

# 富士水銀整流器の取扱に就て\*

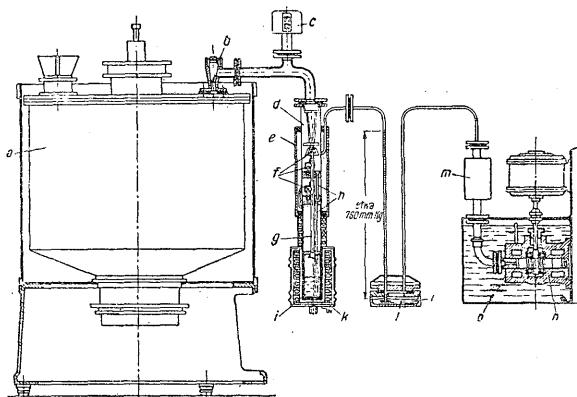
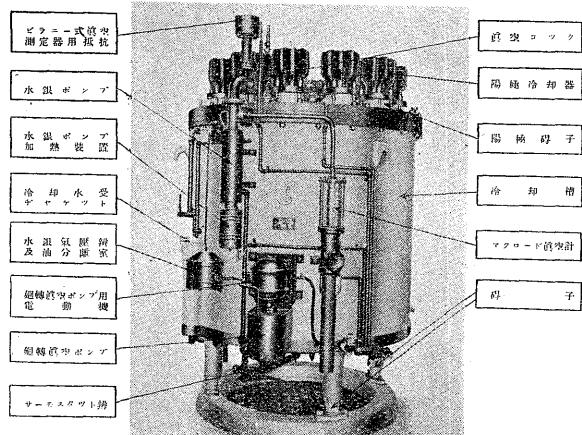
製作部 石井 富吉

## 内容梗概

- I 真空の保持 (1) 排氣装置 (2) 主真空コツク (3) 排氣装置の運轉
- II 真空の測定 (1) マクロード真空計 (2) ピラニー式真空計
- III 整流器運轉中の真密度
- IV 冷却却成 (1) 冷却水の調整 (2) 冷却水の水質 (3) 腐蝕と其の防止
- V 化成 (1) 化成方法 (2) 格子制御整流器の化成

## 緒言

水銀整流器は比較的新らしい電気器であるためにその運転、保守、即ち取扱ひに關する知識が在來の電機器の如く一般に普及されてゐない憾がある。本器の故障は或點までは確かに取扱方法の不完全に歸すべきも



## (a) 油入真空ポンプ

第三圖はこのポンプの構造並びに原理を示す。この真空ポンプは全部を油中に浸し、潤滑、冷却並びに氣密作用を同時に行はしめるものである。油はその溫度と粘度との關係に従つて、その潤滑及び氣密作用に大いに影響を有するものであるから油は特に指定のものを使用し、同時に、必ず指定の油面迄油を充して置いて戴き度い。故に熱帶又は寒帶地方に於ては特に御注意願ひ度い。このポンプにて達し得らるゝ真密度は  $0.5 \sim 2.0 \text{ mm Hg}$  で之に直結せられてゐる電動機は三相誘導電動機である。このポンプ及び電動機は整流器本體に取付けられてゐるから整流器の槽と同じ電位を持つ事になる。そこで富士では標準としてポンプ用電

のと言はれてゐる位で、本稿に於ては主として富士水銀整流器の取扱方法に關し、特に重要と考へられる事項の二三を挙げ、その衝に當らるゝ方々の御参考に資せんとするものである。

## (I) 真空の保持

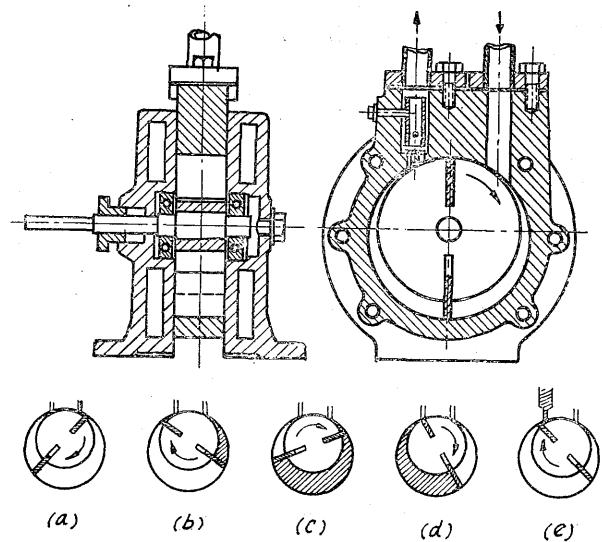
### (1) 排氣装置

富士水銀整流器の排氣装置は

- (a) 油入真空ポンプ
- (b) 水銀蒸氣ポンプ
- (c) 油分離槽及水銀氣壓瓣

から成立つてゐる。この中何れの部分に缺陷があつても完全なる排氣作用は望めない。

\* On Handling and Operation of Fusi Mercury Arc Rectifier



第三圖 油入真空ポンプ

動機の固定子捲線は鐵心及びフレームに對して充分なる絶縁を施し、特に絶縁變壓器を用ひない。

油入ポンプは始動の都度必ず廻轉方向の正否を確かめて運轉に入れること。その正しき回轉方向は電動機のフレームに矢印を以て示された方向、即ち電動機側より見て右廻轉である。之は若しも廻轉方向が逆になるときはこのポンプはコンプレッサーとして働き、油は分離室を經て氣壓瓣或は水銀ポンプ、真空槽にまで押込まれる危険性がある爲め、固より富士の標準では逆相繼電器により斯かる事故は未前に防止出來てゐるが、變電所建設中或は据付當初の假配線の場合には屢々この様な過をやり勝であるから御注意願ひ度い。

この電動機を始めて起動する時、或は永らく運轉を休止せし場合には豫め手にてポンプを數回廻して見てから電動機で運轉する様にして戴きたい。

#### (b) 水銀蒸氣ポンプ

整流器運轉に必要な高真空を得るために上記油入ポンプと直列に水銀蒸氣ポンプを使用する。このポンプはヒーターを用ひて水銀蒸氣を發生せしめ、その水銀蒸氣の流れを利用したもので、得られる真空度は大凡  $\frac{1}{100,000}$  mm (Hg) で、動作し得るバツクブレツシャーは約 20 mm (Hg) である。

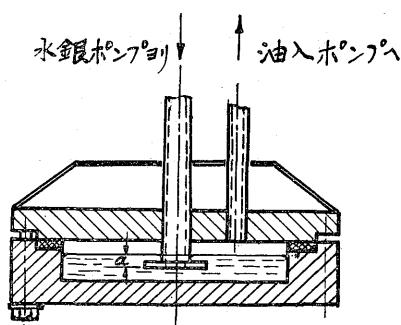
水銀蒸氣ポンプの運轉に際してはヒーターの加熱と同時に冷却水による冷却は絶対に必要である。富士の

水銀ポンプの加熱には通例 12A (11.5~13.5A) の電流を要し、その冷却には2~3立/秒(約20°C)の冷却水を必ず必要とする。冷却水溫度は入口に於て 25°C におさへると出口では 26~27°C である。又入口に於ける溫度が 30°C に近づくと著しくその作用鈍くなるからこの點注意を要する。水銀整流器の真空度が真空計の読みで 20 mm Hg より悪い場合には決して水銀ポンプを加熱してはならぬ。然らざればポンプの水銀蒸氣が氣壓瓣に吸出されて其の機能を損ふ虞がある。

水銀ポンプの冷却筒の掃除に際しては下部のヒーターをはずし、リングナットを弛むればこの筒は下方に抜き取ることが出来る。

#### (c) 油分離槽及び氣壓瓣

富士水銀整流器の真空装置の特に優秀なる點は水銀ポンプと油入ポンプとの間に油分離槽と水銀氣壓瓣を有することである。氣壓瓣は第四圖に示す如く水銀を入れた器で、水銀ポンプよりの排氣管の端は水銀中に開き、水銀ポンプで排出された瓦斯はこの瓣を通じ油入ポンプに至り大氣中に放出せられる。故に若し停電其の他の事故のために、油入ポンプが停止するに到つ



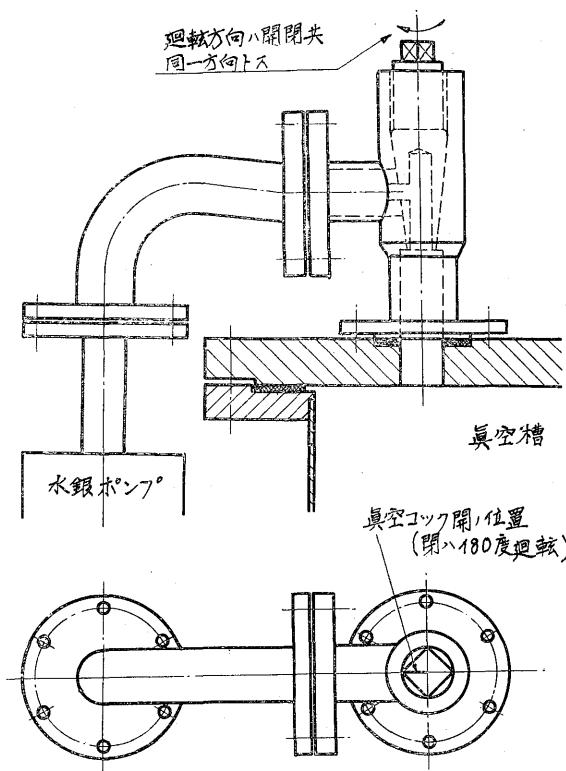
第四圖 水銀氣壓瓣

ても大氣圧が氣壓瓣の水銀面に作用し、水銀は水銀ポンプに通ずるパイプ中約 760 粪押上げられるのみで、真空槽は完全に外氣と遮斷されて、器内の真空は破壊されずに済む様になつてゐる。本器は斯くの如く簡単なる構造であるから、運轉中何等の操作、監視を必要としない。但し長時間に渡る油入ポンプの逆轉に遇ひ油がこの部分に侵入して來ると著しく排氣作用を妨げる。尙水銀ポンプよりの排氣管端の水銀面よりの深さ

(第四圖中の a) も排氣能力及び到達し得る最高真空度に影響する所甚だ大きいから所要水銀量即ち水銀の深さについては當社の指示に従つて戴きたい。

## (2) 主真空コツク

主真空コツクは毎日の運轉停止に當つてはこれを閉じることなく、長い間運轉を休止する際とか、或は排氣装置、排氣管、真空計等を點検修理する際に閉ざせばよい。製作工場で試験を了へた整流器はこのコツク



第五圖 真空コツクの開閉

を閉塞の位置に置き、廻轉止めと封印を施して出荷される。荷造り解裝に際してはこれを點検 Check し衝撃を與へぬ様特に注意を要する。このコツクを開く際には先づ排氣装置が充分にその機能を發揮してゐるや否や確かめることが肝要である。コツクの開孔は心棒に刻された指標の方向にある。コツクを開く際は指標を真空管の方向と正確に一致せしめ、閉じる際はこれと正反対(180度廻轉)の位置まで廻せばよい。コツクの開閉は極めて徐々に行ひ、上下にハンドルが動くことのない様に常に押へ加減に廻し、而もその方向は常に一定方向(開閉共に同一方向)にせられたい。猶

パッキングとしては水銀が使用してあるからその位標には時々注意し、不足せる時は補充せねばならぬ。且つこのコツクの操作は必ず整流器を無電圧にして行はねばならぬ。

## (3) 排氣装置の運轉

水銀整流器の始運轉に際しては第一に、排氣装置の動作完全なりや否や調査せねばならぬ。之には、先づ主真空コツクは閉のまゝ油入ポンプのみ起動する。この際ポンプの廻轉方向に留意する。數分にして、パイピングのみはこのポンプで達し得る最高真空度に到達する。マクロード真空計による真空指示が一定になつたら水銀ポンプの加熱と冷却とを同時に始める。水銀ポンプは加熱開始後約30分間にて排氣作用を始める。パイピングの容量によつて排氣に要する時間は一様ではないが、刻々に於ける真空度の測定と記録によりポンプの動作充分なりや否やは判断出来る。パイピングの排氣が終へたら兩ポンプを停止して氣密度試験を行う。この際、水銀ポンプの冷却水は加熱停止後も30~40分間通水して、水銀蒸氣を完全に凝結せしめねばならぬ。この氣密度試験の結果が良好であつたら始めて主真空コツクを開き真空槽の排氣に着手する。如何なる場合に於ても排氣装置の機能の不完全なる状態にて主コツクを開くことは禁物である。

## (II) 真空測定

富士では真空装置として

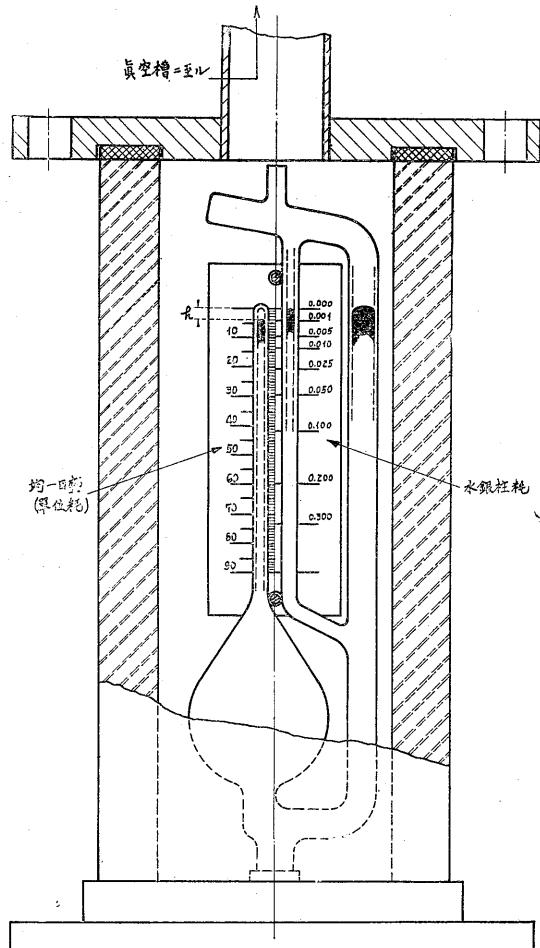
(1) マクロード真空計

(2) ピラニー式真空計

と併用する。

### (1) マクロード真空計

マクロード真空計は附屬のハンドルを廻して水銀柱を上昇せしめ二個の毛細管の中、向つて、右方の管中の水銀面を零線に合せ、左方の管の水銀面の位置を該管の後方目盛板により讀むのである。斯くて真空度は左方毛細管水銀柱が零より降下せる程度(第六圖中のh)を以て示さるゝものにして、左方の目盛により零線以下幾耗の真空度として示され、右方の目盛により水銀柱に準據せる真空度(水銀柱幾耗)として示される。

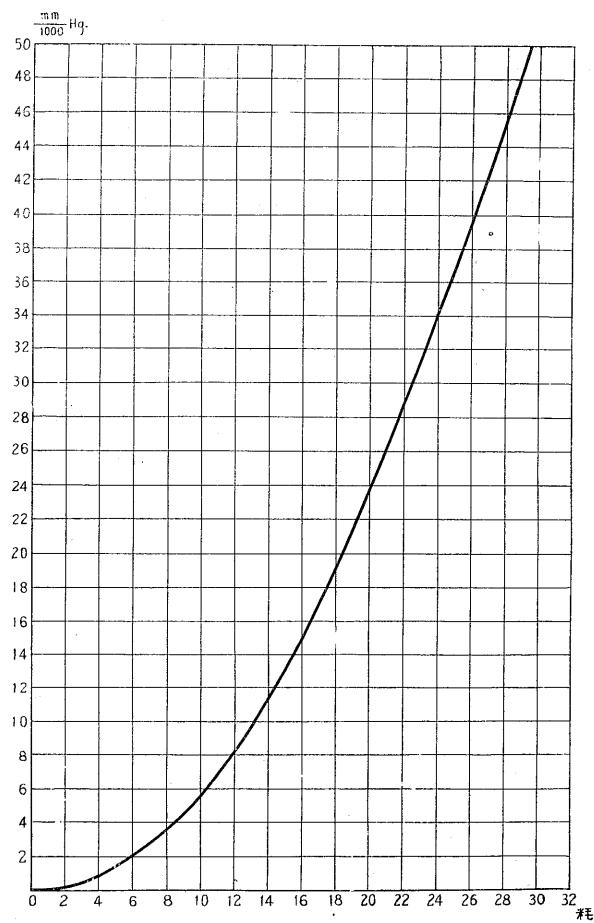


第六圖 マクロード真空指示計

この真空計では水銀柱幾耗として示す目盛は均一でない爲に読み取りに不便である。特に高真空中に於てその感を深ふする。依つて富士では便宜上読み取りに便利な均一目盛を併せ用ひてゐる。豫め兩者の詳細な関係を求めて置き、實際上はこの便利な均一目盛を利用する方が良い様である。油入ポンプ起動直後槽内の瓦斯體の動搖劇しき際にハンドルを廻すと水銀が躍り出すことがあるから必ずポンプの音が静かになつてから測定をなす様注意せねばならぬ。又これが測定に當つては極めて慎重にハンドルを操作し水銀をガラス管より充溢せしむることなき様注意することが肝要である。

#### (2) ピラニー式真空計

ピラニー式真空計は真空中に大なる溫度係数を有する抵抗線を具へ置きその抵抗が真空度によつて變化することを利用せるもので、その抵抗の變化をホイットストン橋にて測定しそのガルバノメーターにはその指針



第七圖 マクロード真空計読みの比較

のフレが直ちに真空度を指示する様に目盛してある。本器は、その読みはマクロード真空計の夫と著しく相違してゐるが化成開始後數日にしてその進行につれ大略正しき真空度を示すべきである。然しマクロード真空計と比較する時はその測定の原理の異なる點其他の相違等によりその指示に多少の差あるは免れないも實用上は何等問題ない。

ピラニー式真空計は整流器に取付けられたるエレメント、真空指示計及び抵抗函より成る。指示計には水銀柱  $\frac{1}{1000}$  耗を基準とした目盛が施されてゐる。指示を読み取る時には、必ず抵抗函の赤線の指示を規定値に調整する事を忘れてはならぬ。

上記ピラニー式真空計の各器は凡て整流器の槽と同一電位にあるから適當に絶縁する必要がある。真空指示計及び抵抗函は凡て大地に對して絶縁して取附け、鐵心ランプの取換、調整抵抗の加減等は凡て絶縁臺に

上つて行はねばならぬ。猶、抵抗畠中の鐵心ランプは動作中は常に微赤色に輝けるものにて然らざるときは断線或は他に故障あるものなれば調査の要がある。

### (III) 整流器運轉中の眞空度

整流器運轉中の眞空装置運轉方式については種々論議ある様なれども、吾々は油入ポンプも水銀ポンプも共に、常時、排氣を續ける方式を標準としてゐる。即ち運轉中の整流器の眞空度は實際上、高い程好ましい。實際運轉してゐる整流器の眞空度は通例  $\frac{1}{1,000}$  mm Hg 或はこれ以上で殊に相當長期間運轉された所謂枯れた整流器ではすつとこれより良い眞空度を示すのが普通である。故に若しも眞空度が之等の値より降下したならば、整流器の冷却状況、水銀ポンプの加熱及び冷却状態、油入ポンプの排氣の工合等を點検しその原因を調査する必要がある。

### (IV) 冷却

整流器の冷却は從來の電氣機器とその趣を異にし、然も過熱と共に、過冷をも、注意して避けねばならない。我社は多年の経験に基き、實際運轉の便利上、簡単に冷却水の温度を監視することにしてゐる。運轉に適當した冷却水の温度は整流器の出口に於て  $35\sim40^{\circ}\text{C}$  を最適とし、如何なる場合に於てもこの温度は  $45^{\circ}\text{C}$  を超過し、又は  $15^{\circ}\text{C}$  より低下せしめてはならぬ。而してその入口に於ける冷却水の温度は普通  $10^{\circ}\text{C}$  以上  $25^{\circ}\text{C}$  以下として戴き度い。

#### (1) 冷却水の調整

電鐵用整流器の如く運轉中絶えず負荷の變動するものに對しては、負荷に應じて自動的に水量を加減出来るサーモスタット瓣を用ひ、同時に季節による冷却水温の變化に應するため、これと並列に手動瓣を備えたバイパスを設ける。

化學工業用整流器の如く負荷の一定せるものに對しては手動瓣のみを備へる。サーモスタット瓣及びバイパス瓣は何れも整流器と同じ電位にあるからその調整並びに點検の際は注意を要する。

嚴寒の際整流器の運轉を休止して永く放置する場合等に、内部の水が冰結する虞ある時はこの水を全部抜

き去り置く必要あり。冷却槽の水は底部の排水瓣にて、又リングクーラーの水は冷却管の連結部を外してゴムを挿入しサイフォンにて吸い出すことが出来る。

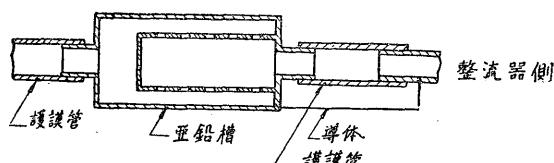
#### (2) 冷却水水質の問題

水銀整流器にとつては冷却水の選定は忽かせに出來ぬ重要な問題である。大體に於て水道を利用出来る場合は問題はないが、井水又は河水を使用する際はその水質につき充分なる吟味を必要とする。

冷却水は特別不純でない、硬度（獨逸式）10度以下の鐵分含有量の小なるものを可とする。眞空槽壁に附着したスケールは冷却面を硝酸（水 20+硝酸 1）で洗ふことによつて容易に除去し得るが、使用した酸を中和するために後で稀薄なソーダ水で充分洗ふ必要がある。この作業は冷却槽にある掃除孔よりなすことが出来る。又眞空槽は眞空を破らずに冷却槽より引出し得る構造になつてゐるから必要に應じてはより徹底した清掃が出来る。

#### (3) 冷却水による腐蝕とその防止

整流器槽は大地に對して電位差を有してゐる場合、普通冷却水入口、出口にはゴム管を使用し大地と絕縁してあるが冷却水の電導性は比較的大であるからゴム管内の冷却水を介して大地に電流が流れ、即ち整流器と大地とが冷却水を電解質として一つの電解系を構成する。そのために一つの電極となる整流器槽に損傷を來し長年月の間には次第に腐蝕し、遂には整流器の運



第八圖 腐蝕防止装置

轉が不可能になる。これを防止するために第六圖に示す腐蝕防止装置を冷却水入口、出口に取付ける。この装置は亜鉛板でつくられ整流器と同じ電位に保ちある故、上述の電解作用はこの亜鉛槽中に起り、整流器槽は腐蝕から逃れ得る。

### (V) 化成

#### (1) 化成方法

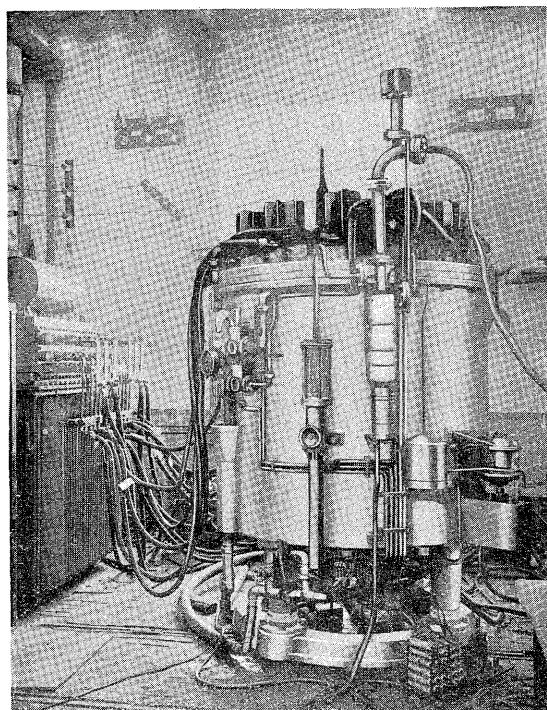
水銀整流器を組立てて始めて運転に入れる時、又は運転開始後何等かの事情で真空を破つた時、或は真空は破らぬけれども長い期間その運転を休止した場合等何れも必ず化成をなす必要がある。化成にも種々の方法があるが、吾々は交流低圧化成方法を採用し、整流器用主変壓器には標準として化成用タップを附してゐる。數組の整流器が一個所に設置される場合には特殊な化成用變壓器を推奨することもある。何れにしても整流器の陽極に低圧の交流を供給し、陰極と變壓器中性點との間に適當なる負荷をかけて實際に整流作用を行はせつゝ化成をなす方法である。

化成に際しては、先づ整流器の真空漏洩の程度、排氣装置の動作の良否、主真空コック等充分に調査、點検をなしたる後、整流器を無加壓の状態にて排氣をなす。化成に差支へない真空度に達したら先づ點弧を試み、而して勵弧電流を通す。化成當初に於ては餘りに小電流では弧光不安定になる傾向ある故勵弧と同時に主陽極にも弧光を通するが得策である。

化成中の真空度は最低約 $\frac{10}{1000}$  mm Hg とし、この値まで降下したら負荷を切放し、次に真空の回復を待つて(約 $\frac{0.5}{1,000}$  mm Hg) 再び負荷せしむる。斯かる操作を繰返し、真空度が約 $\frac{0.5}{1000}$  mm Hg より降下しなくなる迄行ふ。次に化成電流を増し、その整流器に適應する値に達する迄これを繼續し、その最大指定電流で真空度が良好に保たれる様になつたら化成を終る。化成中は晝夜連續して之を行ひ可及的負荷の斷續を避けることが得策である。尙各部の測定及び記録等は20~30分間おきとし、その間に於ても真空度、冷却水の溫度等は絶えず監視すべきである。

又整流器が一年餘に涉り輕負荷にて運転されてゐた場合、これを全負荷にて運転する必要生じたるときは豫め規定電流位にて再化成を行ひ負荷の増加せし時真空度の降下を來すことのない様用意し置く必要がある。尙一週間位にても負荷を休止せし時は再び負荷せしむる際に真空度の變化に深甚なる注意を拂ふことが

肝要で、負荷は真空度の具合を見て徐々に増して行くべきである。



第九圖 化成中の制御格子附水銀整流器

## (2) 制御格子附整流器

制御格子附整流器といつても制御格子が電鐵用の場合の如く單に短絡消弧用のみに用ひらるゝものに對しては特に注意すべき點はないが、化學工業用等の如く電壓、電流の調整を行ふものは、その目的に依つて注意事項も夫々異なるを以て、之等に關する事項は、又稿を改めて記すとして、茲では單に制御格子附整流器の化成はその制御格子を適當なる高抵抗を通じて夫々相當する主陽極と結線して、然る後普通の整流器の如く化成を進めて行けばよい事丈を附言しておく。

## 結 言

之を要するに水銀整流器は運転に入る前には、化成を充分に行ひ、運転に入つてからは、真空度と冷却とを注意の中心として對處すればよいと言ふことに歸着する。



\*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。