

電気集塵装置の保守〔2〕

Maintenance of Electrostatic Precipitator

橋本 清隆*
Kiyotaka Hashimoto

(第39巻 第12号より続く)

〔V〕 事故現象の診断と保守要領

一般に事故として報告されている問題の中には以上述べたEPの本質ならびに以下の例題解説に照して理解されるように必ずしも事故ではなくて、EPの動作に関する認識が足りないとかあるいはちよつとした取り扱いの不注意による異常状態を本質的な事故と誤認されている場合が少なくない。すなわち保守員の教育あるいは管理によつて設備をいつそう有効に運用できると思われるので、以下にEP運転中に起り得る諸種の現象例とその診断のし方について述べ保守能率向上の参考としたい。

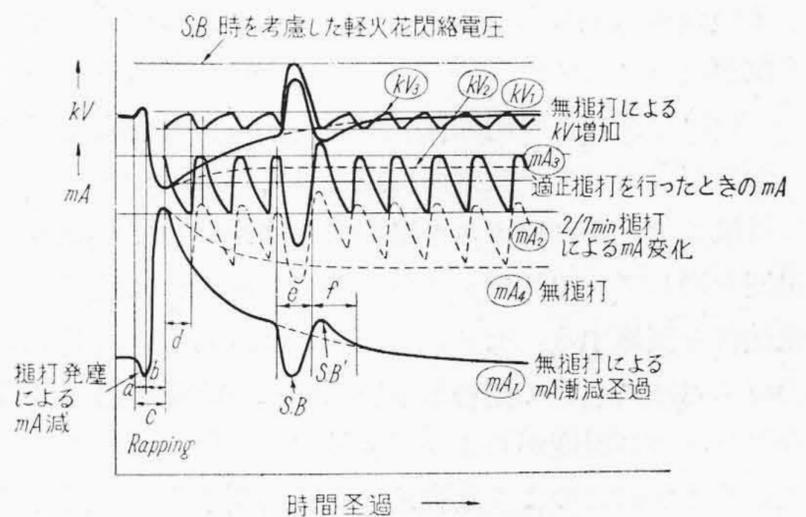
最近のEPは電源装置が機械整流機からセレン整流器に移り、さらに定電流方式、再閉合方式、遠隔制御、高電圧制御などガス状態の変化にかかわらず人手を省いて高能率運転が行えるように諸種の制御方式が取り入れられている。また実効集塵電圧や放電電流の指示記録、電極槌打や灰出しの自動制御、事故区の自動選択遮断、模擬回路による運転表示、事故警報など保守の能率向上ならびに安全上に必要な諸種の監視ならびに制御要素が加えられている。集塵器自体も湿式が普及されまた従来の乾式型でも電極構造、槌打型式そのほか諸種の面で著しい進歩がみられる。したがつて40年にわたる新旧型式の事故例をあげると広範になるので設備計画上または保守上興味ある主な異常現象について述べる。

(A) 放電電流mAが減つてきた。一次電圧 V_1 をあげようとするときスパークがひどくてあげられない。集塵率も良くないようである。このような事態の原因と対策には次のような場合がある。

(a) 電極槌打が適度でないため集塵極にダストが堆積しすぎて放電しにくい。

対策：電極槌打を適切に実施する。電極槌打要領はガス状態とダストの性質にしたがつて適度に決定すべきものである。したがつてガスの状態が始動当初と変化しておればこれに合わせて槌打要領が修正されねばならない。

* 日立製作所日立工場



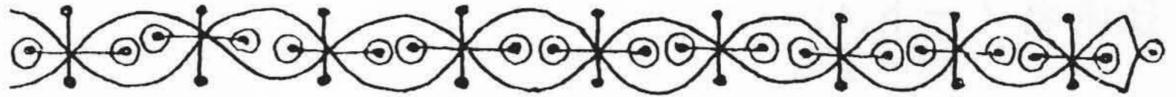
ダストの電気抵抗が高いと V_1 一定した場合でも槌打の後時間経過とともにmAは mA_1 のように漸減する。これに伴つて集塵電圧は kV_1 のように上昇する。たまたまストプロ(S,B)が行われると図示のような変化が重畳する。この状態でd周期で適正槌打を行うと電流変化は mA_2 のようになる。S,B時の電圧急昇を考慮しても mA_3-kV_3 の状態まで改善される。ダストの抵抗が高すぎない場合には mA_4 の特性をとるから無槌打でもほぼ mA_3-kV_3 の良好な荷電状態を保持できる。

第8図

槌打周期の基準は主機の運転条件に伴うダストの濃度と性質で変るから実態に合わせて保守員が調節すべきものであるから、簡易に再調整できるように装置されている。第8図のように槌打後mAの減少が大體20%に達する時間を基準間隔にすればよい。またスパークの発生頻度が過度でなければダストの性質が集塵に好適なのであるから強いて槌打を行わなくとも良い。ガス温度の適度に保持されるモルタル電極EPは、無槌打で好調な運転されている。槌打時間は多くの場合1分間くらいで足りるものである。槌打を過度にすると電極の破損を早めまた捕集ダストの飛散を増すことになるから注意して行うべきである。

(b) 放電極の槌打が適度でない(電極系の質量と槌打の強さおよび回数)かまたは低電圧 V_1 で運転したために放電極がダスト被着で肥大していてコロナ放電が弱められている。

対策：常時十分に高い電圧で運転する。槌打は必要かつ十分に行う。過度の槌打は放電極の断線事故の原因になるからこの点は研究結果に基づき設計上に意が用いられて



いる。元来放電極の槌打は電極の肥大を防止すべく用いるもので適当周期で連続して実施するのがよい。

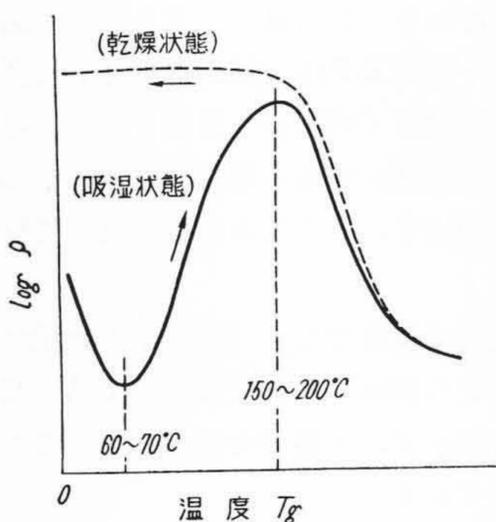
(c) ガス温度が低く露点付近で運転したためダストが放電線に固着し肥大している場合も同様な結果になる。このような場合は放電線を取り出していねいに掃除するほかはない。硫酸製造ガス、パルプ製造黒液ボイラガス、セメントミルまたはパッカの排気、あるいは重油混焼ボイラ排ガスなどの処理において注意を要するところで、特に休転に際しては集塵室温度が露点に達する以前に両電極を十分に脱塵清掃するかあるいは休転中も露点に達しないよう適度に加温する考慮がいる。

(d) ダストの絶縁性 ρ が高すぎるため空間電荷の影響が大でコロナ放電が抑止されている。

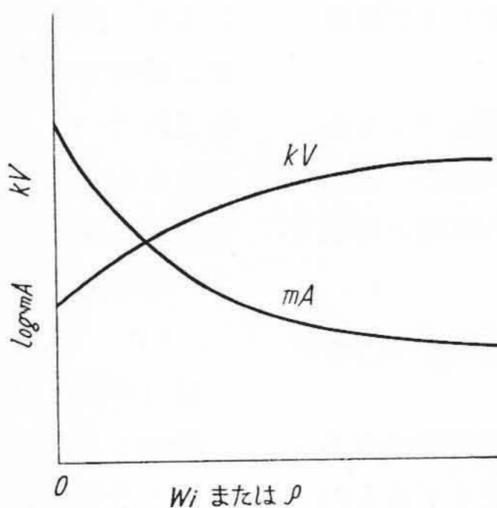
対策：でき得ればガスを給湿または冷却してその関係湿度を増して ρ の低下をはかる。やむを得ねば適度な連続槌打を実施する。セメントキルンガスあるいはボイラ排ガス処理において原料あるいは燃料の乾燥が過ぎた場合またはガス温度がちょうど ρ 最大の条件で取り扱われているときにこのような現象によく当面する。一例を示すと第9図のようにダストの電気抵抗は温度によつて著しく異なるので操業条件の選定を上手にすると同じ設備を能率良く使うことができる。このような場合には多湿あるいは雨天の時には比較的好調子で関係湿度が40%のような好天時には概してmAが小で V_1 も低くせぬと運転が不安定になる。

(e) 含塵量 W_i が過大のため空間電荷の影響が大きくてコロナ放電が抑止されている。この現象はミストあるいはダストいずれのEPについても $W_i > 50g/m^3$ になると経験される。

対策：適当な前処理装置を設けて W_i を適度の値にまで低減する。

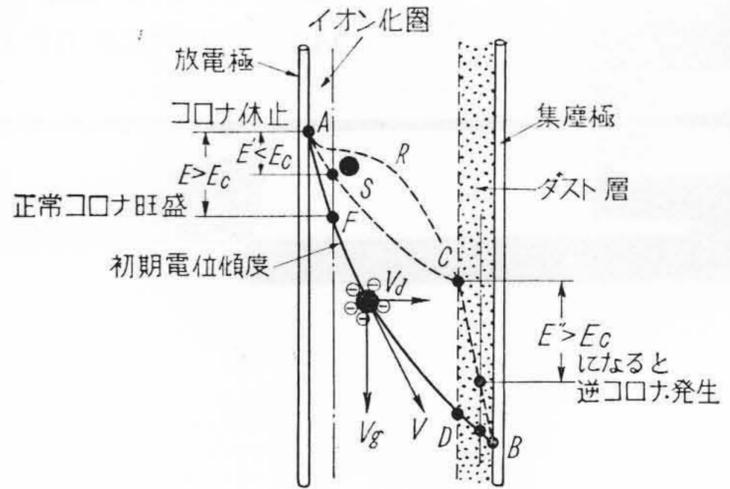


(A) ダストの ρ は T_g のある値で最大になる
関係湿度RHが増すと ρ は低下する



(B) V_1 = 一定のとき
 W_i または ρ が増すと mA は減り
実効集塵電圧 kV は上昇してくる

第9図 放電特性に及ぼすガス状態の影響

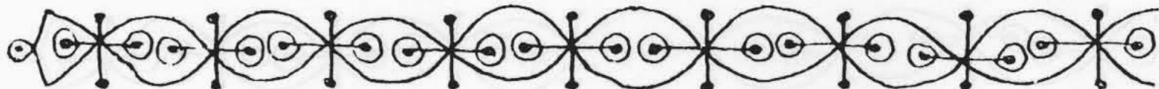


第10図 堆積ダストの性質による電位分布の相異とこれに伴う放電休止と逆コロナ発生

この対策は第3図および第10図の解説からうなずかれる。第3図は低電圧運転により放電極が肥大した場合のmA減少事情、第10図曲線ACBは高絶縁性ダストが集塵極面に過度に堆積した場合、曲線ARCBはダスト濃度 W_i が大で空間電荷がはなはだしくてmAが減少する事情を示している。すなわち放電極表面付近の電界の強さ G (単位長当りの電位降下で示す) がガスの絶縁耐力 G_c より大きくなるとガス体は高電界の下で分子の部分破壊すなわちコロナ放電を起す。この限界電界強度 G_c はガスの種類と状態によつて、また電界強度 G は放電線の太さと集塵電圧 E および電極距離 S の値で定まる。コロナ放電によつて生成されたイオンあるいは電子などはガス中に浮遊しているダスト微粒子を帯電させ第10図AFDBのような経過で電極に吸着あるいは凝集を促進する (V_d = 集塵速度, V_g = ガス流速, V = 合成移動速度)。

第10図のように集塵極面にダスト層が形成されても、これが導電性ないしは適度にダスト表面の電気抵抗が少ないダストであれば電位傾度はAFBのようになり、

$G(AF) > G_c$ で放電極表面には正常に \ominus コロナ放電が保持され、集塵極面のダスト層BD内には \oplus コロナ放電は起らず集塵作用が正常に進行する。しかしダストの電気抵抗がある程度以上に高いものであれば第10図に点線ASCBで示したように $G'(AE) < G_c$ となり放電極表面における \ominus コロナ放電は弱くなり、逆に集塵極表面の堆積ダスト層CB内部で \oplus コロナ放電が発生することになる。こうなると、元来 \oplus コロナ放電は火花閃絡に発展しやすい性質をもっており、かつ第11図例示のよ



うに⊕火花電圧 E_s^+ は⊖火花電圧 E_s^- よりもはるかに低いから低電圧 E で閃絡が起り集塵率は必然的に低下する。

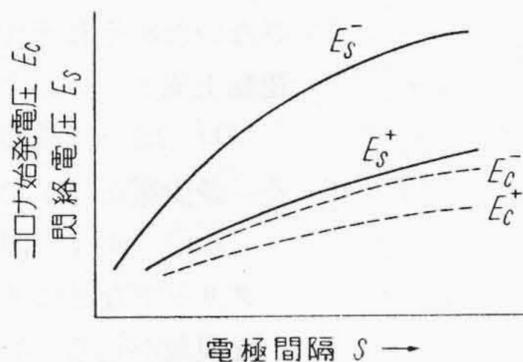
(B) 従来の特性からみて一次電圧 V_1 の割合に mA が異常に増加している。しかし集塵率は良くないようである。このような現象を伴うのは次のような場合に多い。

(a) 特高絶縁碍子類の漏洩電流が大きい。

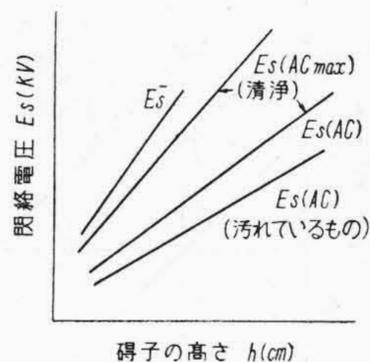
対策: 1,000V メガー試験の結果が $20M\Omega$ 以上になるまで碍子、碍管類そのほかの絶縁部分の清掃および乾燥を行う。新設のコンクリート建電気室あるいは永らく休転した電気室などの始動時、雨期、夜間、夏季の夕立時などにも電気室内の空気の関係湿度を高めぬ注意が肝要である。碍子類の絶縁耐力保持には沿面絶縁距離を増すよりも使用環境を適度に保持することの方がより重大であることは第12図の閃絡電圧および第13図の湿度の影響特性からも知られる。

すなわち関係湿度が 75% をこえると絶縁物の表面電気抵抗は急激に低下する危険があるから付録 I を参考して気温の変化に際してもこのような危険にさらされぬよう日頃の室内湿度を 65% 以下に保持することが望ましいわけである。機械整流機を使用している場合は表面漏洩電流は樹脂板の温度上昇と劣化を相互促進して火花閃絡による焼損に導くから特に湿度の管理はたいせつである。また空冷バルブ整流器の場合にも同様な危険が起るから注意を要する。

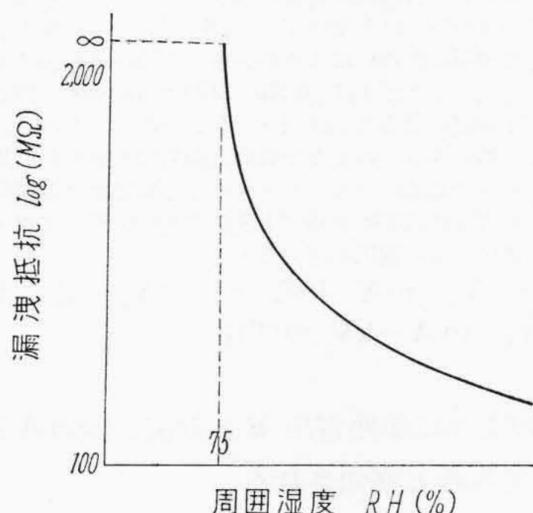
(b) 逆電離現象が起きているとき、(A)(c)項で述べたように、⊖電荷をもつたダストならびにイオンおよび電子群によつて集塵極へ運ばれる電荷は、正常なガス状態の下では逐次中和されて電極に堆積したダスト層表面の電位は第10図 D の状態にあるが、ガスの関係湿度が低くダストの ρ が高い場合には同図 C のように高まる。こうなると放電極表面付近の電界は $G < G_c$ となつて⊖コロナ放電が休止し、反面において集塵極ダスト層内における電界が強まり $G'' > G_c$ となつて⊕コロナ放電がさかんになる。いわゆる逆電離現象が起り E/mA 値が低下し



第11図 不平等電界における放電極性効果

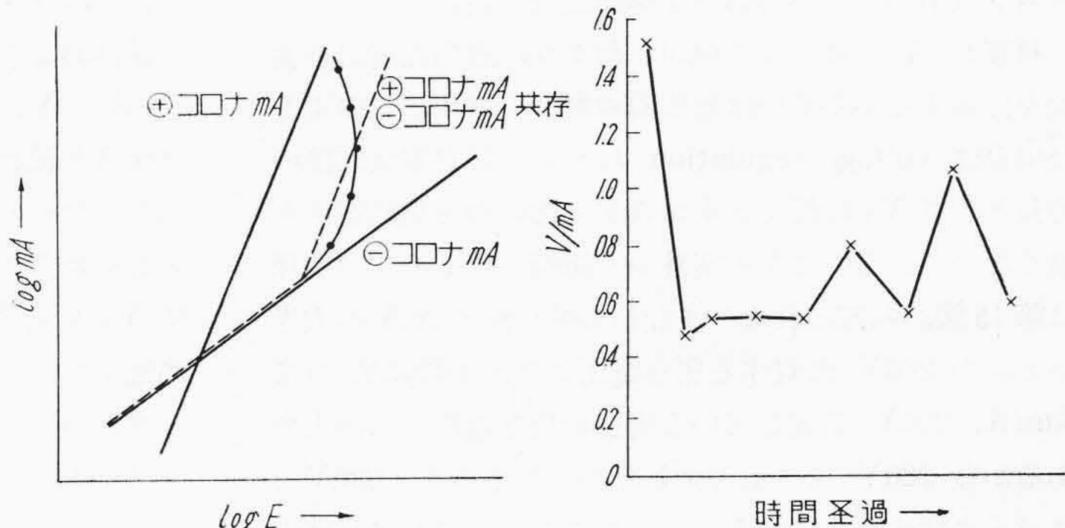


第12図 碍子の閃絡電圧



第13図 碍子の沿面抵抗

て mA が著しく増大する。前述のようにこの⊕コロナは火花放電に移りやすいので電圧があげられなくなる。このような状態における mA は集塵作用が少ない。 mA が増大しても集塵電圧 E が十分に高められないから、したがつて集塵率 η は低下する。この状態は

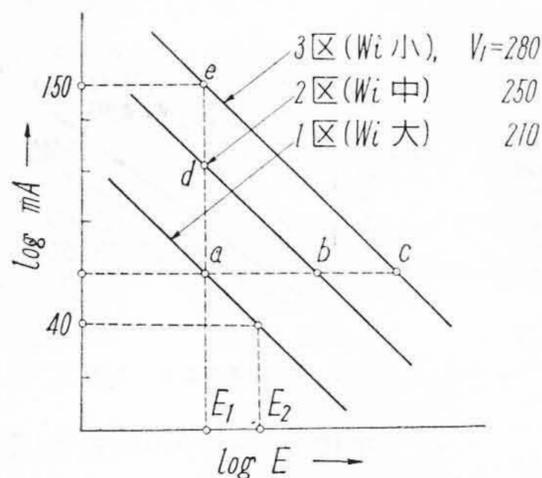
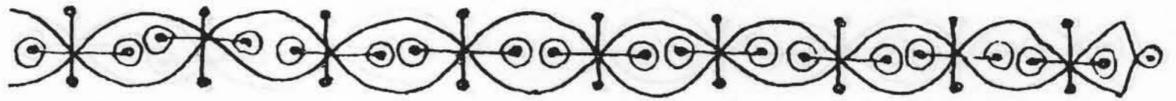


(A) $\frac{\log mA^+}{\log V_1} \gg \frac{\log mA^-}{\log V_1}$

⊕⊖共存するときはある電圧以上になると⊕mAが dominant になり場合によっては鎖線のように却つて kV が低下する

(B) V_1 一定でもガス状態(主として W_i および T_g) によって mA が著しく変化する

第14図 ガス状態による放電特性の変化



1, 2, 3区のようにダスト濃度が異なる集塵区に同等の電流 mA を流すには a, b, c のように W_i に応じて電圧を高めねばならない。同じ電圧で荷電すると mA は a, d, e と後段区ほど大きい。したがって各区独立整流器で同じ集塵電圧を与えるには回路の電圧降下に応じて後段区ほど高い V_1 を与えねばならない。またダストの少ない時 (たとえば 3 区) 280 V, 150 mA で安定運転できたものが MC あるいはミルの調整その他の原因でダストが多くなると (たとえば 1 区の状態) 210 V, 40 mA で閃絡を起して運転が不安定になることは $E_1 < E_2$ のゆえであることがうなずかれるであろう。このような場合自動制御をもたない装置では 1 区は不安定であるからストブローなど異常ガスの瞬時を考慮して 1 区の V_1 は無理に高めず安定な電圧に保持してガス状態の安定した 2 区以後の電圧を高めるとよい。

第 15 図 V_1 —mA—kV, または V_1 一定における W_1 —mA—kV の関係

第 14 図のように集塵電圧 E と放電電流 mA との関係を図示してみると察知される。

対策: ガスの性質を調整するか、槌打要領を適切にする。

(C) mA が減つて低電圧 V_1 でスパークする。捕集ダスト量からみて集塵率は低下していないようである。

このようなときはガス状態は悪くはないが含塵量 W_i が予想以上に著増している。すなわち集塵状態は良好で η は低下していないが集塵器出口排煙の含塵量 $W_0 = W_i(1-\eta)$ の絶対値は W_i とともに増加するので、捕集ダスト量が多いにもかかわらず排煙濃度が高い。

対策: (A)-(d) 項で検討したように適当な前処理装置を付加するかあるいは集塵器の容量を増す。このような場合は voltage regulation の大きい EP 電気回路の特長として V_1 は低くとも mA が少ないので集塵電圧が高くなっているため η が案外高く保持される。この関係は第 15 図から知られる。すなわち煙が淡く mA の大きいときの 280 V に対する集塵電圧よりも濃煙になつて 30 mA, 220 V 荷電している場合の集塵電圧の方が大であるから 280 V でスパークしなかつたものが、220 V でスパークするようになる。しかしこの現象は EP 自体の問題でなくてガス状態に帰因していることに注意せねばならない。すなわち同じ放電線延長をもつ第 1, 2, 3 区を荷電する整流器の電圧電流特性をみるとダスト濃度の高い前区ほど E/mA 値が大でこれとまったく同様の関係にあることが知られる。すなわち前区は不安定な放

電特性をもつものであるからこの影響を後の他区に及ぼさないためそれぞれ独立整流器で荷電することが高能率運転上望ましいわけである。

(D) 時々連続的なスパーク放電が起り不安定である。多少電圧 V_1 を下げると異状がとまる。

(a) ホッパ内, 集塵室側壁下隅, 碍管室, 放電極, グリッドなどにダストの異常堆積があるときにかような現象が起る。堆積ダストがよく乾燥した状態にあつてスパーク圧力で吹飛ばされると少時は安定する。ホッパに過度に堆積させた場合は致命的であつて EP に流入するダスト量を減らすかあるいは灰出しを促進せねば回復しない。

対策: ホッパの捕集ダストは適度に排出することを怠つてはならない。休転に際しては電極を十分に脱塵して休風するかあるいはセメントミルまたはパッカ用パルプ工場のソーダ回収用 EP のように吸湿性ダストを取り扱うときは特に休転中も熱気を還流して露点以上の温度に保持する考慮が必要である。

また捕集物排出の際はホッパ下からの空気漏入を極力防ぐように注意せねばならない。ホッパ部からの空気漏入の弊害は電極あるいは集塵室壁へのダストの固着を促すにとどまらず集塵率を著しく低下させるから特に注意を要する。

(b) 碍管が破損しているときはある電圧 V_1 に達するとスパークが起り、さげると放電が安定する。この放電開始電圧はほぼ一定していて再現性がある。

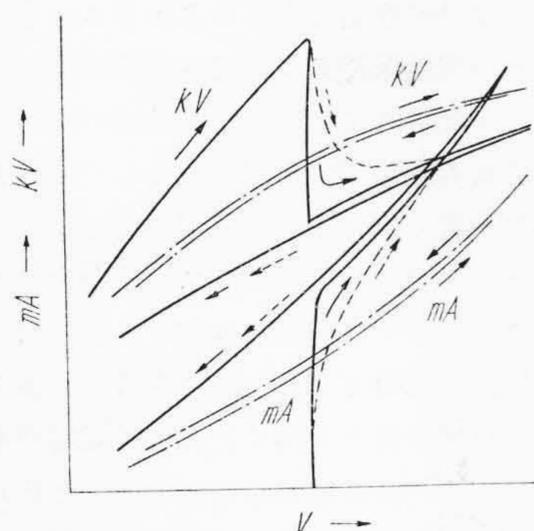
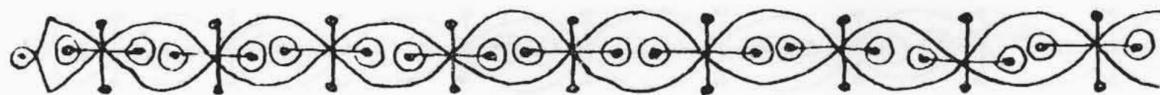
対策: 各区ごとに荷電して事故箇所を確認してこれを取り除く。同時に破損の原因と判断される運転状態を改めあるいは碍管の保護構造を改良する。

(c) 電極の一部に異物が引掛つているときもある電圧に達するとこれがほう起してスパークを生ずる。確認および対策はまったく前項と同様でよい。

(E) V_1 を上昇すると第 16 図のようにある値までは mA が流れないが、その値に達すると突然 mA が流れ出しかなりの値に達する。さらに V_1 を上昇すると V_1 とともに mA が増す。この場合 mA が定常値に達しない間に V_1 を上昇すると点線で示された経過をたどることは当然である。

次に V_1 を下げるときは先の mA 不連続電圧に関係なく V_1 とともに mA ならびに kV が漸次減少する。ただし mA 値は平常時よりも概して大で、 η が低い。

第 3 図に示したように EP の集塵作用としては主として G_c 以上の電界におけるクローム力を利用するのであるが、整流電圧波形と EP の時定数の関係であるいは低電圧運転を行うと前述のように誘電集塵作用力が介入する。機械整流機の円板や高圧碍子類あるいはケノトロン



第16図 高絶縁性物質で放電極が被覆された場合の放電特性（実線），鎖線は正常な放電特性

管球など高電圧絶縁物が特に汚れやすいのはこの作用力によるもので両者の作用力はGの増大に伴って同図のように推移する。

誘電力は放電線を肥大させみかけのコロナ開始電圧を高めるのでますますこの傾向を促進する。したがって集塵率が満足な場合でも低電圧運転は永い間の保守の面から避けるべきである。

(a) ある時期から急にこのような状態になったとき、多くは主機の運転状態の変化に帰因する。たとえば硫酸ダストEPにおいて原料の水分、給鉄量などでガス温度 T_g が低下し硫酸の露点近くになる懸念があるような運転状態をつづけているとたまたま放電極表面に硫酸塩類の絶縁被膜を形成してこのような状態になることがある。またセメント原料乾燥窯あるいは焼成窯などの排ガス処理においてもガス温度の異常低下または休転時の保守不良によつて物理的に電極に絶縁被覆を形成することがある。これらの悪影響はガス温度の低い間には現われず、温度が上昇してきたときに現出する。

対策：電極をよく清掃して、始動要領に留意する。

(b) 長期の間に次第にこのような状態になったとき保守要領の不適によるもので、ガス温度および集塵電圧の管理が良くない場合が多い。

対策： T_g および E の管理を確実に行う。記録計の利用は有効である。一般に集塵率が満足であれば高い電圧で運転することが不経済と考えられがちであるが電力消費は割合に僅少で放電極肥大防止効果による安定保守の利益の方が大きく評価される。

硫酸ダストEP、セメントキルンEP、金属製錬EP、重油混焼ボイラEPなど SO_2 を含むガスを取り扱うEPでは休転中の手入れ不良あるいは運転中の空気漏洩などが装置の腐蝕、放電極の肥大ひいては \downarrow 低下を招くことがはなはだしい。

(F) 整流火花あるいはmA計が不規則に大きな短絡状態を示すとき。

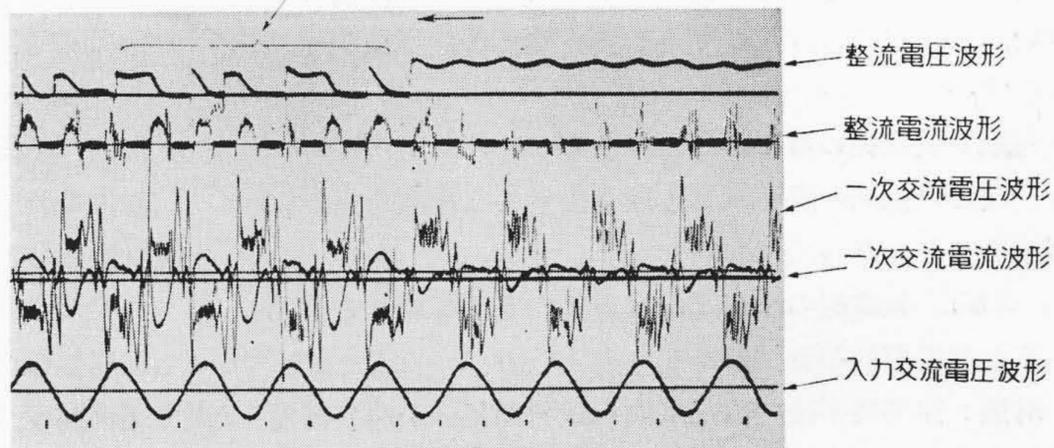
(a) 放電線が切断しあるいは重錘が脱落して放電線端部が不安定なときは不規則なスパークが継続して起る。

対策：各区ごと荷電により事故箇所を確認して補修すると同時に事故原因を考察して予防措置を施す。かような故障箇所の検出は空気負荷では発見困難なことがある。なるべくガス負荷中に確認しておき休転中の処理を迅速にすることが望ましい。

(b) 端部が完全に \oplus 集塵極に接触したときは遮断器が作動して電圧がかけられない。ただし機械整流機を用いていてその整流間隙が大きいときあるいは保護抵抗、塞流線輪などが焼損して高抵抗になつていときはEP内に短絡が生じていても安定運転と誤認されることがある。これは部品のメガ試験を行うか実効集塵電圧の測定を行う以外には発見が困難である。第17図はこのような一例であつて、 V_1 、mAおよび整流火花の状態からはなんら異常が認められないが集塵率ははなはだしく低い。保護抵抗値および整流間隙が過大のためEP碍管破損短絡で集塵電圧がほとんどかかつていないのが発見されずに運転が続けられていたものである。

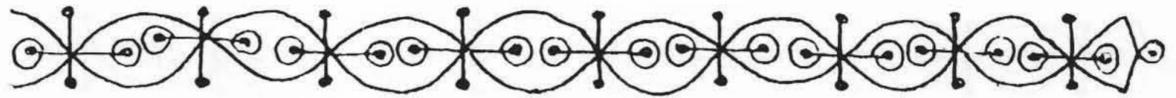
(c) EP内部（電極あるいはグリッドなど）に針金、ボロの類が下つている場合も(b)と同様な現象

EP内部短絡事故の為実効集塵電圧が低下している



集塵電圧がある値まで build-up すると絶縁が破壊されているのがわかる。この間充電電流（漏洩電流）が正常な瞬時より大きいから mA 指示がふらふらしており、よく観察すれば絶縁に異常のあることがわかるはずである。

第17図 異常運転状態におけるEP荷電特性



が起る。またその状態によつては(B)-(a)のようにもなる。

対策：施工あるいは定検補修の後各區別空気負荷試験を実施する。複数区を並列荷電すると第6図および第15図の理由により大mAのため十分な電圧が与えられずガス負荷運転に入つてから不出来が発見されるおそれがある。通煙を急ぐのあまりこの手順を省いてはならない。

(d) 放電線の重錘がグリッドからはずれあるいはグリッドにささえられているなど正規の状態にないときも十分に電圧がかけられない。

対策：数多いが注意していちいち点検した後前項(c)と同様にして発見除去する。印加電圧が十分でないとき発見できず、通煙後においてガス流に煽られてあるいは集塵電圧が高くなつたとき閃絡現象が発現し、処置に窮することがまれでない。

(G) 空気負荷試験では異常が認められなかつたが通煙して荷電すると周期的あるいは非周期的閃絡が起り十分な電圧がかけられない。

(a) 放電線の歪曲がはなはだしいかまたは重錘がグリッドにダストなどで固着して重錘作用が効かない状態にあると周期的振動閃絡が持続する。この場合の振動周期は近似的に

$$T = 2L \left(\frac{\rho A}{W_g} \right)^{\frac{1}{2}} \times 0.316$$

ここに L : 線の長さ (m) W : 重量 (kg)
 ρ : 線材の密度 A : 線の断面積 (cm²)
 T : 固有振動の周期 (sec)

でmA計の振れあるいは機械整流機であれば整流電弧の周期から知られる。

日立EPは槌打周期、放電線の太さ、長さ、重錘の大きさなどによる放電線の固有振動がガス流速および電界の静電圧力によつて励発され共鳴する条件を避けているから正常な状態であればこのようなことは起らない。放電線に大きなひずみを与えるとこの現象が起りやすい⁽²⁾。

対策：放電線の取りかえ、清掃あるいはEP内部、ホッパなどの掃除の際注意して取り扱うよう作業を指示監督することを怠つてはならない。

(b) 放電線の断線または重錘の定位離脱などがあると非周期的振動閃絡が起りやすい。

対策：作業終了後の内部点検を厳密に行いかつ各區別荷電試験を必ず実施して完全作業を確認する。

(c) 集塵器内のガス偏流がはなはだしいと放電線の振動が強制される。EPの最も経済的な使い方は器内のガス流分布を均斉にすることが第1で、このため

入口および出口の煙道の形状およびガス分布板の構造ならびにその機能保持については実験的検討の結果に基づいて設計がなされている。また前後の連絡煙道の計画についても考慮しているが、時として吸湿ダストの分布板への固着、分布板の調整不良あるいは付帯煙道計画の不適などのため器内のガス偏流を生ずることがある。特に入口バフル下部の目塞りまたは出口煙道のダスト堆積は器内のガスを上部に偏流させ放電線の振動閃絡と集塵率の低下を招く。比較的低集塵率で計画されたEPあるいは金網集塵電極を用いたEPの取り扱いにおいてはいつそう注意を要する問題である。

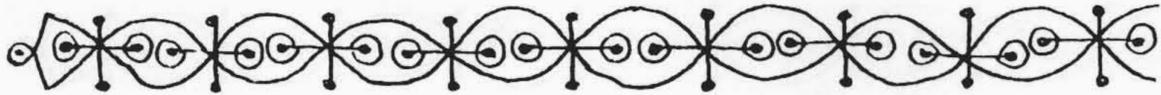
(H) 高圧回路の絶縁が低くすぎる。

(a) 碍子、碍管などの汚れが過度のとき、付着ダストが元来絶縁性のものであれば吸湿せぬかぎり支障はない。また表面が電解質を含まないダストで汚れかつ若干吸湿している場合には荷電すると漏洩電流によつて絶縁が漸次回復する。しかし一般には沿面放電と温度上昇とが交互作用で促進され碍子、碍管の破裂を招く。

対策：碍管部は適度に加熱が施されているので一般にダストが付着しても破損することはない。ただし煤煙そのほかの導電性ダストあるいはミストを取り扱うEPでは碍管ヒータを設けるほかに清浄ガスを碍管室に送入してこれらの付着を防止する。これらの保護装置の機能を完全に保持するとともに休転時の掃除を完全に行うことがたいせつである。また保護装置の異常を認めたときはすみやかに補修し、EP始動時には1時間以前にヒータあるいは加熱清浄ガスを入れて碍管を予熱するなどの考慮を忘れてはならない。かような必要手順は誤操作を避けるためなるべく順序起動の円動回路に入れておくのがよい。休転に際してはヒータは停止せぬ方がよい。停止するときは停止後ただちに碍管面を十分に清浄しておくべきである。

(b) 電気室内あるいは饋電室内の空気状態が悪い。碍子類の表面漏洩抵抗は沿面距離の大小よりもむしろ第13図に示したように湿度によつてその値が対数的に変る。

対策：日立EPに使用されている碍子類の沿面距離は設計上十分に考慮されているから周囲の空気状態さえ適当に管理すればこのような事態は発生しない。したがつて絶縁抵抗が低い場合には脱湿器あるいは加熱器を用いて関係湿度（絶縁湿度でなく関係湿度で影響される）を低下させればよい。温度は40°C以下、湿度は65%以下を適度とする。また長時間運転を継続しているとどこからともなく侵入したカーボンで汚れてくる。特に高圧絶縁体は汚れやすいから適時清掃する必要がある。時期は



実情に合わせて定めねばならない。

(I) ケーブルの絶縁破壊

EPの高圧配線ケーブルは10m余の垂直架線部をもつことが多い。このための油圧差と鉛被の熱膨脹収縮により含浸絶縁油が徐々に流下するため上部に油枯れ部分を生ずる傾向がある。かような状態になるとケーブルの絶縁性は半減するので、うっかり油の補給を忘れてしまうと上位ケーブルヘッドの下方0.3~1.5m付近で破壊が起る可能性がある。

対策：ケーブルヘッドには油量標示があり、かつ補給油が付属されているから、布設後しばらくは油面位に注意して補給を忘れずに実行する。数箇月も経過すれば布設状態で飽和するからこの必要はほとんどなくなる。ただし鉛被が外傷を受けて油漏れを生じたために破壊する例も少なくないから付近地で工事が行われる場合には特に注意を要する。最近の日立コットレは油頭槽付コットレルケーブルまたは油圧槽付O.F.ケーブルを用いているので保守はいつそう気楽になる。

(J) 機械整流機絶縁板の焼損と破損

(a) 保守不良による焼損 焼損の原因としては電気室の窓開放、硝子破損などにより霧雨の吹込または夜霧の侵入あるいは気温の急降下などのため湿度の増加による沿面閃絡焼損が多い。特に絶縁板に塵埃の付着がはなはだしい時に起りやすい。

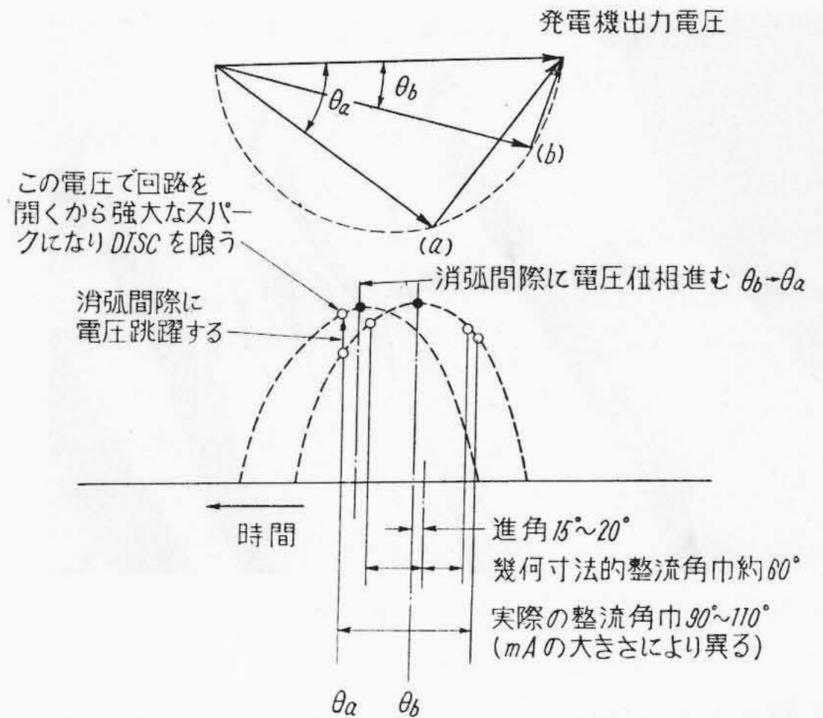
対策：電気室は防塵密閉構造として開放を禁じ、湿度の管理をよくする。

(b) 整流位相のずれが過大のときまたは大型機械の運転で配電電圧の変動が過大であるとEP内での閃絡発生などの際に危険を伴うからかような原因はなるべく避けた方がよい。

対策：整流位相は正しくつかんで、電圧位相を整流板位相よりもわずかに進めておく⁽³⁾。適度な進角はmA値によつて異なるがおおむね電気角度で15~20度がよい。

(c) 材質不良による焼損 ベークライトの化成未熟な場合は積層の内部を貫通漏電して表面に黄色ミミズ腫れまたは斑紋様のふくれを生ずる。これは良品と取りかえるほかはない。

(d) 整流位相の跳躍による焼損 この現象はMG型整流機に限るとみてよい。すなわち発電機の容量が小さいので整流電流の消長によつて発電機出力端子電圧の位相が第18図のように大きく変動する。すなわち整流位相の終末時に整流電弧が消滅しかかると電圧位相が進んで強烈長大な火花を生じ、これによつて整流機円板の爪の側部が局部的に焼損する。この種整流機にあつては電波障害の強大なこととともに避けられ



第18図 M-G非同期機械整流器における整流電圧位相の跳躍による整流の不安定

ない特長であり最近はまったく新製されない。

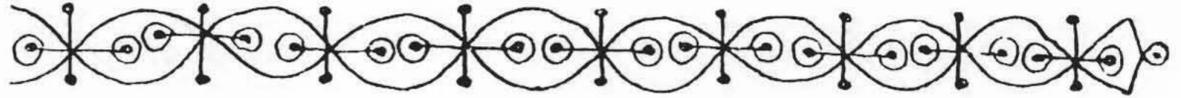
(e) 整流機絶縁板の破損 (a)~(c)の原因による焼損が回転遠心力あるいは振動の機械的強度限界に達すると絶縁板が破損し、二次的に杵その他の設備が破壊される。このようなことはめつたにない事故であるが皆無ではない。また円板周囲に取り付けられた導体爪の締付なども回転震動に対する弛み止めが考慮されているが定検時に注意して確認することがたいせつである。

(K) 腐蝕と磨蝕

(a) O₃とNO₃による電気計器類の腐蝕 機械整流機を設備した電気室において経験される問題であつて、対策としては機器を密閉構造としかつ防蝕塗装を施す。換気を行うときは整流機保護上防湿防塵に留意する必要がある。

(b) 電極およびケーシングの腐蝕はほとんどが低Tg運転に由来している。発錆物の分析においてみられる特長としてはSO₃を著しく多量に含む場合と、ほとんどこれを含まぬ場合とがある。いずれも運転温度が低いことが原因であつて、一般には保温によつて防蝕の目的を達せられる。場合によつては耐蝕材料を用いねばならぬが根本的にはまず運転条件に改善の余地が得られないか再考して最も経済的な方法を選ぶべきである。

(c) 浮漂電位による電蝕 放電極系は取り換えそのほかの面を考慮して接点をもつ取付構造が用いられる。しかもこの系統は肥大防止のため連続的に衝撃が与えられるので部品間の電氣的接触が絶たれてこれらに瞬時的浮漂電位が誘起され相互の間に小火花放電が



第19図 サイクロンの磨蝕

繰り返えされる。このため電蝕が進行することがあるが日立EPの商品の取り付け、強度などの設計にはこの点の考慮がなされている。

(d) ミストの静電飛沫による電蝕 硫酸ミストEPに経験される問題であるが、これは保護被覆を用いて対策とする。

(e) 湿式EP電極の腐蝕 電蝕問題はほとんど考慮しなくてもよい。むしろ用水の性質およびカーボンなど捕集物の化学的性質の吟味こそ防蝕上重要な問題である。

(f) サイクロンの腐蝕 EPの付帯設備として煙道および前置集塵器ならびに排出機構の問題がある。サイクロンは元来高ガス流速で器壁にダストを摺付けている動作をするものであるから必然的にその摩耗は著しい。しかし取り扱うダストの種類および粒度、濃度ならびにサイクロンの使命(分級、除塵、予備処理など)もさまざまであるから計画の頭初にその寿命を予測して予備品を準備すべきである。

(L) 同一 V_1 荷電においてmAが荷電室数あるいは区数に比例しない。前回の説明第3図乃至第7図においてこの原因が煙の含塵量が区によつて異なることおよび荷電回路の電圧降下がmAによつて大きく変ることにあることが理解されたであろう。すなわち

(i) 同位区についてはEが等しければmAは並列荷電区数に比例する。第6図で E_1 , mA₁はそれぞれ1区荷電の特性, E_2 , mA₂は2区荷電の特性であるが E_1 , および E_2 の同一値(点線で示した)に対するmA₁とmA₂とは1:2の割合になつている。この関係が V_1 からは判然としないのは E/V_1 の関係が V_1 およびmA値によつて非直線的に変るからである。

(ii) 同様に同一構成の2室についてもEが等しければmAは2室並列荷電のときの2倍になる。

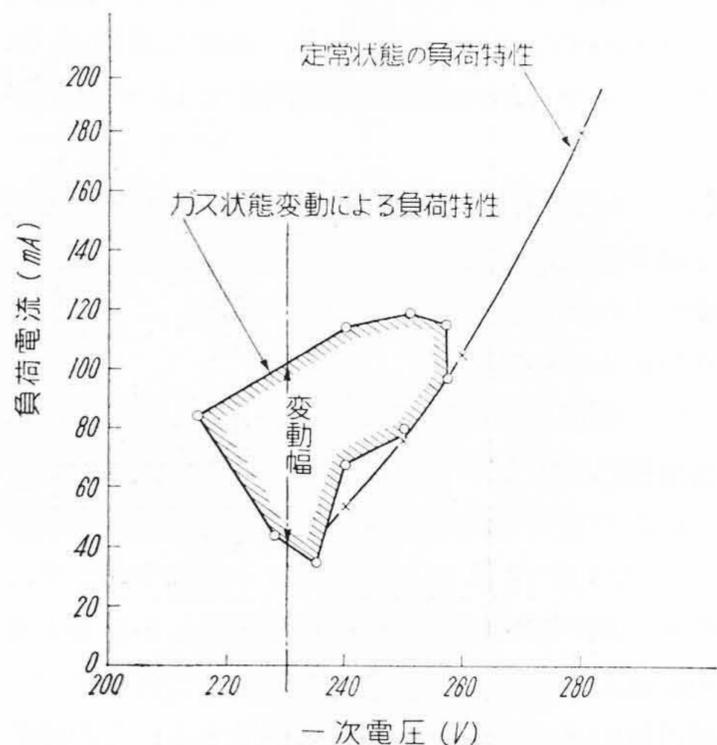
(iii) 空気負荷では $W_i=0$ で各区共同一条件であるからEが等しければmAは荷電区数に比例する。

(M) 電気設備容量一杯に電圧または電流があげられない。集塵器の大きさはダストまたはミストの大きさ分布と性質, 処理ガスの量と状態および所望の集塵率に対し地積および設備費の都合を勘案して最も経済的かつ保守容易に設計される。この場合多数の電極を経済的な枚数構成のいくつかの群に別けて直並列に用いるが, 集塵室内のガスの流れに沿つて直列に配置された群を第1, 第2, 第3……セクション(区)と呼び, 並列に設けられた集塵室をA, B, C, D室のように呼んでいる。

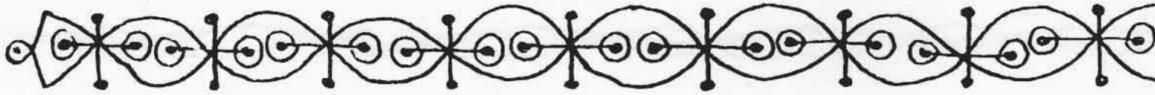
各室の第1セクションは同一ガス条件にあるので同じ最適集塵電圧, したがつて同一整流器で荷電して差しつかえない。前述のようにこの区は直列区の中で W_i が最も大でmAが少ない。第2, 第3と後段区になるにしたがつて W_i がexponentialに減り逆にmAが大になる。したがつて荷電用整流器の容量は第1区よりは漸次後段区荷電のものが大であらねばならないわけである。

しかし同一大きさの集塵区を荷電するに必要なかつ十分な整流器の容量は W_i 特性のほかにダストの性質およびガス状態によつても著しく相異なるのでそれぞれに適合させて製作することは不経済である。一般には適当容量の標準整流器をガスおよびダストの性質状態に応じて集塵器の室区構成に適当に割当てられる。割当の基準は, 一般に集塵器が最大負荷をとる空気負荷試験を実施する必要上, 単位集塵区に対するこのときの十分な集塵電圧・電流をとりかつ整流器単位容量端数を切上げるからガス負荷状態においては電圧・電流ともかなり余裕をもつたものとなる。

集塵器は, 前述のように放電状態が異常でないかぎり



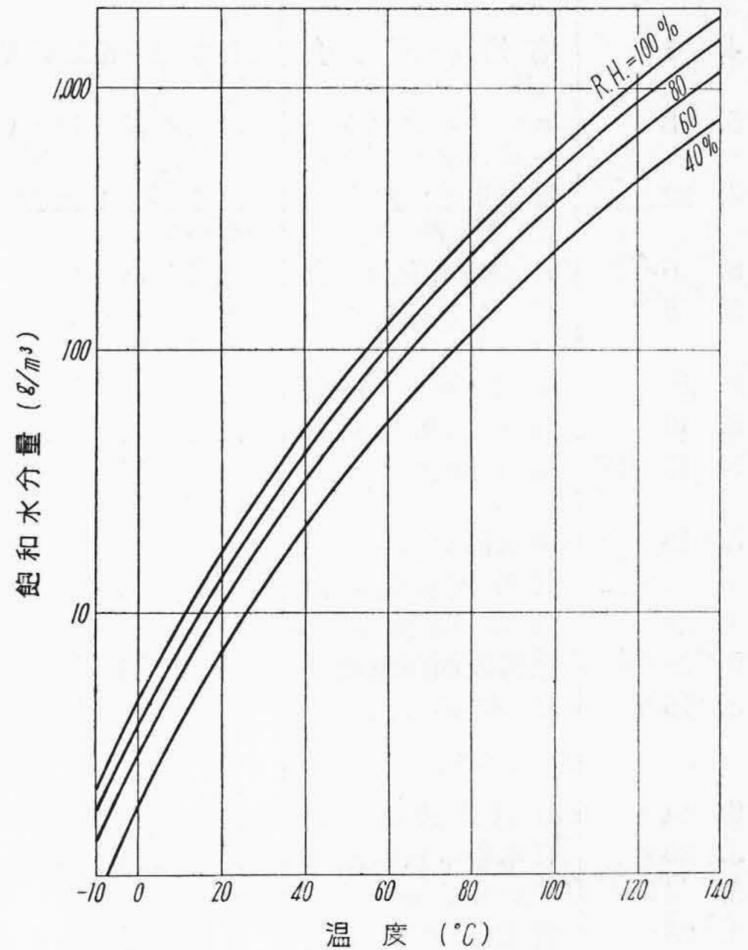
第20図 ガス状態による集塵器の負荷量変化



火花閃絡電圧 E_s に近い実効集塵電圧 E で安定に運転されておれば十分に所期の集塵率を得るように設計されているのであつて、強いて整流器の全出力電圧あるいは電流を用いねばならないというわけのものではない。すなわち集塵器の集塵率設計電圧基準と整流器の容量設計基準とは別な観点に立っているのであるから整流器の最大電圧、電流まであげられなくても集塵器機能上には差しつかえない。ガス状態による集塵器の負荷量変化の一例を示すと第20図のようで同じ一次電圧 V_1 でほとんど100%の電気的負荷変動を伴っている。

- (2) 橋本, 千葉: 高炉ガスの電気的浄化について 7 (昭 15-7)
- (3) 日立製作所: 日立電気集塵装置取扱説明書

付 録 I



〔VI〕 結 言

以上EPの取り扱いに当つて経験される事項について順序不同に摘録したが、EPの本質を理解する上に参考となり設備をより有効に運用保守されるうに役立てば幸甚である。EPの負荷は電気機械、ボイラ、タービンあるいは電気機器における空気、水、蒸気あるいは電気のようにその性質が一定しない煙であるだけに日常の管理研究が施設効果の向上に役立つところが大きい。運転日誌の記載要領は保守改善に資するものであるからその一例を付録IIとして示して参考とする。

参 考 文 献

- (1) 橋本: 電気集塵装置の保守要領〔I〕 日立評論 110 (昭 32-12)

付 録 II

No. _____ EP 運転日誌 S. _____ 天候 _____ 気温 _____ °C 気圧 _____ mmHg 湿度 _____ %

時刻 (時分)	ガス温度(°C)		ドラフト(mq)		CO ₂ (%)		O ₂ (%)		窯戻温度 (°C)	焼出量 (t/h)	SeR ₁			SeR ₂			SeR ₃			備 考
	入口	出口	入口	出口	入口	出口	入口	出口			V ₁	kV	mA	V ₁	kV	mA	V ₁	kV	mA	
7 00																				
7 30																				
8 00																				
8 30																				
...																				
14 00																				
14 30																				
平均																				
15 00																				
15 30																				
16 00																				
16 30																				
...																				
22 00																				
22 30																				
平均																				
23 00																				
23 30																				
24 00																				
24 30																				
...																				
6 00																				
6 30																				
平均																				
管理	指示事項:																		検印	

No. _____ EP 運転週報 担当 1W 2W 3W

考察 _____ 指示 _____

(註) 記載事項は業種設備内容によって異なる
週間記録をグラフにまとめる (担当者が記入と同時に記述してゆく)

日立製作所社員社外講演一覽

(昭和33年4月受付分)

講演月日	主 催	題 目	所 属	講 演 者
5. 15	日本電気協会	火力プラントにおける制御の諸問題について	日立工場	浦 田 星
5. 16	日本電気協会	電力用ゲルマニウム整流器	日立工場	近 藤 喜久雄 毛 利 銓 一 末 松 茂
4. 1	応用物理学会	日立1~5MV Van de Graaff型電子加速装置	国分工場	和 田 一 郎
5. 8	コンサルタントサービスクラブ	潜在災害をいかにして撲滅するか	国分工場	和 田 一 郎
4. 22	神奈川大学教授 正野崎友信	超硬バイトによる特殊材料の切削油の効果について	亀有工場	中 山 紀 之
8. 6	日本水道協会	軸流ポンプのキャビテーション	亀有工場	矢 鳥 光 吉
8. 6	日本水道協会	斜流ブレードレスポンプによる沈砂池の掃除方法の実績について	亀有工場	寺 田 進
7. 17	産業科学協会	使用者側よりみた事務機械の現状	亀有工場	麻 生 武
5. 10	日刊工業新聞社	仕掛品管理事務の機械化の実際	亀有工場	麻 生 武
5. 15~17	電子顕微鏡学会	永久磁石, 電磁石併用励磁電子レンズ系について	多賀工場	菊 地 嘉 夫 中 央 研 究 所 木 村 博 一
3. 18	東京都工業奨励館	各国の工業デザインについて	多賀工場	池 田 英 夫
4. 1~3	海外貿易振興会	イタリアの工場におけるデザインの現状	多賀工場	池 田 英 夫
4. 24	日本機械学会	熱硬化性樹脂	多賀工場	松 井 千 里
5. 29	金属表面技術協会	電気機器塗装における工程管理	多賀工場	吉 田 金 太 郎
5. 15	日本電気協会	自動周波数調整装置	多賀工場	新 井 健 男
6. 14	日刊工業新聞社	打抜加工技術の問題点	国分工場	小 林 敏 二
5. 29	日本科学技術連盟	特殊交流型アナログ計算機について	日立研究所	小 林 敏 二
5. 4	テレビジョン学会	テレビジョン受信空中線	亀戸工場	富 樫 和 三 郎
4. 23	質量分析研究会	質量分析計によるウラン同位体存在比の測定について	戸塚工場	小 倉 正 美
5. 15~17	電子顕微鏡学会	2枚の結晶格子の作る干渉縞	戸塚工場	古 谷 勝 美
5. 15~17	電子顕微鏡学会	電子顕微鏡による金属超薄切片の観察	中央研究所	岡 本 潤 一
5. 15~17	電子顕微鏡学会	電子レンズの磁束密度と非点収差の研究	中央研究所	渡 辺 宏 次
5. 17~18	電子顕微鏡学会	電子銃について	中央研究所	土 倉 秀 二 郎
4. 10	日本学術振興会	化学実験室に便利な新しい器具と操作	中央研究所	片 桐 信 二 郎
5. 31~6. 1	高分子学会	ポリメチルメタクリレートのアセトン溶液粘度依存性	中央研究所	孤 田 孜 雄
5. 31~6. 1	高分子学会	ポリエチレンの溶液粘度(2)	中央研究所	栗 田 常 守 治
5. 31~6. 1	高分子学会	各種高圧法ポリエチレンのキシレン溶液度の温度依存性(2)	中央研究所	上 川 松 俊 旭 守 治
5. 31~6. 1	高分子学会	ポリエチレンの加熱による酸素吸収量と電気的性質および構造変化	中央研究所	上 川 松 俊 旭 守 治
5. 31~6. 1	International Federation of Electron Microscope Societies	Development of Lens System in Hitachi Electron Microscope	中央研究所	新 井 松 俊 旭 治 望 哉 郎
5. 7	日刊工業新聞社	真空度の測定法	中央研究所	森 戸 野 文 哉 郎
9. 10~17	国際電子顕微鏡会議	Permanent Magnet Lens Systems and Their Characteristics	中央研究所	片 桐 信 二 郎
3. 31	日刊工業新聞社	電気絶縁油, 鉱油と不燃油	中央研究所	近 藤 弥 太 郎
5. 31~6. 1	高分子学会	ポリエチレンジメタクリレートの熱分解	中央研究所	木 村 博 一 夫
6. 1	日本化学会 日本分析化学会共催	日立分光光度計による火花分析(第1報) 銅合金中の亜鉛の定量	多賀工場	菊 地 嘉 夫
5. 24	日本自動制御協会	磁気的論理回路の自動制御への応用	日立研究所	高 橋 治 男
5. 6	工業技術院電気試験	安定度試験の意義について	日立研究所	高 橋 治 男
4. 15	粉末冶金技術協会	鉄粉の焼結過程に対する二, 三の考察	日立研究所	津 久 井 陸 郎
				浦 井 馨 寧 次 明
				菅 原 信 次 明
				前 川 敏 明 男
				高 橋 治 男
				竹 内 久 祐 二 俊
				小 戸 野 田 忠 俊