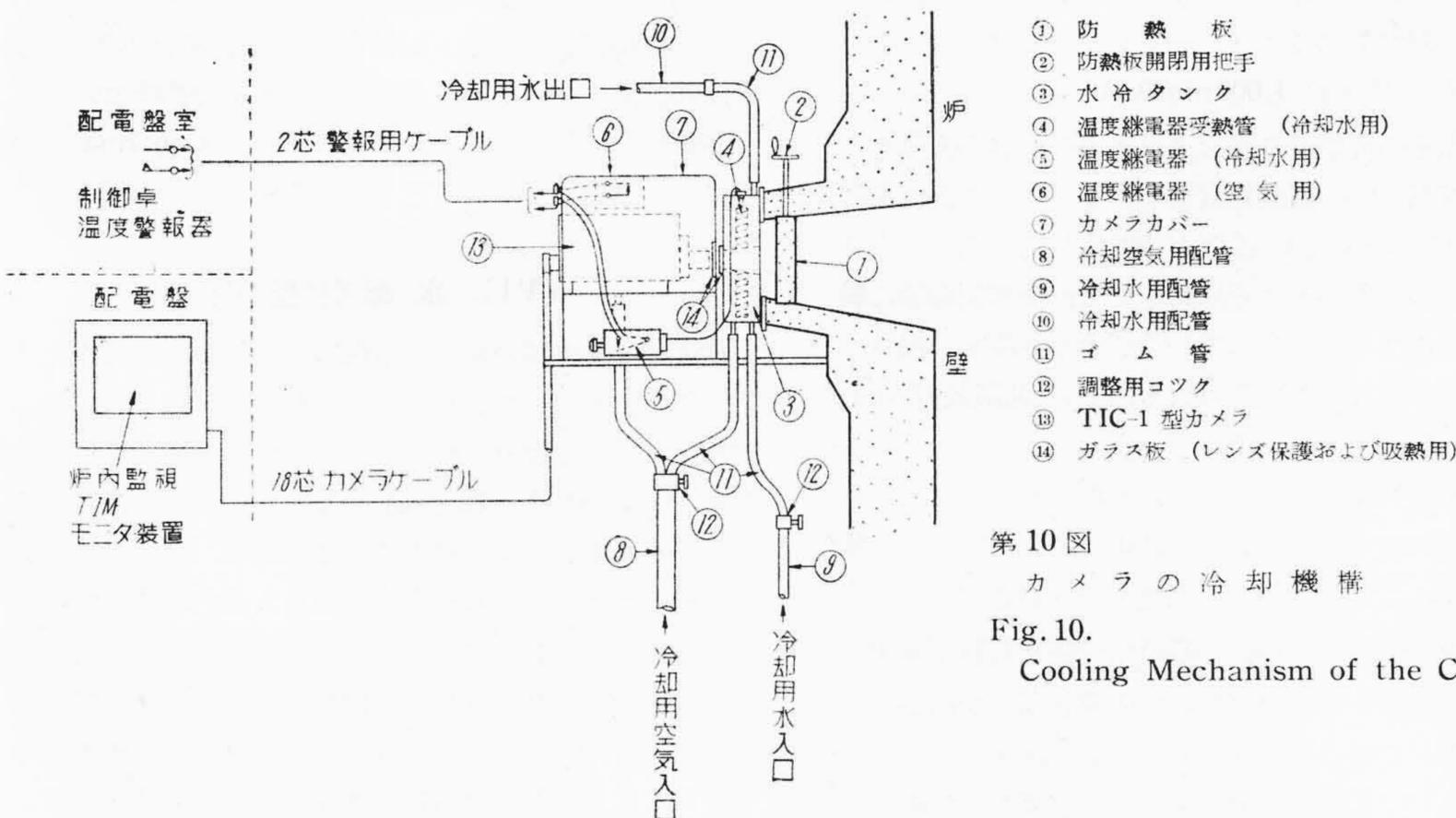
砂川第二火力発電所のボイラは日立バブコック社設計による容量 170 t/h の我国最初の単胴輻射型で⁽³⁾、微粉

炭は炉天井より噴射され、バーナ面で点火する。視窓はバーナ面のやや上部の炉壁にあけ、点火時の燃焼状態の監視に重点をおくためカメラを少々下方に向けバーナ面を視野に採るようにした(第9図参照)。視窓はなるべく小さくするため、カメラは炉壁に近づけるのが好ましいが後述する冷却の関係よりカメラのレンズ位置は炉壁水管より約 540 mm の位置に定めた。レンズは F1.8 50 mm レンズを用い、視角は 17° にとつてある。したがって炉壁視窓の大きさは約 240×240 mm となった。



第9図 炉内監視カメラの炉壁取付位置
Fig.9. Camera Setting Position on the Furnace Side Wall

汽缶室



- ① 防熱板
- ② 防熱板開閉用把手
- ③ 水冷タンク
- ④ 温度継電器受熱管 (冷却水用)
- ⑤ 温度継電器 (冷却水用)
- ⑥ 温度継電器 (空気用)
- ⑦ カメラカバー
- ⑧ 冷却空気用配管
- ⑨ 冷却水用配管
- ⑩ 冷却水用配管
- ⑪ ゴム管
- ⑫ 調整用コック
- ⑬ TIC-1型カメラ
- ⑭ ガラス板 (レンズ保護および吸熱用)

第10図
カメラの冷却機構
Fig.10.
Cooling Mechanism of the Camera

(2) 冷却方法

カメラの撮像管にはビデオコン (RCA 製 6198) を用いているが、この最大使用周囲温度は 50°C 以下と規定されている。しかるに炉壁周辺は 40°C 以上の高温であり、また $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上の高温炉内よりカメラへ落ちてくる輻射熱も非常に大きい。したがってこれら両者に対してカメラを適当に冷却する必要がある。この問題は本装置のうちで最も困難でその解決には数次にわたる計算と実験、試作を繰返えすなど非常に苦心を要した。

本装置に採用した冷却方式は水冷、空冷を共用したもので第10図(前頁参照)に図示した。カメラ⑬と炉視窓との間に冷却水タンク③を設け、この内に漏斗状の覗き孔をあけ周辺に冷却水を流す。水冷タンク覗き孔のカメラ側およびレンズ前面のカメラカバー⑦壁にカメラの保護および吸熱用としてそれぞれ耐熱、吸熱硝子⑭を取付ける。水冷タンクを用いた理由は、カメラが高温の炉壁よりの伝導および輻射により熱せられることが大きく、これを防止するためである。炉内よりの輻射熱は、水冷タンク内の漏斗状孔の立体角を小さくしてガラス面に落ちる輻射エネルギーを小さくしたこと、2枚のガラスの吸熱効果により、レンズおよびカメラこれはほとんど到達しない。また冷却空気は二手に分れ、一つはカメラカバー内へ入ってカメラの冷却を行い、他は水冷タンク内を通って炉側より耐熱ガラス前面に吹付け、ガラスの冷却と、炉内より飛来する灰がガラス面に附着することを防止している。

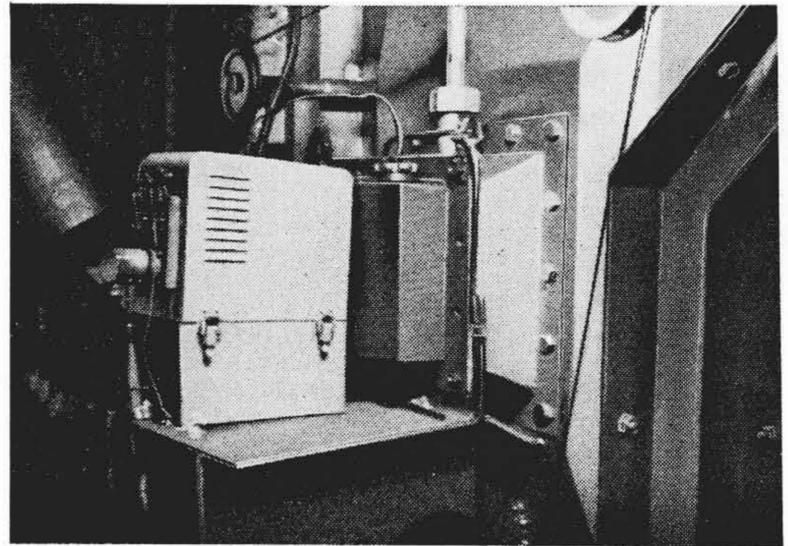
この方法によれば、冷却効果はほぼ完全で、カメラおよびレンズの温度は 40°C 以下に押えることができた。第11図はカメラおよび冷却器の炉壁への取付状況を示す。

冷却水は発電所の雑用水を使用し、ポンプで循環させる。また冷却空気はミルのシーリングエアファンより供給をうける。(風圧約 $1,000\text{mmAq}$)

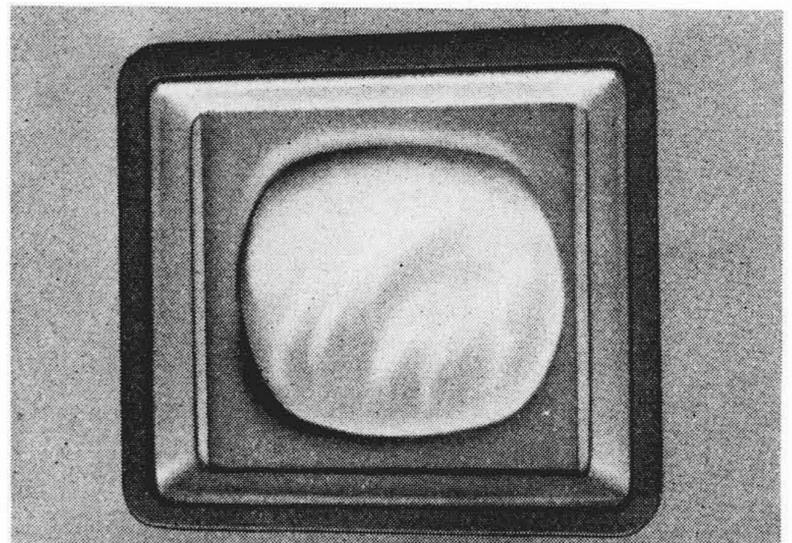
なお断水その他により水冷タンク内の水温が上昇したときは第10図④⑤の温度継電器が、またなんらかの事故によりカメラカバー内の温度が 50°C 以上になったときは⑥の温度継電器がそれぞれ動作して、中央制御室に警報を与えるように考慮されている。その他非常の場合カメラを保護するため①の防熱板を閉じて(遠隔制御可能)炉内よりの輻射熱を阻止する。

炉内は輝度が非常に高いので、実用に当ってはレンズの絞りは相当深く絞った状態で使用する。したがって焦点温度が深く、レンズの焦点調整を行う必要がない。

着火時の燃焼状況は画面に明瞭に受像せられ十分実用になる。微粉炭を入れた負荷時の燃焼状況は炉内が一様に明るくみえるだけで、コントラストの差が少いため、受像は見にくくなるが、微粉炭が上から落ちて燃焼に入



第11図 炉内監視カメラおよび冷却器の取付
Fig.11. Camera and Cooler Installation
(For the Observation of the)
Furnace Interior



第12図 点火時の炉内燃焼状況
Fig.12. Picture of Furnace Interior when
Ignited

る状況は観察できるし、燃焼状況が不調になったときはすぐ判別がつく。第12図に点火時の炉内受像画面を示した。この場合も煙監視と同様に、絞りの調整は不要で(絞りは16に固定してある)、点火時より最大負荷時にわたる炉内輝度の変化に対し、Target または Contrast の調整により最適受像をうることができる。

[VI] 水面計監視

従来ボイラ内部の水位の監視は反射鏡を数段繰返えすような方法をとっていたが、長い距離の数段反射で像の鮮明さは著しく損ぜられるし、その他の間接的な指示計器もうまくゆかず、爆発事故を起した例が少ない。ところがテレビジョンを使用すれば、指示が直接的で誤認のおそれもなく、危険防止と同時に人員の節減を図ることができ大いに有効である。

水面計をテレビジョンで受像する場合、単色、二色を問わずいずれも水のある部分とない部分が受像画面にコントラストの差として現われず、ただその境界面が見え

るだけでこれでは誤認することが多く実用にはならない。したがってテレビジョンによる水面計監視を実用化するためには、水面計に特殊の工作を必要とする。

今回監視に用いた水面計はデュランスの二色水面計で、水の入っている部分は緑色に、水のない部分は赤色に見えるようになっていた。この場合カメラのレンズ前面に赤また緑のフィルタを置き、いずれか一方の光のみを透過せる方法も考えられたが、これではビデオンに入る照度が不足して実用にならない。そこで筆者らの採用した方法は、水面計前面にあるフィルターガラスの位置を少しずらせ、水のある部分よりきた光のみがカメラに入射するようカメラの位置を選定する。この方法によると、水の入っている部分は白く、入っていない部分は黒く画面に現われ、両者のコントラストの差が歴然とするため非常に水位が見やすくなり、誤認のおそれなくなる。第13図に受像写真を示した。

カメラは水面計の前方約3mの位置に取付け、レンズはF2.5 35mmのものを使用した。カメラは木箱のカメラカバー内に収容したが、水面計附近は甚だ温度が高いため、カメラカバーに小孔を多くあけて冷たい外気を採り入れ冷却を図つてある。

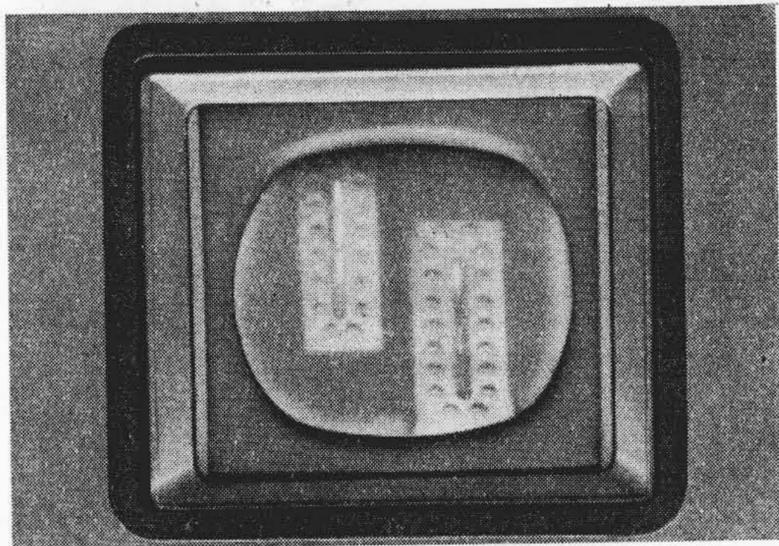
第14図にカメラの取付状況を示す。左端が水面計、右端上部がカメラである。なお水面計面上の照度はかなり低く200~300 luxである。

〔VII〕 実用の状況

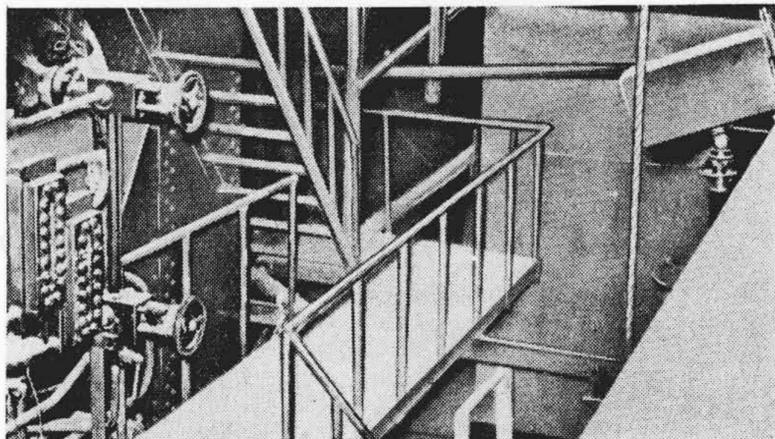
中央制御室における受像の状況は第15図に示すごとくである。図において、配電盤上の受像は向つて左より煙、炉内、水面計である。また制御卓上手前に見える3つの制御盤はいずれも配電盤上の受像機に対応して、向つて左より煙、炉内、水面計用の順に設置されている。

配電盤上の受像機は第16図(次頁参照)のごとくに設置されている。受像機の架台には特殊な点検機構を設け、点検に便な構造にしてある(第16図の中央の受像機は点検の位置におかれている)。

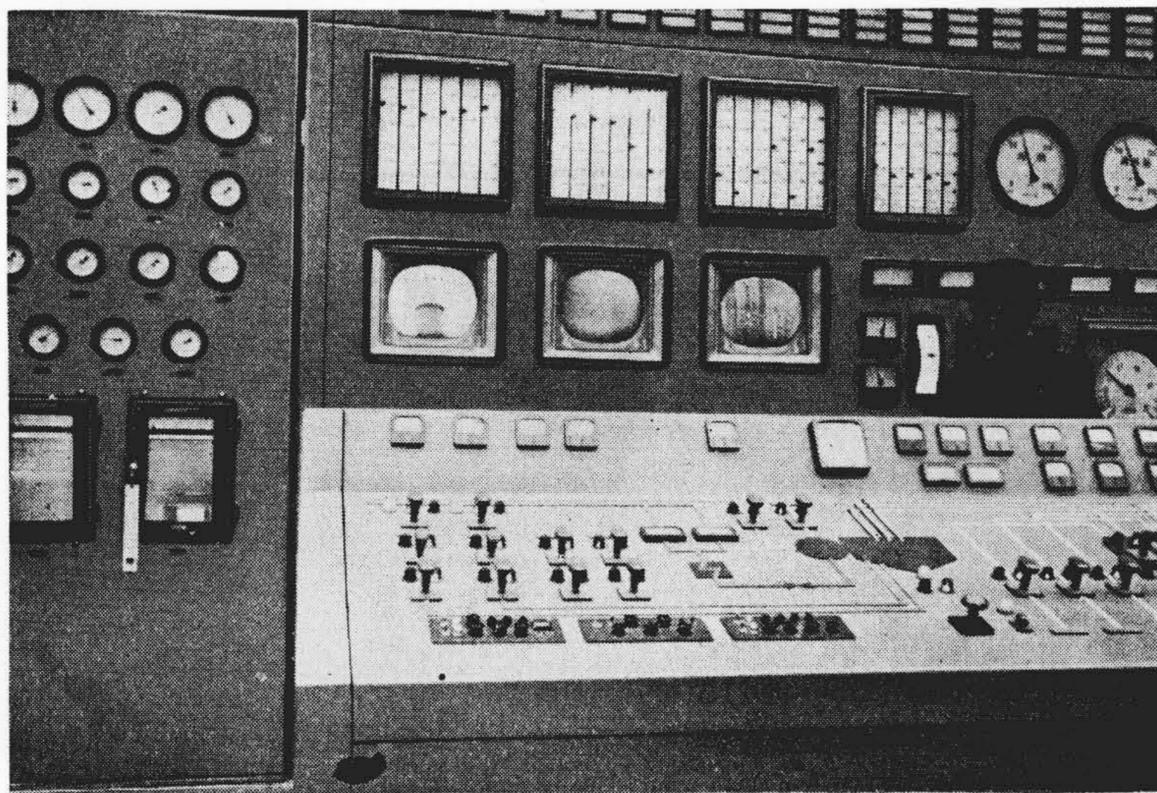
中央制御室にはテレビジョンのほかに上記3つの監視に対してそれぞれ次の計器が別に設備されておる。すなわち水位計としては、ペーレー社の3要素水位計および



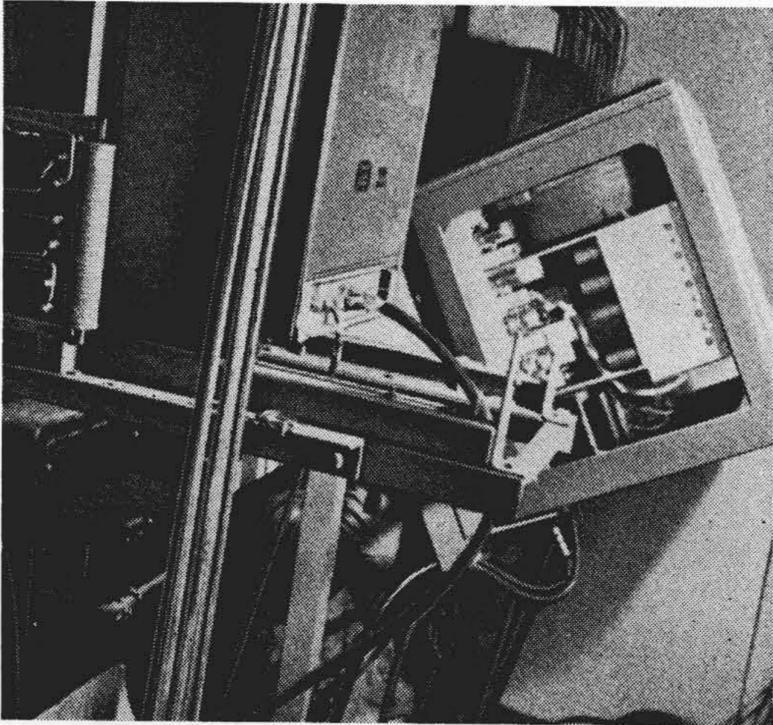
第13図 水面計の受像写真
Fig.13. Picture of Water Level Meter



第14図 水面計監視用カメラの取付状況
Fig.14. Camera Installation (For the Water Level Observation)



第15図
中央制御室における受像状況
Fig.15.
Monitors Installed on the
Switchboard



第16図 受像機の取付と点検機構
Fig.16. Monitor Installation Mechanism
Showing Inside Inspection

ヤウエー水位指示計を備えており、煙に対しては煙道内に光の通過率を測定記録する煤煙濃度計を備えている。それによつて監視および運転の確実性を確保するとともに、テレビジョン故障の場合の予備となつてはいるが、これらはいずれも間接的な計器であり、また異常の場合の応答もおそく、テレビジョンの確実性、速応性にはおよばない。したがつてテレビジョンの方が運転員により安心感を与えることになり、監視にはテレビジョンが主として使用されている。

3つのテレビジョン装置のうち最もよく使用されているのは水面計用で、炉の運転中は連続使用されている。これは水面計監視が炉の運転上非常に重要であることと、前述のテレビジョンの長所がこの場合非常に有効であるからである。火力発電所における工業テレビジョンの利用として将来最も重要なものと考えられる。

炉内監視用は点火時においては非常に重要であるが、負荷時においては燃焼状況が異常になつたとき以外はあ

まり用いられないようである。

煙監視用は夜間は別として常時使用され、燃焼能率の向上に役立っている。特に運転が異常になつた際は有効に用いられる。

〔VII〕 結 言

砂川第二火力発電所は運転員6名によつて運転されている。この人員の節減は中央制御方式が採用しかつ完全なる自動運転を行つていたのであるが、前述の工業テレビジョンの実用状況を見ると、工業テレビジョンが使用されたことにより、始めて中央制御方式が完全になつたとも考えられる。

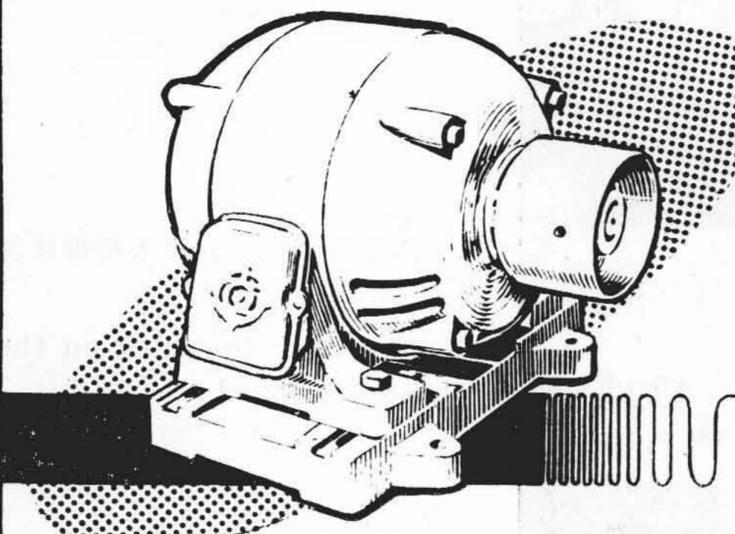
今後我国において工業テレビジョンが広く用いられることになると思うが、本装置の完成により火力発電所における工業テレビジョンの有効性が実証されたことは、今後の発展に大きな基礎を与えたものであると信ずる。

本装置は何分我国において始めてのものであり、経験も浅く、不十分な点も少くないが、これらについてはさらにいつそ研究を重ね、完全なものにしてゆきたいと考える。

終りに本装置の完成および実用に際し、終始絶大なる御指導と御援助を頂いた北海道電力株式会社砂川発電所長蔵部氏その他の関係各位、バブロック日立株式会社三代部長およびその他の関係各位、装置に御協力頂いた日立工事株式会社山田課長およびその他の関係各位ならびに終始御指導と御鞭撻を頂いた田口委員長を始めとする日立製作所内 ITV 委員会の関係各位に厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 今西,内藤: 日立評論 37 579 (昭 30-3)
- (2) 角野,今西: 電気三学会連合大会予稿 424(昭29)
- (3) 三代,成田: 日立評論 37 417 (昭 30-2)
- (4) 武井,角野,東: 日立評論 別冊 6 53 (昭 29)
- (5) 今西: テレビジョン 9 (昭 30-3)



日立モートル



7つの特長

1. 力が強い	5. 寿命が永い
2. 効率が高い	6. 外観塗装が美しい
3. 温度の上昇が低い	7. 部品の互換性が完全
4. 使い易い	

最寄の日立商品特約店又は販売店に御用命下さい。

日立製作所