



三菱電機

第 17 卷

昭和 16 年 10 月

第 10 號

内 容 目 次

蓄電池充電用水銀整流器の電流調整に就て	239
變壓器鐵損測定用磁束電壓計に就て	243
變壓器套管の衝擊電壓特性	250

三菱電機株式會社

蓄電池充電用水銀整流器の電流調整に就て

神戸製作所 荒井 潔

1. 緒 言

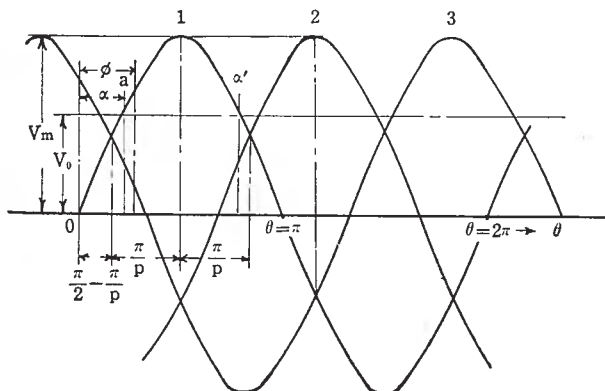
蓄電池の充電に水銀整流器を用ふことは、その硝子製水銀整流器の最初の用途であつたとも考へられる程古い事である。従つて其の制御の方法も既に多種に涉つて實施されて居るのであるが、以下にその電流調整に關し若干の検討を加へ、その方法の二三に就て研究して見たいと思ふ。

2. 整流器直流電壓と蓄電池電壓の關係

今給與交番電壓即ち主變壓器二次側電壓を $V = V_m \sin \theta$ で表はすものとする。又 V_{d0} を整流器内の電弧降下の値（但しこれは不變のものと思ふ）、 V_b を負荷蓄電池の電壓とし此等を $V_o = V_b + V_{d0}$, $\sin \alpha = \frac{V_o}{V_m}$ として表わす。然る時負荷蓄電池に充電を行ふ處の電壓は第1圖に於て位相角 α に始まり α' に終る處の電壓であつてその平均値は

$$E_d = \frac{p}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} V_m \cdot \sin \theta \cdot d\theta \dots\dots\dots (1)$$

但し p = 相數



第 1 圖

によつて求められるが、上式に於て $\alpha \leq \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}$ の場合は放電は連続し充電は安全に行ふことが出来る。但しこの場合の直流側に制限抵抗を附屬せしめる。これに反しもし $\alpha > \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}$ にして更に $\frac{\pi}{2}$ に近づくものとすれば、充電は斷續的となり、遂には休止して終ふ。

これは負荷蓄電池が整流器に對して逆起電力を有するので V_o 以下の電壓に於ては電弧の起動或はその持續が阻止せられる爲である。

3. 蓄電池充電電流

蓄電池充電に當りその整流器回路は種々に選定出来るのであるが、此處では交流側に於けるリアクタンスは無視し且直流側には別段のリアクターを設けず、充電は直流側總抵抗 R を通してなされるものとして論旨を進める。

前節に於て述べた如く $\alpha \leq \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}$ の場合は整流器の放電は連続し、充電は安全に行はれるのであるが其の場合の平均電壓 E_d は

$$\begin{aligned} E_{d0} &= \frac{p}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{p}} V_m \cdot \sin \theta \cdot d\theta \\ &= \frac{p}{\pi} \cdot V_m \cdot \sin \frac{\pi}{p} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

である。この時蓄電池に向つて流れる電流は逆起電力 V_o を超ゆる處のものでなければならぬ。従つて充電電流を通ずる處の電壓は

$$E_{d1} = \frac{p}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{p}} [V_m \cdot \sin \theta - V_o] \cdot d\theta$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{p}{2\pi} V_m \int_{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{p}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{p}} [\sin\theta - \sin\alpha] \cdot d\theta \\
 &= \frac{p}{\pi} V_m \left[\sin \frac{\pi}{p} - \frac{\pi}{p} \sin\alpha \right] \dots\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

となり、これにより生ずる充電電流の平均値は明かに E_d/R なる故

$$I_{d1} = \frac{p}{\pi \cdot R} V_m \left[\sin \frac{\pi}{p} - \frac{\pi}{p} \sin\alpha \right] \dots\dots\dots (4)$$

となる。

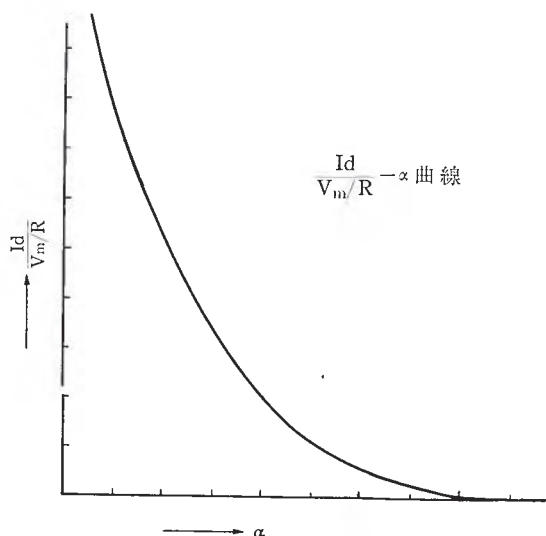
又第1圖に於て $\alpha > \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}$ の場合を考へて見る此の場合充電電流を生ずる電圧は(2)式と同様に(1)より

$$\begin{aligned}
 E_{d2} &= \frac{p}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi-\frac{\pi}{p}} [V_m \sin\theta - V_0] \cdot d\theta \\
 &= \frac{p}{\pi} V_m \left[\cos\alpha - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) \sin\alpha \right] \dots\dots (5)
 \end{aligned}$$

$$\therefore I_{d2} = \frac{p}{\pi \cdot R} \cdot V_m \left[\cos\alpha - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) \sin\alpha \right] \dots\dots (6)$$

(6)式に於て $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ならば $I_{d2} = 0$ となり充電は行はれない事は明らかである。又 $\alpha \rightarrow \frac{\pi}{2}$ の場合電流は減少し不安定な一種の Trickle charge となる。

(4)式と(6)式は一見相違するものの如くであるが(4)式は(6)式の特別な場合即ち $\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{p}$ の場合であるから(6)式を以て逆起電力 V_b を有する蓄電池に向つて行ふ充電に対する一般式と見ることが出来る。



第 2 圖

よつて今以上の関係を更に明瞭にする爲 I_{d2}/V_m と α との関係を求めて見ると第2圖に示す通りとなる。

4. 充電電流の調整

前節に於て(6)式により求められる電流は蓄電池充電電流の平均値を表はすものである事はわかつたのであるが、以下本節に於てはこの電流を調整する方法を考へて見やう。

先づ(6)式を通覽して直ちにわかることは

- a. 直流回路の抵抗値 R を變へること
- b. 給與電源電壓 V_m を變へること

による2つの電流調整方法である。前者は直流側主回路に抵抗器を挿入して電流を制御する方法で、後者は電源變壓器にタップを設け又は誘導電壓調整器の如きものを置いて電壓を變へる方法である。

第一の抵抗加減法は小容量のものに屢々用ひられる方法で、電源變壓器に於ける電壓は蓄電池充電終期に於ける直流電壓に相當する値を選び、この電壓に於て所定の制限電流を通ずる様に抵抗の値を決める。この方法は簡單ではあるが、損失の大であること、微細調整が困難なことに及び主幹直流を通ずる爲電流量が大で大型蓄電池用には取扱不便なること等の缺點がある。

第二の電源電壓加減法は中型又は稍々大型の蓄電池用として用ひられる方法で、タップ調整法にあつては充電初期及び終期に於ける電流を調べ、 α の適當な値に於て V_m 或は其の實効値 V_0 を求めタップ電壓としこの初期及終期電壓の間を適當數のタップに分けて置く。この方法は、別段の損失も無く且構造も餘り大きいものを要しないので便利であるが、前同様微細な調整は附加抵抗の無い限り困難である。

で第三の方法として考へられることは水銀整流器の制御格子による調整方法である。この方法は陽極前面に設けた制御格子に適當な電位を與へ、整流器の臨界點弧特性曲線との交叉位置を制御して調整を行ふものである。本方式は大型設備に對しても、適用出來且相當程度の微細調整も可能であるが、その完全な装置は複雑高價となる。

格子制御による充電電流調整の關係は前節に於て記述した處と變らないのであるが、唯電弧は格子電壓によつて抑制せられ、豫定された起動位相 ϕ に至つて初めて點

弧する。故に(5)式は、その積分限界が變り

$$E_{ds} = \frac{p}{2\pi} \int_{\phi}^{\pi-\alpha} [V_m \sin\theta - V_0] \cdot d\theta \dots\dots\dots(7)$$

$$\therefore I_{ds} = \frac{E_{ds}}{R} = \frac{p}{2\pi} \cdot \frac{1}{R} \cdot V_m [(\cos\alpha + \cos\phi) - (\pi - \alpha - \phi) \sin\alpha] \dots\dots\dots(8)$$

となる。此の場合 V_m は最大充電々流を流し得る様とつて置き、 α は適當に選び ϕ を加減して調整を行ふ。

以上三つの方法は何れも長短あり、第一の方法は小容量のもの以外では有利でなく、第二の場合は調整が粗となる場合があり、又第三では或る種の制御方式以外は高價となる。

これ等の事柄から當社では次の如き充電々流調整方法を採用して居る。

5. 調 整 法 の 一 例

蓄電池の用途は多種に涉つて居るのであるが、用途が異なれば使用法も違ひ従つて充電方法にも差のあることは當然である。然し此等を大別すれば、周期的充放電方式と浮動電池方式の二つと考へることが出来る。

前者は充電及放電を交互に繰返す方式であつて、放電終期に達した蓄電池に向つて規定の充電々流を通ずる。後者は蓄電池及充電機(此處では水銀整流器)を常に並列に接続し、蓄電池には一時的な大負荷の折放電を行はしめる外、(此の時には整流器はリアクタンス降下により放電せぬ)常時小刻充電を続ける方法である。

これ等は更に定電壓充電法、遞減充電法、小刻充電法等に細別して考へられるのであるが、これ等は必ずしも獨立した使用法を意味するものでなく、例へば小刻充電を行ふ場合にも定期的過充放電を行ふことが必要となされて居る如く、屢々此等を組合せた使用法が要求せられるのである。

斯くの如き使用法には夫等各々の用法を満足すべき装置を必要とする。その代表的なものは浮動電池方式である。

浮動電池方式の充電装置として重要なことは

- a. 電流の微細調整の可能なること
- b. 定期的過充電の可能なること

等である。

如上の要求に對して當社では次の如き電流調整法を有する充電装置を製作して居る。即ち a に對しては格子制

御法を適用し b に對してはタップ電壓加減法を用ひ此等二つを組合せた簡易確實な一形式を作つて居るのである。

5.1 格子制御装置

格子制御装置には種々の方法のある事は周知の通りである。即ち移相法、直流衝擊法、交流衝擊法等であるがこれは直流偏倚増減法と稱する方法であつて、これを採用した理由は三つある。

- a. 設備が最も簡單であること
- b. 使用條件からして調整範囲の大なることを要しないこと
- c. 整流器温度乃至水銀蒸氣壓の變動の少ない處で使用するので調整誤差を伴はぬこと

本方式の格子電壓及整流器主陽極電壓間の位相關係を示せば第3圖の通りである。

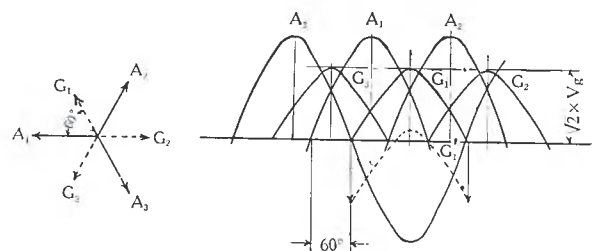
圖に見る如く格子電壓 V_g は主陽極電壓 V_a に對して位相角に於て 60° 遅らせてある。而してこの格子電壓は圖の G_1 より G_1' の間に直流偏倚によつて移動せしめられる。従つて主陽極の電弧始動臨界點を以上の範圍に於て調整出来るのである。

本方式の接続略圖を示せば第4圖の通りである。圖に於ては制御格子用變壓器は T_2 として別に示してあるが實際のものは主變壓器の三次巻線として居る。又直流偏倚電壓は負荷蓄電池回路から得て居り、偏倚増減装置としてパワーポテンシオメーターを設けて居る。該ポテンシオメーターは容量僅か 200mA に過ぎぬ極く小型のものである。

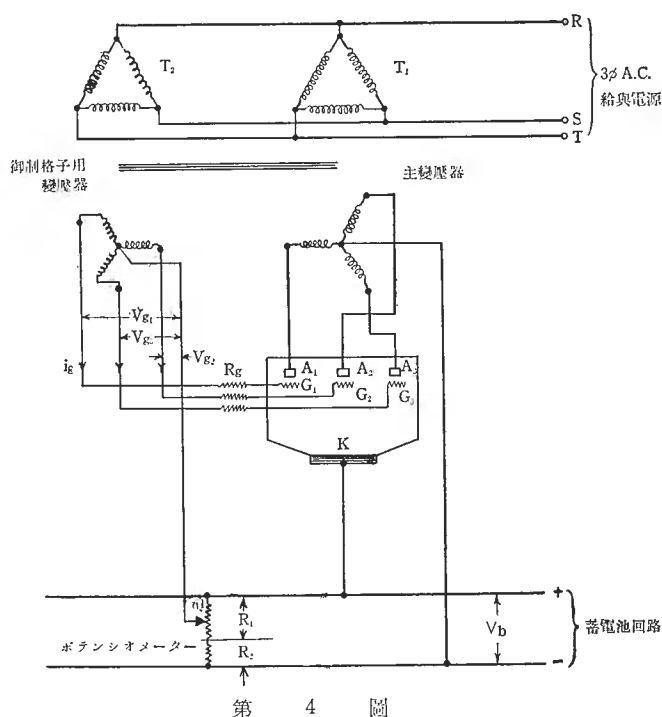
5.2 タップ電壓加減装置

タップ電壓加減装置で重要なことは

- a. 負荷時に於て電壓調整を行ふ爲巻線短絡用抵抗の附加を必要とすること
 - b. タップ接點の接觸の確實なること
 - c. タップ數及タップ電壓値の適當なること
- 等であらう。



第 3 圖



タップの接触は、蓄電池個数多く且多相水銀整流器の合には、其の正確なる接触を得ることに機構上の苦心を必要とする。一般にダイヤル型摺動接触式のものを用ふ場合が多いのであるが、此の場合接触の正確を期すればゼネパツを用ふが最もよい。

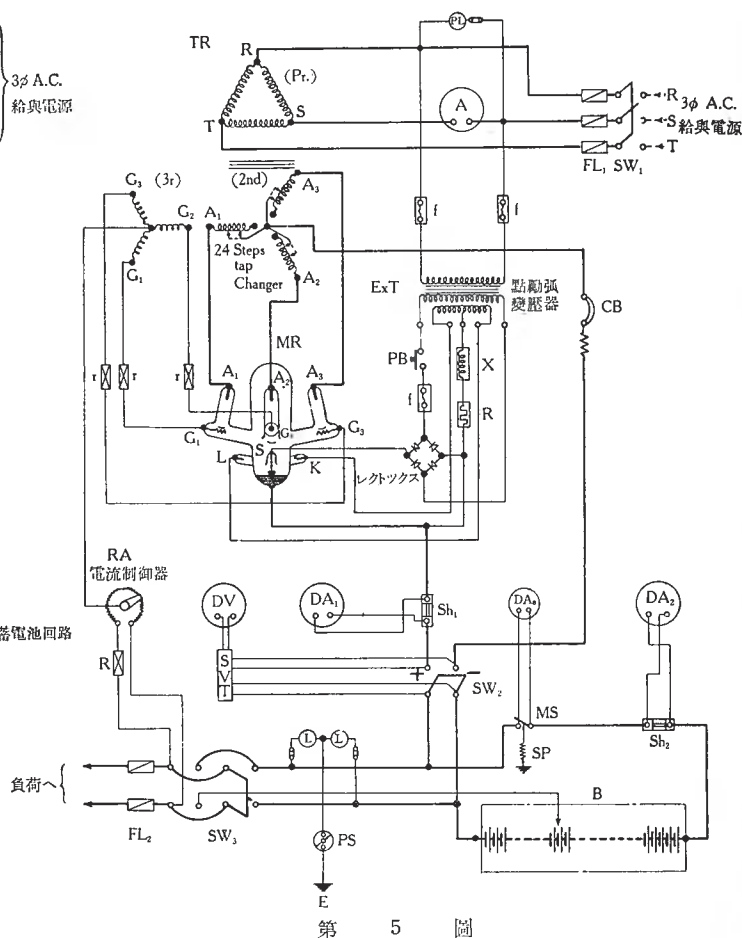
タップの数及びタップ電圧値を如何に選ぶべきかは考慮を要する處であるが、既に述べた如く蓄電池充放電終期に於ける電圧、電流を睨み合せてその調整限界は定められる。段数はなるべく多い方がよい事は確かであるが構造が困難となつて来る。

當社に於ては据置蓄電池用として三相用のものは段數 24 として居る。タップ電圧は各相當り定格電壓の 3~5% 程度として居る。

5.3 實 際 結 線

既述の電流調整装置を施設し、如何なる結線のもとに充電用水銀整流器が構成されて居るかを以下に簡単に述べる。

その概略は第 5 圖に示す通りである。本圖は三相水銀整流器に就ての結線であるがこれを今電源側から出力側へ逐次的に説明を加へれば、先づ主變壓器は既述の如く格子電壓用として三次巻線を有して居る。二次巻線から



はタップが引出され、これがタップ加減装置に結ばれて居る。

本變壓器はその容量が 50 kVA に達する迄は乾式とすることが出来る。

整流器は當社の所謂「イグナイトロン」式水銀整流器であつて、點弧極に浸漬極を使用して居る。此の浸漬極は任意の瞬時に容易に點弧を完了し得ることを特徴とするものである。この點弧極には金屬整流器を通じて直流を通るのである。勵弧装置は別段他と異なることも無い。

本結線は据置用蓄電池に適用されるもので出力側の結線は此の目的に適する様設けてある。

6. 結 言

充電用水銀整流器に於て、其の電流調整装置は蓄電池が逆起電力を有する爲若干複雑となることは免れぬ處であるが、上述の如く解析的に制御法を考慮すれば問題は簡單であつて、これは前節の方式に於ても充分證明せられる處である。

變壓器鐵損測定用磁束電壓計に就て

神戸製作所 八 卷 直 躬
伊 藤 正 藏

I 緒 言

變壓器の鐵損は正弦波基準を以て表はすことゝなつてゐる。しかるに實際の變壓器無負荷試験に當つては、電源の容量小なるため、印加電壓波形が著しく歪むことが少くない。かゝる場合に正弦波基準に更正する方法として、所謂磁束電壓計⁽¹⁾及鐵損電壓計⁽²⁾の使用が古くから周知である。當社に於ては從來専ら鐵損電壓計を用ひてゐたのであるが、今回磁束電壓計を試作使用して見たので、その結果を此處に御報告する次第である。

II 變 壓 器 の 鐵 損

順序として、變壓器の鐵損自体について、若干の考察を加へて見よう。

鐵損は周知の如く、ヒステシス損と、渦流損に分けられる。前者は純磁氣的現象であり、後者は純電氣的現象である。

(1) ヒステシス損

ヒステシス損は、實驗的に次式の如く表はすことが出来る。

$$W_h = \eta B_m^x \quad \text{ergs/cm}^3/\text{cycle} \dots\dots\dots (i)$$

但し B_m = 最大磁束密度

η = ヒステシス係數

x = スタインメッツ 冪數

η は磁氣材料の性質及その物理的及化學的條件により一定なる常數であり、スタインメッツ 冪數は、通常の B_m の範圍では 1.6 であるが、材料の改良と B_m の増加に伴ひ 1.6 乃至 2.5 の範圍と考へるべきものである。

鐵の容積を V_{dm}^3 、周波數を f とすれば、

$$W_h = \sigma_h \left(\frac{f}{100} \right) \left(\frac{B_m}{1000} \right)^x V \quad \text{Watts} \dots\dots\dots (ii)$$

但し $\sigma_h = 630 \eta$

即ち ヒステシス 損は、印加電壓の周波數が一定であれば、磁束波形從つて電壓波形の如何を問はず、常に最大磁束密度の函數である。

(2) 渦 流 損

通常渦流損は、鐵板の厚さ、周波數及び最大磁束密度の自乗に比例するものと表はされてゐるが、印加電壓波形、從つて磁束變化が正弦波ならざる場合につき、渦流損を検討して見よう。

一般に磁束 ϕ と鎖交する巻數 N なる線輪の誘起々電力瞬時値は、

$$e = N \frac{d\phi}{dt} \times 10^{-8} \quad \text{Volts}$$

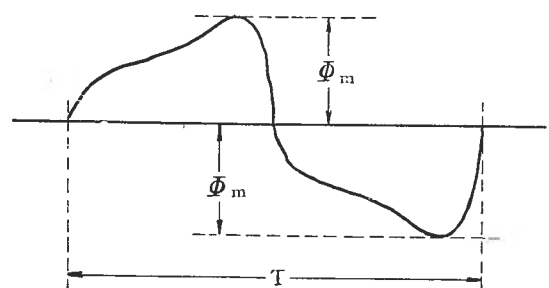
第 1 圖の如く磁束波形が歪んでゐる場合、半周期の平均磁束變化は、半周期の間 $\frac{d\phi}{dt}$ の符號が變らなければ、

$$\frac{2\phi_m}{T/2} = \frac{4\phi_m}{T}$$

半周期の間 $\frac{d\phi}{dt}$ の符號一定といふことは、電壓波形が半周期に 1 回以上零線を切らないことを意味し、通常の變壓器の無負荷試験に於ては、無理のない條件である。

從つてかゝる磁束が巻數 N なる線輪と鎖交する場合の誘起々電力の平均値 E_a は

$$E_a = N \frac{4\phi_m}{T} = 4fN\phi_m \times 10^{-8} \quad \text{Volts} \dots\dots\dots (iii)$$



第 1 圖

磁束波形が歪んでゐれば、當然電壓波形も歪んでゐる筈である。電圧波形の波形率を K_f 、実効値を E_{eff} とすれば、

$$E_{eff} = K_f E_a$$

$$E_{eff} = 4K_f N f \phi_m \times 10^{-8} \text{ Volts} \dots\dots\dots (iv)$$

次にこの関係を用ひて渦流損を考へて見よう。

第2圖の如く厚さ t なる鐵板に、長さ及奥行各 1 cm、巾 $2x$ 、厚さ dx なる回路を考へ、磁束はその軸と平行且つ平等に分布してゐるものとする。

この回路と鎖交する磁束は $2Bx$ であるから、最大鎖交磁束は $2B_mx$ である。従つて (iv) 式によりこの回路中に誘起される電壓を表せば

$$\begin{aligned} E_x &= 4K_f f (2B_mx) \times 10^{-8} \\ &= 8K_f f B_mx \times 10^{-8} \text{ Volts} \dots\dots\dots (v) \end{aligned}$$

一方この回路の抵抗は、材料の比抵抗を ρ として

$$R_x = \frac{2+2x}{dx} \rho = \frac{2\rho}{dx} \dots\dots\dots (vi)$$

従つてこの回路中の損失は (v) と (vi) より

$$\begin{aligned} dP &= \frac{E_x^2}{R_x} = \frac{E_x^2 dx}{2\rho} = \frac{64K_f^2 f^2 B_m^2 x^2 dx}{2\rho} \\ &\quad \times 10^{-16} \text{ Watts} \end{aligned}$$

これを鐵板の厚さ全体に積分すれば

$$P = \int_0^{t/2} dP = \frac{4}{3} \frac{f^2}{\rho} K_f^2 B_m^2 t^3 \times 10^{-16} \text{ Watts}$$

単位体積については

$$w_e = \frac{P}{t} = \frac{4}{3} \frac{f^2}{\rho} K_f^2 B_m^2 t^2 \times 10^{-16} \text{ Watts}$$

従つて V_{dm}^3 の容積の鐵心内の渦流損は

$$W_e = \sigma_e \left[t \cdot \frac{f}{100} \cdot \frac{K_f B_m}{1000} \right]^2 V \text{ Watts} \dots\dots\dots (vii)$$

$$\text{但し } \sigma_e = \text{渦流係数} = \frac{4}{3} \frac{1}{\rho} \times 10^{-5}$$

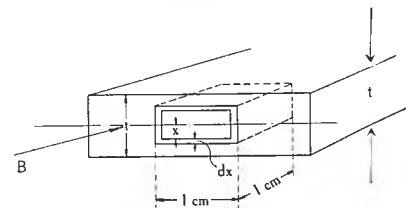
t = 鐵心の厚さ (mm)

K_f = 印加電圧波形の波形率

B_m = 最大磁束密度

即ち渦流損は最大磁束密度及び印加電圧波形の波形率の自乗に比例するものである。

上記の計算は甚だ近似的なものであつて、實際には渦流は インダクタンス によつても制限され、又渦流の存在により磁束密度は均一でなくなり、渦流損は當然これ等の影響を受ける。



第2圖

(3) 全 鐵 損

前二項から、全鐵損を次の如く表はすることが出来る。

$$\begin{aligned} KW &= KW_h + KW_e \\ &= K_h B_m^2 + K_e (K_f B_m)^2 \dots\dots\dots (viii) \end{aligned}$$

但し K_h, K_e = 周波数、鐵心の厚さ其他を含む定數

B_m = 最大磁束密度

K_f = 印加電圧波形の波形率

KW_h, KW_e = それぞれ ヒステシス 及び渦流損

印加電圧波が、半周期に一回以上零線を切らぬ限り、(iii) 式より明なごとく、最大磁束密度は印加電圧の平均値に比例する。即ち

$$\begin{aligned} KW &= K_h' E_a^2 + K_e' (K_f E_a)^2 \\ &= K_h' E_a^2 + K_e' E_{eff}^2 \dots\dots\dots (ix) \end{aligned}$$

即ち全鐵損中、ヒステシス 損は、印加電圧の平均値の函數であり、渦流損は電圧の実効値の函數である。

Ⅲ 變壓器の鐵損測定

變壓器の無負荷試験に當り、通常の交流電圧計により電圧の実効値を合せて鐵損を測定するとすれば、(iv) 式の關係から考へて、印加波形の波形率が 1.11 より大なる場合は、鐵損實測値は正弦波基準の値より小となり、1.11 より小なる場合はその逆となる筈である。

この實測値を正弦波基準に更正する方法として、當社に於て從來用ひて來たのは、鐵損電圧計による方法である。

鐵損電圧計は、標準鐵心に捲線をほどこし、これを電力計と組合せ、標準鐵心の鐵損を指示せしめたもので、ワット目盛の外に、この計器を正弦波電圧により較正して正弦波實効値の目盛をほどこしてある。變壓器無負荷試験に當り、この電圧計を用ひて、目盛を所要電壓 e に合はせれば、標準鐵心に對し實行値 e なる正弦波電圧と等しい鐵損を與へる如く印加電圧を調整したこととなり、その状態に於る變壓器の鐵損測定値は、そのまま正弦波基準の値となる。

鐵損電壓計の缺點と考へられるのは、下記の諸點である。

- (1) 被試験變壓器の鐵心が、鐵損電壓計の標準鐵心と同じものでなければ、計器の信頼度はひくい。
- (2) 精確を要する場合には、被試験變壓器の鐵心中の磁束密度が標準鐵心内の磁束密度と大体等しいことを要するが、この條件は實現困難である。
- (3) 試験に計器用變壓器、變流器を用ふる場合には鐵損電壓計は相當大なる二次負擔となるおそれがある。

磁束電壓計は、鐵損電壓計とは全く考へ方を異にするもので、整流器と直流電壓計を組合せた平均電壓計である。

一般に變壓器の鐵損中、ヒステシス損は全鐵損の 80 % 程度を占めるものである。磁束電壓計法は、無負荷試験に平均電壓計を用ひて、印加電壓の平均値を基準正弦波の平均値と合はせて鐵損を測定する。かくすることにより、ヒステシス損は正弦波基準の値がそのまま得られるが渦流損は印加波形の波形率が 1.11 より大なる場合には正弦波基準値よりも大きく、1.11 より小なる場合にはその逆に出てくる。前述の如く全鐵損中の渦流損の割合は僅少であるから、この誤差は僅少なるものであるが、以下の如く更正をほどこせば容易に除去することが出来る。

今 KW_{oe} = 正弦波基準渦流損

KW_e = 實測渦流損

E_{eff} = 印加電壓實効値

E_{oeff} = 基準正弦波實効値

とし、次の如くおく、

$$\frac{KW_e}{KW_{oe}} = \left(\frac{E_{eff}}{E_{oeff}} \right)^2 = k \dots\dots\dots (x)$$

一方 KW_o = 正弦波基準全鐵損

KW = 實測全鐵損

KW_h = 正弦波基準ヒステシス損 = 實測ヒステシス損

とすれば

$$\begin{cases} KW_o = KW_h + KW_{oe} \\ KW = KW_h + KW_e \end{cases}$$

従つて

$$\begin{aligned} \frac{KW_o}{KW} &= \frac{KW_h + KW_{oe}}{KW_h + KW_e} = \frac{KW_h + KW_{oe}}{KW_h + k \cdot KW_{oe}} \\ &= \frac{\frac{KW_h}{KW} + \frac{KW_{oe}}{KW}}{\frac{KW_h}{KW} + k \frac{KW_{oe}}{KW}} = \frac{100}{\%KW_h + k \times (\%KW_{oe})} \\ \text{但し} \begin{cases} \%KW_h = \frac{KW_h}{KW} \times 100 = \% \text{ヒステシス損} \\ \%KW_{oe} = \frac{KW_{oe}}{KW} \times 100 = \% \text{渦流損} \end{cases} \end{aligned}$$

故に

$$KW_o = KW \times \frac{100}{\%KW_h + k \times (\%KW_{oe})} \dots\dots\dots (xi)$$

%ヒステシス損及 %渦流損を求めるには、二つの異つた波形の電圧により鐵損測定する方法⁽¹⁾によるか、使用された鐵心材料に對し、エプスタイン試験を行はねばならない。

しかし通常の變壓器に於ては

%ヒステシス損 = 80 %

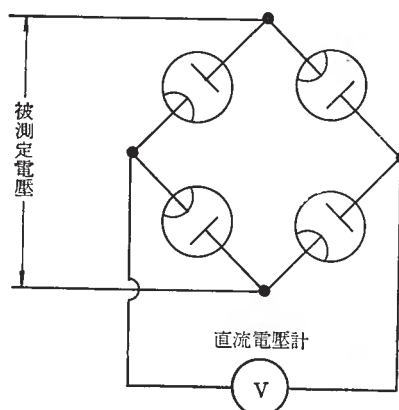
%渦流損 = 20 %

と假定して上記更正を行つて差つかへない。これが 70 % と 30 %、或は 60 % と 40 % であつても、この假定による誤差は問題とならぬ程度であることは、後述の實例に於て見られる通りである。

IV 試作せる磁束電壓計

構造は第 3 圖に示す如く、整流管と直流電壓計を組合せた簡單なものである。整流管は kZ-25 Z5 を用ひ、電壓計は Weston Model 45 (内部抵抗 13910 Ω) のものを用ひた。

本計器の誤差は、電壓計自身の誤差を別とすれば、下記の原因によると思はれる。



第 3 圖

- (イ) 整流管の内部電圧降下
- (ロ) 電圧の變化、即ち陽極電流の變化によるプレート抵抗の變化
- (ハ) 整流管のヒーター電圧の變動によるプレート抵抗の變動

上記中、入力側に直流電圧を入れて較正曲線を求めれば(イ)は問題とならず、(ロ)はこの較正曲線が全電圧範囲にわたり直線であるか否かを調べればよい。

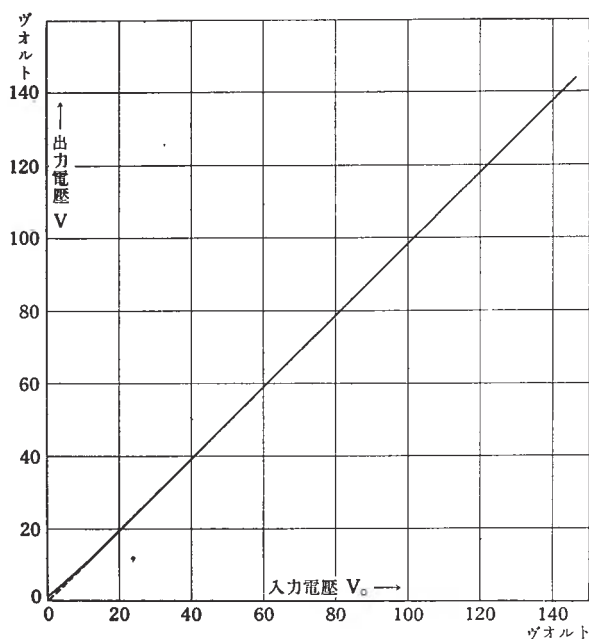
(ハ)に対しては、ヒーター電圧を變化して實驗せる結果定格電圧の上下8%變化しても陽電流10mA以下の範囲ではプレート抵抗は變化しない。即ち工場電源が10%程度上下に變動しても、本計器の使用範囲ではこの原因による誤差は問題とならない。

次に直流入力電圧による較正曲線は第4圖の如くなり10V以上の範囲では原點を通る直線と完全に一致し、たゞこれ以下の範囲に於て彎曲してゐる。

この彎曲部分による誤差の程度を見るために、實効値20Vの正弦波電圧が入力に印加されたとして、較正曲線により圖式に出力電圧波形を求め、誤差を計算して見た。

其の結果、20V正弦波に對し平均値は1.74%高く出た。

實際變壓器の鐵損測定に於て、波形の歪が問題となるのは定格電圧附近以上の範囲であるから、本計器を實際



第4圖

使用する場合には上記より遙に低い誤差にとゞめることが出來ると考へられる。

本計器の誤差を求めるには、實際に印加波形のオシログラムより求めた平均値と、本計器により求めた平均値を比較すればよいのであるが、オシログラムより平均値を求めること自身が、おそらく本計器自身より遙に誤差の大きなものであると考へて、上記の如き方法をとつたのである。

較正曲線(第4圖)より、較正係數即ち入力電圧 V_0 と、出力電圧 V との比を、較正曲線の直線部分に對して求めれば

$$\text{較正係數} = \frac{V_0}{V} = 1.021$$

となる。即ち入力電圧の平均値は、本計器の讀みの1.021倍である。

V 實 測 例

本計器を用ひて、鐵損を測定せる實例を二、三擧げて見よう。試験に用ひた電源はいづれも500kVA 50 $\sim$ 電動發電機である。

(1) 1800kVA 三相電氣爐用變壓器

2000V/160 $\sim$ 69.3V 50 $\sim$ 外鐵型

一次各タップに對する二次電壓

160, 140, 120, 100, 92.4, 87.0, 69.3V

鐵損測定は二次側より電壓を印加して行つた。

(イ) 通常の電壓計により電壓を合せた場合、(第1表)

(ロ) 磁束電壓計により電壓を合せた場合

正弦波電壓(實効値 E_{eff})を磁束電壓計にて測定せる場合の指示 e は

$$e = \frac{E_{av}}{1.021} = \frac{E_{eff}}{1.11 \times 1.021}$$

但し 1.021 = 較正係數

第 1 表

電 壓	平 均 値	鐵 損
	實 効 値	
160.0V	141.1V	11.52 kW
140.0	125.0	7.50
120.0	108.3	5.40
100.0	91.0	3.54
92.5	85.9	3.00
85.0	77.6	2.34
69.3	63.8	1.74

上式により、二次各電圧に對して磁束電壓計の指示を求めれば 141, 124, 106, 88, 82, 75 V

磁束電壓計をこの指示に合せて鐵損を測定せる結果は第2表に示す。

%ヒステシス損及%渦流損はそれぞれ80及20%として更正した。

第 2 表

電 壓		鐵 損			オッシロ グラム No.
平均値	實効値	實測値	k	更正値	
144.1V	162V	13.25kW	1.012	13.20kW	No. 1
126.8	140	7.80	1.000	7.80	2
108.3	119	5.40	0.985	5.42	3
90.0	98	—	—	—	4
83.8	90	—	—	—	5
76.7	83	—	—	—	6

第 3 表

基準正弦波 實効値	鐵 損		$\frac{kW_{(p)} - kW_{(1)}}{kW_{(p)}} \times 100\%$
	$kW_{(1)}$	$kW_{(p)}$	
160V	11.52kW	13.20	12.7%
140	7.50	7.80	3.85
120	5.40	5.42	0.37

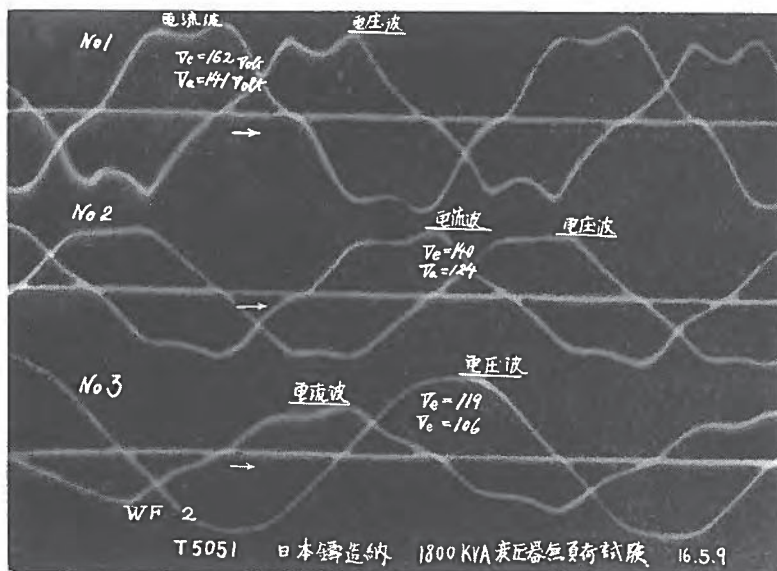
$kW_{(1)}$ = 實効値にて合せた場合の鐵損

$kW_{(p)}$ = 平均値にて合せた場合の鐵損

第5圖はこの各場合の波形の オッシログラム である。

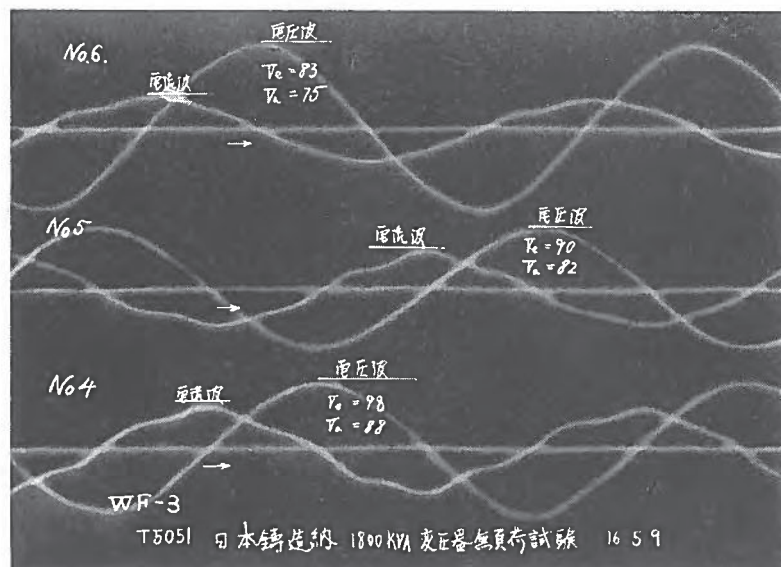
(ハ) (イ) と (ロ) の結果の比較

(イ) の場合と (ロ) の場合を比較すると第3表の如くなる。最大電壓に於て 12.7 % の差異がある。



第 5 圖 1

第 5 圖 2



(2) 2500 kVA 単相変圧器

22000, 21000, 19000 V/3450 V 外鉄型

二次側より電圧を印加して鉄損測定を行つた。

基準正弦波実効値を下記6種にえらぶ、交流電圧計、
磁束電圧計及鉄損電圧計の各々による試験結果を比較し
た。

(イ) 交流電圧計により電圧を合せた場合 (第4表)

(ロ) 磁束電圧計により電圧を合せた場合 (第5表)

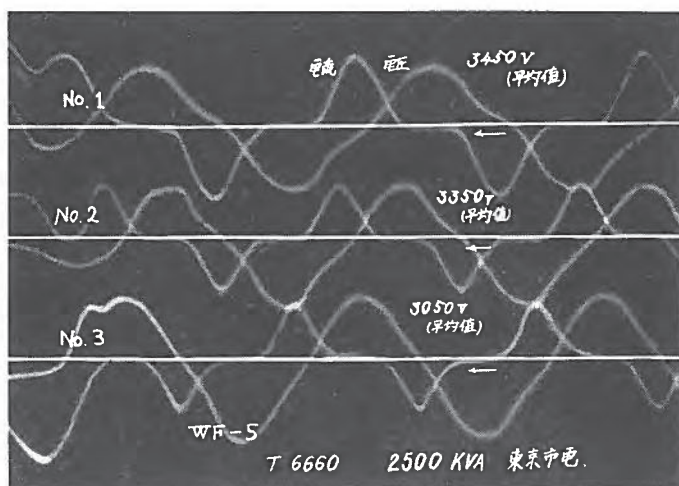
磁束電圧計を合はすべき指示は、上記の

$$e = E_{eff}/1.11 \times 1.021$$

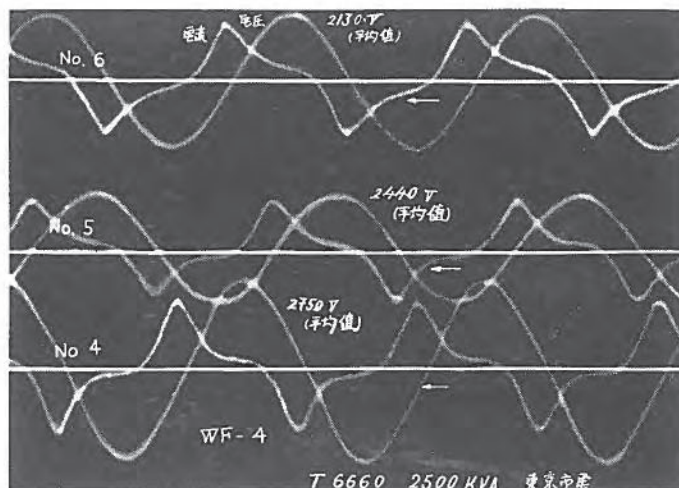
を用ひて 3660, 3350, 3050, 2750, 2440, 2130 V

但し電源の都合で 3660 V は得られなかつたので、最
高を 3450 V とした。% ヒステシス損及 % 渦流損はそれ
ぞれ 80 及 20 % として更正した。第6圖は各場合の波形
のオシログラムである。

(ハ) 鉄損電圧計により電圧を合せた場合 (第6表)



第6圖1



第6圖2

第 4 表

試験 番 號	電 圧			鉄 損
	実効値	平均値	鉄損電圧計	
イ-1	4140V	3500V	—	16.42kW
イ-2	3790	3270	—	12.82
イ-3	3450	3040	3420V	9.00
イ-4	3110	2780	3060	6.72
イ-5	2760	2495	2730	5.28
イ-6	2415	2180	2405	3.90

第 5 表

試験 番 號	電 圧			鉄 損			オシロ グラム No.
	平均値	実効値	鉄損電圧計	実測値	k	更正値	
ロ-1	3530V	4190V	—	16.80kW	1.150	16.00kW	No. 1
ロ-2	3430	4020	—	14.65	1.125	14.45	2
ロ-3	3120	3555	3420V	9.86	1.060	9.75	3
ロ-4	2810	3140	3090	6.96	1.020	6.94	4
ロ-5	2495	2760	2750	5.28	1.000	5.28	5
ロ-6	2180	2380	2380	3.72	1.000	3.72	6

鉄損電圧計は読みが二段となつて、電圧の高
低により切替へて読み構造であるが、高壓側が
故障して居たためこの範囲の試験は出来なかつ
た。

(二) (イ), (ロ), 及 (ハ) の比較

上記三場合の鉄損測定値を比較すると、第7
表の如くである。これを圖に表はすと第7圖の
如くなる。

交流電圧計法は、磁束電圧計法に比し、最大
19 % の開きがあり、鉄損電圧計法は磁束電圧
計法より少々低い結果を與へてゐる。

(3) % ヒステシス損と %

渦流損のとり方に就て

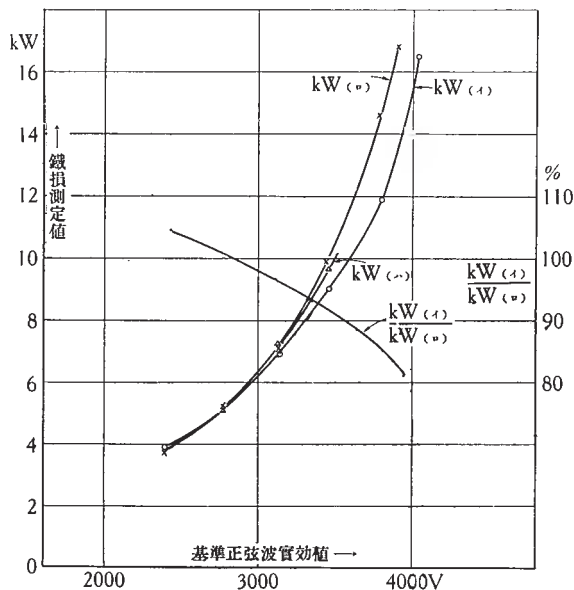
本計器を用ひた場合、鉄損実測値の更正に於
て、% ヒステシス損と % 渦流損を 80 % と 20 %
に假定したが、これを 60 % と 40 % とれば
更正値にどれ程影響するかを實測例の数値から
調べて見よう。

(イ) の場合

k = 1.012	鉄損実測値	13.25 kW
% ヒステシス損	% 渦流損	更正値
80 %	20 %	13.20 kW
60 %	40 %	13.19 kW

(○) の場合 $k=1.150$ 鐵損實測値 16.8 kW
 % ヒステシス 損 % 渦流損 更正値
 80 % 20 % 16.0 kW
 60 % 40 % 15.85 kW

即ちいづれにしても、更正値の差は 1 % 以下で、問題にならず、實際問題として、常にヒステシス 損 80 % 渦流



第 7 圖

第 6 表

試 験 番 號	電 壓			鐵 損
	鐵損電壓計	實 効 値	平 均 値	
ハ-3	3450 V	3570 V	3130 V	9.73 kW
ハ-4	3110	3150	2820	7.08
ハ-5	2760	2775	2500	5.16
ハ-6	2415	2400	2180	3.78

第 7 表

試験 番號	基準正弦 波實効値	鐵 損			差	
		$kW_{(1)}$	$kW_{(2)}$	$kW_{(3)}$	$\hat{e}_1$	$\hat{e}_2$
No. 1	3900 V	13.6 kW	16.8 kW	—	19.0 %	—
2	3790	12.8	14.65	—	12.6	—
3	3450	9.0	9.86	9.73	9.61	1.32
4	3110	6.72	6.96	7.08	3.45	-1.72
5	2760	5.28	5.28	5.16	0	1.51
6	2415	3.90	3.72	3.78	-4.84	-1.61

$kW_{(1)}$ = 實効質を合はせた場合の鐵損

$kW_{(2)}$ = 平均値

$kW_{(3)}$ = 鐵損電壓計法によつた場合の鐵損

$$\hat{e}_1 = \frac{kW_{(2)} - kW_{(1)}}{kW_{(2)}} \times 100 \%$$

$$\hat{e}_2 = \frac{kW_{(2)} - kW_{(3)}}{kW_{(2)}} \times 100 \%$$

損 20 % と考へて更正を行つて差つかへないことが分かる。

VI 結 言

上述の試験結果から明な如く、變壓器鐵損測定に於ては、磁束電壓計法が最も信頼し得るもので、鐵損電壓計法は少々劣る。磁束電壓計自身の誤差は、電壓の高い部分で使用すれば 1 % 以下と考へてよいであらう。

磁束電壓計としては、直流電壓計を、正弦波實効値に較正係数を含めたもので目盛つておけば、取扱上普通の電壓計と全く同様に頗る簡單である。

これ等の點を考へれば、磁束電壓計法は現在の所、變壓器鐵損測定法として最も勝れてゐると云ふことが出来る。

文 献

- 1) G. Camilli : AIEE 1926 p. 989
- 2) Elec. Jourual 1911 p. 383

變壓器套管の衝擊電壓特性

研究部 横須賀 正壽
長沼 辰二郎
蔭山 長三郎

1. 緒 言

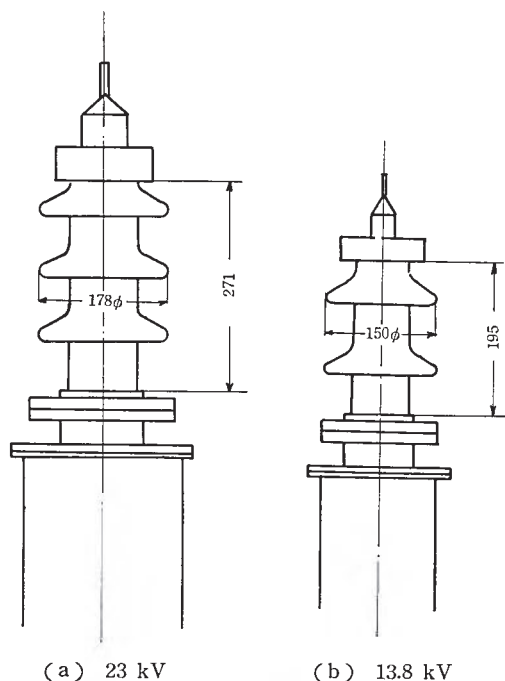
電氣工作物に對する衝擊電壓問題も、各方面で論議される事既に久しいが、衝擊電壓標準調査委員會の多年の努力によつて、變壓器の衝擊試験に關しては已に規程並に詳細な説明書の草案が發表され、⁽¹⁾ 試験方法そのものについては未だ多くの問題が残されて居るとはいへ、一應の解決が與へられた形となり、今や絶縁協調の方に眼が向けられる様になつて來た。絶縁協調を云々するには、電氣工作物各部の衝擊電壓特性が充分明にされてゐる事が必要であるが、現在の所我國では未だこの種の資料が充分であるとは云ひ難く、各方面で熱心に資料の蒐積に努力されて居る有様である。

變壓器の套管は、勿論變壓器の一部であつて、その絶縁強度は内部捲線の絶縁と適當な關係をもつ事が必要である。若し然らざる場合は何らかの適當な補助手段によつて、絶縁強度を調整してやらねばならぬ。これに普通用ひられる方法は、套管附屬の間隙であるが、この適否については、古くから論争が繰り返されて居り、未だに満足な結論は得られて居らぬ有様である。従つて、附屬間隙をも含めて、變壓器套管の衝擊電壓特性を速に明にする事は甚だ重要な問題であるが、我國にては、石黒氏の報告⁽²⁾等があるが、實際の套管についてのデータは未だ比較的稀な様である。套管は單純な棒間隙等と異つて、その内部構造並に外部構造によつて特性が變化する事も考へられ、又その配置も當然問題となるであらう。附屬間隙のある場合には、その形狀、間隙距離、配置等が亦關係して來て相當複雑な問題である。筆者は最近當社の標準型の套管の二三について V-T 曲線を測定する機會を得たので、又當社では高壓のものは蓄電器型套管を標準として居る關係上、他の型の套管と大寸法等が異なるから、未だ實驗途中で、何等かの結論を出すには未だ尙早の憾があるが、敢て發表して御参考に供し度いと思ふ。

套管は油槽上に直立させ、電壓及放電時間の測定には陰極線 オシログラフ を使用した。猶試験は乾燥状態でのみ行ひ、注水状態は都合上行はなかつたので、この點は後の機會に補ひ度いと思ふ。

2. 碍管型 套 管

先づ最初に碍管型套管について V-T 曲線を測定して見た。定格電壓は夫々 13.8kV 及び 23kV でその寸法は第1圖の如くである。棒間隙は附してない。



第 1 圖

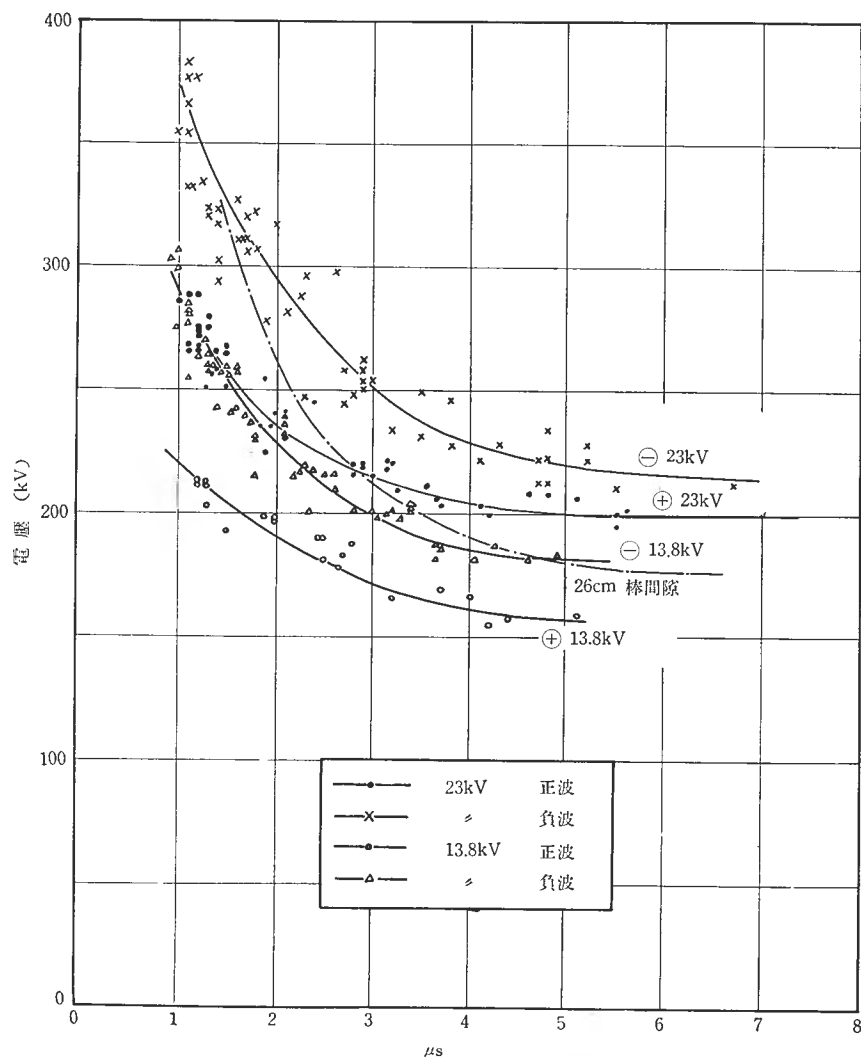
實驗結果を第2圖に示す。空氣密度の更正は 20°C . 760 mm Hg の標準状態に換算してあるが湿度の更正は行つてない。以下の場合もすべて同様である。第2圖を見ると、負波の方が正波の場合よりも高い値を示し、放電時間が旋くなるにつれて急に上昇して居り、棒間隙等より豫想したのと丁度逆になつた。この場合放電は殆ど常に碍子表面に沿ふて起つて居るので、碍子表面の状態が相當影響するものと思はれる。又負波の場合の測定點のばらつきも、棒間隙の場合に比して、比較的少い様に思はれた。

又第2圖には、比較の爲に 26cm の標準棒間隙の曲線(正波)も示してある。放電時間の永い處では、23 kV 套管の正負兩波の何れよりも下にあるが、時間が短くなるにつれて急激に上昇して、その上に出て居る。即ち角棒間隙に比べて套管の方が V-T 特性は相當に平である

3. 間隙付蓄電器型套管

定格電壓 34.5kV 及び 69kV の蓄電器型套管に棒角隙を附したのについて測定を行つた。套管附屬の棒間隙は、套管自身の貫通破壊電壓を表面閃絡電壓より高くする爲の、即ち套管自身の保護の目的に用ひる場合と、變壓器内部捲線の絶縁と套管の強度に協調を保たせる爲に即ち變壓器の保護装置としての意味で取付けられる場合とが考へられる。勿論この兩者を兼ねる場合も多い。何れにせよ火花閃絡は、棒間隙の間に起る様にさせるからその特性は棒間隙のそれに似たものになるであらう事が想像出来る。

被試験套管及び間隙寸法は第3圖の如くである、34.5 kV のものは $\frac{1}{2}$ 吋角棒間隙を附し、中心距離 173mm、間隙距離 320mm である。69kV のものは、上部電極に



第2圖 碍管型套管の VT 曲線

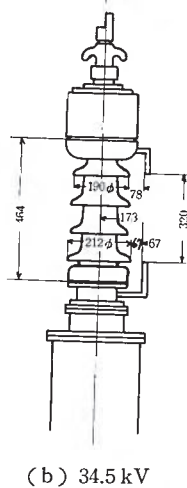
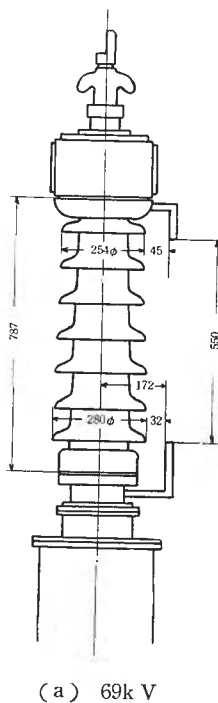
は 50 mm の球を用いた。これは交流線路電圧によるコロナ防止の目的のものである。中心距離 172mm、間隙距離 550mm である。兩者共、間隙は套管中心に對して平行に配置せられてある。

結果を第 4 圖に示す。湿度更正は施してない。負波の方が正波より相當高く出たが、正波の方が曲線の上昇率は大きい。その特性は圖に見る通り標準棒間隙のそれと非常によく似て居るが、その電壓値は同程度の間隙長の標準棒間隙のそれよりは多少高く出た。その原因として

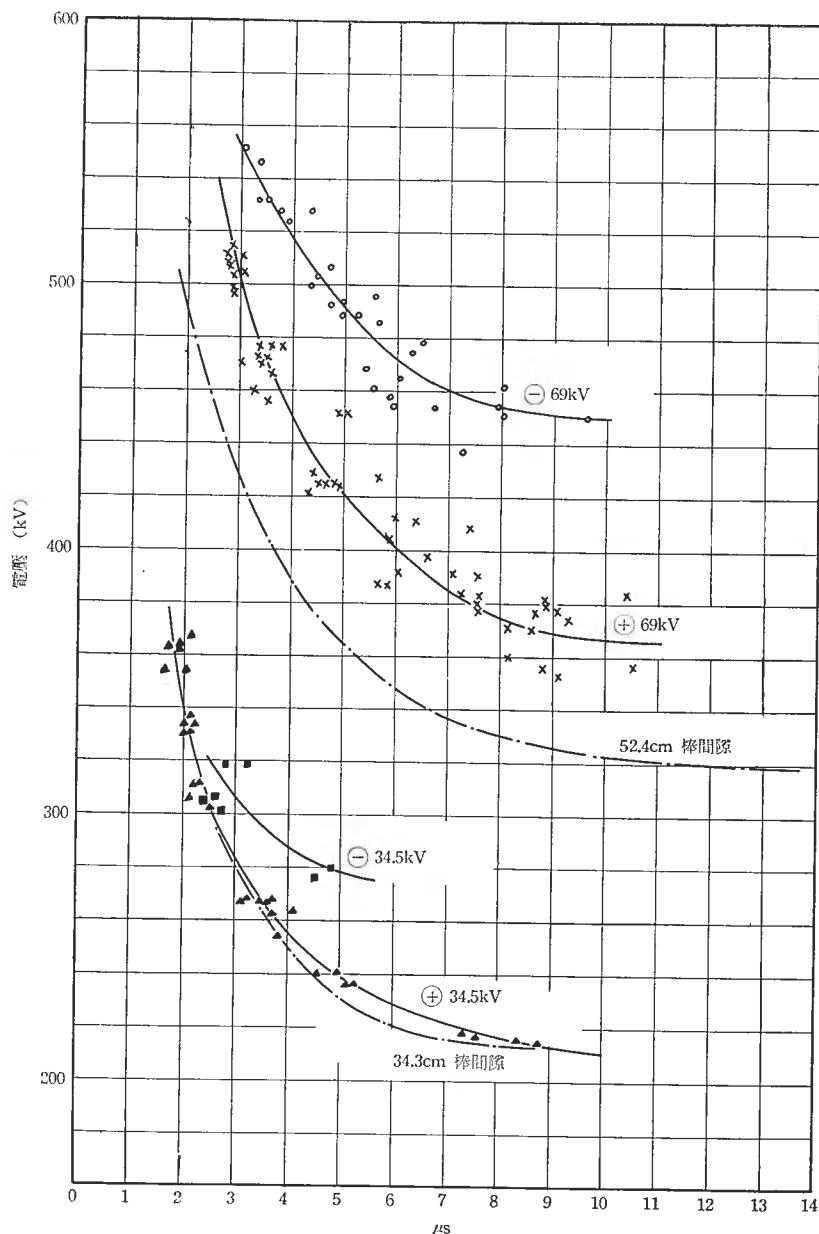
は、間隙が套管に附いて居る事自身の外に、垂直間隙と水平間隙の差、温度更正をせぬ事等が考へられよう。負性の方は點のばらつきが相當著しく、又天候等により不規則な變化をする様である。

4. 附屬間隙電極の形狀

套管に棒間隙をつけた場合、第 4 圖に見る如く電圧の正負によつてその V-T 曲線に相當の差があるが、この極性効果は出来るだけ小さい方が望ましい。又附屬間隙の形狀によつて、その閃絡電壓値を制御するのみでなく



第 3 圖



第 4 圖 間隙付套管の VT 曲線

V-T 曲線の形を變へ内部絶縁物のそれと近似せしめて、保護効果を増させる事が出来れば好都合である。これ等の事をしらべるのは相當な仕事であるが先づ 69kV の套管について、上部電極の形を二三變化させた場合について、V-T 曲線を測定して見た。

69kV の套管の上部電極を棒、50mm 球、100mm 球の三種に變へて測定した。下部電極は何れの場合も棒である。間隙長は 50 mm 球の場合は 55cm、他の場合は 51 cm である。套管中心から間隙迄の距離は、何れも 23.5cm である。第 5 圖は正波の場合の結果で、50mm 球の場合は間隙長 51cm に換算してある。(換算率には、55cm 間隙の場合と、51cm 間隙の場合の 50 % 放電率に於ける比 1,045 を用ひ、閃絡時間により變らぬとした。) この結果で見ると、正波の場合は電極の極率の小さい方が電圧は高いが、その差はあまり大きくない。時間の遅れの大きい所では、却つて 50mm 球の方が棒の場合より

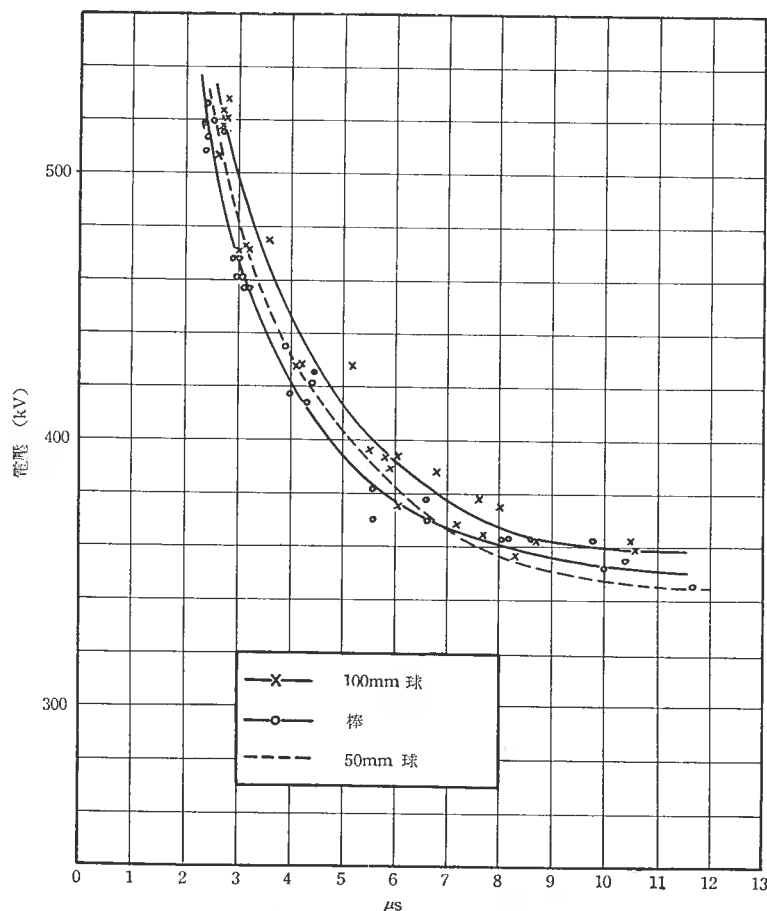
も低い様な結果となつたが、濕度の更正をして居らぬ事、實驗誤差の程度等を考へると、この程度の電極の形狀の差ではあまり大きな影響はないものと考えられて良からうと思はれる。

負波の場合は、測定點のばらつきが多く測定が仲々面倒であまりはつきりしなかつたので、次の機会に譲り度いと思ふが、高壓側電極を 100mm 球にした程度では、未だ相當の極性効果は免れ得ぬだらうと想像して居る。

5. 棒間隙の中心からの距離

附屬棒間隙を中心から離すと、最小閃絡電壓値が下る事が報ぜられて居るが⁽²⁾ 69kV の套管について、中心からの距離を 17.2cm から 49cm の範圍に變へて V-T 曲線を測定して見た。間隙長は 55cm、上部電極は 55mm 球である。間隙と套管中心は常に平行に保つた。

實驗の結果によると、中心距離の影響は案外少かつた



第 5 圖 上部電極形狀の影響(正波)

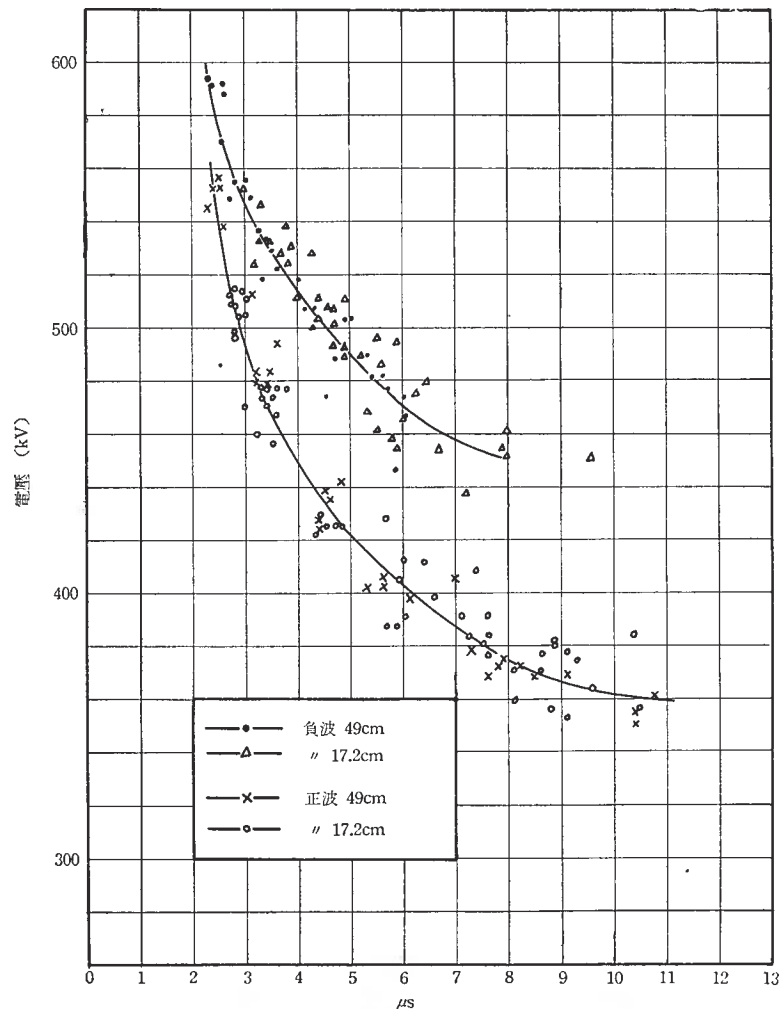
第6圖は一例として17.2cm及49cmの兩極端の場合を
書いたものであるが、正波の場合は中心距離が大きくな
ると多少電圧が下るかにも思はれるけれど、實驗誤差内
でよく一致して居ると認め得可く、圖を見る如く一本の
曲線で示し得る程度である。負波の場合もよく一致して
居て、距離の狭い方が寧ろ放電の遅れが大きい様な結果
になつたがその差は著しくはない。

以上は間隙長55cmの場合であるが、間隙長が變化し
ても中心距離の影響が同様であるかどうか、又上部電極
又は下部電極の何れかのみを動かして、間隙と套管中心
とを傾けた場合はどうなるか等は今後更に研究をして行
き度いと思つて居る。

6. 沿面放電率

套管が表面閃絡をする場合、電弧が碍管表面にからみ

つく、熱的に碍管の破壊が起るから、是非共電弧の
からみつきを防止せねばならぬ。この爲には套管附屬間隙
によつて火花通路を指定してやり、所謂招弧角の役目を
させる事が出来る。しかし一方から考へると附屬間隙が
不完全であつて、碍管表面への電弧のからみつきが起る
様であれば、附屬間隙によつて閃絡電圧値を低下せしめ
て居るだけに却つて碍管破損の機会が多くなる譯であ
る。套管附屬間隙により絶縁の協調を行はせ様とする方
式に對する反對意見では、この點を相當重視して居る様
である。勿論間隙を充分碍管表面から離して取付ければ
よい事は明かであるが、高電圧になるにつれて他物体と
の絶縁距離の點で、無制限に中心距離を大にとる事は不
可能である。殊に三相變壓器で中性點引出しを有する様
なものでは、變壓器蓋上が相當窮屈であるから、太い型
の套管を用ひる中は附屬間隙を充分離して取付ける事に



第6圖 間隙の套管中心からの距離の影響

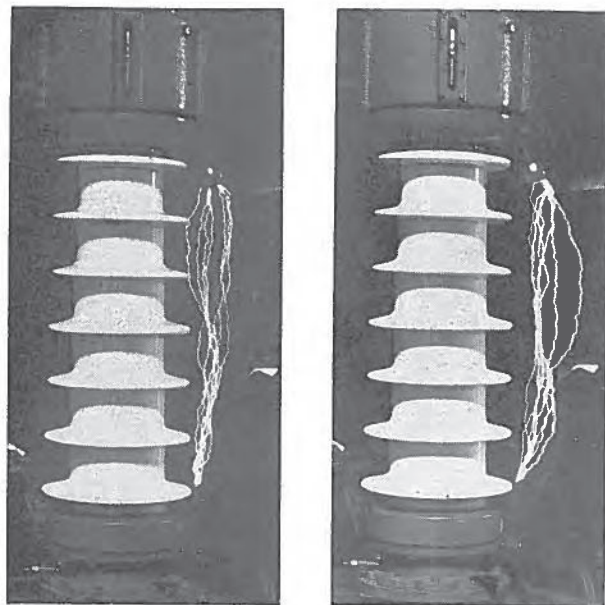
相当困難を感じる場合が尠くない。蓄電器型套管では、太さが他の型に比べて著しく細いから、この点では有利になる譯である。

前記 69kV の套管に於て沿面放電率を簡単に調べて見た處では次の如くになつた。間隙距離は 55cm、上部電極は 50mm 球である。第 7 圖は中心距離 17.2cm、電壓約 480kV に於ける場合であるが、共に沿面放電率は零である。正波の場合と、負波の場合で、火花通路の形が著しく變つて居ることが注目される。即ち負波の場合の方がからみつき易い様な形をしてゐる。第 8 圖は下部電極が碍管に接觸する迄近づけた場合であるが（中心距離 14.5cm、）正の場合はやはり放電率零、負の場合は約 15% であつた。下部電極をやめ、上部電極が碍管に接觸する迄近づけ 60kV をかけた場合を第 9 圖に示すが、正波で已に、55% からみつきを示した。（間隙距離が大になつたので電壓をあげてある。）負波では 100% であつた。第 10 圖は第 8 圖と同じ間隙に對して、電壓を 550kV にあげた場合であるが、正波でもからみつき出して居る。即ち以上を要するに、正波よりも負波の方がからみつき易く、又放電時間が短くなる程からみつき易く、これは石黒氏ののべて居られる事に一致する。注水の場合は勿論乾燥の場合よりも沿面閃絡を起し易くなる事が豫想出来るがこの型の套管では、碍管から數厘以上離せば

沿面放電に對しては先づ安全と考へられる。

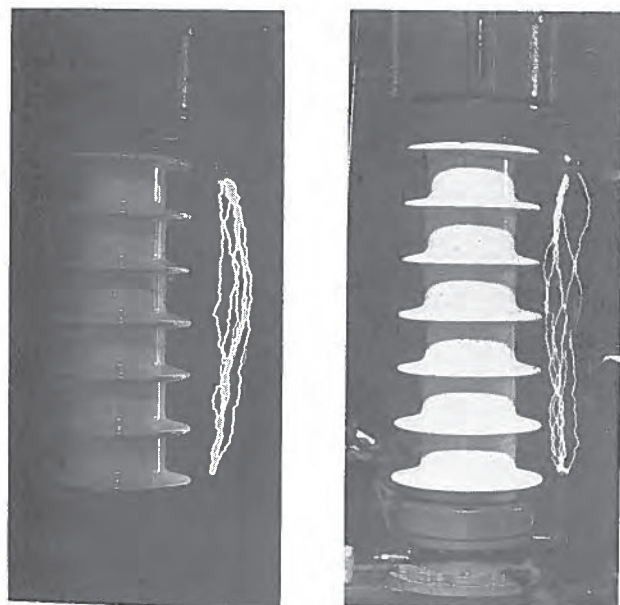
7. 結 言

以上の實驗結果から、實驗状態を乾燥状態に限つたから甚だ不十分ではあるが、大体次の如く要約出来よう。



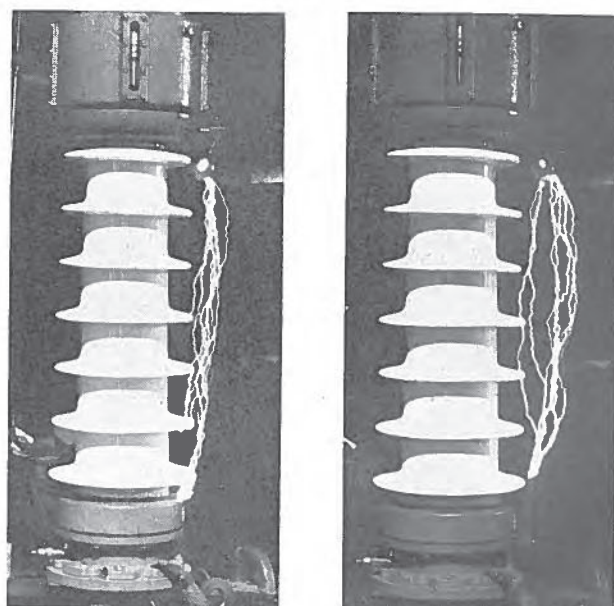
(a) 正波 480kV 中心距離 17.2cm (b) 負波

第 8 圖



(a) 正波 480kV 中心距離 17.5cm (b) 負波

第 7 圖



正波 60 kV

第 9 圖

正波 550 kV 中心距離 14.5cm

第 10 圖

碍管型套管では、その V-T 曲線は棒間隙とは大分様子が異なる様に思はれる。殊に負波の場合に差が著しかった。

蓄電器型套管に棒間隙をつけたものの特性は、殆ど普通の棒間隙と同様である。但し同間隙長の標準棒間隙よりは幾分高くなつた。間隙と套管中心との距離を變へても前述の如き範囲内では殆んどその差は認め難い程度であつた。上部電極を棒にしても、小球にしてもあまり變化

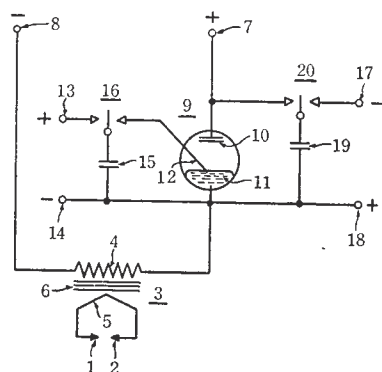
は認められなかつた。又沿面放電は、正波よりは負波がからみつき易く、且又放電時間が短くなる程からみつき易いが、前述程度の套管並に間隙では、碍管から數厘以上離せば、沿面放電を顧慮する必要はなさそうである。

最後にいろいろ御指導御助力下さつた各方面に厚く感謝の意を表する。

- (1) 電 學 誌 15 年 8 月 P. 325. 9 月 P. 342.
文献
(2) 石 黒 第 15 回 聯 大 No. 30(昭14-11)

熔 接 装 置

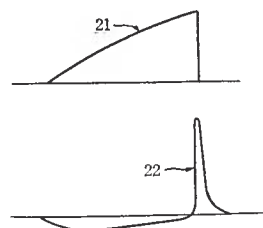
本案は、電源回路より、瞬時的に大電流を消費する事なしに、短時間の熔接操作を行ひ得べくし、特に輕金屬熔接に適切な構造である。



第 1 圖

第1圖に於て電極(1)(2)間に被熔接物を入れ、電極壓力を加へ、變壓器(3)の二次回路(5)を閉ち、切替開閉器(16)を電源(13)側に閉ち、蓄電器(15)を充電したる後、浸漬型點弧電極附放電管(9)の點弧電極(12)側に切替へれば、蓄電器(15)の放電により、放電管陰極(11)に陰極點を作り、放電管(9)は放電して變壓器(3)の一次巻線(4)は直流電源(7)(8)により附勢せられる。變壓器(3)の一次電流は、放電管(9)の放電後次第に増加し鐵心(6)を次第に磁化し其の勢力を増大する。次に消弧回路の切替開閉器(20)により、蓄電器(19)を、直流

電源(17)(18)により充電したる後切替へて放電管(9)に放電せしむれば、陽極(10)は陰極(11)に對し、瞬時的に負電位となり、此の時點弧電極(12)の回路には電流無く放電管(9)の放電を急止させる。従て變壓器(3)に蓄勢せられた電力は、二次回路(5)に放出せられ、被熔接物に短時間の電流により熔接せられる。第2圖に示す如く、熔接電流(22)を流す爲の電力は熔接電流開始に先立ち、比較的長時間に亘り變壓器(3)蓄勢せられ熔接時に於て電源より電力を消費する事無く熔接を行ふ事が出来る。



第 2 圖

之を要するに、本案は、熔接變壓器(3)の蓄勢力を利用して熔接尖頭電流を大ならしめ且電流の繼續時間を短縮せる爲、熱處理を施せる金屬或は酸化し易き特殊金屬特に輕金屬の熔接に最適である。

(登録實用新案第 302788 號) (中 野)

三菱電機株式會社

本店
 東京市麴町區丸ノ内二丁目四
 神戶製作所
 神戶市兵庫區和田崎町三丁目
 名古屋製作所
 名古屋市東區矢田町
 長崎製作所
 長崎市平戸小屋町
 大阪工場
 兵庫縣川邊郡立花村塚口
 大船工場
 神奈川縣鎌倉郡大船町
 直方出張所
 直方市大字下新入
 札幌出張所
 札幌市北二條東一二丁目九八
 奉天駐在員
 奉天大和區浪速通二八
 新京駐在員
 新京大同大街(康德會館內)
 京城駐在員
 京城府黃金町一丁目一八〇

編輯兼發行者

三菱電機株式會社 神戶製作所內

中 台 一 男

印刷者

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

久 保 專 治

印刷所

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

サ ン 製 版 印 刷 所

發行所

神戶市兵庫區和田崎町三丁目

三菱電機株式會社 神戶製作所

配給元

東京市神田區淡路町二丁目九

日本出版配給株式會社

昭和16年10月20日 印刷
 昭和16年10月24日 發行

〔本誌代價〕(特) 壹部=付 金 貳 拾 錢
 (郵 稅 不 要)

三菱商事株式會社

機 械 部
 橫濱支店
 青森出張員
 仙臺出張員
 小樽支店
 函館出張所
 橫須賀出張所
 名古屋支店
 四日市出張員
 機械部大阪支部
 舞鶴駐在員
 神戶駐在員
 姫路駐在員
 吳支店
 光出張員
 門司支店
 佐世保出張所
 長崎出張所
 八幡出張所
 臺北支店
 高雄支店
 京城支店
 釜山出張所
 清津出張所
 群山出張員
 平壤出張所
 大連支店
 奉天支店
 安東出張員
 營口出張員
 新京支店
 哈爾濱支店
 天津支店
 張家口出張所
 大同出張員
 北京支店
 青島支店
 濟南支店
 上海支店
 南京出張所
 漢口支店
 廣東出張所
 香港支店
 東京市麴町區丸ノ内二丁目十番地
 橫濱市中區本町四丁目四三番地
 青森市大字古川町一七番地
 仙臺市國分町二番地
 小樽市色内町八丁目三番地
 函館市東濱町六番地
 橫須賀市元町四番地
 名古屋市中區廣小路通二丁目
 四日市市鹽濱町一六七八飯野海運產業株式會社內
 大阪府北區梅田(阪神ビル三階)
 京都府東舞鶴大字森小路大西一二〇七
 神戶市神戶區海岸通八番(神戶支店內)
 姫路市堅町二五番地
 吳市堺川通一丁目八番地
 山口縣光町島田市三〇八九~二
 門司市東湊町二番地
 佐世保市元町四三番地
 長崎市小曾根町二一番地
 八幡市枝光白川町一丁目
 臺北市表町二丁目九番
 高雄市堀江町三丁目三二番地
 京城府黃金町一丁目一八〇番地
 釜山府大倉町四丁目二二番地
 所 清津府港町四番地
 群山府本町一丁目四〇番地
 平壤府黃金町三番地(東拓ビル內)
 大連市山縣通一六五番地
 奉天大和區富士町
 安東大和區市場通五丁目
 營口市大和區南本街一〇
 新京特別市大同大街(康德會館內)
 哈爾濱埠頭區水道街二九番地
 天津日本租界須磨街一六ノ一番地
 蒙 疆 張 家 口 中 央 大 街
 大同市正殿街一三(蒙疆雲母股份公司內)
 北京東單牌樓大街三四五號
 青島館陶路三號
 濟南商埠經三路四六八號
 上海九江路三六號
 南京城內中山北路鼓樓車站
 漢口江漢路一五號
 廣東省廣州市大平南路六二號
 Holland House, No. 9,
 Queen's Road Central, Hongkong.