

火力機器用工業計器

Industrial Meters for Thermal Power Station Use

島田 稔*

内容梗概

発電設備として火力機器の運転監視のため、流量、液面、圧力および温度などの測定用としていわゆる工業計器が多く用いられてきている。最近これらの設備の温度、圧力が上昇の傾向にあり、装置の完全な運転のために工業計器の要求は増加し、その責務も重要なものとなっている。

日立製作所においてはこれら設備に用いられる工業計器の全般について製作しており、主機器の開発にあわせて計器の進歩、改良を図っている。

筆者は日立工業計器の最近の動向について述べ、保守管理のためにとられている機構、原理などの具体例について説明し、各器種の開発、進歩について紹介する。

汽罐、汽機などの火力プラントの計装の例について計画とこれら計器の完全な運転のための保守管理上注意すべき点について説明する。

〔I〕 緒言

発電設備としての火力発電設備は、水力発電設備に比べて運転の監視のため多種類の計器を要することはいうまでもない。また最近では汽罐、汽機の高効率運転のため蒸気設備は高温、高圧化の傾向にあり、ますます多くの保安監視用の計器が使用されるようになってきた。さらにまた計器による監視のみならず、自動運転、自動制御を行い設備の効率的な運転と運転員の労力を減ずる目的のために、各種の警報器、調節計が採用されてきている。

火力機器用日立工業計器についてはすでに紹介したところであるが⁽¹⁾、その後の進歩について以下説明する。

〔II〕 日立工業計器の動向

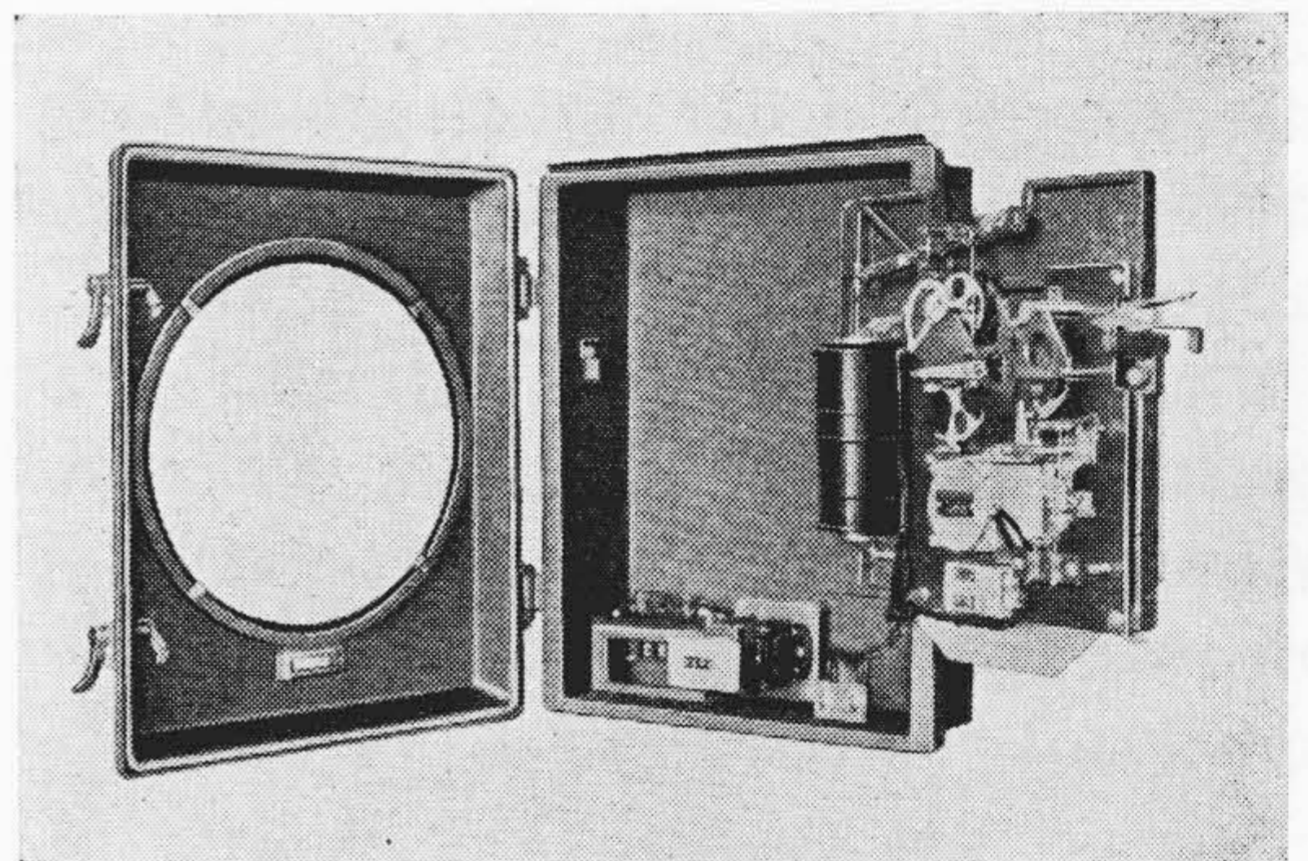
火力設備における工業計器の重要性が増加している折から、日立製作所ではこれら設備の要求に合致した性能、構造を持つ工業計器の製作に努力を続けている。日立工業計器の内容は先に発表⁽²⁾されているので、その詳細については省略し、計器の製作に当って考慮している点を記せばつぎの通りである。

(1) 保守取扱いの容易化

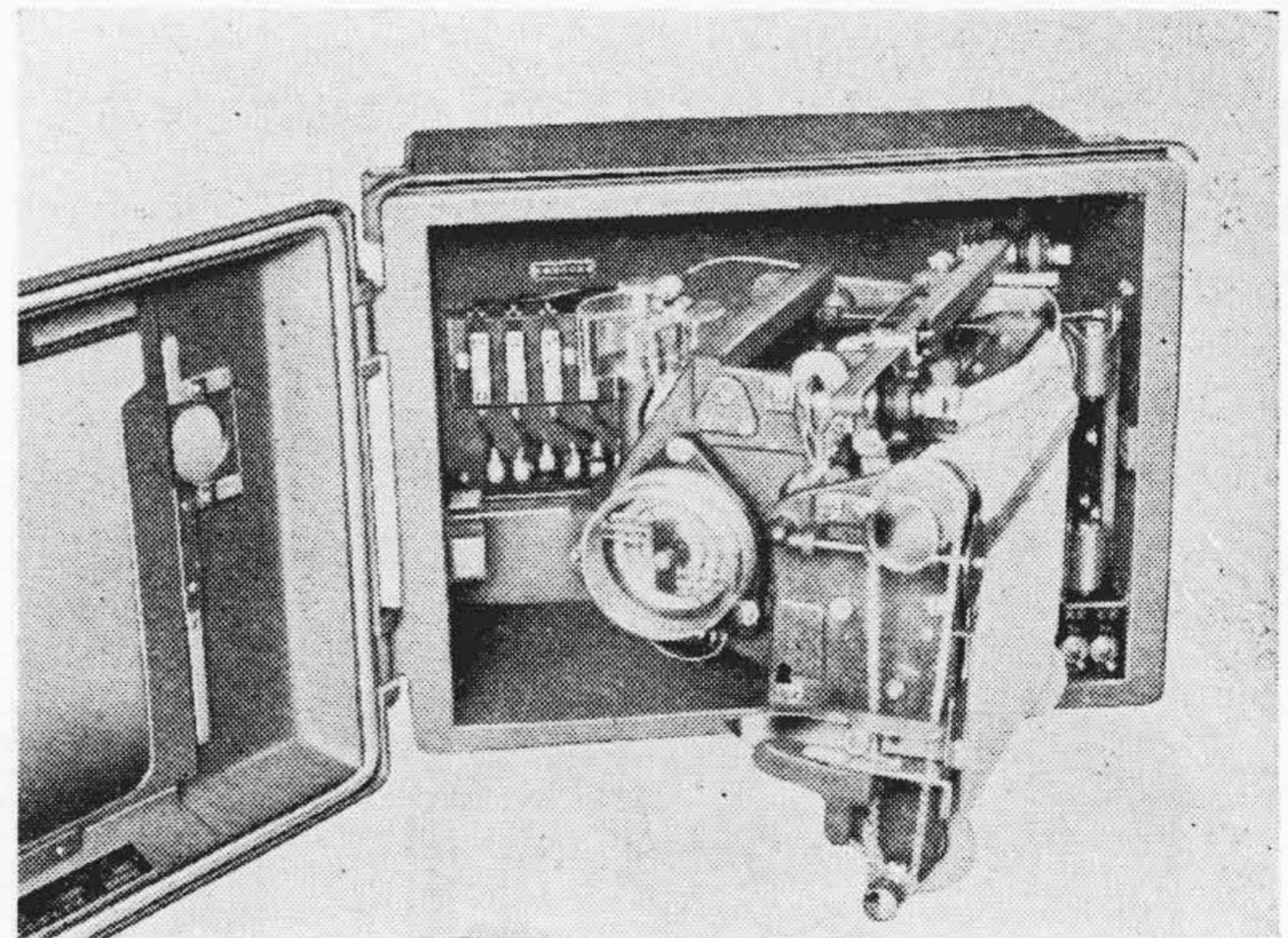
計器を完全に運転し、所要の精度、性能を長期にわたって保つためには、製作に当つての部品工作、組立調整、検査に細心の注意が重要であることはいうまでもないことである。工業計器は一般の電気機器と異なり、記録、積算、警報などの動作を行なうために連続的に動く機構があつて、使用者の保守に依存することも大きい。このためには保守点検が容易な構造でなければならない。

日立製作所においては保守の容易な構造の工業計器という点に特に考慮を払っているが、第1図～第3図に示した計器の構造はその一例で、誘導型流量計、落下棒式温度記録計、電子管式平衡計器など一連のものの内部機

* 日立製作所多賀工場



第1図 FLI型誘導型流量計内部機構
Fig. 1. Inside Structure of Type FLI Induction Type Flow Meters

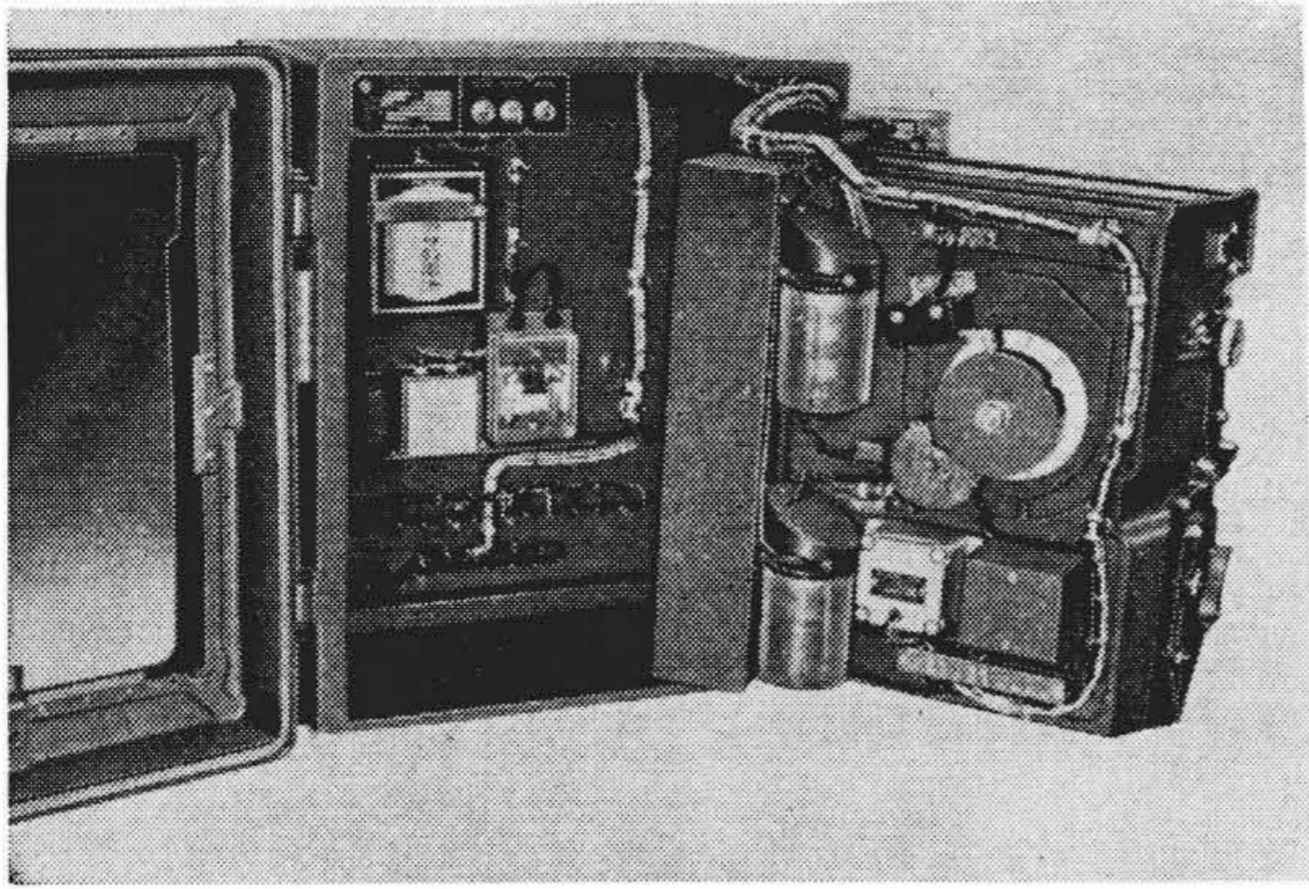


第2図 TMK型記録熱電温度計の内部機構
Fig. 2. Inside Structure of Type TMK Recording Pyrometers

構は扉形に引き出し得る構造となつている。したがつて計器は据付けられたまま、内部機構の隅々まで簡単に点検することができ、注油、清拭、機構の調整などが容易に行なうことができる。

(2) 防塵への配慮

火力設備ではその設備の性質上、粉塵に曝され、一方



第3図 TVK型電子管式記録計内部構造図
Fig. 3. Inside Structure of Type TVk Electronic Recorders

計器というものは繊細な機構，部分があつて塵埃を極度に嫌うものである。したがつて計器は塵埃に対して完全に保護されるよう特別の注意が払われていなければならない。

計器のパッキングは塵埃の侵入を完全に防止できるような材質，構造となつている。記録計などのカバーを開閉する頻度の多いものは無関心な開閉によつてカバー，ケースの上縁に沈積した埃が内部を汚すことも多いので，この点については構造上特に意を用いている。

内部についても，たとえば可動線輪型計器のメータパート，電子管平衡計器の摺動抵抗器などの計器の生命部ともいふべき部分には内部カバーを用いて保護している。多点記録計の切換スイッチは接触不良を起し測定不能の原因となることが多いので，これも完全なカバーを用い，電子管平衡計器に見られるように油入とすることもある。(第3図参照) これらのカバーはプラスチックの利用によつて内部の点検も容易である。

(3) 計器寸法の統一

各種機器の計装の発達によつて多種類の計器が用いられるようになってきているが，これらの有機的な監視の

ためには計器盤へ集中して監視することが多い。計器盤の有効な利用と集約上の美観の点，および計器配置の変換の便宜のためなどから計器寸法の統一は望ましいことである。

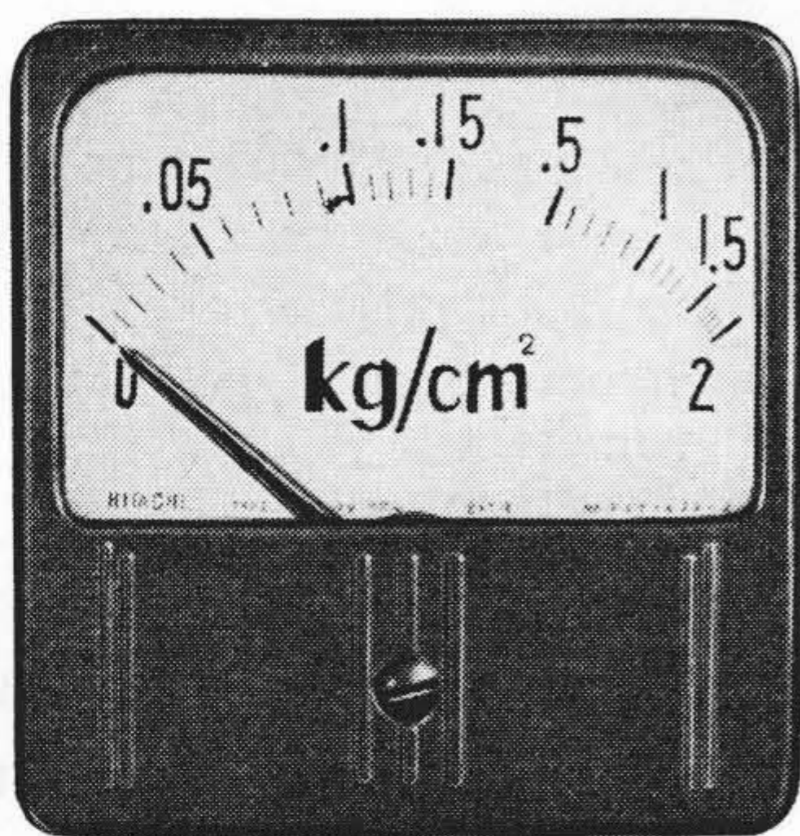
工業計器には大型計器として公称10吋，12吋のダイアルチャートまたはストリップチャートの記録計が用いられることが多いが，一般にはこの両者の計器寸法は異なつている。日立製作所においては流量計，液面計，調節計などに用いられる300φダイアルチャートの記録計の寸法によつて，指示計および目盛幅250mmのストリップチャート式電子管平衡計器を製作し，一連の工業計器が同一寸法となつている。中型記録計として150mmストリップチャートがあるが，計器の横幅を大型計器と同寸法として盤面の利用率を上げている。

計器の寸法は最近小型化の傾向にあるが，発電設備用の工業計器は配電盤へ集中されることが多く，他の電気計器と同一寸法，体裁であることが必要である。流量計，液面計，圧力計などについて小型計器として作製されたものがS₂₄型計器(140mm角)SR₂₅型計器(140mm角，広角)SR₃₅型(110mm角，広角)などである。(第4図～第6図参照)

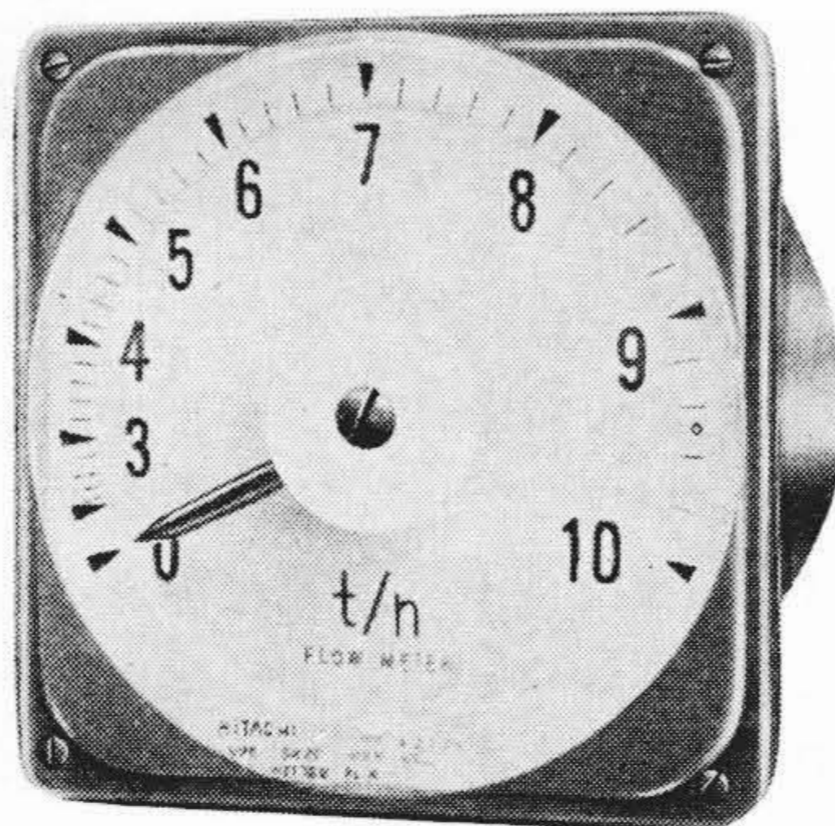
(4) 動作原理，構造の統一

流量，液面，圧力など一連の計器はその測定対象の性質から検出部分は異なるが，遠隔測定など行なう場合には統一された方式とすれば，計器の構造は同じものとなり，取扱い者の理解を容易にし，予備部品の種類を減らし得るので保守管理の上からも有利である。またこの統一すべき原理を検出部の能力の許すかぎり構造が簡単で，取扱いの平易なものとするべきことはいうまでもない。

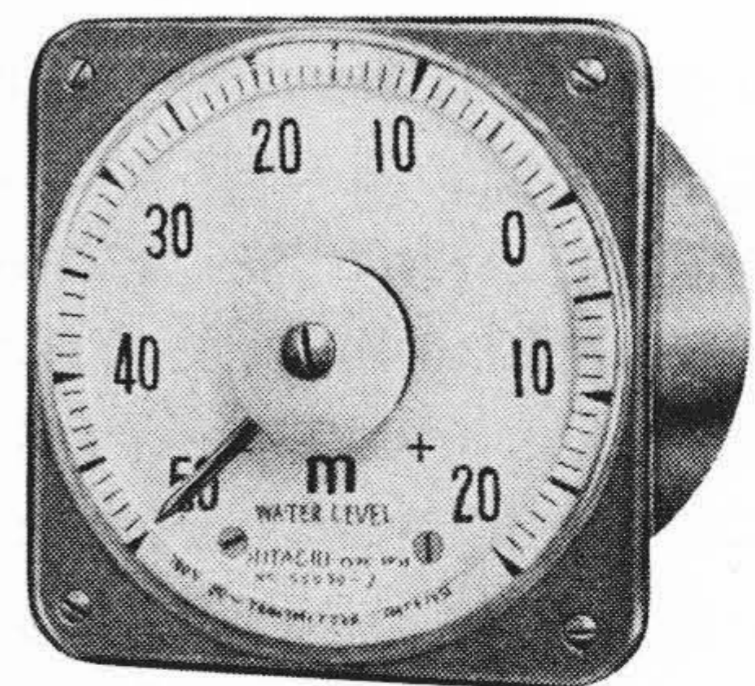
第7図はタービン発電機水素冷却装置への計装図⁽³⁾であるが，ここに必要とする計器は圧力，液面，液面差，ガス濃度などで，それぞれ指示計，記録計，調節計，警報器が必要である。この遠隔測定方式をすべて誘導型原理



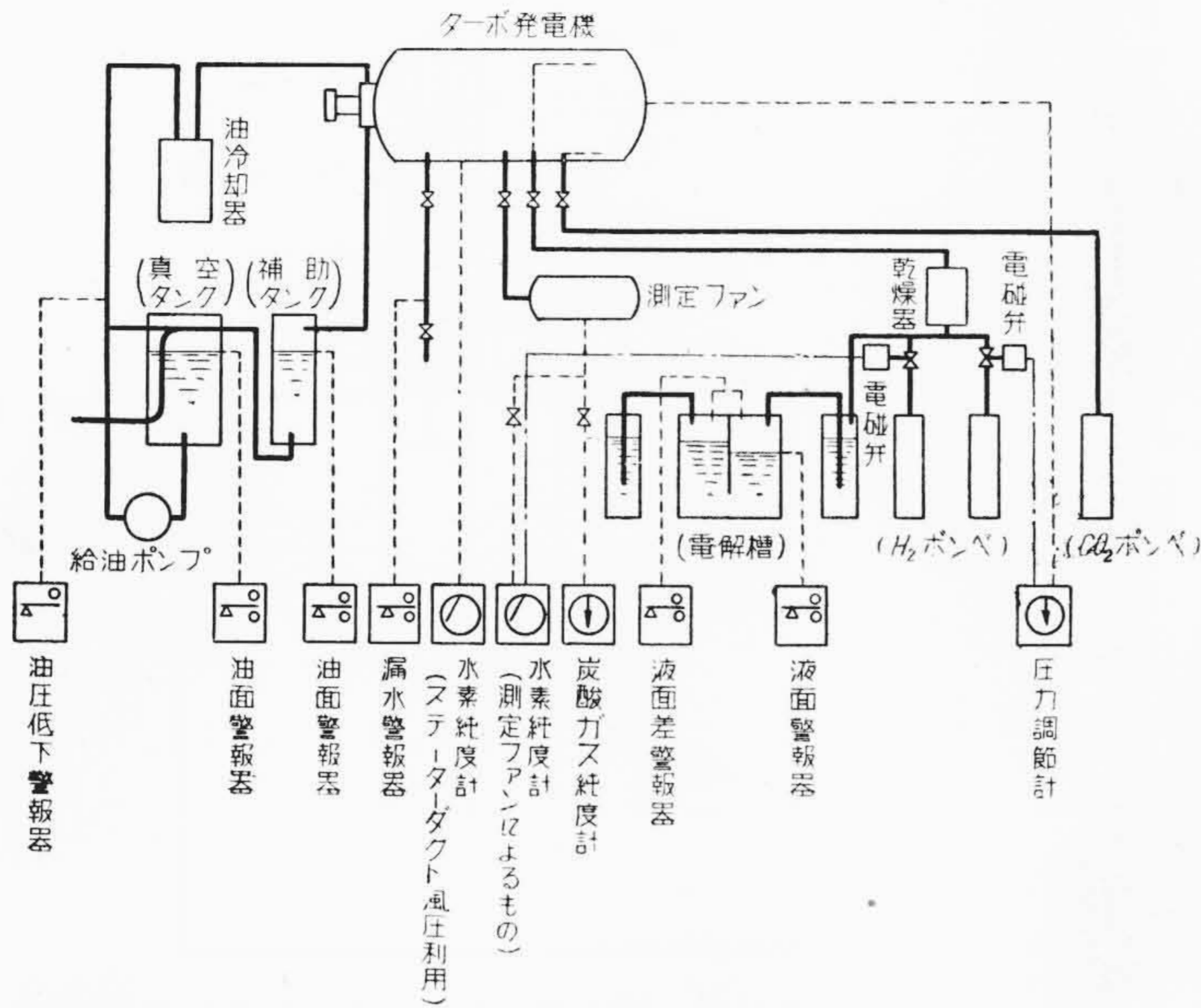
第4図 S₂₄型圧力指示計
Fig. 4. Type S₂₄ Pressure Indicators



第5図 SR₂₅型流量計
Fig. 5. Type SR₂₅ Flow Indicators



第6図 SR₃₅型液面計
Fig. 6. Type SR₃₅ Level Indicators



第7図 水素冷却装置計装図
Fig. 7. Instrumentation for Hydrogen Cooling Plants

に統一したものを製作し好評を得ている。

流量計には誘導型原理によつて遠隔測定を行なうものと、環状天秤式流量計による直接差圧測定のものがあるが、環状天秤式の構造は第8図に示したごときもので、第1図に対比してほとんど同じ構成となつている。

(5) 検定装置の具備

装置の運転中に計器の動作、指示の確認を行いたいという要求はしばしばあることで、また一方このために測定を中断することは望ましくない。この相反する条件を満足するように計器には押しボタン、切換プラグによつて任意に検定できる装置を具備するようにし、計器の点検を容易にして計測運転の信頼度を高めている。

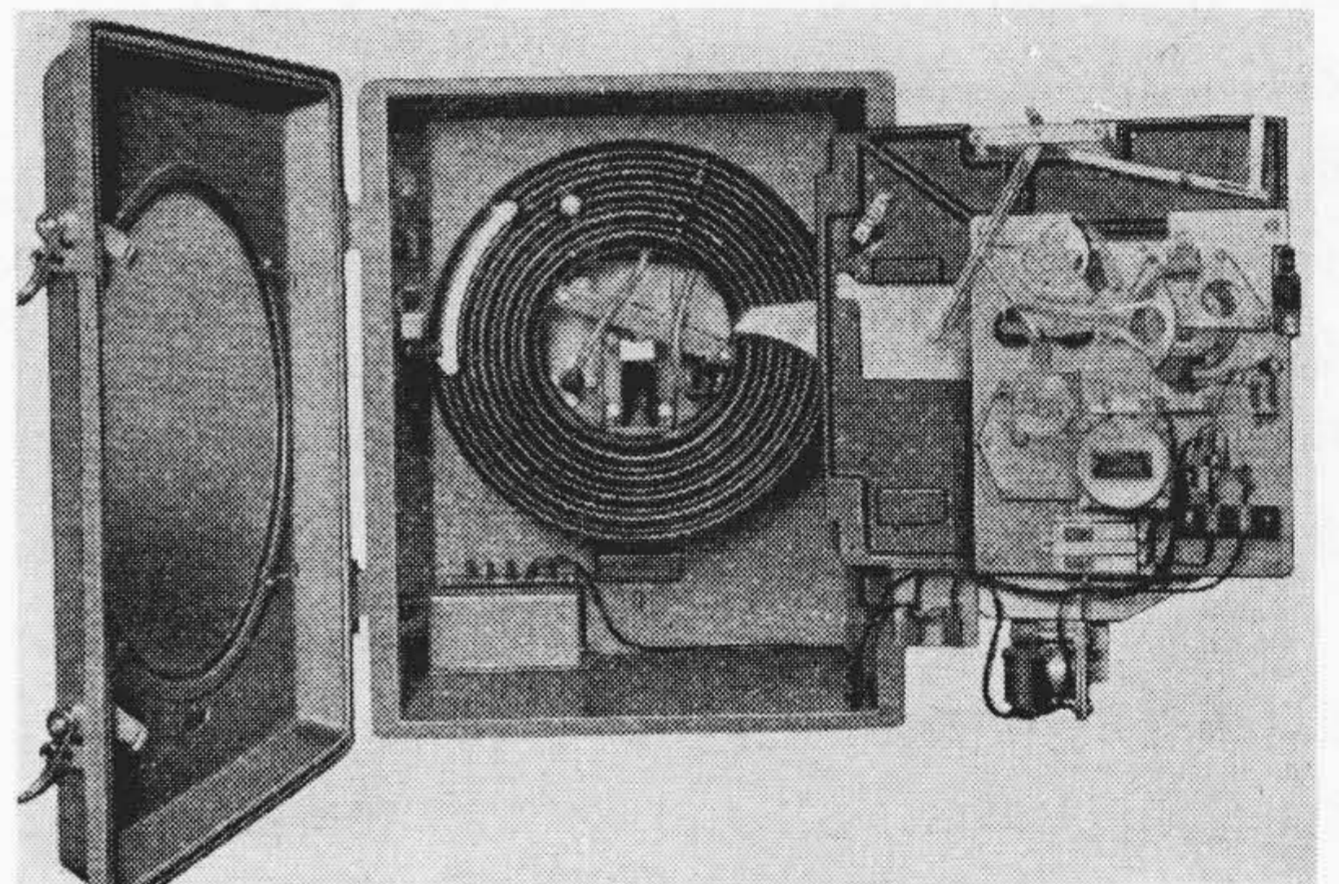
〔III〕 工業計器最近の開発

一般の工業プロセスと同様に火力機器においても測定対象としては流量、液面、圧力、温度などがあり、分析計器としては汽罐の煙道ガス分析、復水、罐水の塩分濃度などが重要なものである。これらの計器については前章に記したごとき点に留意して改良、開発を図つているが、火力機器用のものとしては設備の高温、高圧化に必ずや開発されつつある。

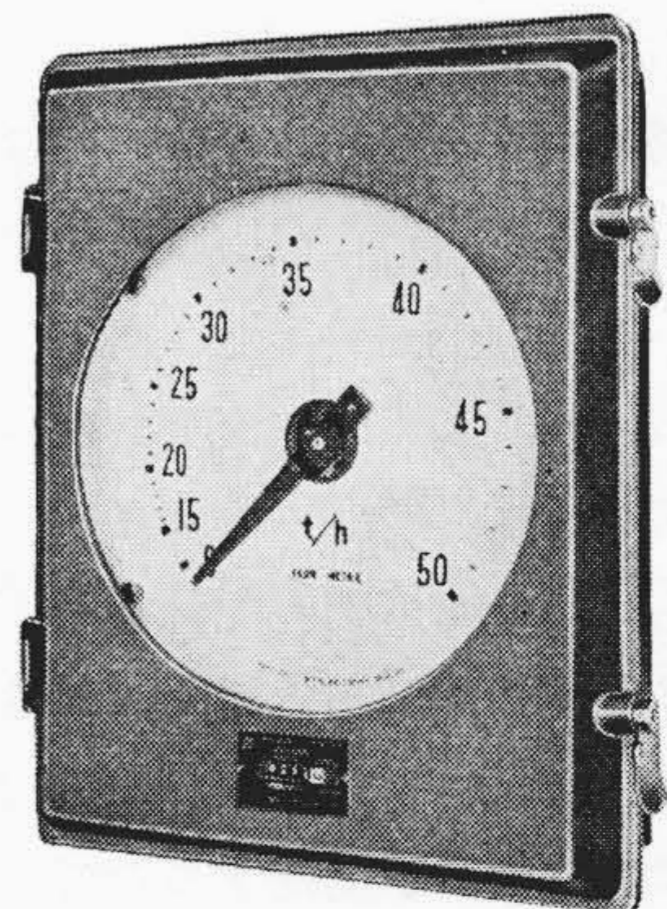
(1) 流量計

流量計は各種工業計器の中でも重要なもので、精度が高く、保守の容易なものが要求される。

指示、記録、積算を必要とし、計器の寸法も大小のものが用途によつて要求される。大型指示計としては第9図に示した広角指示計があり、小型計器としては第4図、第5図に示したものも作られている。



第8図 FBQ型環状天秤式流量計
Fig. 8. Type FBQ Flow Meters (Ring Balance Type)



第9図 FLI-A型流量指示積算計
Fig. 9. Type FLI-A Indicating and Integrating Flow Meter

積算計は機械的積算方式を採用し、その機構は第1図に見られる内部機構の大部分を占めておるもので、動作の確実なことを狙って製作している。差圧式流量計の指示は流量の自乗に比例するので、積算の原理はこれをカムによつて開平して限時機構へ移し、流量に比例した接点（水銀スイッチ）の閉路時間となし、この接点によつて同期電動機による積算時間計を起動、停止して、流量を積算する方式である。

受量計器の開発とともに高圧流体の測定のため第10図に示した高圧流量計発信器が完成した。本器は標準型の誘導型発信器と同じ構成のもので、耐圧構造に留意して製作されており、常用 300 kg/cm^2 まで使用できる。

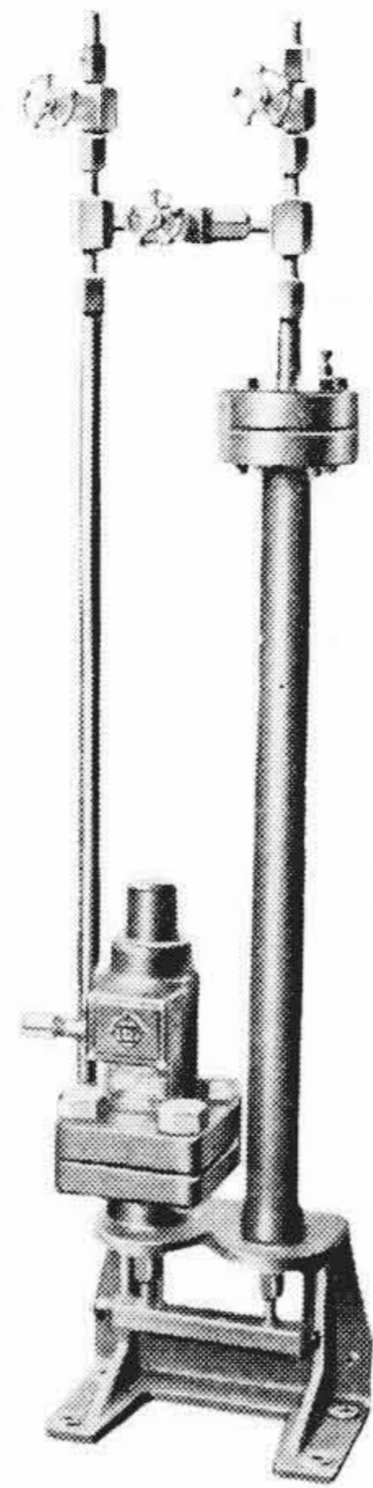
低圧の燃料ガス、送風量の測定は圧力損失を最小限に止めることが必要で、沈鐘方式または環状天秤が製作され、常用流量における圧力損失が水柱 10 mm 以下のものが納入されている。

また流量の積算方式として電気的な連続積算計も研究されている。

(2) 液面計

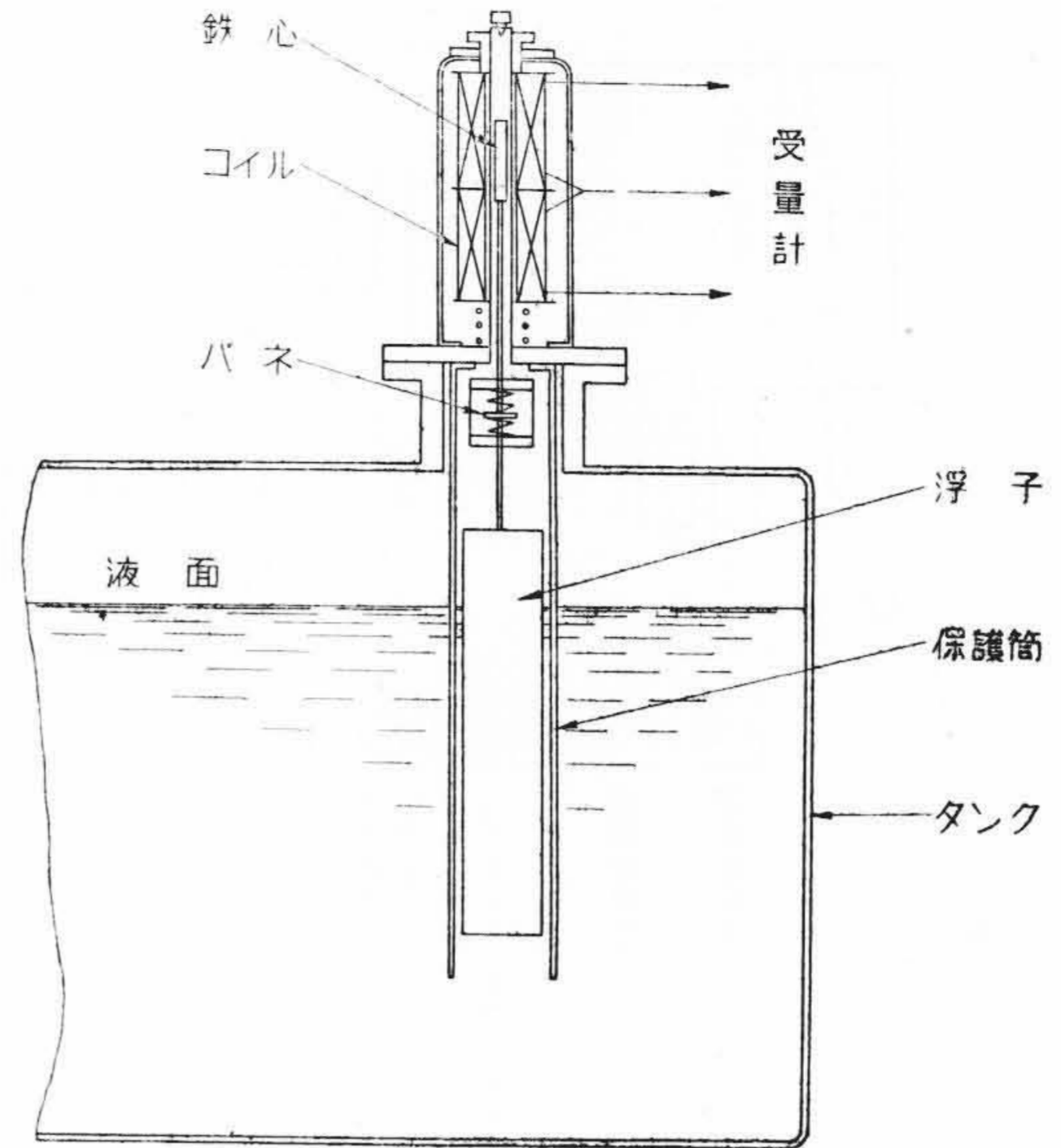
火力設備にて水位の測定監視はゲージグラスによつて十分その目的が達せられる部分も多いが、高圧に対する安全性、遠隔測定、警報などの上から、電気的な液面計を必要とするものも多い。この用途には差圧式誘導型液面計が適している。

差圧式誘導型液面計は差圧式流量計とほとんど同じ構造で流量計と同じように開発、改良されている。この方式は測定範囲も広く、本体への配管も簡単であるが、汽罐汽胴のごとき凝結蒸気のある場合以外は基準液面を必要とするので、装置によつては応用の困難な場合もある。浮子型液面計は直接液面を測定するので取扱いが容易である。一方一般の浮子型液面計は浮子レバーの支点に容器への貫通部があつて不利な点がある。第11図に示す誘導型液面計発信器は上述の差圧式と浮子式の欠点を除い



第10図 FLR-H型流量計発信器 (300 kg/cm^2 用)

Fig. 10. Type FLR-H Transmitter for Flow Meters (Operating Pressure: 300 kg/cm^2)



第11図 NLF型浮子式液面計発信器原理図
Fig. 11. Principle of Type NLF Float Type Level Transmitters

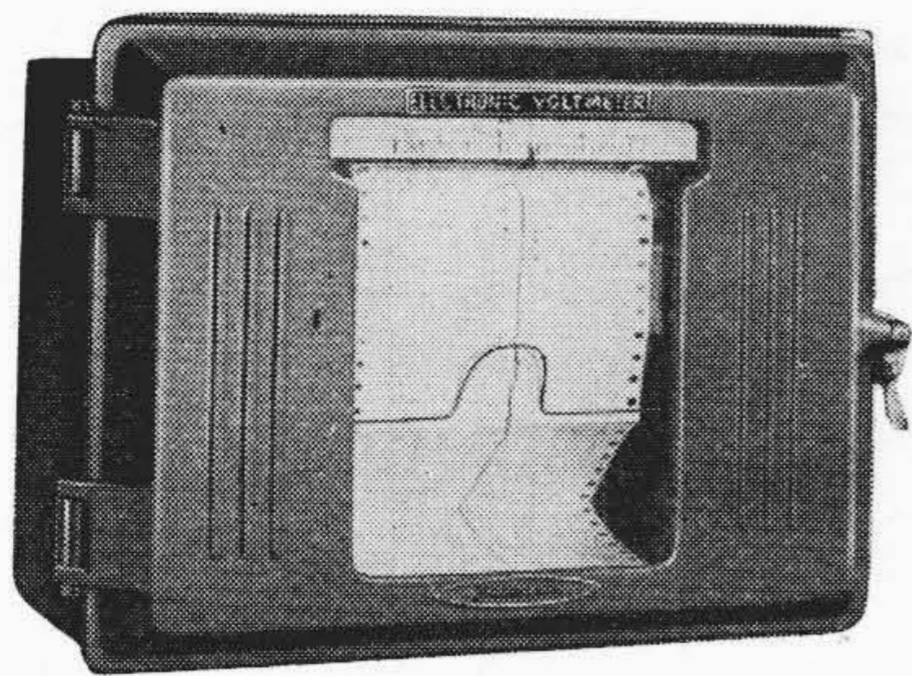
た方式である。図示の通り浮子はバネによつて液中に懸垂されており、液位の変化によつて浮力が変化し、浮子の上部にある鉄心の位置が変化する。この鉄心の偏位を誘導型原理によつて遠隔測定するもので、差圧式と同様の各種の受量計器が用いられる。構造、取扱いも簡単で基準液面を得ることが困難な場合によい。原理上浮子の大きさは液面変動範囲以上の長さを要するので測定範囲は $1,000 \text{ mm}$ 程度のものに適している。

(3) 圧力計

火力機器において圧力の測定範囲は数 mm 水柱程度の炉圧測定から給水、蒸気圧力のように 100 kg/cm^2 内外の高圧の範囲におよんでいる。

汽罐各点のドラフトの測定には環状天秤式ドラフトゲージが用いられるが、汽罐運転のためには必須のものとなつている。自動燃焼制御装置の普及によつてドラフトの直接監視の必要は減じているが、運転結果の記録のため自記記録の必要が増している。環状天秤により直接指示するとともに誘導型原理による発信器を内蔵し、交流比率計によつて多点記録を行なう記録計を開発し好評を得ている。

集中制御方式の採用によつて、圧力を遠方指示する必要が多くなつている。高圧の配管を遠方まで設置することは費用と保安の上から好ましいことではなく、また比較的低い圧力にあつては取出点と計器の設置点との水頭差による補正を必要とすることが多い。これらの欠点は電氣的に遠隔測定を行なうことによつて解決されてい



第12図 Q₆型電子管式記録計
Fig. 12. Type Q₆ Electronic Recorders

る。第2図と同一寸法の遠方指示圧力計はブルドン管圧力計（東京機器工業製）を発信計とし、セルシンにより遠隔指示するもので、他種電気計器とともに配電盤に設置され、総合的監視に用いられて好評を得ている。

(4) 温度計

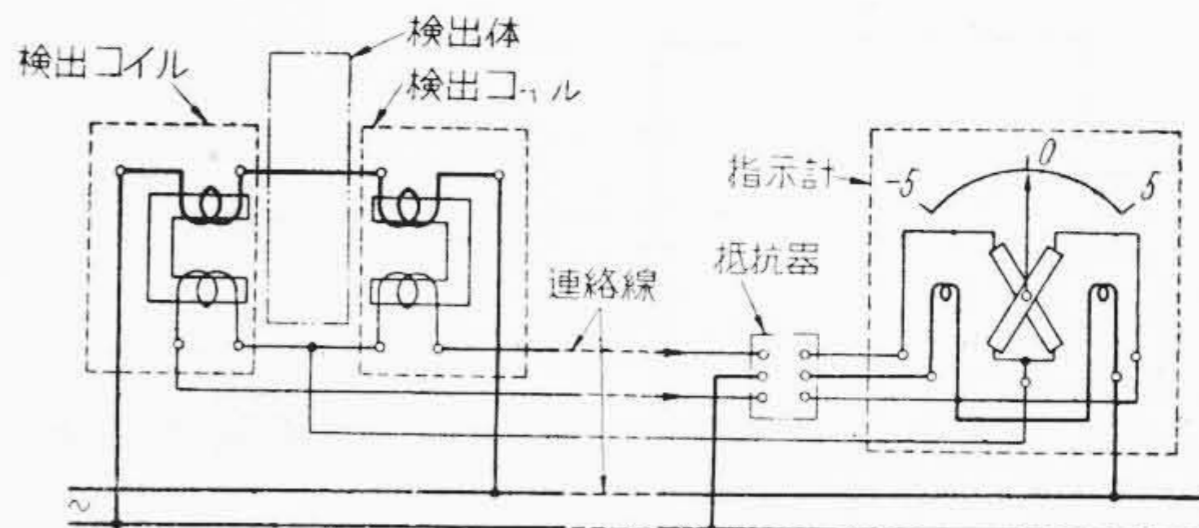
火力設備としての温度計の重要性はいうまでもないことである。測定方式としては可動線輪型計器と電子管平衡計器とがある。可動線輪型計器は抵抗温度計、パイロメータとも日立製作所独自の開発にかゝる内部磁石型計器によるもので、すでにしばしば発表された優れた特性を有している。最近その工作方法に改良を加えて目盛特性の均一化に成功し、パイロメータ記録計のチャートを標準化することができた。

電子管平衡計器はその優れた特性によりその応用分野が広まりつつあるが、大型計器の他に中型の Q₆ 型記録計が完成した。(第12図) 本器の時計機構は手動巻込式、あるいは電気自動巻込式のゼンマイ時計または親時計によるパルス式電磁時計によつて駆動され、発電設備用として好適のもので温度計の他にトルクバランス方式の各種電気量の記録計器も作られている。電子管平衡計器はその強力な回転力によつて直接接点を開閉することができるので調節計としての応用が広くなりつつある。

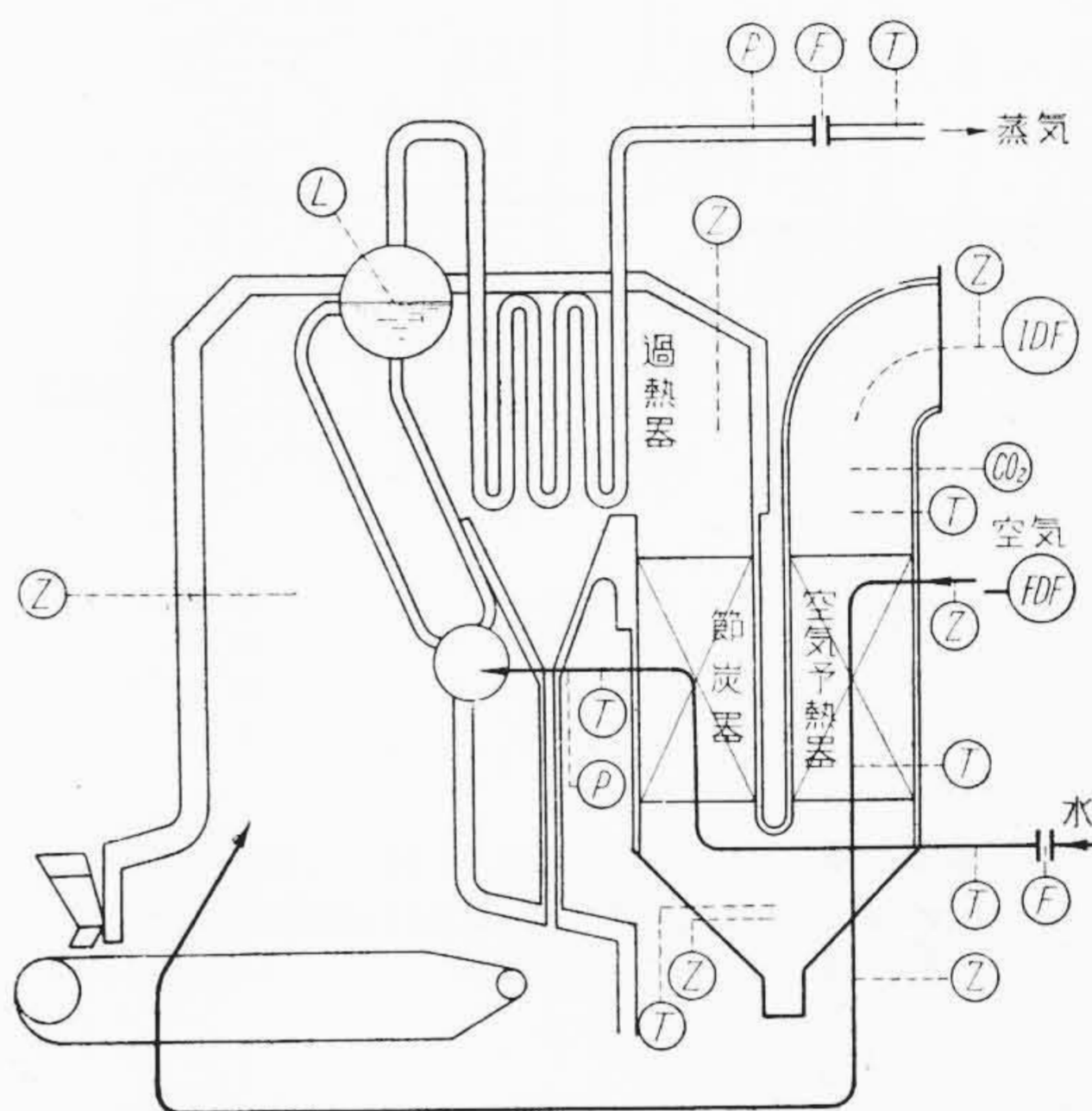
(5) その他

汽罐燃焼ガスの分析のために熱伝導型、燃焼型の分析計が用いられ、汽機の復水中の塩分濃度監視のため検塩計があり、いずれも連続的監視記録に使用されている。

タービンのスラスト指示計はスラストメタルの異状磨耗の警報指示に用いられ好評を博しているが、これと同じ原理によるロータとケーシングの伸び差計が製作されている。回路は第13図に示すごとく構成され、検出コイルはケーシングに固定され検出体はロータの一部となっている。目盛は -5~0~5mm のもので 0.1mm の精度で検出または警報を発することができる。この方式は増幅器、整流器を使用しないので取扱いが容易で信頼度が高く、タービンの運転に重要な責務を果している。



第13図 伸び差計回路図
Fig. 13. Circuit Diagram Related to Difference-Meter of Expansion



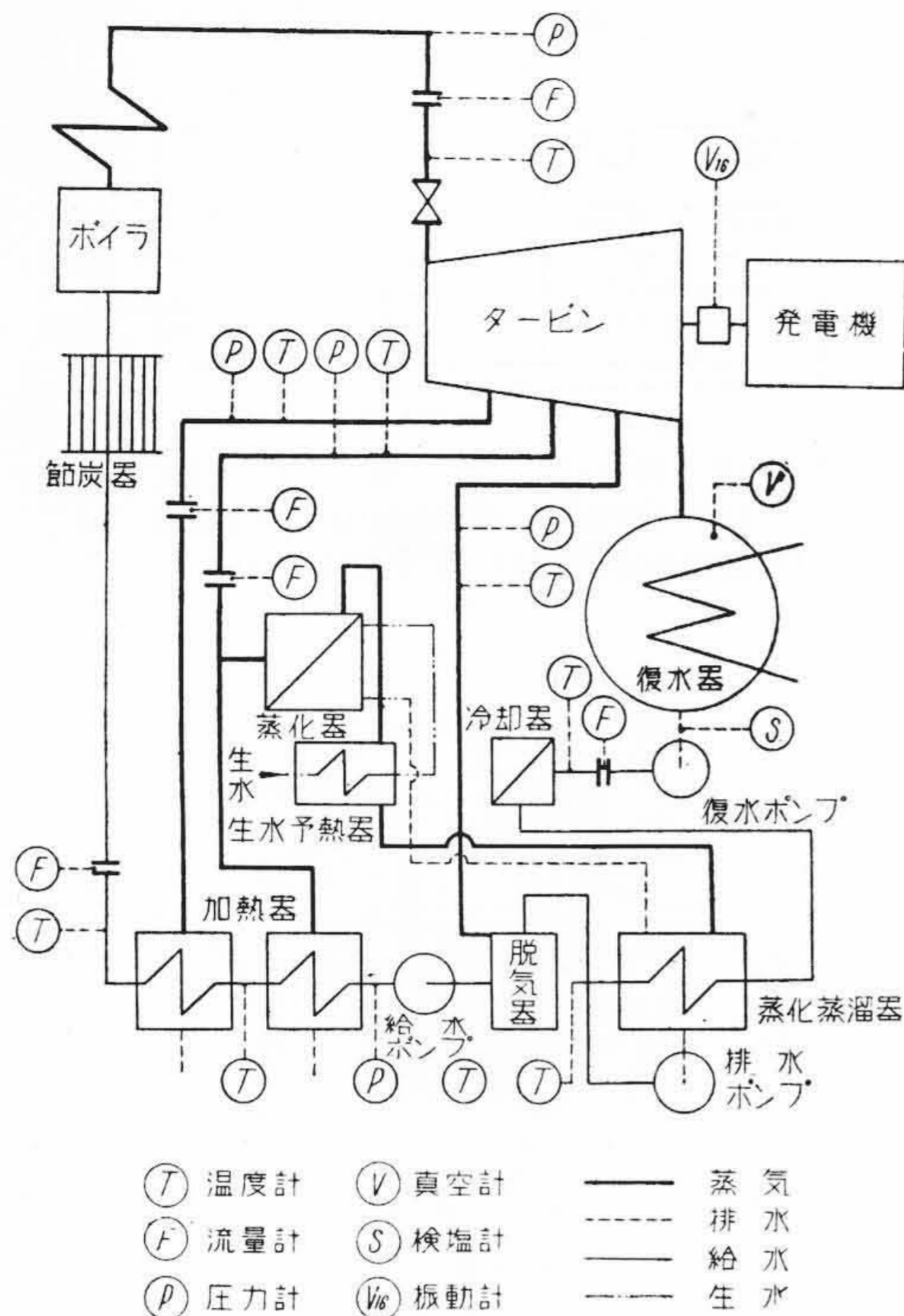
- (T) 温度計 (L) 水面計 (FDF) 押込通風機
- (F) 流量計 (CO₂) ガス分析計
- (P) 圧力計 (Z) ドラフトゲージ (IDF) 誘引通風機

第14図 汽罐の計装例
Fig. 14. Example of Instrumentation for Boiler

〔IV〕 火力プラントの計装

火力プラントの大小に応じて計器の程度が異なるが、汽罐、汽機の計装の一例を第14図、第15図（次頁参照）に示した。

汽罐の計装は給水、蒸気の流量、圧力、温度、炉内圧力、ガス、空気の温度、ガス濃度などが主なものである。これらの中で温度計は蒸気、給水関係に属するものと、空気、ガス関係のものに分けてそれぞれの記録計で記録することが目盛範囲ならびに監視の上から便利である。また最近の高温高压汽罐では蒸気温度は 500°C を超えるものが多くなつてきているので蒸気関係にはパイロメータの利用が多くなつている。



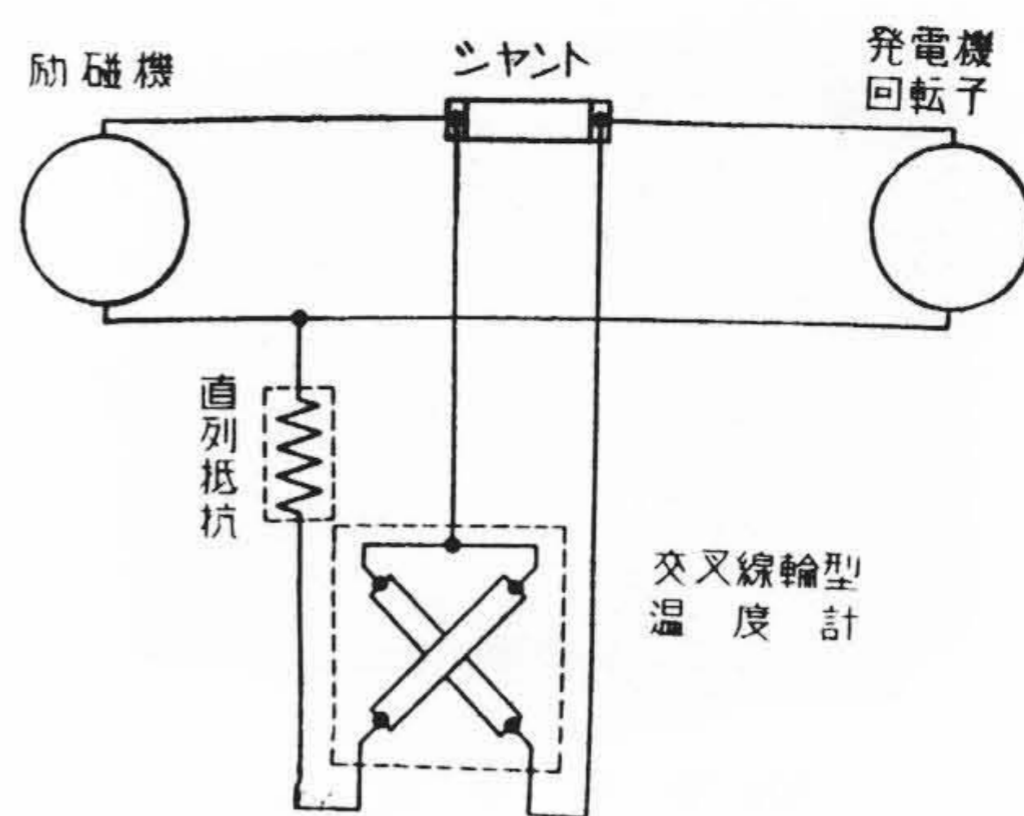
第15図 汽機の計装例
Fig. 15. Example of Instrumentation for Turbine

流量計は差圧式流量計の原理上目盛が自乗目盛となるので、目盛範囲を最大流量に比べて過大の余裕をとると常用流量は目盛上の低い値を指示する結果となるので目盛範囲の選定には注意を要する。給水流量計では上記の注意とともに給水時の尖頭値があらわれることを考慮して30%程度の余裕をつける。

水面計は進歩した汽罐では工業テレビジョンによつて観測されるようになってきているが、遠隔水位計は簡易な方式で今後も使用が継続されると考えられる。

汽機の計装は容量、構造によつて異なるが10,000kVA以上のものの例について説明すれば、第15図の通りである。いわゆる工業計器の他に機械的保安計器としてスラスト計、伸び差計、振動計が設置され、これらによつて警報を発するものも多くなっている。各段の圧力、補助機器の油圧なども同一計器盤に收容されるのが最近の傾向の一つである。

蒸気温度の高温化にともないタービンケーシングの温度の不均一は運転の危険をともなうので、ケーシングの温度分布が最近重要視されるようになった。この目的のために感熱部の小さい熱電対が賞用され、大型汽機にあつては20点以上の熱電対がケーシングの各点へ埋込まれるようになってきている。



第16図 回転子温度測定原理図
Fig. 16. Measuring Principle Related to Temperature of Rotor

タービン発電機で最近新設の大型のものではほとんど水素冷却がとり入れられている。この調整装置または監視用計器として各種の工業計器が用いられるが、計装の一例は第7図に示した通りである。新しい方式⁽⁴⁾のものでは純度の保持に掃気によるものが採用され掃気用の流量計が使用される。

タービン発電機には短時間の過負荷を受けることが多く、回転子の温度上昇の監視は重要な問題である。回転子温度の連続測定は構造上困難なことであるが、これには第16図に示したごとき回転子温度測定計器を製作している。交叉線輪型比率計を用いて、回転子電流とその電圧降下の比すなわち回転子抵抗を測つて回転子温度を指示するものである。連続的に温度を指示、記録し、または警報を行なうことができるので発電機の過負荷運転などに欠くことのできぬものとなつている。

補機関係の計装としては高圧給水ポンプの過熱防止装置として流量調節計が用いられ、ポンプの安全運転に役立つており、微粉炭ミルの炭量の警報計として炭層の空気抵抗を利用したものに沈鐘式微圧計が使用されて好評を得ている。さらに汽罐の自動制御(A. B. C.)の一環として蒸気温度の制御装置であるアテンペレータには落下枠式または電子管式温度調節計が用いられる。

〔V〕 工業計器の保守管理

計器は測定対象と装置との関連を考慮して集中設置せねば、その機能を十分に発揮することは望めない。計器盤への配置はたとえば汽罐用計器盤にあつては蒸気、給水、空気、ガスなどのそれぞれに応じて整理され、配置されることが必要である。

検出端の設置上の誤りは保守によつて補えぬ場合もあるので注要を要する。設置上注意すべきことの二三を述べればつぎの通りである。

流量計の差圧発生器の挿入部分は十分な直管部が得ら

れねば正確な結果を期待できない。種々な制約のある現場の条件に遭遇するが、直管部の限界である上流側管径の10倍、下流側3倍の値は確保すべきである。また複雑な配管系統では予期せざる部分に傍路があつて、流量計の指示が全く狂うことがある。たとえば汽機復水系統で補給水の注入、循環水量があつて入口蒸気または汽機給水とはなはだしく異なる復水流量計の指示を生じ、流量計自体の不良とみなされることもあり、設置点は検討を要する。

温度計の感熱部の挿入は十分な長さとなるように設置することが必要である。またガス、空気系統にては流速の大きい滞流の生ぜぬ部分に挿入することも必要である。汽機ガス温度の測定において、滞流を生ずる部分へ設置したため 20~30°C の誤差を生ずることもある。

ガス分析計は計器自体としては健全であるにもかかわらず測定不能となることがある。この原因はガス中のダストによる配管のつまり、導入管部分の漏洩、吸入装置の能力不足などによることが多い。ダストの除去は特別の考慮、対策を必要とする場合があるが、導管中の漏洩については工事施工に当つて注意することによつて大部分は除くことができる。

計器の配管は機種によつて異なる注意事項のある場合もあるが、共通する事項としては液体配管の場合はガスまたは蒸気の停溜部を除くこと、気体の配管ではドレーンによつて配管が塞がれることのないようにすることで、きわめて常識的なことではあるが実際の場合には忘れられやすい。また配管はなるべく短くするとともに管径

はできるかぎり太くすることによつて上記の蒸気またはドレーンによる閉塞を少なくすることができる。日立流量計では配管々径を1/2吋程度のものを標準とし、この種の事故を絶無とすることができた。

〔VI〕 結 言

以上火力機器に用いられる日立工業計器の動向、開発について説明し、各機器への計装ならびにその注意について述べた。

火力機器の発達には蒸気圧力、温度が上昇しつゝあり、さらにまた今後はガスタービンのごとき従来の火力機器にては取扱わなかつた計装を必要とする時に当つている。

一方計器そのものの様式も既に外国において普及しつつある小型化、グラフィックパネルの応用の傾向が強くなつている。

今後これらの主体側の要求に応じ、新しい製品分野の開発に努力し、我国の火力機器の発展と完全運転のために微力をつくしたいと考えるもので御需要家各位の御指導を切に願つて結びとする。

参 考 文 献

- (1) 辻田：日立評論別冊 5 97 (昭 28-11)
- (2) 山下，佐藤，河井：日立評論別冊 10 25 (昭 30-8)
- (3) 島田，岩淵，佐藤：日立評論 35 55 (昭 28-4)
- (4) 後藤，菊池：日立評論別冊 5 40 (昭 28-11)
- (5) 田原，佐藤：日立評論 37 19 (昭 30-7)

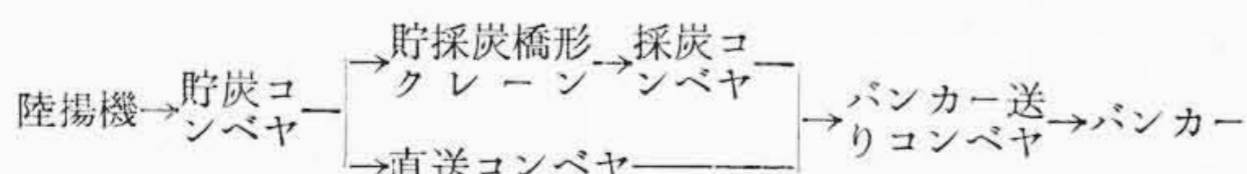
製 品 紹 介

250 t/h 水平引込クレーン式揚炭機

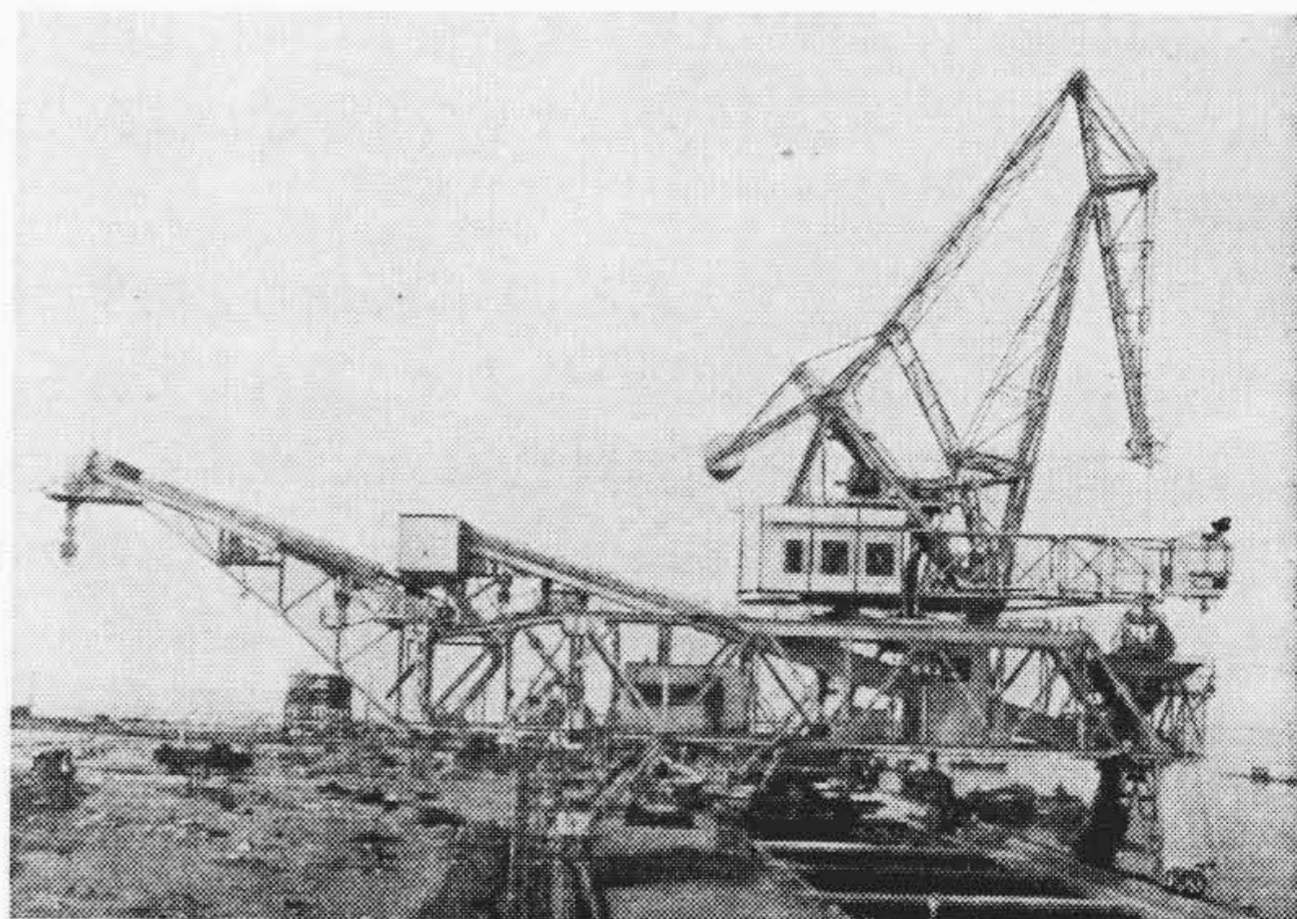
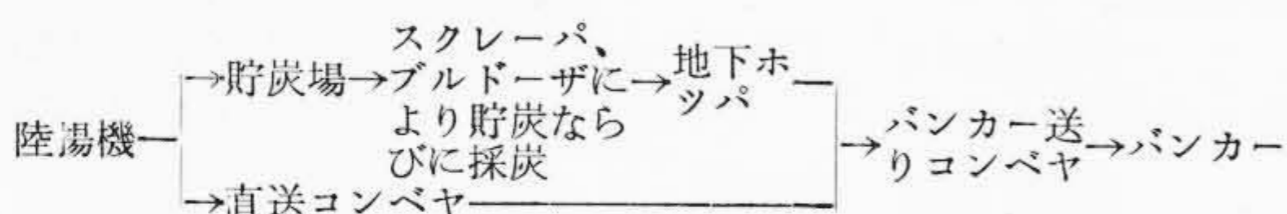
250 t/h L.L.C. Type Travelling Coal Unloader

先ほど日立製作所より関西電力株式会社姫路発電所に納入した 250 t/h 揚炭機は 10,000 t 級の本船から機帆船に至る各種船舶から石炭を陸揚するのを目的とした揚炭機であるが、本発電所はその運炭設備の内容が従来の形式と著しく異つている。

すなわち従来火力発電所といえば



という形式が最も多く採用されていたが、本発電所では



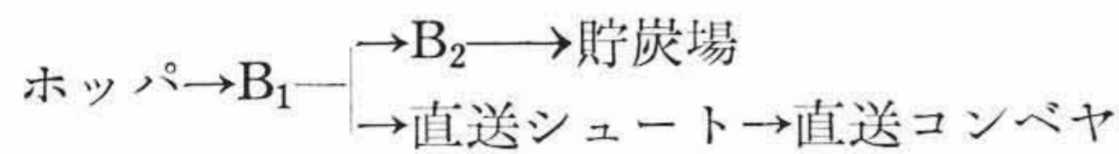
第 1 図 関西電力株式会社姫路発電所納 250t/h 水平引込クレーン式揚炭機
Fig. 1. 250t/h L.L.C. Type Travelling Coal Unloader Installed at Kansai Electric Power Co. Himeji Power Station

と陸揚した石炭の貯炭ならびに採炭にはスクレーパ、ブルドーザを使用し、大形の貯採炭クレーンを使用しない点が大きく異つている。

したがって最も重要な役割を果す陸揚機は、運炭設備全体の機能を十分発揮することができるよう種々考慮が払はれている。

すなわち本機の機内コンベヤは B₁, B₂ の 2 条に分割され、後部 B₂ コンベヤは左右 30° ずつ自動旋回可能で、広範囲に石炭を落下させるとともに、その先端に取付けたシュートは伸縮可能で貯炭場高さに応じて任意に調整し、スクレーパ、ブルドーザがその下を通過するのに便利である。また B₁, B₂ 連結部には自動サンプラを設け揚炭中自動的に試料を採取することができる。

本機によつて運搬される経路は



となり、ホッパ、フィーダを経て、B₁ コンベヤ上に運ばれた石炭は秤量機で計量されながら先端二又シュートに達する。こゝで自動サンプラで試料を採取しながら B₂ コンベヤまたは直送シュートに落下させる。

本機の操作は one man control を原則とし、巻上、開閉、引込、旋回、走行の各動作は勿論 B₂ コンベヤ自動旋回まで運転室で一人の運転手により制御することができるが、B₂ コンベヤ旋回は桁上サンプラ室で単独操作もできる。サンプラの操作はサンプラ室で行い修理のとき単独運転もできるよう自動、手動の切換スイッチを設けてある。なお先端伸縮シュートは貯炭場の状況を絶えず監視しながら操作する必要上見透しの利く B₁, B₂ 連結部のサンプラ室で操作する。

本機は従来の陸揚機に比較して構造上、操作上種々の改良が加えられているがその主なものを挙げれば次の通りである。

- (1) ボックスウィンチ式とし、陸揚能力を増すため巻下速度は巻上速度の 120% となるよう設計してある。
- (2) 旋回装置は豎形電動機を用いて、ウォームギヤ機構をやめ、平歯車の組合せと駆動装置をコンパクトなものにするるとともに効率をよくした。
- (3) ブームの引込の速度制御を円滑にするため C.F. 制御を採用した。
- (4) 旋回範囲は左右 90° であるが左右いずれの側も 90° 附近に達すると運転室内の警報ランプが点灯して注意を喚起する。それでもなお旋回を行うときは制限開閉器により電動機電源を断つと同時に非常用制動機が作用して停止する構造である。
- (5) 運転手がハッチ内部を十分見透し得るよう運転

室は抜差式とし、船上まで突出する構造となつている。

- (6) B₁, B₂ 共ベルトコンベヤ駆動にはギヤードモータを用い、コンパクトにするるとともに保守が容易である。
- (7) B₁, B₂ 連結部に設けた自動サンプラは揚炭中自動的かつ統計的に代表的な少量の試料を採取して石炭の品質を計量するもので、その特徴はつぎの通りである。
 - (A) 一次カッタと二次カッタの移動速度を一定とし、中間移送用のバイブレーションフィーダの容量を可変として採取量を調整した。
 - (B) バイブレーションフィーダは連続運転とし、二次カッタは一次カッタ起動後一定時間後に運転するようにした。
- (8) サンプルカンに至るシュート内面には珓瑯引シュートライニングを使用して石炭の附着を防止した。
- (9) 直送シュートはその経路が長いため、シュート出口に B₁ コンベヤとインターロックした電動インペラを設けて石炭がコンベヤベルトに衝撃的に落下するのを防止している。
- (10) B₂ 先端シュートの電動ウインチならびに B₂ コンベヤ旋回の電動ウインチはいずれも減速装置をドラム内に収めたコンパクトなもので、完全な防水構造となつているから保守はきわめて容易である。
- (11) 配電盤は防塵構造のサッシュで二重に仕切られた室内に取付け、器具に塵埃などが附着しないよう万全の策をほどこしている。

なお本機の仕様はつぎの通りである。

仕 様	
能力	250 t/h
巻上荷重	8 t
グラブバケット	5 m ³
フィーダ	レンプロ可変型 7.5 HP
ベルトコンベヤ	B ₁ , B ₂ 共 300 t/h
ベルト	B ₁ , B ₂ 共 900 × 6P
旋回半径	最大 28m, 最小 9m, 常用 10m
揚程	走行軌条面上 10m 面下 11.736m
径間	24m
巻上速度	100m/min 200kW
開閉速度	80m/min 75kW
引込速度	80m/min 30kW
旋回速度	1,25rpm 30kW
走行速度	左右 90° 20m/min 60kW
走行軌条	50kg
ベルト速度	B ₁ , B ₂ 共 105m/min
ベルト電動機	B ₁ , B ₂ 共 15kW
B ₂ 旋回	左右 30° 1/8rpm 3HP
シュート伸縮速度	2.5m/min 2kW
レールクランプ	手動 4組
運転室抜差	10m/min 3kW
電源	440V 60~
操作電源	D.C. 110V
照明	110V 60~