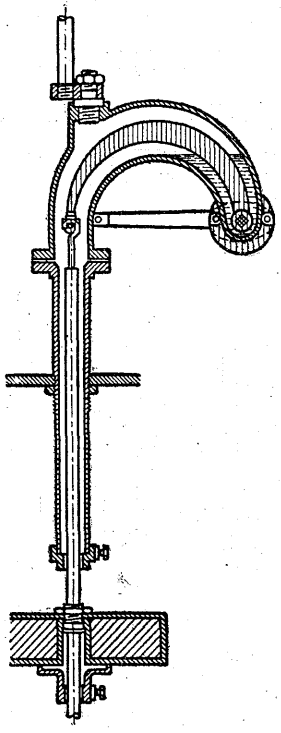
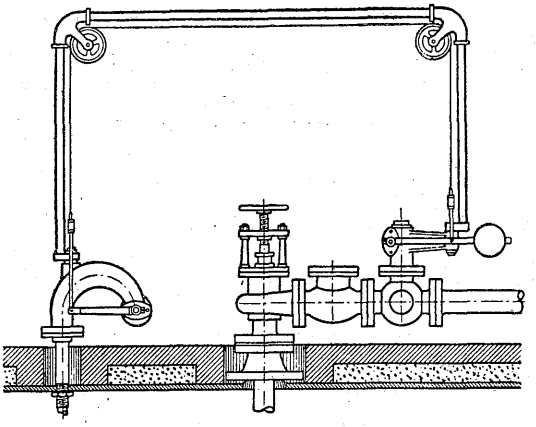
汽罐給水用ヴエンチユリ式量水器に對して自働水位調整器の併用

富士電機製造株式會社
小林悌一郎

近來の汽罐には多く自働給水調整器が裝置されてある。之等の中獨逸に於て最も廣く利用されて居るものは「直接式」として有名なエミールハーンネマン氏特許の調整器である。汽罐の出力並びに汽罐裝置全體の能率を調査せんがためには、給水量を繼續的に測定する量水器が使用せられ、必要とあれば各瞬時通水量の曲線をも得ることも出來る。此種目的のためには圓盤型並びにヴエンチユリ式量水器が最も適當して居る。而して計量器の壽命に就いて考慮するならば、負荷は或る範圍內にて、成るべく激しい變動のない方が有利である。然らざれば廻轉部分を有する計量器に於ては、其磨滅並びに裂損は甚大である。ヴエンチユリ式量水器の如き差壓計量器の場合に於ては、負荷の激變は其指示に於てプラスの誤差を伴ひ易いものである。給水を最も有效に利用せんがためには、汽罐負荷に應じて給水量を適當に調整せねばならない。併し多くの給水調整器は前述の如き經濟的作動狀態に考慮を拂はずして、短時間に大量の給水をなすが如き運轉をなすやうになつて居る。



第一圖「直接」式水位調整器の縱斷面圖

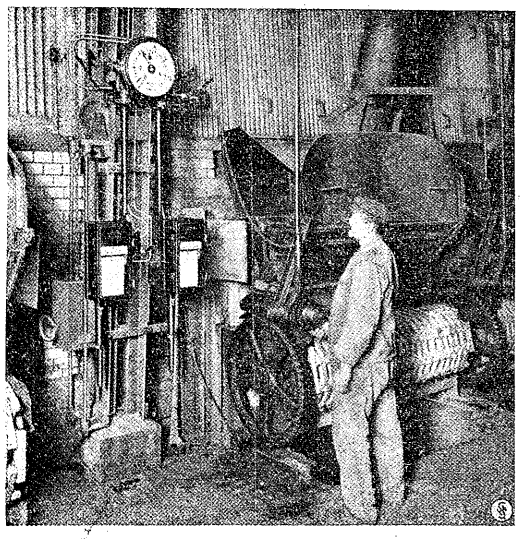


第二圖　給水バルブに對する浮子移動傳達方法

給水計量器やその他の測定器の購入に際しては、之が使用せらるべき汽罐の詳細眞實の運轉狀

態を明示することの不可能な場合が多いために、應々にして之等の計器器具は不適當な狀態の下に動作せねばならない。例へば主給水管に於ける使用壓力並びに其給水量が確實な値を示されないと、製造家は充分な注意を以てその製品を適當に設計することが出來ない。

之等の缺點を除かんがために、シーメンス社は「直接式」調整器の製造家と協力して徹底的研究を行つた。



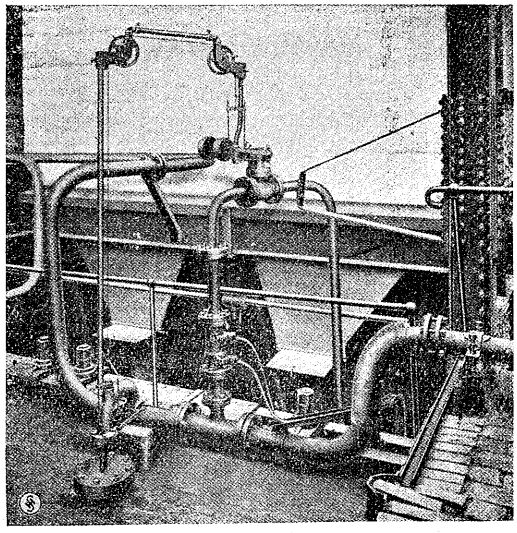
第三圖　汽罐前面に於ける測定器の配置

水位調整器

「直接式」水位調整器は汽罐內水面に浮んで居る浮子によつて操作されるバルブから成り、之は主給水管內に裝置されてある。此浮子は鑄鐵製函の中にコンクリートを充したもので、槓杆によつて懸垂されて居て、そのスピンドルは塡充函を通つて汽罐外側と連絡して居る。塡充函を蒸汽の高溫から保護するために第一圖に於て明かなる如く、之は常に凝縮水によつて覆はれるやうになつて居て、之によつて完全なる動作が得られる。第二圖はスピンドルの動作が滑車を經て給水バルブに傳へられるところを示して居る。

調整用バルブは大きさによつて單座式並びに複座式の兩者がある。而して汽罐の水位が低下すれば給水用バルブは開き、逆に水位が上昇すればバルブは再び閉ずるやうになつて居る。

汽罐給水割合は浮子の動作に基づくバルブ開口特性によると共に、主給水管內の壓力にもよるものである。此壓力を變化することによつても、給水割合を汽罐內水位差の極めて廣い範圍に涉つて調整することが出來る。



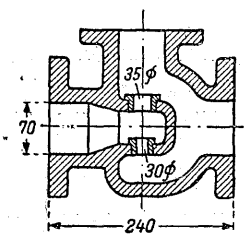
第四圖　實驗裝置の給水管內に於ける「直接」式調整器

水位調整器は浮子と給水バルブとの間の動作割合を種々のものに作ることが出來る。卽ち給水管內の或る壓力に對して、バルブが蒸汽消費に相當する給水量を通過し得る程度に開放するに至るまでには、浮子は可成りの距離を移動せね

ばならぬことになる。換言せば蒸汽消費と給水との間に時間の遅れが生ずるものであつて、之が遂には大蒸汽消費に際して罐内水位の低下を來すものである。茲に於て負荷の増大と共に汽罐の貯水槽は汽罐の蒸發能力を補ひ、反對に負荷の下降と共に自らが補給せらるゝが如き合理的蒸汽發生方法が必要とせらるゝに至つた理である。

ヴエンチユリ式量水器

ヴエンチユリ式量水器は壓力送達器として周知のヴエンチユリ管と水力學的記錄器とより成る。此記錄器は特別構造に成る U 字形管に於いて差壓を測定し、その水銀柱の移動を磁力聯動裝置によつて壓力室から外部の記錄裝置に傳達する。斯くして得られた讀は極小流部分以外に於ては總て流通水量に正比例する。

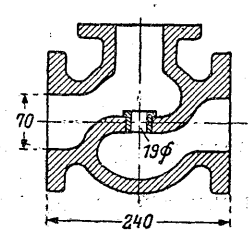


第五圖　複座バルブ

それ故に測定器並びに調整器は實際の讀が正比例の範圍に在るやうな容量のものを撰擇するを要する。計器の全目盛に渉つて正比例なる指示を爲さしめ得ざる理由に關しては、技術的詳細考究を要し茲に其豫猶もなければ、之は本誌大正十五年十月號所載「差働壓力計の理論に就て」なる記事を御參照願ひたい。

試　驗　設　備

水位調整器はボルジツヒ氏傾斜水管式汽罐に取付けられ、之は加熱面積 300 平方米であつて自搬鑛床を有して居る。此汽罐の平常壓力は 170 封度であつて給水管に於ては 190 封度である。給水の溫度は 40°C である。最大蒸發容量は約 22 kg/m²/hr と認められ、大約一時間當り最大 7 噸の蒸汽量に相當する。之等の値は給水管内に於ける 70 粍内徑のヴエンチユリ管に對する基礎となつて居る。同時に蒸汽量をも檢せんがために 220 粍内徑蒸汽管内に測定フランヂを裝置して、其の差壓を前者と同樣に記錄計器に傳達せしめた。此の蒸汽及び水の測定器は本試驗中同時比較讀取に便なるやう汽罐の前面に取付けられた（第三圖並びに四圖參照）。



第六圖　單座バルブ

本試驗は隣設せる汽罐が他の型式に成る間歇的動作の調整器を有して、同一主給水管に接續されてあつて、壓力の變動を止むなくせしめられたがために甚だ困難を感じた。此測定結果は後揭の曲線によつて案内の通りである。併し此壓力變動の影響は之を鎭壓するの手段を裝置することの可能なるを發見することが出來た。

試　　驗

先づ最初に調整器は 1:7 の比にてストローク 8 粍の複座バルブ（第五圖）と組合されたものを使用した。曲線第一は此場合の蒸汽消費の平均變動を示すと共に、之に對する其給水狀態の急激的變化の樣を示して居る。

卽ち第一試驗に於ては浮子の比較的僅少な移動が其給水割合に於て急激的變化を與へて居ることが解る。之等の狀態は第七圖によつて更に明瞭なる如く、1:7 の比を 1:40 に變更することによつて浮子の單位浮揚値當りのバルブ開放値を減小せしむることになることが解る。從つて此比を變更調整することによつて給水曲線の改良を得ることが出來る理である。併し此方面に於ける實驗は好結果を齎らさなかつた（第二曲線）。

平均蒸汽消費量の增加は實際の結果に於て給水の甚しい變動となり、之は汽罐の許容値を遙かに超過した。此樣な場合には給水量は計器の比例目盛範圍以下にも降下し、其の算定に甚しく困難を伴ふものである。

之に對する說明は次表によつて明瞭ならん。之は複座バルブに對する 1:7 並びに 1:40 の比に於ける浮子 1 糎移動當りのバルブ開放値を計算したものである。更に之によれば實驗 B の場合はバルブの擧揚値は 0.25 粍である。卽ち浮子 1 糎の移動は僅か 51 平方粍のバルブ開放をなすに過ぎない。併し 0.25 粍のバルブ擧揚は傳動齒車の機械的遊隙の範圍內に在るものであるから、

番　號	塞座數	浮子移動値 糎	比	バルブ擧揚値 粍	バルブ開放面積 平方粍
A	2	1	1 : 7	1.43	292
B	2	1	1 : 40	0.25	51
C	1	1	1 : 7	1.43	84.5
D	1	1	1 : 40	0.25	14.75

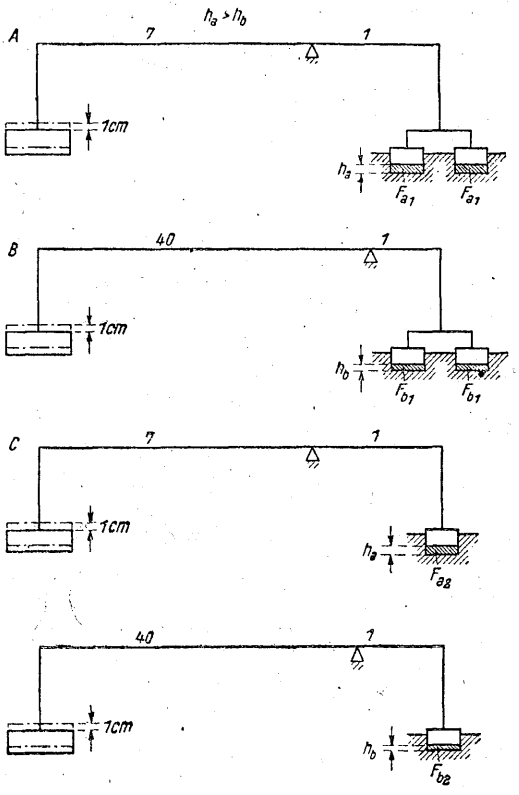
之は浮子によつて支配され得ないものである。換言せば比を變更してバルブの擧揚値を僅少ならしめることによつて給水を減少せしめるの試は、所期の目的を達し得なかつた理である。斯くて代案として、1 糎の浮子移動にてより小さな開放面積で、然もより大なる擧揚値を有するバルブを試用することゝした。卽ち上記表による寸法を有する第七圖に於て示せるが如き單座バルブに就いて實驗を行つた。

第七圖は 1:7 の比に於ては 1 糎の水位變化に對しての複座バルブの開放面積は $2F_{at}$ なることを示して居る。もし給水量が瞬時蒸汽消費量に比し甚しく大なる場合は、水位變化に比し甚しく大なる變動が曲線に表はれて來る。尙ほ汽罐內の水位が豫め調整されたバルブ全開全閉に相當

する範圍に於て始終變動するに至れば、其給水曲線は常に激しい波動を示すであらふ。

上記表中の試驗 B は第七圖 B に於て示されてあり、之によつて明かなる如く此場合のバルブ擧揚値は過小である。

第七圖 C 及び D は單座バルブを使用した場合の裝置であつて、A 及び B と同樣の擧揚に對してより小さな開放面積を得て居る。曲線第四によつて明かなる如く、表中 D の裝置でさいも浮子1糎移動に付き其バルブ擧揚0.25 粍なるにも拘はらず、其動作滿足なることが立證せられた。此理由はバルブ開放面積は僅かに 14.75 平方粍であつた事にある。此試驗の完了と共に或る結論を得ることが出來た。



第七圖　傳達比とバルブ開放との圖解說明

本試驗では給水管內に間歇的壓力變動が生じたにも拘はらず、プラニメーターを使用し得る程度の曲線を得ることが出來た。實際的理由によつて避くることの出來なかつた之等壓力變動の影響する程度を確むるために、更に曲線第五が得られた。此の間障害になつた他の調整器は一時運轉を停止せしめて置いた。蒸汽及び給水の兩曲線の激しい波動は除かれて唯に小波動のみが平均曲線の上下に殘つて居ることが解るであらう。ここに於ける之等の波動は蒸汽消費に於ける變動に起因するのではなく、汽罐內の水位の變動に因るものである。之等の波動は積面の際には全く無視し得る程度であつて、測定結果の正確度には影響しないものである。例へば曲線第四及び第五に於ては其蒸汽並びに給水量間に於て僅かに 2—3% 其の誤差に於て積算し得ることが出來た。

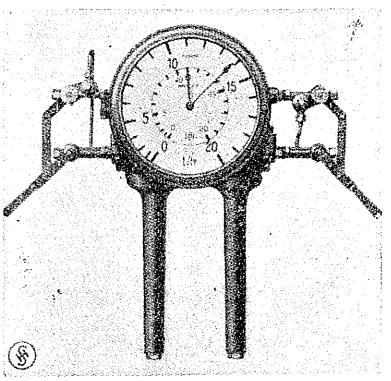
中　間　試　驗

複座バルブを單座式に取換へた結果曲線第三が得られた。可なり改善はされて居るけれども重複的尖頭波動を示して居る、之は蒸汽消費量の變動或は隣設バルブに起因する給水壓力の變動に原因を有するものである。此時は隣接バルブを運轉停止とすることが出來ず、更に激しく誘發する此變動を考慮せねばならなくなつてからは、試驗汽罐を最高水位に至るまで手働によつて給水

した。總合的曲線第六に於ては他の調整器から間接に流出した小變動を示して居る。給水溫度は僅か 40° C であつたがために、他汽罐への給水流入毎にその蒸汽出力は低下し、不足分は試驗汽罐から引込まれた。他汽罐が給水されて居ない時には反對の現象が起きた。

結　　果

本試驗は、給水が蒸汽消費量に應じて調整せられて、汽罐が合理的に運轉さるゝべきであるならば、調整バルブは給水容量に比し過大であつてはならぬことを示して居る。最良狀態は許容最低水位並びに浮子の之に相當する位置の時に、バルブが最大蒸汽消費量に相當する給水量を通過せしめ得る程度に開放する場合に於て得られる。尙ほ且つ此裝置が汽罐の最高水位の時に於て丁度バルブが閉止するやうなものならば、給水は蒸汽消費に相當する浮子の作用によつて、自働的に最高及び最低水位間に調整せられるであらう。

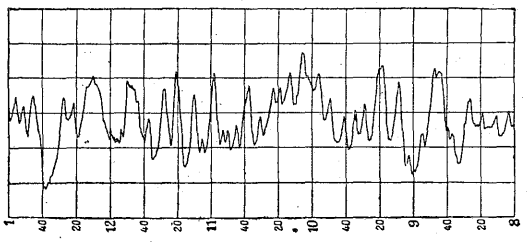


第八圖　蒸汽及び給水量の結合指示計

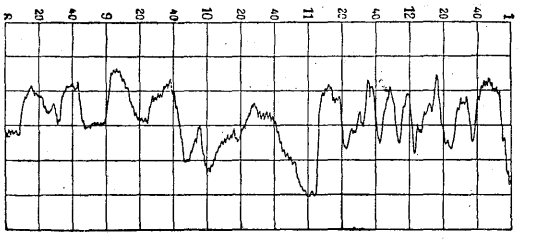
而して浮子は負荷の增大と共に調整バルブが蒸汽消費量に相當する給水を通過せしめるに至るまで下降するものであつて、斯くて平衡の狀態に達するに及んで浮子の一定の位置は蒸汽出力の値に應じて移動すべく、從つて調整器の各部分が適當に設計せられてあれば汽罐內の水は貯水として使用せられ、量水器は決して過負荷に動作する事はない。之は勿論給水管內の壓力は一定のものとしての場合であるが、然らざる場合は同一のバルブ開放に對して異なつた水量が汽罐內に供給される。給水バルブ前後に於て二重の壓力變化が生じた場合には給水量は約 50 %も增加される。狀況が甚しく惡いやうな場合には壓力調整器を使用せられんことを希望する。

蒸汽及び給水量の結合指示計

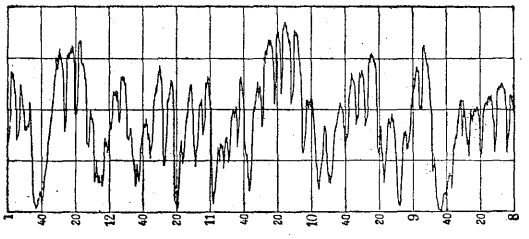
汽罐內の水量が少なれば少なる程、又給水割合が低ければ低い程給水の汽罐運轉成績に影響することは益々大である。斯くて汽罐が上記の如き自働調整器を有すると、或は手働給水になると否とに拘はらず、火夫をして常に其給水狀態と蒸汽出力との經續監視を可能ならしむることは甚だ必要なことである。此目的のためにシーメンス社に於ては第八圖の如き蒸汽及び給水量の結合指示計を供給して居る。此指示計は同一中心軸に二ケの指針を具へ、一つの共通目盛上に於て指示するものであつて。此二ケの指針の關係位置は蒸汽と給水量との比較超過量を指示する（第九乃至七一圖）。



蒸　汽

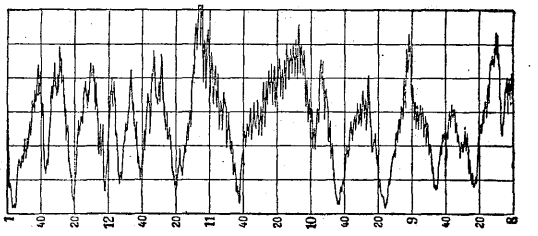


蒸　汽



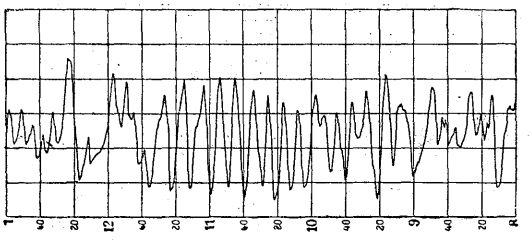
水

第一曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:7、
複座バルブ、第五圖—試驗 A

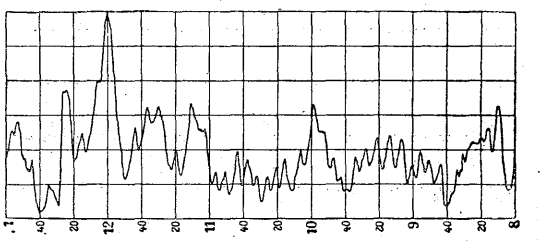


水

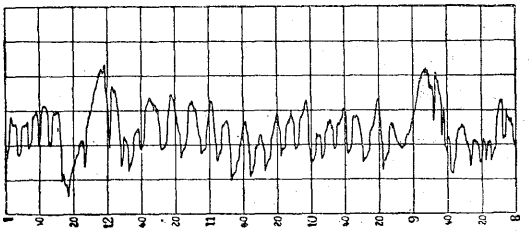
第二曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:40、
複座バルブ、第七圖—試驗 B



蒸　汽

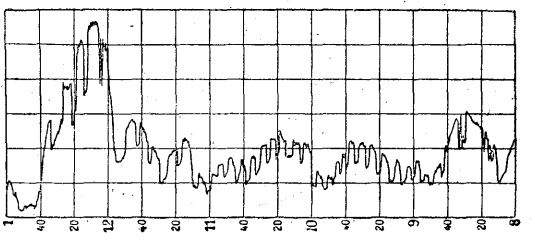


蒸　汽



水

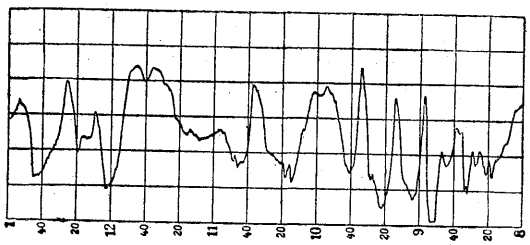
第三曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:7、
單座バルブ、第七圖—試驗 C



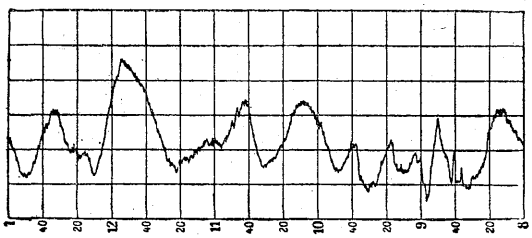
水

第四曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:40、
單座バルブ、第七圖—試驗 D

此計器は出來るだけ便利なるやう目盛は蒸汽及び水に對して同一に目盛つてある。此種の計器が第三圖に於て記錄計の上部に取付けてあるが之は極めて便利に役立つた。斯くの如き指示計は手働給水による汽罐に對しては、其最も經濟的運轉を得るための狀況調整に對する便利な助手となるのであるから、此の方面の使用に極力推薦するものである。近來の自働給水調整裝置は如何なる點からも汽罐室に對する信賴し得る補助裝置である。同時に又、總ての機械裝置と同樣に機

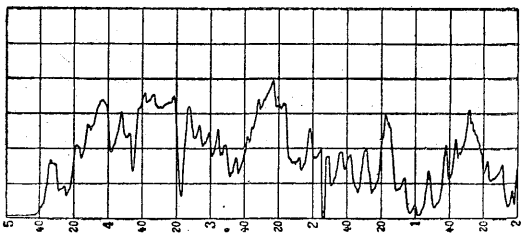


蒸　汽

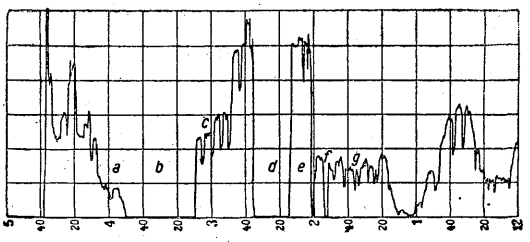


水

第五曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:7、單座バルブ、隣設調整器除去



蒸　汽

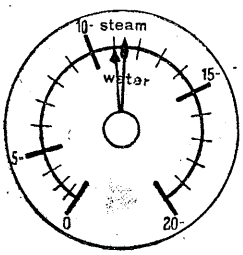


水

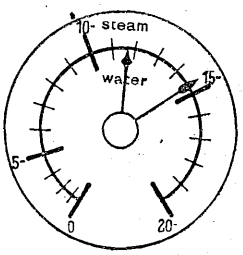
第六曲線　蒸汽及び給水量曲線、比 1:7、單座バルブ、手働給水

g= 平均蒸發、f= 零位試驗、e= 汽罐給水、d= 蒸汽負荷、無給水、c= 裝置換前の平均蒸發、b= バルブ裝置の除去、a= 槓杆の裝置換、平均蒸發

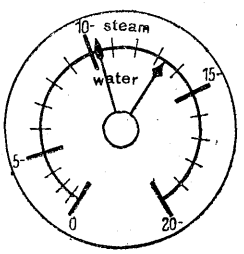
械の機能に突發的故障の發生し得る可能性を有するものであつて、斯くの如き場合には汽罐内の水位は多少なりとも降下したり、或は所定範圍上に上昇するものである。例へ斯くの如き出來事は稀なりとするも、火夫は常に瞬時給水割合を知ることが出來るならば、自ら絶對的安全を感



第九圖　平均負荷



第十圖　尖頭負荷、給水の遲れ（焚燃强むべし）



第十一圖　尖頭負荷經過、盛に給水中（焚燃弱むべし）

じ、安んじて働いて行くことが出來る。蒸汽及び給水量の結合指示計は火夫に對して上記の如き材料を提供するのみならず、就中之のみが兩流量間の平衡に關しての信賴し得る唯一の指示たる蒸汽及び給水量間の差を指示するものである。

製造工程によつては、短時間内に大量の蒸汽發生を要するものがある。例へば漂白工業に於ける槽加熱に對するが如し。勿論調整器に對して前以つて狀況變更に對して準備して置くことは不可能である。何と云つても與へられた狀況から出發して平衡の回復に向つて運轉するより外にな

い。併し蒸汽消費に於ける斯くの如き最大量が或る一定の時刻に生ずることを知りさいすれば、上記の指示計を使用することによつて、給水割合を増大して汽罐内の適當なる貯水に對して豫め準備して置くことが出來、斯くて自働給水器の働作を補足することが出來るのである。

（完）

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。