



三菱電機

第 19 卷 昭和 18 年 4 月 第 4 號

内 容 目 次

断路器用ピン 碍子の衝撃電壓特性	横須賀 正壽 長沼 辰三郎 蔭山 長三郎	91 (1)
ワニス の 滲透試験	仲 山 仲 二	98 (8)
交流電磁ブレーキ	坂 本 薫 俊	106 (16)
直流式油井掘鑿用電氣設備	服 部 一 治 武 田 英 夫	112 (22)
水銀整流器制御格子の位置と其の特性	小 椋 義 正	119 (29)

三菱電機株式會社

三菱電機

第十九卷

昭和十八年四月

第四號

斷路器用ピン碍子の衝撃電壓特性

研究部 横 須 賀 正 壽
長 沼 辰 二 郎
蔭 山 長 三 郎

内 容 梗 概

當社現用の斷路器用ピン碍子につき、50%放電率電壓並に V-t 曲線を測定した結果を述べる。一般的に云つて碍子は極性効果大きく、V-t 曲線は棒間隙に比してやや平であり、且つ乾燥閃絡距離が絶縁強度の一應の目安となり得る。又衝撃基準絶縁強度と比較してあるが、現在の設計のものでは基準値に不足のものが大部分である。

1 緒 言

電氣工作物の絶縁協調の必要性が唱へられてより、この問題に關しては熱心なる努力が拂はれて來て居るが、由來この問題については、異つた觀點に立脚する全然別箇の考方が夫々獨立に成立し得て、簡単に決し難い事情にある。衝撃電壓標準調査會に於ても種々論議されて來て居るが、最近に至つて漸く絶縁階級とその衝撃絶縁強度に關する草案⁽¹⁾並にその論議の経緯等⁽²⁾が發表せられるに至つた。何れにせよ、電氣工作物自身の衝撃電壓特性に關する智識がこの問題の基礎となるべきは勿論であるが、我國に於ては未だこの方面の資料が充分とは云へぬ現状である。又變壓器に對しては種々研究が積まれて來て居るが、斷路器、母線支持碍子等の比較的構造簡單なものに就ては、その簡單なるが故に兎角輕視されて來て居る様な傾向がある。この點に鑑み筆者等は、先に當社現用の斷路器用ピン碍子の殆ど全部につき、その衝撃電壓特性の一部を參考資料として發表したのであるが、⁽³⁾其後得られた資料も追加補充して、茲に卒直に現用斷路器用碍子の衝撃特性の實狀を報告して、御參考に供したいと考へる次第である。

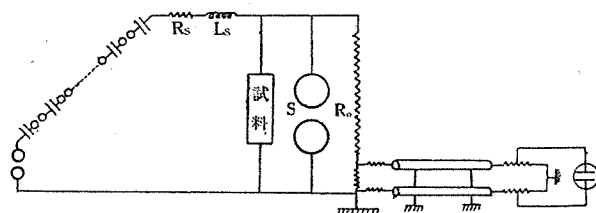
2 試験方法

絶縁物の閃絡電壓を考へて見るに、その絶縁物の形状による事は勿論、其の他試験時に於ける外界の狀況、即ち大氣狀態(溫度、氣壓、濕度)や印加する電壓の波形

及び極性等によつて相當影響されるものである。又碍子類にあつては、實際の使用狀態を考へて見れば、その汚損狀態、乾燥又は注水狀態等は重大な問題であるが、衝撃電壓に對しては、これ等の影響は普通比較的輕微な事が知られて居るし、又適當な修正によつて乾燥清掃狀態の結果から實際使用狀態での結果も推測する事が出来るから、茲では簡單の爲に乾燥清掃狀態で試験を行ふ事とした。

衝撃電壓發生裝置としては、研究部の 2,000 kV 衝撃電壓發生裝置を用ひた。單位蓄電器は 0.2 μ F、100 kV 用で、電壓範圍に應じて下から順次 3 箇、7 箇、10 箇、13 箇、20 箇と數を増して使用して行き、これ等すべての場合を通じて波形は標準波形(1×40 μ s)の裕度内に收まる如く波形調整用 インダクタンス L_s 及び放電抵抗 R の値を選んだ。(第 1 圖)

電壓測定用として、50%放電率閃絡電壓の測定には球間隙を、V-t 曲線の測定には二素子型陰極線オシログラフ



第 1 圖 測定装置

を用いた。球間隙は、12.5 cm、25 cm、75 cm の 3 種類で、電圧が高い範囲では放電抵抗の途中から分壓して、球間隙に電圧を印加して測定した。電圧校正表その他衝撃電圧測定小委員会の衝撃電圧測定法標準規程草案⁽⁴⁾に従った。陰極線 オシログラフ の分壓器は放電抵抗を兼用したもので、900 kV 迄は金屬巻線抵抗、それ以上の電圧の範囲では水抵抗を使用した。試験に用いたピン 碍子は現在當社に於て使用して居る殆どすべてのもので、即ち 1016 B、1 MA、2 M、2 MA、3 MA、4 HA、400 IA、5 FA、500 I、500 IA、6 FA、6 F₃、7 F₃、7 FA の 14 種類である。これ等の碍子の寸法は第 2 圖及び第 1 表に示す如くである。この中 400 IA、500 I、500 IA、6 F₃ 及び 7 F₃ の 5 種類は積重ね専用で、単一に用ひられる事は尠ない。これ等碍子はすべて縦横が夫々 15 及び 94 cm 高さ 6.5 cm の接地した台の上に取付け、キャップ に外徑 16 mm の銅管で作った ホーン を取付け、これから電圧を印加する様にした。實際に使用する場合と電極配置の様子が相當異なるが、大体の比較には充分と信ずる。

第 1 表 三菱標準 ピン 碍子一覽

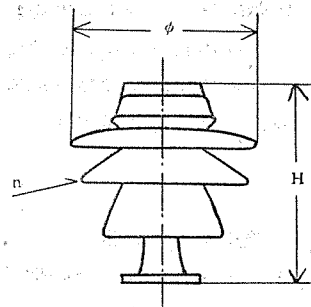
碍子番號	使用回路 公稱電壓 絶縁階級 (kV)	寸 法 (mm)		n (壁の數)
		φ	H	
P S-1016 B	6	145	170	2
P S-1 MA	10	160	180	2
P S-2 MA	20	185	225	2
P S-2 M	20	180	225	2
P S-3 MA	30	250	305	3
P S-4 HA	40	285	345	3
P S-400 IA	40	300	350	3
P S-5 FA	50	340	405	3
P S-500 IA	50	360	380	3
P S-500 I	50	360	380	3
P S-6 F ₃	50	380	380	3
P S-7 F ₃	50	410	410	3
P S-6 FA	60	380	460	4
P S-7 FA	60	420	530	4

3 試験結果並にその検討

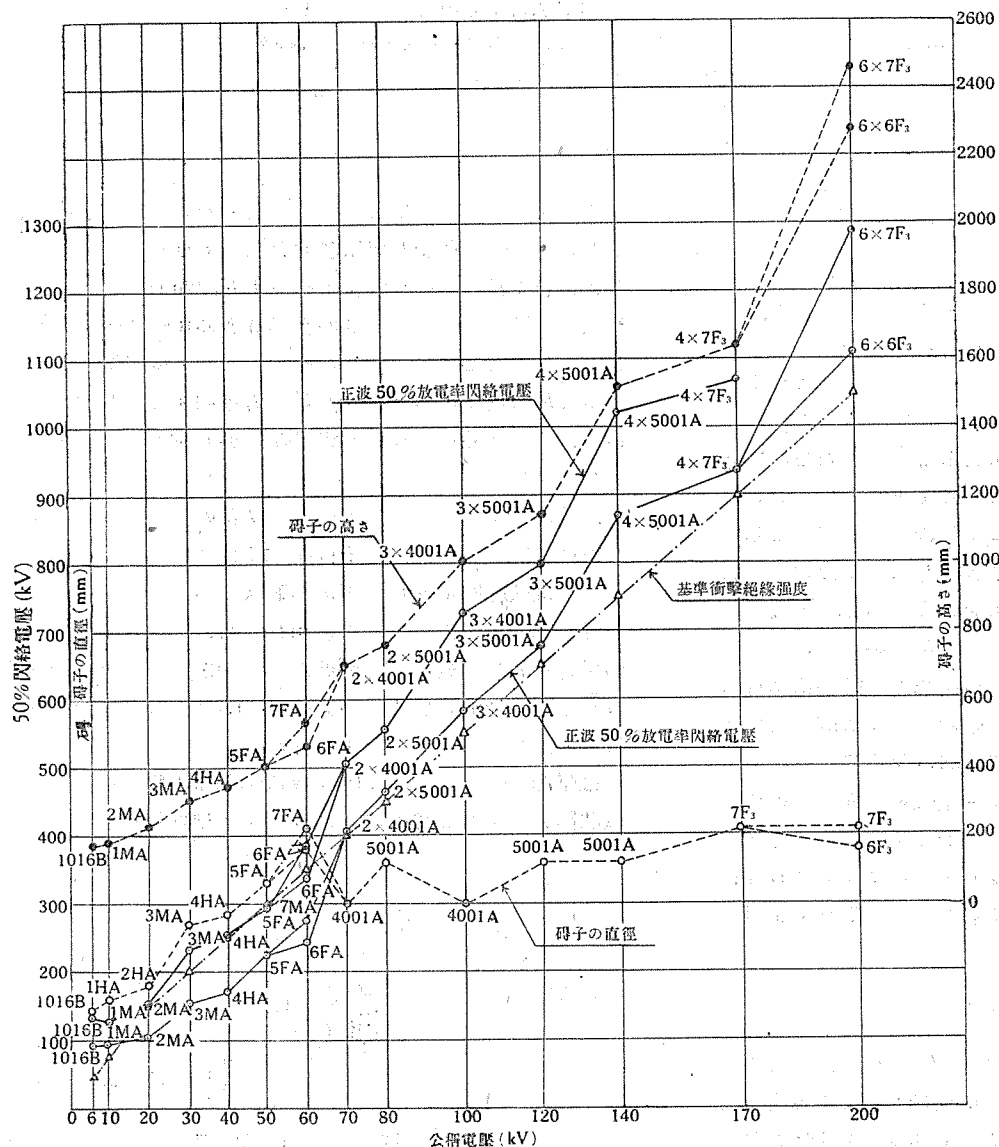
3.1 50% 放電率閃絡電圧

50% 放電率閃絡電圧値は、第 2 表及第 3 表に示す如くになった。表中更正値とあるのは、試験時に於ける温度及び氣壓から求めた空氣密度に對して、標準狀態 (760 mmHg、20°C) の値に更正したもので、湿度に對する更正は行つておらない。猶同表の備考欄には測定時の單位蓄電器の數、及び使用球間隙の種類も記載して置いた。

之等の測定結果を第 3 圖に纏めて示す。横軸は之等の碍子が使用される回路の公稱電壓で、縦軸は碍子の 50% 閃絡値 (更正値) である。鎖線で示したのは基準衝擊絶縁強度曲線⁽¹⁾で、即



第 2 圖 標準ピン 碍子の寸法



第 3 圖 50% 閃 絡 電 壓

第 2 表 三菱標準ピン 碍子正波 50% 放電率閃絡電壓

番 號	碍子名	更正値 (kV)	試 験 時 の 氣 象 狀 態			公 稱 電 壓 (kV)	基 準 値 に 對 する 百 分 率 (%)	備 考	
			溫 度 (°C)	氣 壓 (mm Hg)	濕 度 (%)			蓄電器 段 數	球間隙 直 徑 cm
I	1016 B	90.5	30.5	760	85	6	200	3	12.5
II	1MA	92.5	30.5~31.5	760	80~85	10	123	3	12.5
III	2M	107.5	29.5~30.5	761	80	20	72	3	12.5
IV	2MA	105	18.8	770	73	20	70	3	12.5
V	3MA	155	32.0	760	80	30	77.5	3	12.5
VI	4HA	170	29.0~32.0	759~760	80~90	40	68	3	12.5
VII	400IA	169	25.0~29.0	759~761.5	72~90	40	67.5	3	12.5
VIII	SFA	223.5	26.8	762	78	50	74	7	25
IX	500 I	220	26.8	762	78	50	73	7	25
X	500 IA	210	30.0	762	78	50	70	7	25
XI	6FA	241	29.0	762	64	60	69	7	25
XII	7FA	277	29.0	761	67	60	79	7	25
XIII	6F ₃	207	23.0	764	76	—	—	13	25
XIV	7F ₃	225	18.5	761	82.5	—	—	13	25
XV	2 × 400 IA	409	30.0~31.0	758.5~761	76~82	70	102	13	75
XVI	2 × 500 IA	463	29.5~30.0	756.5~758.5	82~84	80	103	13	75
XVII	2 × 500 I	479	29.5~30.0	756.5~758.5	82~84	80	106	13	75
XVIII	2 × 6F ₃	427	27.0	757	90	—	—	13	75
XIX	2 × 7F ₃	480	18.0	770	82.5	—	—	13	75
XX	3 × 400 IA	582	30.0~31.0	764.5	62~78	100	106	13	75
XXI	3 × 500 IA	678	23.0~30.9	762~764	75~76	120	104	13	75
XXII	3 × 6F ₃	636	25.5	764	45	—	—	13	75
XXIII	3 × 7F ₃	692	15.0	769	57	—	—	13	75
XXIV	4 × 500 IA	870	12.0	769	75	140	116	20	75
XXV	4 × 6F ₃	837	14.0	772	68	—	—	20	75
XXVI	4 × 7F ₃	936	15.5	764.5	88	170	104	20	75
XXVII	5 × 6F ₃	980	15.0	769	67	—	—	20	25
XXVIII	5 × 7F ₃	1,120	12.5	766	71.5	200	107	20	75
XXIX	6 × 6F ₃	1,110	13.0	770.5	76	200	106	20	25
XXX	6 × 7F ₃	1,290	14.5	766	60	200	123	20	25

第 3 表 三菱標準ピン 型碍子負波 50% 放電率閃絡電壓

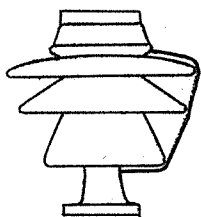
I	1016 B	135	7.5	773	58	6	148	3	12.5
II	1MA	127	7.5	773	58	10	137	3	12.5
III	2M	159.5	8.5	773	61	20	148.5	10	25
IV	2MA	151	8.5	773	61	20	144	10	25
V	3MA	231	10.5	772	58	30	149	10	25
VI	4HA	254	10.5	772	58	40	149	10	25
VII	400 IA	249	10.5	772	58	40	147.5	10	25
VIII	5FA	295	8.0	763	80	50	132	10	25
IX	500 I	273	10.5	772	58	50	124	10	25
X	500 IA	275	10.5	772	58	50	131	10	25
XI	6FA	336	9.0	775	66	60	139.5	10	25
XII	7FA	382	6.0	767	49	60	138	10	25
XIII	2 × 400 IA	506	7.5	769	71	70	124	20	75
XIV	2 × 500 IA	553	7.5	769	71	80	119.5	20	75
XV	3 × 400 IA	726	7.5	769	71	100	125	20	75
XVI	3 × 500 IA	799	7.5	769	71	120	118	20	75
XVII	4 × 500 IA	1,020	7.0	768	59	140	117	20	25
XVIII	4 × 7F ₃	1,070	7.0	768	59	170	114	20	25

ちこの値は變壓器の全波試験電壓を表し、變壓器中身の耐電壓を示すものである。猶全圖には参考の爲に破線で碍子の高さ、及び最大直径をも記入してある。

第2表、第3表、及び第3圖から明かな如く、負波に對する閃絡値は正波に對するそれよりも遙に高くなつて居り、この事は碍子の大きさが小さい程著しい。即ち3MAや4HAでは、負波の閃絡値は正波のそれの約149%にも達して居るが、碍子の大きさが大きくなるに従ひ漸次兩波の閃絡値が接近して來る傾向にある。棒間隙が、間隙距離の小なる時は正負兩極性の差が少く、間隙長が大となるにつれて極性効果が顯著になるのと稍々反對の傾向にある。

以上の如く極性効果は相當著しいが、その中で問題となるべき低い電壓値を與へる正波に對する値に就いて、基準衝擊絶縁強度と比較して考へてみよう。第3圖から明かな如く、回路電壓が6kV及び10kVの場合は、碍子の50%閃絡値は基準絶縁強度に對して相當高いが、回路電壓20kVより60kVの間は、碍子の閃絡電壓は基準値より大分低くなつて居る。回路電壓がそれ以上の範圍では、碍子の方が高くなつて居るがその差はあまり大ではない。

基準衝擊絶縁強度は、即ち電氣工作物がこの値に耐へる事を要求されるものであるから、これが碍子の0%放電率電壓以下でなければならない。然るに碍子類にあつては、一般に0%放電率電壓と100%放電率電壓との間に相當の開があるものであつて、その差は50%放電率電壓値に對して、碍子の高さの低いもので3~4%、高さが増すとやゝ増して約10%（例へば7F₄4段重ねのもので9.5%）程度に及ぶから、碍子の耐電壓を論ずる場合には、前述の50%放電率電壓の数%下の電壓をとつてしなければならない。この場合には第2表及び第3圖から明かな如く、6kV及び10kVの兩者を除き、70kV以上殆どすべての碍子は基準衝擊絶縁強度一杯で殆ど餘裕がない。つまりぎりぎりの設計になつて居る。これが碍子の汚損、劣化等を見込んで、試験電壓として基準強度の110%~120%を要求されるものとすれば現在の設計の大部分は不適當で何かの方法を講じなければならない。更に碍子類の試験にあたつては、碍子類自身に基く測定値の不整、及び湿度に對する完全なる更正の困難等により、安全に耐壓試験に耐へる爲には、試験電壓値とその0%閃絡値の間には少くも數%以上の餘裕を見込まねばならぬから、碍子の要求される絶縁強度は現在のものよりも相當に高くな



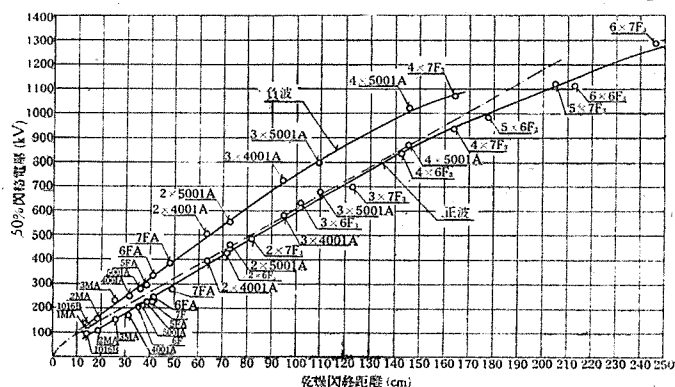
第4圖
碍子の乾燥閃絡距離

ざるを得ない。これは現在のものが相當數多く、而も大した故障なしに多數實用されて居る事實に鑑み、問題を殘すものと云ひ得よう。

20kVから60kV迄、即ち碍子で云つて2MAから7FA迄は、基準衝擊絶縁強度よりも遙に低い値になつて居るこの間は大型碍子1箇が用ひられて居る範圍で、大型碍子1箇だけを用ひるよりも、單位碍子を積重ねて使用の方が容易に高い絶縁耐力を得られる事を示唆するものである。當社に於ても、從來60kV回路の中、特に雷災の危険の多い箇所や特別の要求のあつた場合には、40⁰IA2箇、時には500IA2箇を用ひて來て居るが、その他普通の場合には表の如き碍子を使用して來て居る。これで今迄に格別の支障もなく實用されて來て居る事を考へれば、この種比較的低電壓送電系統が、大きな雷撃をうける確率は、高電壓系統のそれよりも低いのではないかと想像され、果して然りとすれば現状と睨み合せて、基準衝擊絶縁強度そのものゝ選び方にも、猶議論の餘地が存するやに考へられる。

6F₂と500IAの二つの碍子を比較して見ると、第2表からわかる様に、6F₂の閃絡値が、500IAの値より低くなつて居る。この差は小さいが、更に兩者を並列につないで試験する事により確めた。第1表から明かな如く6F₂の方が500IAに比して最大直径が稍々大きく、その高さは同一なのである。6F₂、500IA各々唯1箇の場合はその閃絡値は殆ど等しいが、2箇、3箇、4箇と積重ねる數を増すに従つてその開きが大きくなつて來る。6F₂は機械的強度の點から、キヤップもピン金具も、500IAに比して大きなものが使用されて居て、その乾燥閃絡距離（第4圖参照）を測つてみると、6F₂の方が500IAより僅かに小さくなつて居る。6F₂と500IAの閃絡値の違はこの閃絡距離の差もさる事乍ら、キヤップ及びピン金具の大きさによる構造上の差異が大きな役割をなくして居るものと想像される。

第4圖の如く乾燥閃絡距離として、キヤップとピンの兩電極間の最短距離をとり、之と50%閃絡電壓と關係のを第5圖に示した。圖中鎖線で示したものは標準棒間隙の間隙長と正波50%閃絡電壓との關係である。(5)碍子



第5圖 乾燥閃絡距離と閃絡電壓

の正波に対する値は、閃絡距離が約 140 cm 位の處迄は略直線をなして居り、棒間隙の場合より稍低目になつて居る。この圖から閃絡距離を a (cm) とし、閃絡値を V (kV) とすると、夫々次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{正波に對し} \quad V &= 3.3 + 5.8 a \text{ kV} \\ \text{但し} \quad 15 &< a < 140 \\ \text{負波に對し} \quad V &= 3.1 + 7.3 a \text{ kV} \\ \text{但し} \quad 15 &< a < 90 \end{aligned}$$

勿論閃絡距離として、すべての碍子に對して第 4 圖の如く取る事の妥當でない事は、第 6 圖の寫眞よりも明かであるが、極く大体の見當をつけるには充分であると思はれる。

第 7 圖は之等の碍子を積重ねて使用した場合、その積重ねの數と 50% 閃絡電圧値の變化を示すもので、正波に對する 7F₂、6F₂、500IA と負波に對する 500IA、400IA の場合を圖示してある。積重ねの數の少い間は閃絡電圧は略直線的に増加して行くが、數が 5 箇、6 箇と多くなるにつれて傾斜して来る。各碍子に於ける電位分布は碍子一箇の靜電容量、高壓側導線との間の漂遊容量、並に碍子の對地靜電容量等により定まり、碍子の キャップ 及び ピンの大きさが大きな影響を與へる事が容易に想像出来る。500IA よりも 6F₂ の方が低い値を示す事、並に 7F₂ よりも 6F₂ の方が曲線の傾斜の大きい事は、前述の如く機械的強度の點から 6F₂ の キャップ 及び ピン 金具が他のものに比べて比較的大きく、その爲に碍子自身の靜電容量の増加の影響よりも漂遊容量並に對地靜電容量増加の影響の方が大となつて、爲に電壓分布状態が不良になる事に基くものと考へられる。6F₂ 6 段重ねのものは、第 3 圖より明な如く 7F₂ 5 段重ねのものよりも高

が高いにも拘らず、閃絡値は後者の方が少しく高く出て居る。

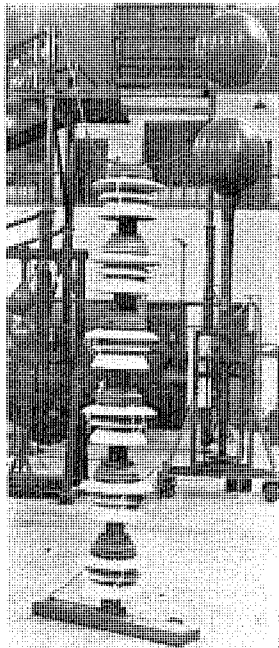
3.2 V-t 曲 線

以上の試験に用いた碍子の中、代表的の數種について V-t 曲線を求めたが、その結果を次に示す。すべて空氣密度に對しては、標準状態に換算してあるが、濕度に對する更正は行つていない。

第 8 圖は 3MA 及び 5FA の正負兩波に對するものである。比較の爲に同圖に正波に對する 26cm 標準棒間隙及び正負兩波に對する 23kV 碍管型套管⁽⁶⁾の V-t 曲線も示した。3MA 及び 5FA の曲線の形は互に良く似て居て、放電時間の長い所では、正負兩極性の閃絡値に大きな差があるが、放電時間が短くなるとこの差が減少して来る。即ち正波の方が閃絡電圧の上昇率が大であつて、この傾向は棒間隙、その他碍子類について發表せられて居るものと一致する。碍子と碍管型套管との正波に對する曲線は良く似て居る。負波に對しては放電時間の短い處で套管の方が上昇が稍急な様であつた。棒間隙と比較しては、明かに碍子の曲線の方が平であつて、單純な棒間隙にては、碍子類の如きものに就ても完全な絶縁の協調を保たせる事の困難な事がわかる。

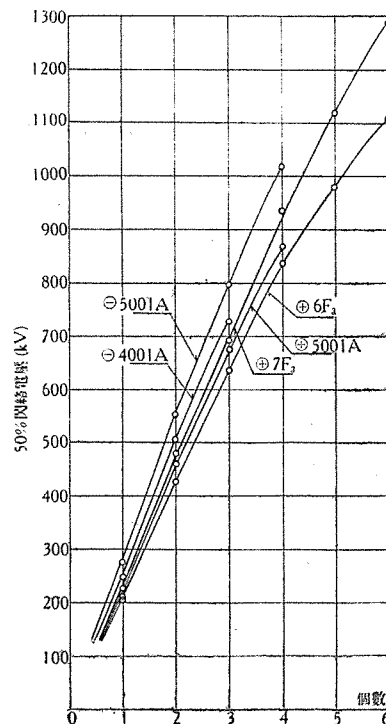
4HA は 3MA 及び 5FA と良く似て居り、その模様については第 10 圖を参照され度い。

6FA 及び 400IA 2 段重ねのもの、正負兩波に對する V-t 曲線を第 9 圖に示す。碍子の大きさが大きくなるにつれて曲線の上昇率が大となつて來て居る。同圖には比較の爲に正波に對する 52.4 cm 棒間隙、及び正負兩波に對する 69 kV 間隙付蓄電器型套管 (間隙距離 55 cm)⁽⁶⁾ の V-t 曲線も示してある。3MA の場合は、棒間隙の曲線

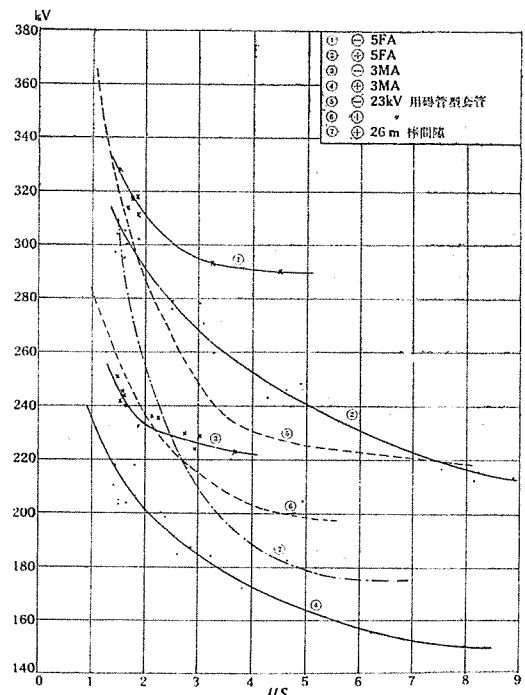


第 6 圖

6×6F₂ の閃絡寫眞



第 7 圖 積重ね數と閃絡電壓



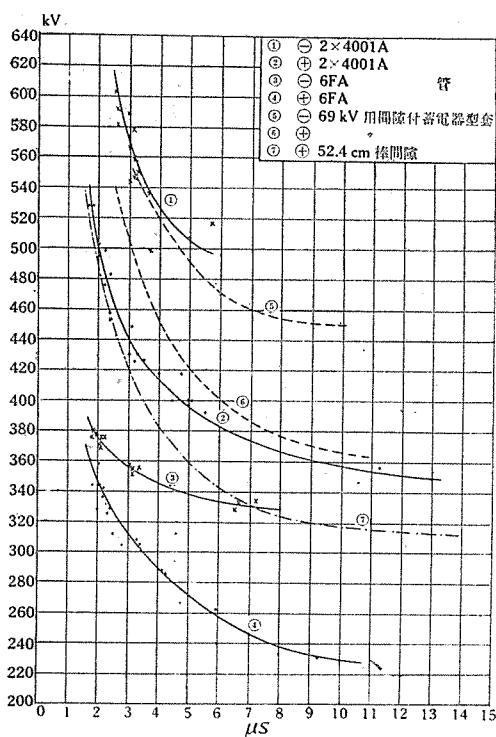
第 8 圖 3MA, 5FA V-t 曲線

より可成り平であつたのに對し、碍子の大きが大きくなるにつれて曲線の上昇率が大きくなり、6 FA に於てはその特性が棒間隙のものに近づいて來た事がわかる。正波に對する曲線の上昇率が、負波に對するそれよりも高い事は、前の 3 MA、5 FA 等の場合と同様である。

第 10 圖には各種碍子の曲線をまとめて書いてある。猶一諸に中荷重用 3 kV 用 ポスト 碍子の V-t 曲線も加へて置いたが、大体ピン 碍子と同様な傾向を有するものと認められる。この圖から明かな如く、正波と負波に對して V-t 曲線に相當の開きがあり、即ち極性効果が相當著しい事、一般に碍子の V-t 曲線は棒間隙のそれに比して平であつて、碍子が大きくなるにつれて棒間隙のそれと近接して來る事等が認められる。極性効果が大きい事は協調問題を複雑にするもので、例へば正波に對しては協調が出來て居ても、負波に對しては協調出來ないと云ふ場合も起り得る。V-t 曲線の形の差異は更に重大であつて完全な絶縁協調を考へる時には、單に各機器の 50 % 閃絡値を基にして考へたのでは不十分で、是非共この V-t 曲線を土台として採用しなければならぬ事は周知の通りである。しかし V-t 曲線を正負兩波に就て一々求める事は相當厄介であるし、殊に碍子の如く構造簡單なものにあつては、第 10 圖に示す如く碍子の大きさによつて V-t 曲線の形は大体定つて居るから、50 % 閃絡値がわかればその V-t 曲線の大略を推定するのは左程困難ではなくこの意味に於て 50 % 放電率電壓値も一應絶縁協調の基準となり得るものと云へよう。

4 結 言

以上當社に於て現在使用して居る斷路器用ピン 碍子の



第 9 圖 6FA, 4001A x 2 V-t 曲線

衝擊電壓特性について述べた。絶縁協調の目的からは、汚損状態、並に注水状態に於ての特性が更に重視さるべきであらうが、前述の理由により試験の簡單の爲に乾燥清掃状態で試験をした結果、不十分な憾は免れ難いが、大勢を論ずるには充分であると信ずる。又以上は碍子そのものについて行つたのであつて、實際斷路器に組立てた場合には、電極配置その他により上述の結果と多少の差異を來すべき事は推察される。兎に角上述の試験結果を取纏めれば次の如く云へよう。

(i) 碍子の 50 % 放電率閃絡電壓値は正波が負波よりも相當低い、而してこの差は碍子の小さい時著しい。

(ii) 低い閃絡値を與へる正波に對する値を基準衝擊絶縁強度と比較すると、6 kV 及 10 kV 回路用のものは基準よりも充分高い。

(iii) 70 kV 以上の回路のものは、基準強度より少しく高いがその差少く、殆どぎりぎり一杯である。試験電壓として 110 % 乃至 120 % の値をとれば皆不足となる。

(iv) 20 kV から 60 kV 迄は基準値より相當低い。この範圍は大型碍子一ケを用ふる範圍である。

(v) 大型碍子を一ケ使用するよりも單位碍子を積重ねて用ひた方が有利である。

(vi) 乾燥閃絡距離 a と 50 % 放電率電壓 V の關係は大略次式で表され、これで大体の目安をつけ得る。

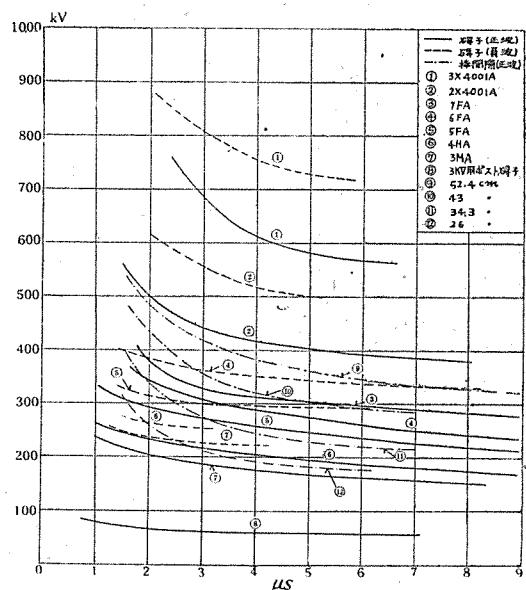
$$\text{正波に對して} \quad V = 3.3 + 5.8 a \quad \text{kV} \\ (15 < a < 140 \text{cm})$$

$$\text{負波に對して} \quad V = 3.1 + 7.3 a \quad \text{kV} \\ (15 < a < 90 \text{cm})$$

(vii) 碍子の キヤツプ 並にピンの大きが相當影響をもち、殊に積重ね段數が多くなると著しくなる。

(viii) V- 曲線は正波に對するものより負波に對するものが上昇率がやゝ緩である。

(ix) V-t 曲線は棒間隙のそれに比してやゝ平である。



第 10 圖 ピン 碍子 V-t 曲線

が、碍子が大きくなるにつれ、又積重ねが増すと棒間隙のそれと近似して来る。

最後に、常時御鞭撻下さった堀研究部長、及び試料の提供並に種々御指導を頂いた大阪製作所電力機部各位に對して深謝の意を表する。

文 献

- (1) 電 學 誌 62 748 (昭和 17 年)
- (2) 電 學 誌 62 681 (昭和 17 年)
- (3) 電 學 誌 63 36 (昭和 18 年)
- (4) 電 學 誌 62 740 (昭和 17 年)
- (5) 電 學 誌 60 350 (昭和 15 年)
- (6) 聯大豫稿 昭和16年 9 月 三菱 17 250 (昭和 16 年)

高速回轉体の動的平衡方法

(三菱特許 第 154681 號)

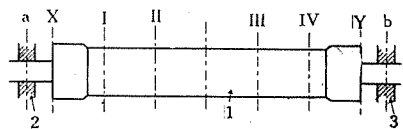
回轉体に、試験的の平衡重量を附加して、それに依り惹起せらるゝ、振動の量及び位相の變化を計測し、其の數値を基として、算式又は圖式を以つて、平衡重量の量及び位相を決定する釣合試験方法の提案があるが、「タービン」發電機回轉子の如く、大型高速のものゝ振動特性は、軸受に近く設けた、二個の平衡修正面に、各一個の不平衡重量を附加した時、位相差 180 度として、偶力を爲す場合の振動効果は、位相差 0 度なる如く附加した場合の振動効果の十倍又は夫以上の差違があるから、一方側に試験的平衡重量を附加した場合の効果は、他の側に存在する不平衡重量の位相及び量に、極めて甚大なる影響を與へる。従つて單一の試験的質量では、眞の平衡は得られない事になる。

本發明は、二種の組合せ重量を以つて、振動「ベクトル」の變化を求めんとするもので、不平衡重量は、一組の偶力と、一組の靜的不平衡重量との形にて表はされ、偶力効果を試験的質量の位相の如何に拘はらず、一樣に作用せしめ、以つて不平衡重量の換出を容易ならしめたものである。即ち靜的不平衡と、偶力不平衡との存在に立脚し、同位相の試験的質量

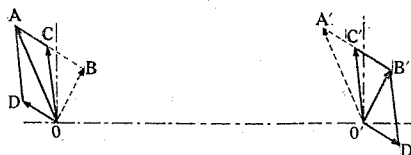
と、180 度位相のちがつた、試験的質量とを附加し、試し寄り方法に依るものである。

その一例につき説明せん、先づ回轉子 (1) を六つの平衡修正面 (X) (I) (II) (III) (IV) (Y) に分けて考へる。完全な平衡状態にない回轉子は、高速にて回轉せしめ得ないから、先づ安全に回轉出来る低速回轉に於いて、軸受台に固定した「ピックアップ」により、振動「ベクトル」を調べ、第四圖に示す如く OA と OB とが表はれたとする。此の OA、OB を夫々同相分と反相分とに分け、何れか大なる方、例へば同相分を消去させる爲に、修正面 (II) (III) に、同相の試験的平衡重量を附加すれば「ベクトル」が同相的變化を起す。OA、OB に対し修正面 (II) (III) に於て、AA₁、BB₁ の平衡重量を加へ順次其の附加位置及び大きさを變更し、AA₂、BB₂ になる如く選べば、振動「ベクトル」は OA₂、OB₂ となり其の値を小さく出来る。次に回轉子の回轉速度を上げ、前記同様の方法を行ふも、此の時は、振動「ベクトル」は必しも OA₂、OB₂ とは限らず、第五圖に示す如く OA₃、OB₃ となる事がある。茲に於いて、反相の試験的平衡重量 A₃A₄、B₃B₄ を修正面 (I) (IV) に附加し、其の位置及び大きさを變化させ A₃A₄、B₃B₄ の如く持來たせば、殆んど平衡状態が保たせ得る。此の後更に回轉子を全速度に上げ、此の時の平衡試験を前記の如くして、同相及反相にて行ひ、「ベクトル」を 0 に接近せしめる。斯くして同相及び反相の平衡重量に依れば中間速度に於て何回も平衡重量を附加する手数が省け、一回轉速度にて一度にて足る利益がある。

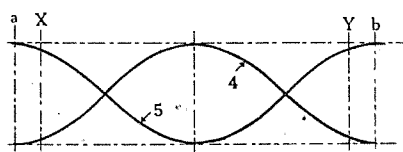
尚第二圖は、不平衡重量を二つの分力に分析して示した線圖、第三圖は偶力的不平衡による効果と、靜的不平衡による効果との比較曲線を示すものである。
(中野)



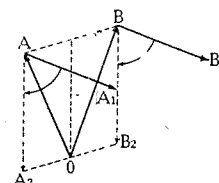
第 1 圖



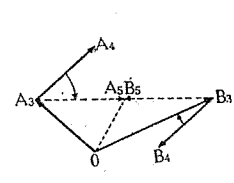
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

ワニスの滲透試験

神戸製作所 仲 山 仲 二

内 容 梗 概

大日本塗料會社で製造せる #106 黑色絶縁加熱乾燥 ワニス を揮發油にて稀釋して、稀釋劑の含有量容積百分率で 50%、40%、30%、20%、10% の各濃度の稀釋 ワニス 溶液を作り、各濃度に於ける綿 テーパ の滲透率を測定し、其最良なる濃度の ワニス 溶液を定めることを目的として實驗を行つた。又各濃度の ワニス 處理回数と滲透率の關係及び 1 層目、2 層目、3 層目、4 層目、5 層目と夫々の場合に就て如何に滲透率が變化するかを調べ、此等の間に存する關係を探究した。

1. 緒 論

絶縁 ワニス を電氣機械用線輪に塗布する場合、各溶劑に對して夫々特有な粘度、比重を選択規定して之が使用に供しないと、ワニスの コイル 内部への滲透は充分に行はれず、ワニス 乾燥皮膜も機械的に又化學的に満足す可き状態に達せぬ事は明かである。之は延ては絶縁抵抗に重大なる影響を及ぼす事に成る。我々は一見斯様な事は別段考慮に値するものでは無いと考へ勝であるが、實は之が甚だ疎かにす可からざるもので、ワニス 處理を施して無い「電氣機器」に生命を與へて之を生かすか死なすかは、一に懸つて最後の ワニス 處理に在ると斷言するも敢へて憚らざるものである。

筆者は差當り大日本塗料製黑色絶縁加熱乾燥 ワニス を揮發油にて稀釋して如何なる比重、如何なる粘度で使用したならば、ワニス が最良の滲透率を示し、之が乾燥状態と加熱時並に冷却時に於ける絶縁抵抗に如何様に影響するかを調べて見た。

2. 試験に使用せる大日本塗料製 #106 黑色絶縁 ワニス に就て

(ア) 黑色絶縁ワニスは大体次の如き組成のものである。

フィソナイト	}	約 20%
エステルゴム		
桐 油	}	約 30%
亞麻仁油		
荏 油	}	約 45%
テレピン 油		
ミネラルターペン	}	約 5%
其 他		

(イ) 乾 燥

皮膜は艶が有り、絹かで弾性に富む。特に防濕性に富み絶縁も良い。

(ウ) 試験成績

比 重 (20°C) 0.920 絶縁耐力 (毎ミル) 3797 V
乾燥時間 (100°C) 1½ 時間 耐 水 性 (毎ミル) 2133 V

(エ) 用 途 主として回轉機 コイル の絶縁用に用ふ。

(オ) 稀 釋 劑

稀釋劑として使用せし揮發油の比重は 10°C に於て 0.725 である。

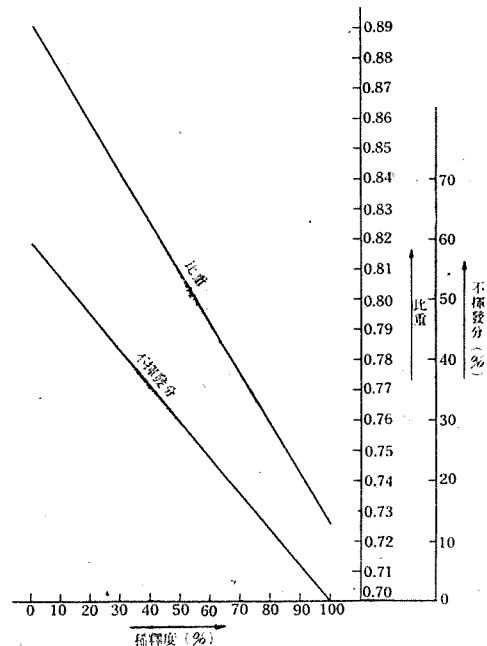
試 験 方 法

長さ約 100 mm、幅 30 mm 程のアルミニウム 導体に長さ約 690 mm の綿 テーパ を半重捲で捲付け、之を五層捲にして、各濃度の ワニス に氣泡の出なく成る迄浸漬し、然る後、之を充分滴らして電氣空氣乾燥器に入れ、120°C で 12 時間乾燥させ、冷却後秤量して白 テーパ に對する重量増加量より百分率を算出して之を滲透率とした。

3. ワニスの稀釋度と比重との關係

試 験 結 果

(ア) ワニス一回處理



第 1 圖 稀釋度と比重及び不揮發分との關係
(測定溫度 18°C)

(a) テープ捲層数と滲透率との関係 (第2圖参照)

第2圖は縦軸に滲透率、横軸にテープの捲層数を取り試験片を各濃度のワニス中に一回浸漬した場合のテープの捲層数と滲透率との関係を示したものである。

圖より明らかな様に第一回 ワニス 処理に於ては、稀釋度 10%、20%、の濃度な ワニス 溶液の方が稀釋度 30%、40%、50%の稀薄なる ワニス 溶液よりも遙に良い滲透率を呈してゐる。

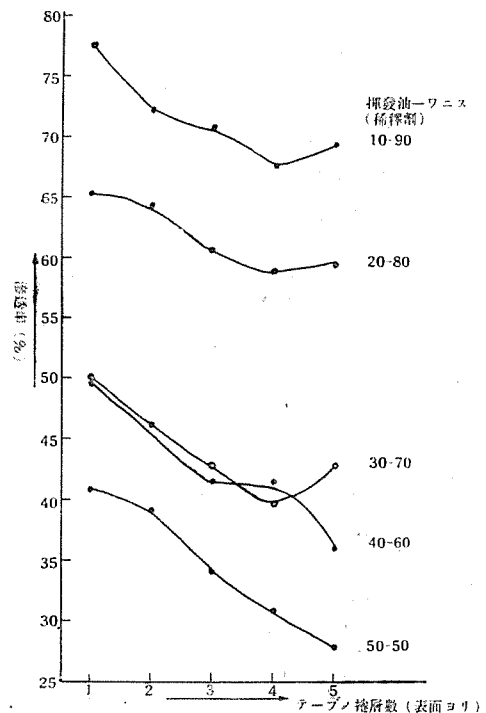
普通一寸考へると、稀薄な ワニス の方が滲透性が良いから滲透率も良い結果を得ると思はれるが、毎回の浸漬に依るワニスの滲透、吸着、浸潤される量にも自ら限度があり、飽和點に達すれば最早其れ以上浸潤されなく成るものであるから、濃度の大小と雖も、同一テープを使用すれば滲透量には大差のあるものでは無く、然も此處で云ふ滲透率なるものは、試片浸漬の際、白綿 テープ に滲透、吸着、浸潤される全 ワニス 量の中、乾燥に依り揮發分の蒸發後不揮發分として テープ 中に残る皮膜形成主要素量の原 テープ の重量に對する百分率で表されるのであるから、結局濃度の異なる、即ち溶質含有量の異なる ワニス の方が滲透率は良く成る譯である。而して乾燥状態の良好な下に於ては、この滲透率の異なるものこそ、我々の望む所の絶縁抵抗を大ならしめる要因の一つである。

次に各稀釋 ワニス の示せる滲透率曲線に就て述べる。

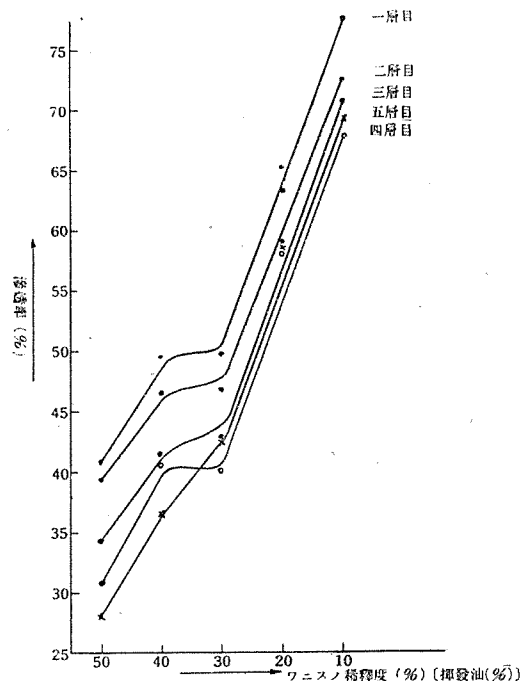
稀釋度 10% ワニスの滲透率が各層 テープ を通して最良な事が認められる。最大滲透率は一層目テープにて 77.83%を呈し、最小滲透率と雖も四層目テープにて 67.86%を示す。二層目テープは 72.46%、三層目テープは 71.03%、五層目テープは幾分大なる値を示して 71.69%を示してゐる。又一層目テープと二層目テープとの滲透率差は 5.37%、二層目と三層目との差は 1.43%、三層目と四層目との差は 3.17%、四層目と五層目との差は 1.44%で各層を通しての平均滲透率は 71.69%で斷然他の稀釋度 ワニス 溶液の其れよりも優秀なる値を示すが、各層テープを通じての平均滲透率減少は 2.13%である。

次に稀釋度 20% ワニスの滲透率曲線を見ると稀釋度 10% ワニスの曲線と類似してゐる。最大滲透率は一層目テープで 65.26%を示し、最小滲透率は四層目テープで 58.93%で共に優秀である。各層を通じての平均滲透率は 61.80%、各層テープを通じての平均滲透率減少は 1.45%で各種稀釋 ワニス 中最小である。これは最も内部への均一滲透性に富んでゐる事を示す。

30%組成 ワニス 以下のものは稀釋度 10%、20%のものに比べて滲透率甚しく悪く問題に成らぬ。併し 40%曲線は異常曲線を呈し 30%曲線と非常に接近してゐる。この理由は良く分らぬが、多分 ワニス 処理の時の手加減、滴し方、テープの素質の不均一の然らしめたものと思はれる。又テープの一層目と五層目は他の層の如く正確なる滲透性は示し難いから、處理回数の増すに従つて其の異常誤差が大と成るのは止むを得ない事と思ふ。何となれば、



第2圖 テープの捲層数と滲透率との関係 (ワニス1回處理)



第3圖 ワニスの稀釋度と滲透率との関係 (ワニス1回處理)

ば、前者は滲透と云ふよりは寧ろ表面塗着と云ふ可きもので、滴し具合に依つて相等滲透率は異つて来る。又後者の場合は導体とテープとの間には幾分なりとも小間隙があるものであるから、之より侵入するワニスもある爲誤差を生ずるものである。従つて兩者は止むを得ない實驗誤差として取扱つても可なるものである。又同一テープでも多少は素地の不均一をまぬがれぬものである。従つて滲透率のみを論ずるならば、二層目、三層目、四層目

試片番號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
試験項目															
揮發油ワニス 容 量 (%)	50-50			40-60			30-70			20-80			10-90		
綿 テーパ 一枚 の重量 (瓦)	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.37	1.62	1.62	1.62	1.37	1.62	1.62	1.37	1.62	1.62
處理された一層 目テーパの重量	2.23	2.29	2.34	2.42	2.31	2.16	2.48	2.53	2.26	2.63	2.48	2.44	2.42	2.36	2.53
二層目テーパの 重 量 (瓦)	2.27	2.20	2.29	2.39	2.27	2.08	2.43	2.50	2.19	2.63	2.44	2.44	2.36	2.31	2.42
三層目テーパの 重 量 (瓦)	2.19	2.17	2.17	2.28	2.22	2.01	2.38	2.39	2.18	2.53	2.43	2.40	2.35	2.34	2.34
四層目テーパの 重 量 (瓦)	2.18	2.04	2.15	2.31	2.19	2.01	2.31	2.36	2.13	2.54	2.35	2.37	2.31	2.26	2.33
五層目テーパの 重 量 (瓦)	2.02	1.98	2.22	2.23	2.00	2.03	2.31	2.45	2.19	2.62	2.30	2.35	2.30	2.31	2.35
一層目テーパの 滲透量 (瓦)	0.61	0.67	0.72	0.80	0.69	0.79	0.86	0.91	0.64	1.26	0.86	0.82	1.05	0.99	1.16
二層目テーパの 滲透量 (瓦)	0.65	0.58	0.67	0.77	0.65	0.71	0.81	0.88	0.57	1.26	0.82	0.82	0.99	0.94	1.05
三層目テーパの 滲透量 (瓦)	0.57	0.55	0.55	0.66	0.60	0.64	0.76	0.77	0.56	1.16	0.81	0.78	0.98	0.97	0.97
四層目テーパの 滲透量 (瓦)	0.56	0.42	0.53	0.69	0.57	0.64	0.69	0.74	0.51	1.17	0.73	0.75	0.94	0.89	0.96
五層目テーパの 滲透量 (瓦)	0.40	0.36	0.60	0.61	0.38	0.66	0.69	0.83	0.57	1.25	0.68	0.73	0.93	0.93	0.98
一層目テーパの 滲透率 (%)	37.6	41.4	44.4	49.4	42.6	57.6	53.1	56.1	39.5	92.0	53.2	50.6	76.6	72.2	84.7
二層目テーパの 滲透率 (%)	40.2	35.8	41.4	47.5	40.2	51.8	50.0	54.3	35.2	92.0	50.6	50.6	72.2	68.6	76.6
三層目テーパの 滲透率 (%)	35.2	33.9	33.9	40.8	37.0	46.7	46.8	47.5	34.6	84.7	50.0	48.2	71.5	70.8	70.8
四層目テーパの 滲透率 (%)	34.6	25.9	32.7	42.6	35.2	46.7	42.6	45.6	31.4	85.4	45.1	46.3	68.6	65.0	70.0
五層目テーパの 滲透率 (%)	24.7	22.2	37.0	37.6	23.5	48.2	42.6	51.2	35.2	91.3	42.0	45.1	67.8	68.6	71.5

ワニス組成 (%)	50-50	減 少 (%)	40-60	減 少 (%)	30-70	減 少 (%)	20-80	減 少 (%)	10-90	減 少 (%)
試験結果										
一層目テーパの 平均滲透率	41.13	-2.03	49.86	-3.36	49.56	-3.06	65.26	-0.86	77.83	-5.37
二層目テーパの 平均滲透率	39.10		46.50		46.50		64.40		72.46	
三層目テーパの 平均滲透率	34.33	-4.77	41.53	-4.97	42.96	-3.54	60.96	-3.44	71.03	-1.43
四層目テーパの 平均滲透率	31.06		41.50		39.86		58.93		67.86	
五層目テーパの 平均滲透率	27.96	-3.10	36.43	-5.07	43.00	+3.14	59.46	+0.53	69.30	+1.44
各層を通して の平均滲透率	34.71		43.16		44.37		61.80		71.69	

第1表 ワニス1回處理

のテーパに就て考へる可きものである。五層目の曲線の急に上るのは、テーパと導体との間隙より侵入せるものの影響である。

要するに各層テーパを通しての平均滲透率は稀釋度20%ワニス が最大で61.80%を示し、又各層を通しての平均滲透率減少も1.45%にて最小である。この滲透率減少値の最小であると云ふのは換言すれば内部迄の均一滲透性に富んでゐる事に成るから、是非とも第一回ワニス處理に於ては、稀釋度20%乃至10%の濃厚なるワニスの使用にて充分内部迄滲透させて、最も大切な内部導体との接觸テーパに最も多量に絶縁皮膜を作らせる事が肝要である。

(b) ワニスの稀釋度と滲透率との關係 第3圖の曲線より明らかなる如く、10%、20%の濃度大なるワニスは

一層目より五層目迄大体均一に滲透することが分る。其滲透率差は小であり、50%のものに比して滲透率も40%程度大と成つてゐる。これに反して30%乃至50%ワニスはテーパの捲層數に依り大なる滲透率差を示し且つ10%20%のものに比して滲透率極めて小で30%乃至40%位しか示して居らない。

(イ) ワニス二回處理

(a) テーパの捲層數と滲透率との關係 第4圖に示す如く10%ワニスと20%ワニスの畫く曲線は大分接近するが、30%、40%、50%ワニスの畫く曲線とは猶相當な隔りを有する。之は第二回ワニス處理に於ても、前二者は依然として相當内部への滲透率が大なるに比して、後者は内部滲透性から見れば大差無いが、滲透率の點に於て甚しく劣る事を意味する。之は濃度の然らしむる處であ

試験項目	1 2 3			4 5 6			7 8 9			10 11 12			13 14 15		
試験片番号															
揮発油ワニス 容量 (%)	50-50			40-60			30-70			20-80			10-90		
綿テープ一枚の 重量 (g)	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.55	1.55	1.53	1.55	1.55
処理された一層 目テープの重量	2.90	3.00	3.07	3.03	3.08	2.81	3.13	3.25	3.19	3.75	3.71	3.75	3.93	4.05	4.53
二層目テープの 重量 (g)	2.76	2.70	2.77	3.11	2.76	3.23	2.82	3.12	3.00	3.50	3.32	3.38	2.99	3.76	3.48
三層目テープの 重量 (g)	2.49	2.76	2.75	2.70	2.96	3.00	2.93	2.70	2.67	3.13	3.28	3.22	3.03	3.40	3.40
四層目テープの 重量 (g)	2.46	2.77	2.45	2.99	2.68	2.84	2.90	2.83	2.63	3.17	3.17	3.19	3.15	3.29	3.28
五層目テープの 重量 (g)	2.41	2.71	2.51	2.81	2.81	2.60	2.97	2.67	2.77	3.15	3.16	3.05	3.10	3.37	3.12
一層目テープの 滲透量 (g)	1.37	1.47	1.54	1.50	1.55	1.28	1.60	1.72	1.66	2.22	2.16	2.20	2.40	2.50	2.98
二層目テープの 滲透量 (g)	1.23	1.17	1.24	1.58	1.23	1.70	1.29	1.59	1.47	1.97	1.77	1.83	1.46	2.12	1.93
三層目テープの 滲透量 (g)	0.96	1.23	1.22	1.17	1.43	1.47	1.40	1.17	1.14	1.60	1.73	1.67	1.50	1.85	1.85
四層目テープの 滲透量 (g)	0.93	1.24	0.92	1.46	1.15	1.31	1.37	1.30	1.10	1.64	1.62	1.64	1.62	1.74	1.73
五層目テープの 滲透量 (g)	0.88	1.18	0.98	1.28	1.28	1.07	1.44	1.44	1.24	1.62	1.61	1.50	1.57	1.82	1.57
一層目テープの 滲透率 (%)	89.6	96.2	100.7	98.0	101.2	83.7	104.6	112.4	108.5	145.1	139.4	142.0	156.9	161.2	192.3
二層目テープの 滲透率 (%)	80.4	76.5	81.1	103.3	80.5	111.1	84.3	104.0	96.2	128.6	114.2	118.0	95.5	136.8	124.5
三層目テープの 滲透率 (%)	62.8	80.4	79.8	76.5	93.5	96.2	91.5	76.5	74.5	104.6	111.6	107.8	98.0	119.4	119.4
四層目テープの 滲透率 (%)	60.8	81.1	60.2	95.5	75.2	85.7	89.6	85.0	71.9	107.2	104.6	105.9	106.2	112.2	111.6
五層目テープの 滲透率 (%)	57.5	77.2	64.0	83.7	83.7	70.0	94.2	74.5	81.1	106.0	103.9	96.7	102.6	117.4	101.2

試験結果	ワニス組成 (%)	減少 (%)	40-60	減少 (%)	30-70	減少 (%)	20-80	減少 (%)	10-90	減少 (%)
一層目テープの 平均滲透率	95.50	}	94.30	}	108.50	}	142.20	}	170.30	}
二層目テープの 平均滲透率	79.30		98.30		94.80		120.30		118.90	
三層目テープの 平均滲透率	74.30		88.70		80.80		108.00		112.30	
四層目テープの 平均滲透率	67.40		85.50		82.20		105.90		109.90	
五層目テープの 平均滲透率	66.20		79.10		83.30		102.20		107.10	
計	382.70		445.90		449.60		578.60		618.50	
各層を通して の平均滲透率 (%)	76.50	-7.33	89.20	-3.80	89.92	-6.30	115.72	-10.00	123.70	-15.80

第2表 ワニス2回処理

る。而して10%、20% ワニスの滲透率曲線が非常に接近したと云ふ事は、滲透率の増加率の點に於て 20% ワニスの方が 10% ワニスよりも大なる爲である。又 10% ワニス曲線に於て一層目 テープと二層目 テープの滲透率の減少を見るに、第一回処理に於て 5.37% であつたのが、第二回処理に於ては 5.14% に成つた事より見ても大分 テープの目が詰つて來たことが窺はれる。之に反して 20% 以下のワニスに於ては猶均一滲透性を有する事が分る。而も 30% 以下のワニスは滲透率の點から見て非常に小さい値を示し絶縁効果も小である。

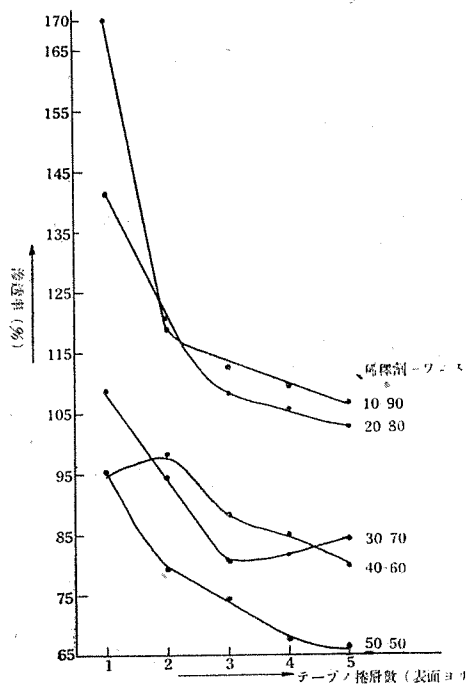
要するに、第二回 ワニス 処理に於ては 10% 乃至 20% のワニスで絶縁処理を施す事が、絶縁の點から云つても、揮発油節約の見地から云つても効果的である事に成る。

又内部乾燥表面乾燥皮膜も良好である。

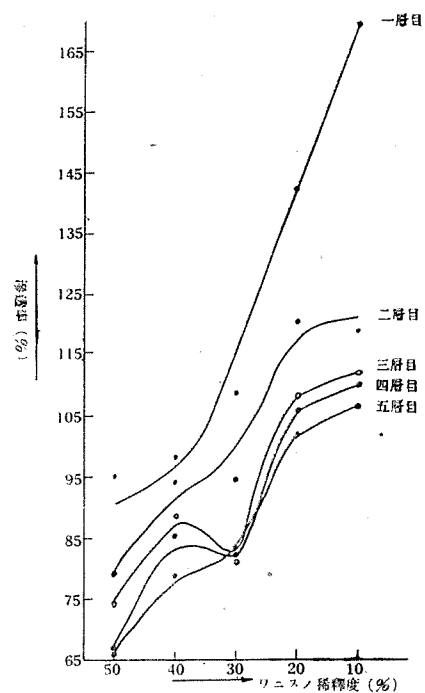
(b) ワニスの稀釋度と滲透率との關係 第5圖一層目と二層目とは極端な差を生ずる。而も 50% と 10% ワニスとは甚しき差が付く。

(ウ) ワニス三回處理

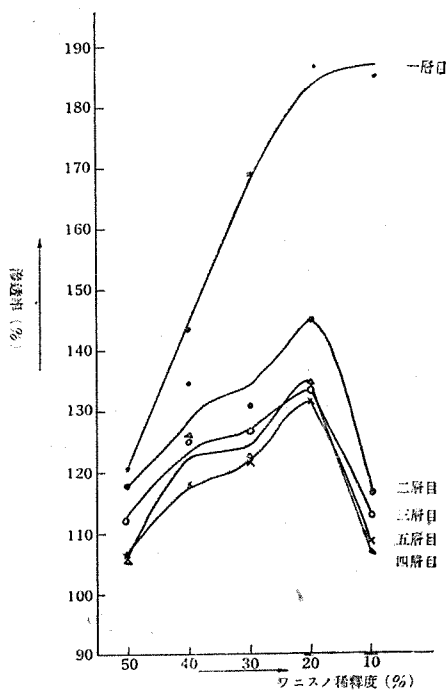
(a) テープの捲層數と滲透率との關係 第6圖に於てワニス三回處理の場合に著しき現象は滲透率曲線が逆順位に成つて稀釋度 10% ワニスの曲線が稀釋度 30%、40% 曲線の下に成つた事である。これを數値的に見た場合、各層を通しての平均滲透率は 20% ワニス、30% ワニスに於て夫々 147.1%、134.3% であるのに對して 10% ワニスのそれは 125.0% である事、及び一層目と二層目 テープとの滲透率減少を見ても、又 20% ワニスが 42.5% で 10% ワニス



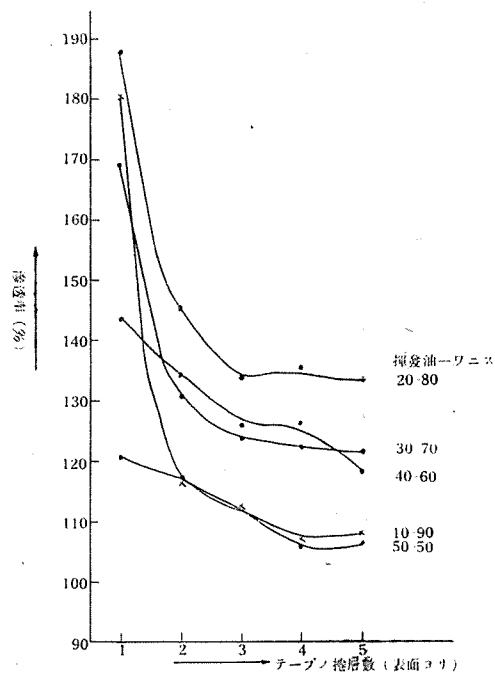
第4圖 テープの捲層数と透過率との関係
(ワニス2回処理)



第5圖 ワニスの稀釋度と透過率との関係
(ワニス2回処理)



第6圖 ワニスの稀釋度と透過率との関係
(ワニス3回処理)



第7圖 テープの捲層数と透過率との関係
(ワニス3回処理)

が64.5%である事より見ても、稀釋度10%ワニスでは最早内部透過性に乏しく一層目テープにのみ固着する結果と成る。

結局、ワニス三回處理に於ては稀釋度20%、30%ワニスで行ふのが適當してゐる。

(b) ワニスの稀釋度と透過率との關係 第7圖の場合一層目と二層目以下とは著しき透過率差を示す。而して三層目以下は夫々同程度を示して居る。20%、40%ワニ

スの二層目以下のカーブが上つてゐるのに比して、10%30%ワニスのそれが下つてゐるのは面白い現象であるがこれに就ては後者の場合は過度にテープの目が詰り、内部に滲透せずして表面にのみ附着した爲である。併し30%ワニスの曲線の下つた原因は良く判ら無い。

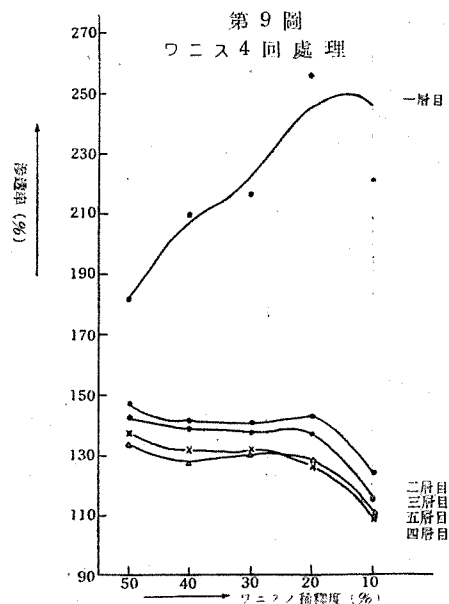
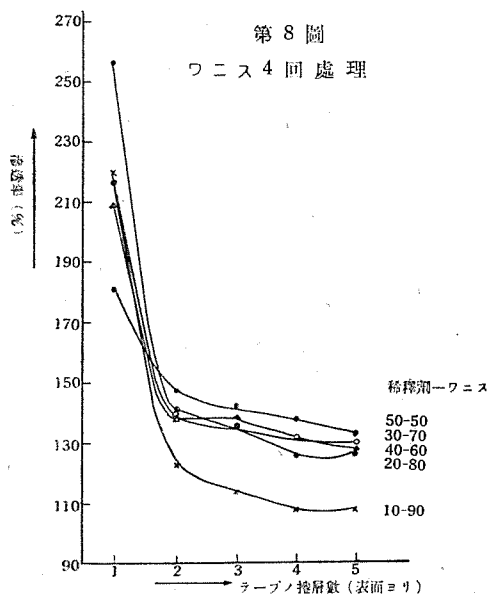
(エ) ワニス四回處理

(a) テープの捲層数と透過率との關係 第9圖の場合稀釋度10%、20%ワニスの透過率に於て一層目と二層目

試験項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
試験番号	1			2			3			4			5		
揮発油ワニス稀 釋劑容積(%)	50-50			40-60			30-70			20-80			10-90		
綿テープ一枚の 重量(瓦)	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.01	1.01	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
處理された一層 目テープの重量	2.53	2.57	2.51	2.78	2.87	2.70	3.05	3.10	2.73	3.04	4.28	4.33	4.74	4.65	4.42
二層目テープの 重量(瓦)	2.45	2.52	2.53	2.72	2.74	2.64	2.63	2.69	2.32	2.54	3.72	3.62	3.53	3.64	4.42
三層目テープの 重量(瓦)	2.44	2.40	2.48	2.63	2.61	2.55	2.61	2.61	2.29	2.42	3.57	3.41	3.48	3.50	3.47
四層目テープの 重量(瓦)	2.42	2.39	2.27	2.58	2.70	2.54	2.48	2.61	2.28	2.40	3.60	3.50	3.42	3.38	3.41
五層目テープの 重量(瓦)	2.42	2.38	2.33	2.57	2.53	2.42	2.48	2.64	2.21	2.44	3.44	3.47	3.51	3.36	3.39
一層目テープの 滲透量(瓦)	1.38	1.42	1.36	1.63	1.72	1.60	1.95	1.95	1.72	2.03	2.64	3.29	3.10	3.01	2.78
二層目テープの 滲透量(瓦)	1.30	1.37	1.38	1.57	1.59	1.49	1.48	1.54	1.31	1.53	2.08	2.58	1.89	2.00	1.83
三層目テープの 滲透量(瓦)	1.29	1.25	1.33	1.48	1.46	1.40	1.46	1.46	1.28	1.41	1.93	2.37	1.84	1.86	1.83
四層目テープの 滲透量(瓦)	1.27	1.24	1.12	1.43	1.55	1.39	1.33	1.46	1.27	1.39	1.96	2.46	1.78	1.72	1.77
五層目テープの 滲透量(瓦)	1.27	1.23	1.18	1.42	1.38	1.27	1.33	1.50	1.20	1.43	1.80	2.43	1.87	1.72	1.75
一層目テープの 滲透率(%)	120	123.5	118	141.6	149.5	139.2	169.3	169.6	170.2	201	161	201	189.2	183.4	169.5
二層目テープの 滲透率(%)	113	119	120	136.5	138.2	129.6	128.7	133.8	129.7	151.4	126.8	157.3	115.2	122	111.5
三層目テープの 滲透率(%)	112	108.6	116	128.8	126.9	121.7	136.9	127.0	126.7	139.7	117.6	144.3	112.2	113.2	111.5
四層目テープの 滲透率(%)	110.4	107.8	97.5	124.3	134.6	120.8	115.6	127.0	125.8	137.6	119.4	149.9	108.5	106	107.8
五層目テープの 滲透率(%)	110	107	102.5	123.4	120.1	110.5	115.6	130.4	118.8	141.8	109.8	148	113.8	105	106.8

ワニス稀釋度 (%)	50-50	減少(%)	40-60	減少(%)	30-70	減少(%)	20-80	減少(%)	10-90	減少(%)
試験結果										
一層目テープの 平均滲透率	120.5		143.4		169.7		187.7		180.7	
二層目テープの 平均滲透率	117.3	-3.2	134.8	-8.6	130.7	-39.0	145.2	-42.5	116.2	-64.5
三層目テープの 平均滲透率	112.2	-5.1	125.8	-9.0	126.9	-3.8	133.9	-11.3	112.3	-3.9
四層目テープの 平均滲透率	105.2	-7.0	126.6	+0.8	122.8	-4.1	135.6	+1.7	107.4	-4.9
五層目テープの 平均滲透率	106.5	+1.3	118.0	-8.6	121.6	-1.2	133.2	-2.4	108.5	+1.1
各層を通して の平均滲透率	112.3	-3.5	129.7	-6.4	134.3	-12.0	147.1	-13.6	125.0	-18.1

第3表、ワニス3回處理



との差が、前者に於ては106.0%後者に於ては113.6%で共に相当内部が詰つて内部滲透僅少になり一層目にのみ塗着される事に成る。これは表面が粗雑に成り、機械的に弱くなるから感心出来ない。

(b) ワニスの稀釋度と滲透率との關係 第8圖では最早どの稀釋度のワニスも一層目に多量固着して二層目以下には餘り滲透効果が無い。稀釋度30%、40%のものならば未だ内部滲透性が相當ある。従つてワニス四回處理に於ては稀釋度30%位のワニスにて行ふのが適當である。

4. 結 論

この實驗に使用した絶縁ワニスは大日本塗料製 # 106 黑色加熱乾燥ワニスであるが、この試驗結果は大体孰れ

の絶縁ワニスに對しても適用されるものと思ふ。

以上の結果を綜合すると、從來は稀釋度30%程度、比重にして0.85/18°C位の比較的稀薄なワニスで連續四回處理を行ふを常として居たが、第一回ワニス處理に於ては稀釋度10程度、比重にして0.880/18°C位のものを使用し、第二回、第三回處理に於ては稀釋度20%程度、比重にして0.865/18°C位のものを使用するのが適當である。猶四回處理を施す必要があるや否やは未だ一考すべき餘地があると思ふ。若し表面仕上げの意味で四回處理を行ふ必要があるならば稀釋度30%、比重0.850/18°C位のワニスで行ふのが理想的だと考へる。併し上記の如く處理回数に従つてワニスの濃度を變ずる事は實際問題として非常に煩しい事であるから、最初から稀釋度20%ワニスにて連續三回處理を行つたならば、内部滲透率均

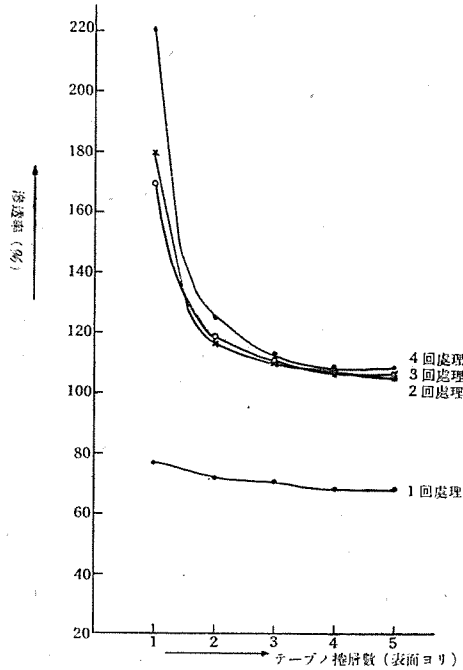
試片番號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
揮發油—ワニス 容 量 (%)	50—50			40—60			30—70			20—80			10—91		
綿 テーラ—枚 の重量 (瓦)	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12
處理された一層 目テーラの重量	3.26	3.13	3.21	3.56	3.50	3.55	3.62	3.57	3.56	3.86	4.13	4.05	3.67	3.30	3.78
二層目テーラの 重 量 (瓦)	2.89	2.78	2.79	2.75	2.73	2.70	2.80	2.71	2.66	2.69	2.72	2.78	2.52	2.54	2.47
三層目テーラの 重 量 (瓦)	2.85	2.76	2.69	2.73	2.75	2.73	2.78	2.68	2.60	2.62	2.62	2.76	2.42	2.42	2.36
四層目テーラの 重 量 (瓦)	2.84	2.70	2.63	2.64	2.67	2.63	2.70	2.59	2.61	2.51	2.59	2.57	2.35	2.34	2.30
五層目テーラの 重 量 (瓦)	2.75	2.65	2.60	2.61	2.62	2.57	2.67	2.57	2.61	2.51	2.59	2.62	2.40	2.38	2.26
一層目テーラの 滲透量 (瓦)	2.12	1.99	2.07	2.42	2.36	2.41	2.48	2.44	2.43	2.73	3.00	2.92	2.55	2.18	2.66
二層目テーラの 滲透量 (瓦)	1.75	1.64	1.65	1.61	1.59	1.56	1.66	1.58	1.53	1.56	1.59	1.65	1.40	1.42	1.35
三層目テーラの 滲透量 (瓦)	1.71	1.52	1.55	1.59	1.61	1.59	1.64	1.55	1.47	1.49	1.49	1.63	1.30	1.30	1.24
四層目テーラの 滲透量 (瓦)	1.70	1.56	1.49	1.50	1.53	1.49	1.56	1.46	1.48	1.38	1.46	1.44	1.23	1.22	1.18
五層目テーラの 滲透量 (瓦)	1.61	1.51	1.46	1.47	1.48	1.43	1.54	1.44	1.48	1.38	1.46	1.49	1.28	1.26	1.14
一層目テーラの 滲透率 (%)	185.9	174.5	181.5	212.2	206.9	211.6	217.8	216.0	215.2	241.8	265.7	258.2	227.8	194.6	237.8
二層目テーラの 滲透率 (%)	153.5	143.9	144.8	141.2	139.4	136.8	145.6	139.8	135.2	138.0	140.7	146.0	125.0	126.8	120.4
三層目テーラの 滲透率 (%)	150.0	142.0	136.0	139.4	141.2	139.4	143.9	137.0	130.1	132.0	132.0	144.2	116.0	116.0	110.7
四層目テーラの 滲透率 (%)	149.0	136.8	130.7	131.6	134.2	130.7	136.8	129.2	131.0	122.0	129.2	127.4	109.8	109.0	105.3
五層目テーラの 滲透率 (%)	141.2	132.5	128.0	129.0	130.0	125.4	135.0	127.4	131.0	122.0	129.2	132.0	114.2	112.3	101.9

ワニス組成 試験結果 (%)	50—50	減少(%)	40—60	減少(%)	30—70	減少(%)	20—80	減少(%)	10—90	減少(%)
一層目テーラの 平均滲透率	180.6	} -33.2	210.2	} -71.1	216.3	} -76.1	255.2	} -113.6	220.1	} -106.0
二層目テーラの 平均滲透率	147.4		139.1		140.2		141.6		124.1	
三層目テーラの 平均滲透率	142.7	} -4.7	140.0	} +0.9	137.0	} -3.2	136.1	} -5.5	114.2	} -9.9
四層目テーラの 平均滲透率	138.8		132.2		132.3		126.2		108.0	
五層目テーラの 平均滲透率	133.9	} -4.9	128.1	} -4.1	131.1	} -1.2	127.7	} +1.5	109.5	} +1.5
各層を通して の平均滲透率	148.7		149.9		151.4		157.4		135.2	

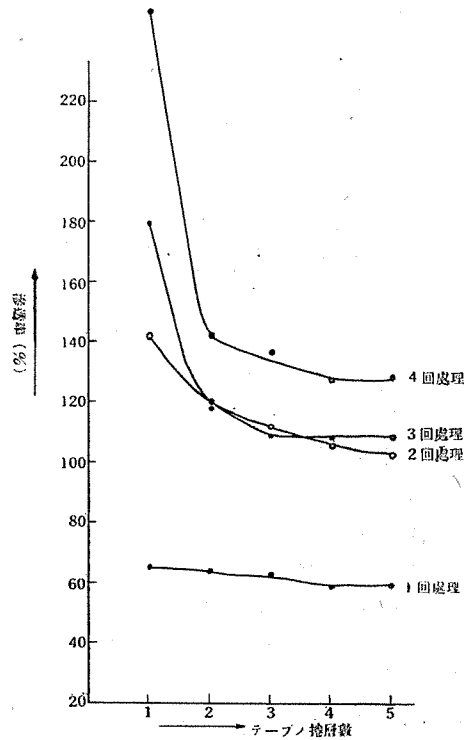
第4表 ワニス4回處理

一にして優秀なる滲透率を示し、内部乾燥、表面乾燥皮膜も良好で絶縁性の大きなものが得られる。以上浅學非才を顧みぬ記述を之にて擲筆するが、幸にも之が捲線關

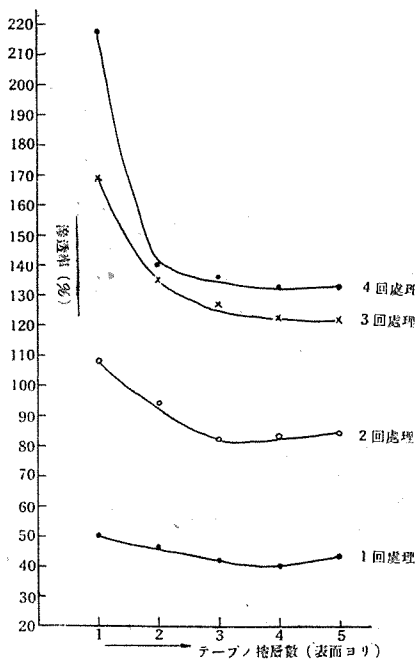
係で絶縁ワニス處理を施す際に些少の参考とも成れば幸甚の至りと存するものである。



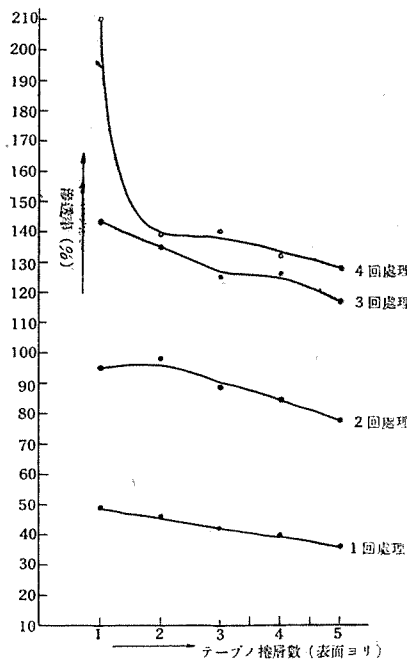
第 10 圖 處理回数と滲透率
(稀釋度10%)



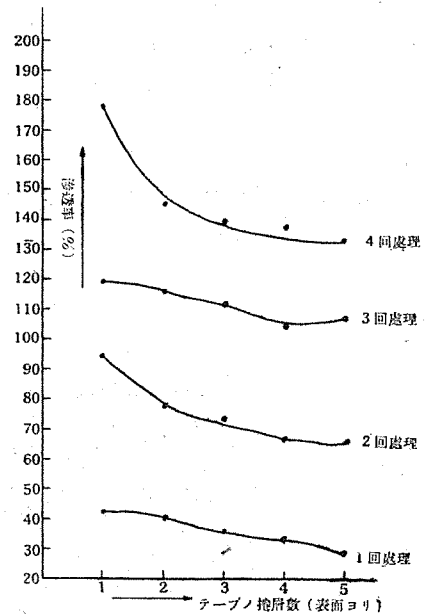
第 11 圖 處理回数と滲透率との關係
(稀釋度20%)



第 12 圖 處理回数と滲透率
(稀釋度30%)



第 13 圖 處理回数と滲透率
(稀釋度40%)



第 14 圖 處理回数と滲透率
(稀釋度50%)

交流電磁ブレーキ

名古屋製作所

坂 本 薫 俊
服 部 謙

内 容 梗 概

大なる制動力を必要とし、且條件の比較的喧しい昇降機巻上機のブレーキ用電磁石として、肘型電磁石を初めて採用せしもの、設計並びに試験の記録である。

本文中、磁石開離時の必要牽引力よりその容量を誘導する方法は、新しいやり方ではあるが、實驗の結果高磁束密度に於ても、相當の正確さを示した。

1. 緒 言

交流電動機を使用せる機械に於て、電磁ブレーキとして交流式を採用するのは當然の行き方であるが、交流電磁石の持つ缺點も亦一、二に止らない。これに對處するには種々の工夫に依つて此等電磁ブレーキの缺點を實用上差支なき程度迄輕減して使用するか、若しくは此等の缺點を全面的に拒否する場合には、電磁ブレーキのみ直流式を採用するか、何れかに依る外はないのである。

今茲に取りあげんとするブレーキは昇降機用のものであるが、從來當社に於ては後者即ち直流式を採用して來たのである。

併し後者は性能としては申分なく、平時であれば却つて其の優秀な性能を誇つたのであるが、資材不足の戦時下に於ては、直流電源用整流装置を別に供給し多くの銅及鐵資材を必要とする方式は當然慎まねばならぬ所である。

外國に於ては交流昇降機に古くより交流電磁ブレーキが研究せられ、我國にも紹介せられて、現在相當廣く使用せられてゐる様である。これ等は何れも衝撃音、交流振動音を消去或は緩和する目的の爲、ブレーキ全体を、油槽中に浸漬し、これを併せて冷却の目的に使用してゐたのである。(第1圖第2圖参照)

この方法は機構全体が大きくなる憾があり、油の粘度

が氣溫の變化の影響を受け、これが昇降機の着床誤差を來す原因となる。又油の取替を必要とする事、調整箇所が油中にある事等は、出来る丈避け度い條件である。結局機構上に手数を掛けても、性能上直流式に及ばないと云ふのが現状の様である。

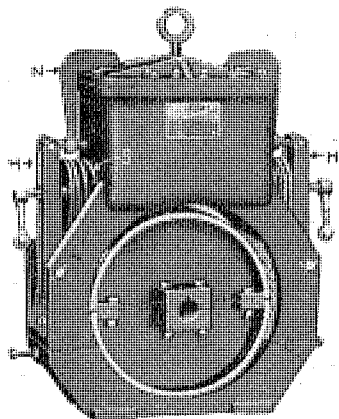
最初は一一般的方法として唧子型交流ブレーキを巻上機に使用して様子を見たのであるが、從來の交流電磁ブレーキの持つ缺點を除く事が出来ず、本目的に不適當である事を知つた。

依つて從來恐らくブレーキとして試みられた事のないと思はれる方式、即ち遊動型の鐵心を持つ肘型の電磁石をブレーキ用に試作して巻上機に取り付けて各種の試験を行つて見た。(第3圖)

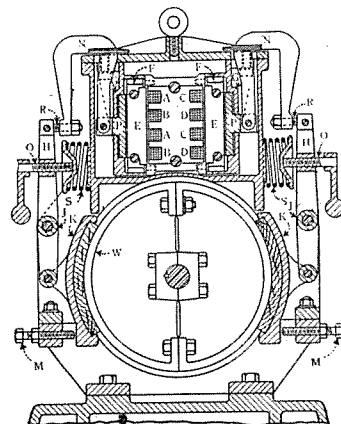
この型は設計上一般と異なる點は形狀の大きくなるのを避ける爲、磁束密度を吸引時に於て飽和に近くとり、開離時に於ける必要な牽引力を大ならしめた點である。即ち磁束密度にして約 13,000 ガウスである。この値は從來使用せられてゐるものの約 1.4~2 倍近い値となり、必要なアンペア回数も亦數倍の大きさになつてゐる。

この型の特徴とする所は、小型で構造簡單な點、殆んど騒音を發生しない點、取外し分解が自由である點、及び消耗部分及び調整を必要とする箇所のない點である。

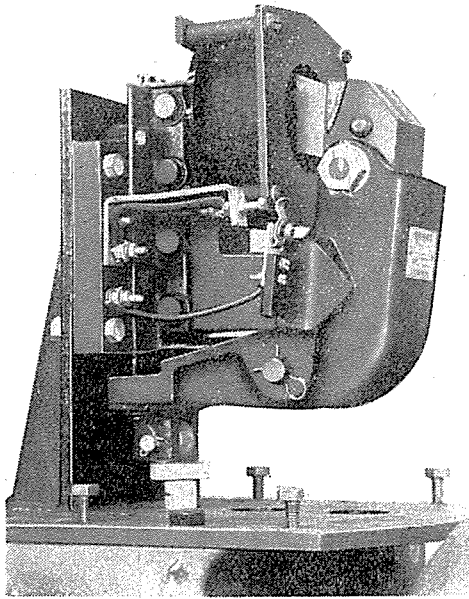
尚吸着面が垂直となり、且唧子型の如く吸着面が線輪



第 1 圖 唧子型交流電磁ブレーキの一例



第 2 圖 唧子型交流電磁ブレーキ説明圖



第 3 図 EM-400A 型電磁 うれーき 用交流電磁石

中に入り込んでゐない爲接觸面に塵埃の積る事なく、この爲陰りの原因をつくらないのである。

本 うれーき は巻上機の種類の標準に従つて次の 3 種類となつてゐる。

EM-300A 型 (EM-300 型巻上機用)

EM-400A 型 (EM-400 型 ")

EM-500A 型 (EM-500 型 ")

製品としては、既に廣島鐵道局下關驛の驛用貨物昇降機 10 台を始め最近の交流エレベータの標準として一般にこの型を採用してゐる。第 4 圖はこの うれーき を取附けた巻上機を示す。

2. 肘型電磁石の設計

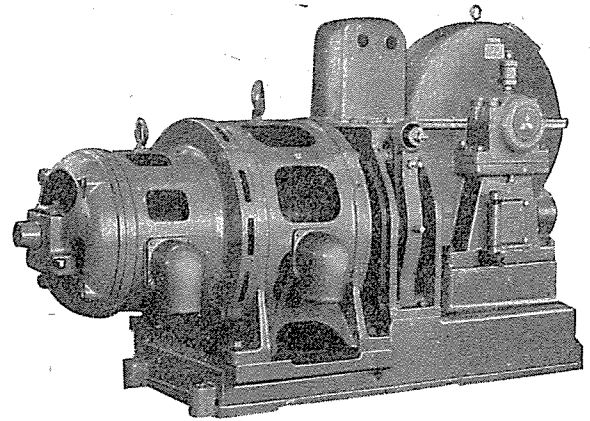
標準 EM-400A 型電磁 うれーき 用電磁石の設計に例をとつて述べる事にする。特に本電磁石は、その大きさを極力制限する爲、磁束密度を出来る丈大きくとりたのであるが、その値をどの位にするかと云ふ事が問題であつた。

結局この目標を、鐵心の磁化曲線に於て、飽和の初期の値にとつた。即ち磁束密度を 13,000 ガウスに設定した。現在交流機に於ては平均 6,000 ガウス乃至 9,000 ガウスにとつてゐるが、實驗の結果より見ても本目的に對しては上記の値は妥當の様である。

今設計の基礎となる値は下記の通りである。

使用巻上機	EM-400 型
使用電動機	15 馬力 900 回轉/毎分
制動機の最大出力	全負荷回轉力の 250 %
制動機の衝程	0.5~0.75 耗
電源	220 ボルト 60 サイクル

(ア) うれーきを釋放するに必要な電磁石の始動牽引力
電磁石が解放の狀態に於て必要とする始動牽引力は、



第 4 圖 EM-400 型巻上機

うれーき 發條に依る制動力、即ち電動機の全負荷回轉力の 250 % に打勝つ値を必要とする。

第 5 圖は、EM-400 A 型電磁石を取附けた巻上機のうれーき 部分を示すもので、第 6 圖はその構造を示す。

先づ必要回轉力を求め、これより電磁石の始動牽引力を誘導する。

$$T = \frac{HP \times 75}{2\pi \times N} \quad \begin{array}{l} T; \text{回轉力 (呎} \cdot \text{米)} \\ N; \text{回轉數/毎秒} \end{array}$$

上式に數値を代入すると

$$T = \frac{15 \times 75 \times 60}{2\pi \times 900} = 11.9 \text{ (呎} \cdot \text{米)}$$

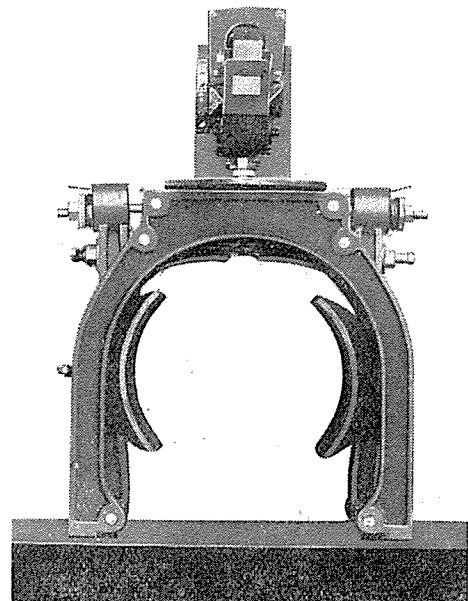
$$T = P_w R \quad \begin{array}{l} P_w \text{ 摩擦車周邊に働く力} \\ R \text{ 摩擦車半徑 165 耗} \end{array}$$

$$P_w = \frac{T}{R} = \frac{11.9}{0.165} = 71.7 \text{ (呎)}$$

必要な制動力 P_B を求める

$$P_B = \frac{P_w \times 2.5}{\mu \times 2} \quad \mu; \text{摩擦係數 } 0.32$$

$$= \frac{71.7 + 2.5}{0.32 \times 2} = 280 \text{ (呎)}$$



第 5 圖 EM-400A 型交流電磁 うれーき

P_B なる制動力に必要なブレーキ発條の強さ P_{S1} を求める。

$$P_{S1} = 280 \text{ kg} + \frac{225}{500} = 126 \text{ (疋)}$$

又唧子 T の部分に於てブレーキを開くに要する力 P_{T1} は

$$P_{T1} = 126 \text{ kg} \times \frac{500}{410} \times \frac{22}{160} \times 2 = 42.2 \text{ (疋)}$$

この時の電磁石の必要な始動牽引力 P_{M1} は

$$\begin{aligned} P_{M1} &= P_T \times \cos 25^\circ \times \frac{110}{130} \\ &= 42.2 \text{ kg} \times 0.9 \times \frac{110}{130} \\ &= 32.25 \text{ (疋)} \end{aligned}$$

(イ) ブレーキを釋放するに必要な電磁石の最終牽引力

發條に依つて制動せられてゐたブレーキを電磁石に依り釋放するに當り、その始動時と吸着時とは、電磁石に反抗する力は當然異なる譯である。勿論電磁石の吸着時の方がこの値は大きい道理である。この吸着時の反抗力、即ちブレーキを釋放するに必要な電磁石の最終牽引力を一應調べて置く必要がある。

今

$$P_S = \frac{\delta \times G d^4}{8 n D^3}$$

P_S : 發條を伸縮させる荷重 (疋)

d : 線の直径 8.84 耗

D : 發條の平均直径 44.84 耗

n : 有効捲数 5

G : 横弾性係数 8,000 疋/平方耗

δ : 壓縮長さ (耗)

に於て P_S に懸る始動荷重 P_{S1} を代入すれば

$$P_{S1} = 126 = \frac{\delta_1 \times 8000 \times 8.84^4}{8 \times 5 \times 44.839^3}$$

$$\delta_1 = 10.35 \text{ 耗}$$

次に制動機の動作衝程を 0.75 耗とすれば、これが爲に發條の壓縮は

$$0.75 \times \frac{500}{225} = 1.67 \text{ (耗)}$$

ブレーキ發條の最大壓縮時に相當する電磁石の最終牽引力 P_{M2} は

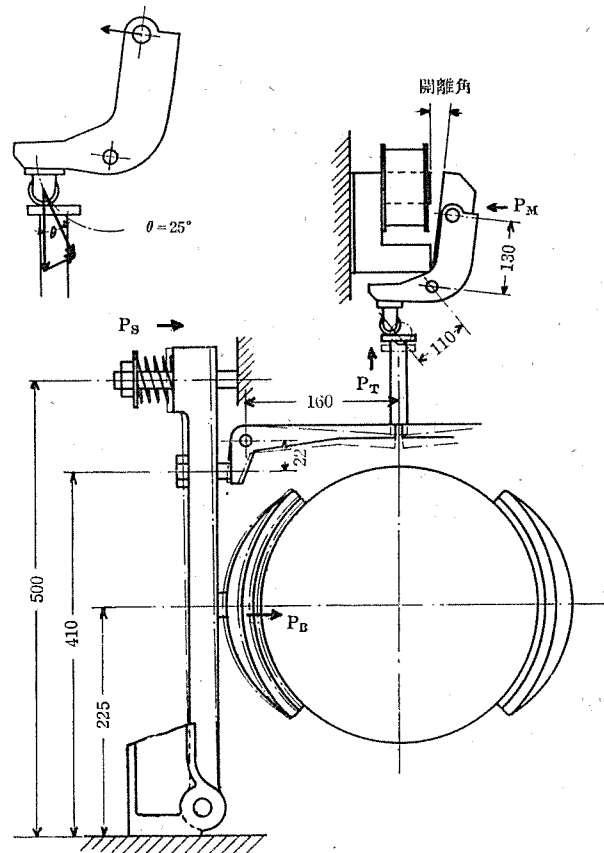
$$\begin{aligned} P_{M2} &= P_{M1} \times \frac{10.35 + 1.67}{10.35} = 32.25 \times \frac{12.02}{10.35} \\ &= 37.5 \text{ (疋)} \end{aligned}$$

(ウ) 電磁石の容量計算

上記の計算により、電磁石の必要とする始動牽引力と最終牽引力とが判つたのであるが、この程度では、電磁石の強さは始動時を基礎に計算すれば、吸着時には問題でない事が容易に想像せられる。

依つて開離角 6.5° (制動機の衝程 0.75 耗に相當) の場合の必要牽引力 $P_{M1} = 32.25$ 疋を吸着時の出力に直して電磁石の容量を計算する。

この換算を行ふには任意の開離角を有する場合に働く



第 6 圖

有効磁束を知れば良い。併し乍ら磁氣回路の定数を正確に計算する事が困難なる爲、この方法は誤差を伴ひ易い。依つて肘型電磁石に於ては下記の實驗式を推奨し度い。

$$\alpha = 300 \left(\frac{1}{\text{開離角} \theta + 2.5} \right) - 20$$

$$\text{但し } \alpha = \frac{\text{開離角 } \theta \text{ の場合の電磁石の強さ}}{\text{吸着時の電磁石の強さ}} \times 100 (\%)$$

$\theta = 6.5^\circ$ を代入すれば

$$\alpha = 13.3 \%$$

これより吸着時の電磁石の出力 P_o は下記の如き値となる。

$$P_o = \frac{P_{M1}}{0.133} = \frac{32.25}{0.133} = 242 \text{ (疋)}$$

(エ) 鐵心の斷面積の計算

牽引力を示す計算式

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \frac{\Phi_m^2 \sin^2 \theta}{8\pi + A \times 0.980 \times 10^6} d\theta \\ &= \frac{\Phi_m^2}{16\pi \times A \times 0.98 \times 10^6} = B_m^2 A \times 203 \times 10^{-10} \\ &= 406 \times B^2 A \times 10^{-10} \end{aligned}$$

Φ_m 最大磁束

B_m 最大磁束密度

B 磁束密度 $\frac{B_m}{\sqrt{2}}$

A 鐵心斷面積 平方厘

但し遊動鐵心と固定鐵心とは2ヶ所で接觸するから

$$P = 406 \times (B_1^2 A_1 + B_2^2 A_2) \times 10^{-10} \text{ (瓩)}$$

今其の平均をとつて

$$B_1 = B_2 = B \quad A_1 = A_2 = A \quad \text{とすれば}$$

$$P = 812 B^2 A \times 10^{-10} \text{ (瓩)}$$

P に $P_0 = 242$ (瓩) を代入すれば

$$B^2 A = 0.297 \times 10^{-10}$$

磁束密度は一般に 6,000~9,000 (ガウス) 程度が普通の様であるが、この場合には磁氣飽和に近い點 13,000 ガウスにとつて計算した。

$$13,000^2 A = 0.297 \times 10^{-10}$$

$$A = 17.6 \text{ (平方糎)}$$

この場合 B の値は實際に接觸面に於て有効に働く磁束密度の平均値であるが、固定鐵心中には残留磁氣を打消す様に空隙が設けられてある爲漏洩係数は吸着時に於ても可なり多い。今漏洩係数を 1.2 とすれば鐵心の斷面積も亦 1.2 倍となる

$$A = 17.6 \times 1.2 = 21.2 \text{ (平方糎)}$$

斷面積を正方形とすれば

$$1 \text{ 邊の長さ } l = \sqrt{21.2} = 4.6 \text{ (糎)}$$

實際には安全をとつて $l = 5$ (糎) とする。

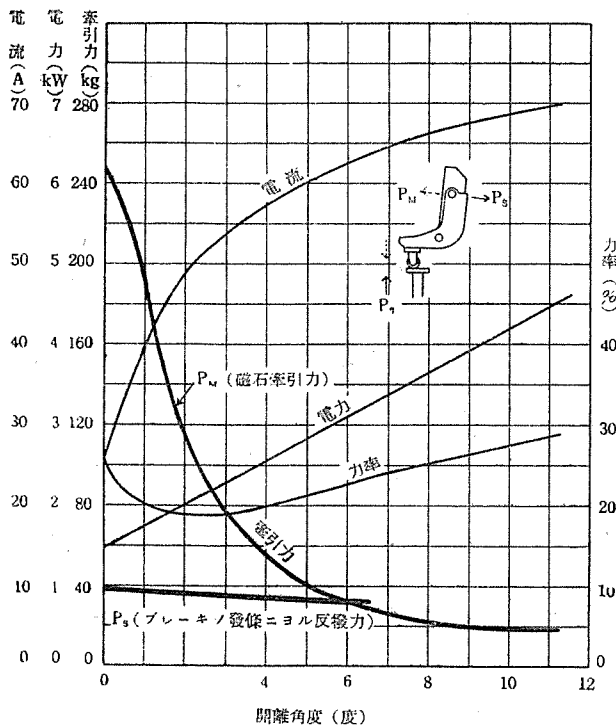
(オ) 捲數計算

上述の如く漏洩係数を考慮すれば實際に發生すべき磁束 Φ_r は

$$\begin{aligned} \Phi_r &= 13,000 \times 1.2 \times 25 \\ &= 390,000 \text{ (マックスエル)} \end{aligned}$$

今最大磁束の計算式

$$\Phi_m = \frac{E \times 10^8}{4.44 \times N f} \quad \begin{array}{l} N; \text{ 捲數} \\ f; \text{ 周波數 } 60 \end{array}$$



第7圖 EM-400A 電磁ブレーキ用電磁石の牽引力特性線輪 1.6 × 150 · 220V 60~

に各數値を代入すれば、

$$\Phi_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \Phi_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 390,000$$

$$= \frac{220 \times 10^8}{4.44 \times N \times 60} \text{ (マックスエル)}$$

$$N = 149 \approx 150$$

(カ) 電線の太さ

これで大体の設計は終つたのであるが、未だ電線の太さを決定しなければならぬ。

然るに交流磁石に於ては、捲數は非常に少く百數十回乃至精々數百回に過ぎぬのが普通である。殊にアンペア回數の大きい場合に於ては然りである。故に電線の太さは實驗的に行つた方が最も正確である。而して用途に應じて使用定格を異にする場合等は、其の都度實驗的に求めた方が無駄がなく安全であると信ずる。

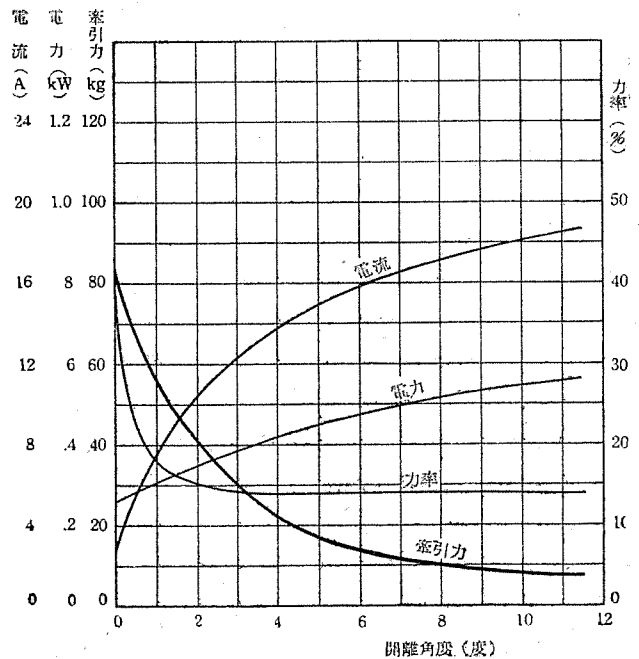
この實驗に於ても最初は 1.6 耗線を使用して見たが、第11及第12圖に示す如く溫度上昇が大き過ぎる爲、電流量より 2.3 耗線を適當として選んだ次第である。

3. 實驗結果

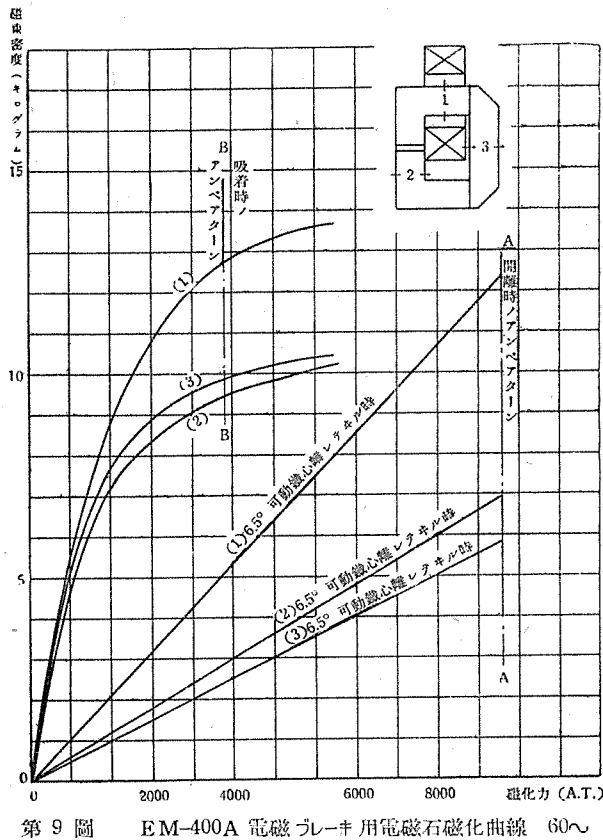
(ア) 牽引力

第7圖は、上記に依りて設計せられた EM-400A 型電磁ブレーキ用電磁石の牽引力を示す。圖中、電力、電流、力率曲線は参考に掲げておく。

これを見れば開離角 6.5° (制動機衝程 0.75 耗) に於て、求むる電動機全負荷回轉力の 250% に僅かに不足してゐる事が判る。但し實際に於ては、衝程は 0.5 耗 (開離角 4.3°) 程度で差支へないので、設計通りで使用してゐる。



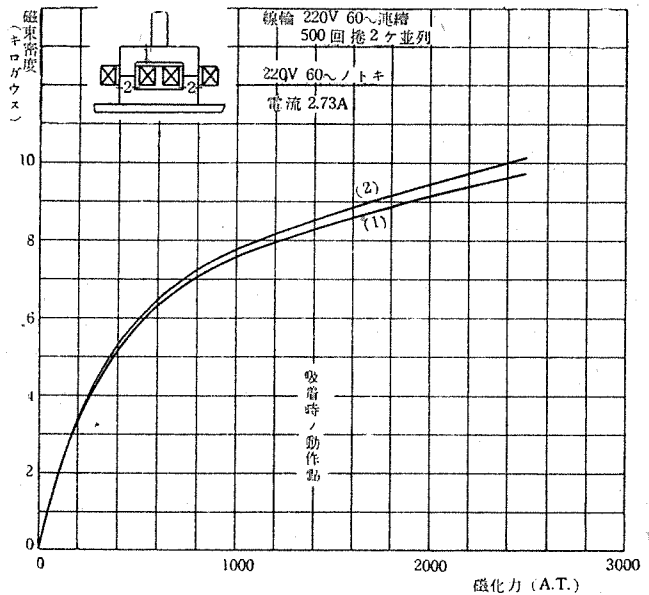
第8圖 接觸器用肘型電磁石の牽引力特性(參考)線輪 1.6 × 290 · 220V 60~



尙この型は電磁接觸器に使用せられてゐるのであるが、電磁接觸器と同様な磁束密度(6,500 ガウス)に於て測定せる回轉力其他を第8圖に掲げる。

(イ) 磁束密度

第9圖は本電磁石の磁化曲線を示す。本圖で見るが如く、アンペア回数は電磁石の動作に従つてA-AよりB-Bに移行する。而して吸引時に於ては各部に於て大体飽和に近い値となつてゐるが、開離時に於ては未だ磁化曲線は上昇の途中に在る。故に若しこれより大なる牽引力を必要とすれば、温度上昇の許す限りに於て、捲回数を減



第10圖 AB-5F 電磁ブレーキ磁化曲線(参考) 60~ 空隙○

少せしめ、アンペア回数を大きくして開離時の牽引力を増大せしめ得る事を示す。但し吸着時の牽引力は増加せしめる餘地はなく、又その必要もない譯である。

尙磁束密度は比較参考の爲、唧子型交流電磁ブレーキ(AB-5F)の磁化曲線を第10圖に掲げたから比較對照せられ度い。

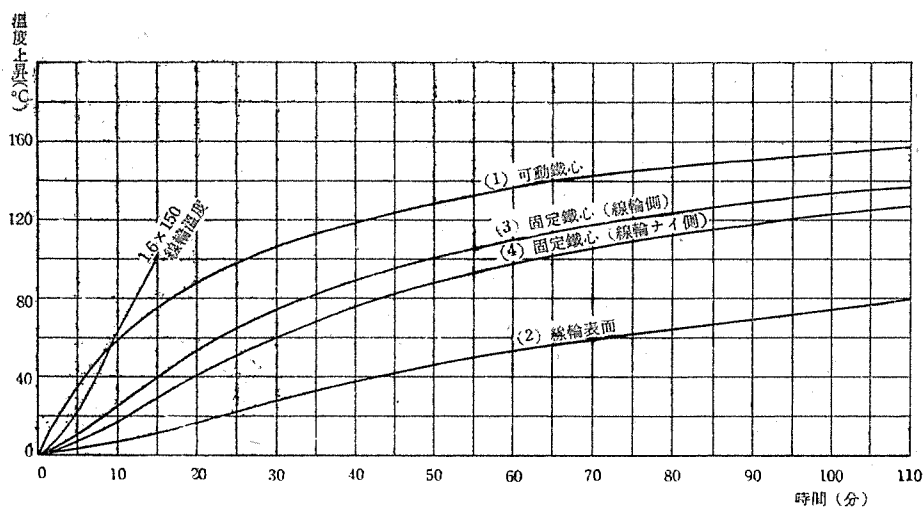
(ウ) 温度上昇試験

第11圖及第12圖は本電磁石の温度上昇曲線を示す。使用状態は夫々10秒使用10秒休止、及10秒使用20秒休止であるが、一般の昇降機の使用状態はこれより休止時間の割合が遙に大きいのが普通である。

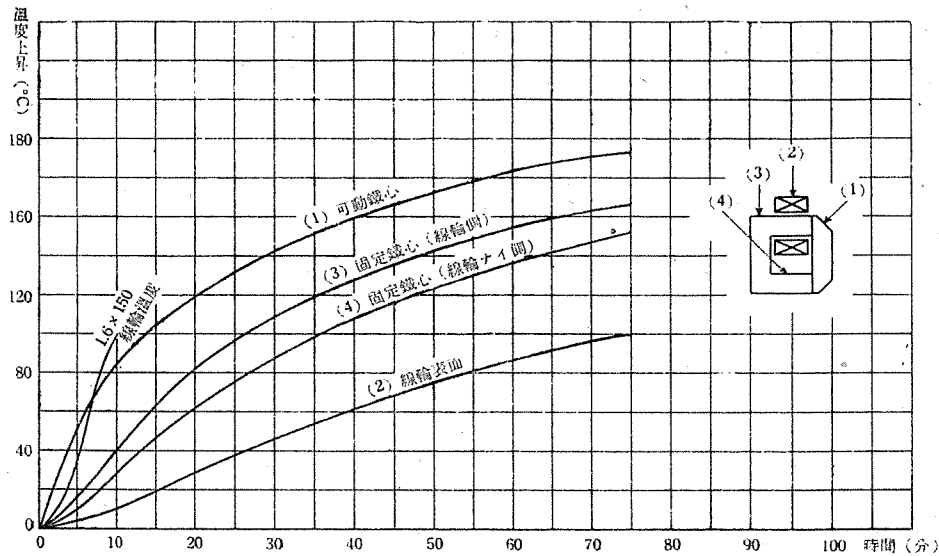
即ち本電磁石は其のアンペア回数を一般に使用せられてゐるものゝ數倍にとつたのであるが、尙且本用途に對しては安全である事を示す。

(エ) 電磁石の電力節減方法

一般に電磁石は吸着時は牽引力に餘裕を生ずるのが普



第11圖 EM-400A 電磁ブレーキ用電磁石温度上昇曲線
2.6 × 150 · 10 秒通電 20 秒休止 室温 10°C



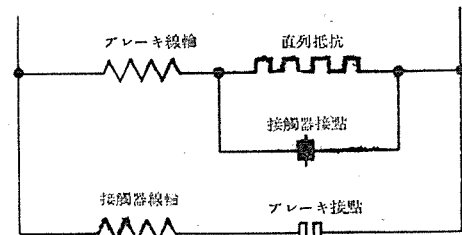
第 12 圖 EM-400A 電磁ブレーキ用電磁石温度上昇曲線
2.6 × 150 · 10 秒通電 10 秒休止 室温 10°C

通である。本電磁石に於ても、昇降機の運轉時牽引力に餘裕を生じてゐる事第 7 圖で明かであるから、この時電力の無用な喪失を防ぐ爲に第 13 圖に見るが如き直列抵抗を挿入する方法をとつた。圖中 ブレーキ 接點とは、電磁石に裝備せられ、(第 3 圖参考) その吸着時に閉合する接點である。尤も使用回数の少い場合には、斯様な裝置は無用である、この抵抗値は、電磁石の吸着時の出力を、その時の負荷の 1.5~2 倍ならしめる値を適當と考へる。この割合を餘り接近せしめると交流騒音即ち唸りの原因をつくる事になる。

4. 結 言

上記實驗並に、實際納入せる製品其後の成績に徴して遊動鐵心を持つ肘型電磁石が、使用方法に依つて、比較的出力の大なる ブレーキ 用電磁石としても、優れた性能を有してゐる事を知つた。

又本製品は、出来る丈出力に對して形狀を小ならしめ



第 13 圖

んとしたのであるが、この目的に對しては満足すべき結果を得た事と信じてゐる。

但し今回とつた方法は、使用中屢々唸發生の可能性ある場合には、騒音發生時に線輪を流れる電流は大なる値となり、焼損の恐れがあるから不適當である。又出力の増加に就ては、吸着時直列抵抗挿入方法等に依り一層研究の餘地あるものと信ずる。

直流式油井掘鑿用電氣設備

長崎製作所 服 部 一 治
武 田 英 夫

内 容 梗 概

ロータリ式油井掘鑿装置の概要を述べ、これに使用する直流式電氣設備を製作例に就て説明してある。油井掘鑿に直流電動装置を使用したのはこの製作例がわが國に於ける最初の試みである。

1 緒 言

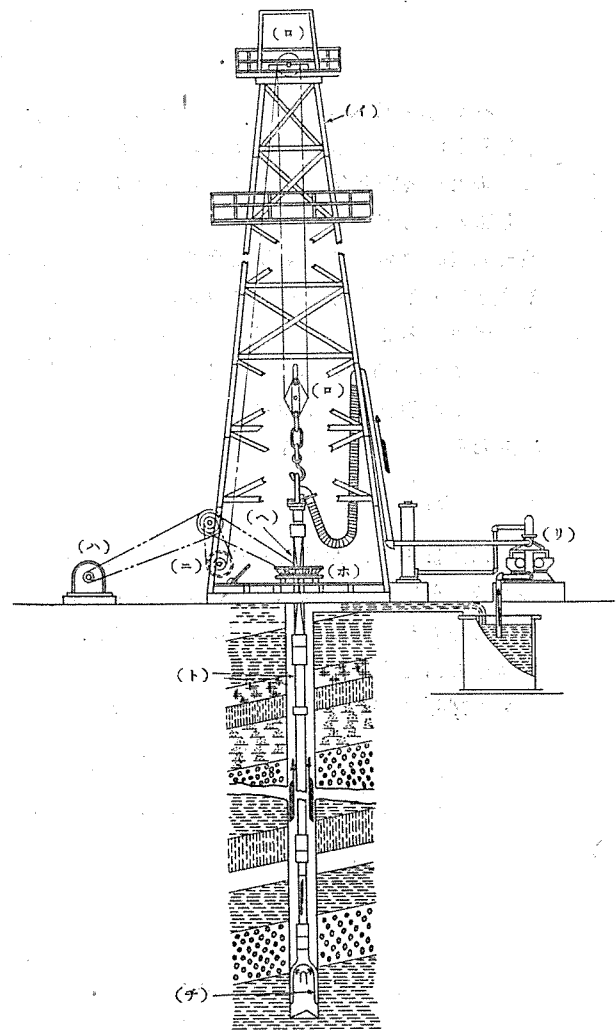
油井は地質調査、物理的探礦法などで油層が存在する豫想を立ててから先づ試掘を行ひ、確實に油層を掘り當てて然る後本式の採油に取掛るのである。油井は 200 米前後の浅坑から 4000 米以上に及ぶ深坑迄ある。掘鑿方法には手掘と機械掘とあり、機械掘には綱式とロータリ式とある是等は油井の深淺、地質の軟硬、經費の關係などから適當に撰擇採用される。ロータリ式は最も進歩した方法でわが國に於ても廣く使用されており、特に深坑の場合はこの方法に依らねばならぬ。機械掘の動力には油井の所在地その他の關係で蒸汽機關、内燃機關などにより機械的動力を使用する場合もあるが近來は概ね交流電力を配電し、電動装置としては主として誘導電動機が用ゐられてゐる。

油井掘鑿に ジェネル 機關で直流を發電し、加減電壓制御式の直流電動装置を用ひる方法は種々優れた特徴があるので獨逸、米國などに於て採用されてゐる。我が國では先般帝國石油會社がこの方法をロータリ式に試用されることになり、弊社でその電氣設備を製作納入した。未だ油坑へ裝備した實績を詳かにしてゐないが、ロータリ式油井掘鑿装置の概要とその電氣設備の製作例に就て記すことにする。

2 ロータリ式掘鑿装置

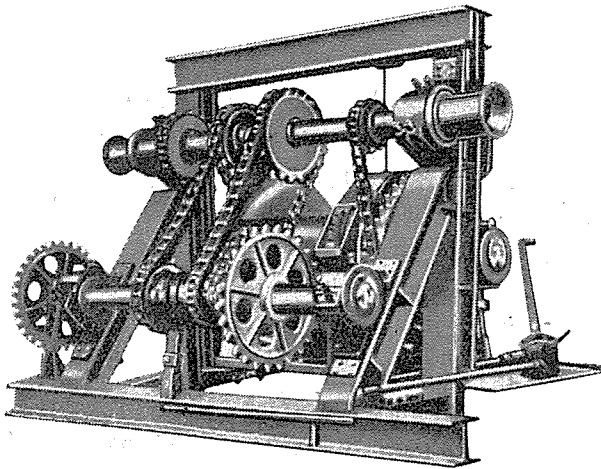
(1) 鋼 管

ロータリ式掘鑿法は細い鋼管の先端に特殊鋼の魚尾形の錐を取付け、鋼管を回旋しながら恰も錐を揉む様にして掘つてゆくのである。1 本の鋼管は槽内で取扱い得る一定の長さ切つてあつて、内徑 70~170mm 位の間の數種を油井の深さなどに應じて適宜撰擇し、1 本の鋼管の長さだけ掘るとその都度鋼管を引揚げ更に續ぎ足して掘進する、従つて油井が深く連なるにつれて結される鋼管の數が次第に増し、深坑になると長さ 4000 米以上にも達する細い鋼管の錐を廻して掘る場合もあることになる。



第 1 圖 ロータリ式油井掘鑿装置

- | | |
|--------------|-------------|
| (イ) 檣 | (ヘ) ドリル ステム |
| (ロ) 滑 車 | (ト) 鋼 管 |
| (ハ) 掘鑿電動機 | (チ) 錐 |
| (ニ) ドローワークス | (リ) 泥水 ポンプ |
| (ホ) ロータリ マシン | |



第 2 圖 ドローオックス

鋼管の内部へは掘進中適當な粘度と比重を持つ泥水をポンプで壓入する、この泥水は鋼管の先端の錐に穿たれた小孔から四方へ射出し、その壓力で坑壁の崩壊、ガス の噴出などを抑制し兼ねて坑壁に泥土を塗り込む役目をなす。掘屑は泥液になつて鋼管と坑壁との間を押し上げられ坑外へ搬出される。坑壁の崩壊甚しき場合又は坑井に水が浸入する場合などには更に坑壁に鐵管を挿入して外壁を作り、或はセメントを鋼管内からポンプで壓送して固めるなどの方法が講ぜられる。

(2) 機械裝置

坑口には第 1 圖に示す様に基底 7~9 米四角、高さ 30~40 米位の鐵櫓を建て、これに滑車を取付け、鋼管を扱ふ綱は滑車を通して一方は鋼管に他方はドローオックスに導かれる。ドローオックスは電動機の動力を各部へ傳達する主要機械で、この部分で速度が機械的にも數段に變速し得られ、運轉、切替などの操作を行ふ。

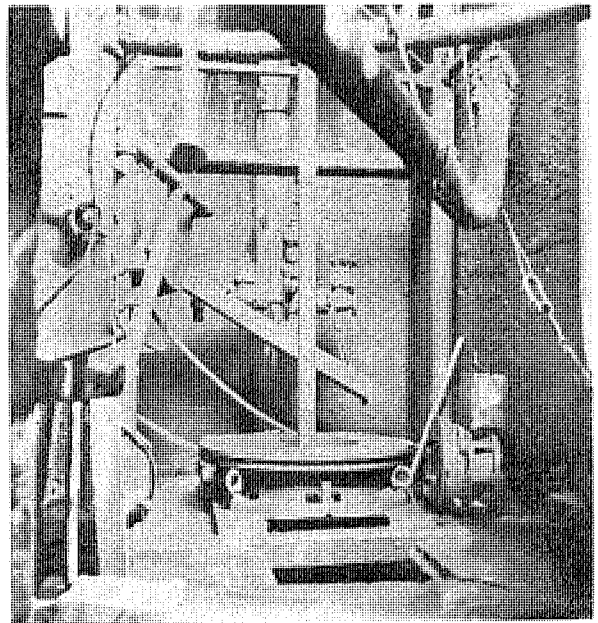
鋼管を回旋掘進せしむるには坑口の中心に据付けられたロータリマシンとこれに組合はされたドリルシステムとで行ふ。ドローオックスでロータリマシンが廻されるとドリルシステムが廻りその下端に連結されてゐる鋼管が回旋下降する。従つて 1 回の掘進はこのドリルシステムの長さで制限されることになる。結局鑿手はドローオックスの把手と電氣裝置の操作台の把手とを扱つて鋼管及びポンプを操作するのである。

3 電 氣 設 備

ロータリ式油井掘鑿裝置に使用する主電動機は機械裝置の説明で了解される様にドローオックスに動力を傳へる掘鑿電動機と泥水を鋼管内へ送り込む泥水ポンプ用電動機とである。

(1) 油井掘鑿の特異性

油井掘鑿は埋藏量の少い内地と、豊富な南方とでは自ら事情が異なるが、試掘を行つた場所に必ずしも油層が存在すると限らぬから試掘の設備を成るべく簡單にするため電機品の据付基礎などは概して不完全で地上へ木材を釘付けにして並べその上へ電動機を据えてゐる所なども



第 3 圖 ロータリマシン

少くない。坑口附近は泥液が飛散して汚損し、又突然ガスが泥土を噴き上げて放出することもある。ドローオックスは現場の据付が不完全な場合が多く又切替へ操作を行ふ際鎖車と鎖の部分で噪音と共に甚だしい動搖が生じ附近一帯激しく振動する。取扱者は電氣に對して素人であるのみならず晝夜兼行で迅速に作業を繼續する場合もあり凡て取扱方が非常に荒い。又掘鑿や油層などの事情によつて簡単な雨小屋内に長らく電氣裝置を放置することも珍らしくない。油井掘鑿用電氣設備の設作に當つては是等現物の實情を充分認識して置かねばならぬ。

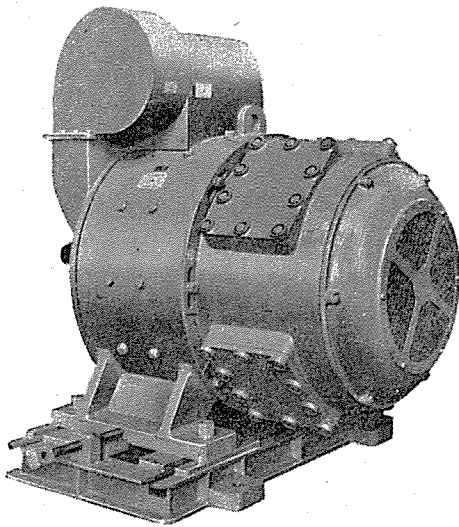
(2) 負荷の狀態

掘鑿電動機は掘進中地質の關係で異常な回轉力が掛る場合がある。ドリルシステムの長さだけ掘進すると其都度揚管して更に鋼管を繰ぎ足すのであるが錐の喰ひ込んだのを強引に引揚げの際非常に大きな回轉力の掛ることがある。普通揚管の際の起動回轉力は常規の 1.5 倍乃至 2 倍位である。又掘進中早急に全部揚管する必要が屢々生ずる。今一例であるが深度 1500 米の坑井に於て 62 本を揚管するに要した時間が 2.5 時間、鋼管を取外す時間を含めて 1 本平均 2.5 分弱であるから作業の敏速なことが了解されるが、電動機としては平均 2.5 分毎に 2 倍前後の回轉力が繰返し掛ることになる。かくの如く掘鑿電動機は掘進、揚管などの操作を常に繰返すので輕負荷から過負荷迄負荷電流の變動が激しい。

泥水ポンプ用電動機の負荷は比較的變動が少い、但しセメント填めを行ふ場合などに異常な過負荷電流を要することがある。坑井の深度が増すに従ひ泥水の吐出量が多くなる場合は電動機の馬力が増大する。

電動機の容量は坑井の深淺、地層の性質などを考慮して決定する、第 1 表は坑井の深度と電動機設備との關係を例示したものである。

4 直流電動装置



第4圖 150馬力掘鑿用直流電動機

第1表

深度m \ 出力(HP)	630	800	1100	1300	1480	1500	3200
掘鑿電動機	75 (1台)	75 (1台)	100 (1台)	125 (1台)	125 (1台)	75 (2台)	150 (2台)
ポンプ電動機	50 (1台) 30 (1台)	50 (1台) 30 (1台)	75 (2台)	100 (2台)	100 (2台)	200 (2台)	200 (2台)

米國 オクラホマ 州にある コンチネタル 石油會社の深度4200 米坑井に使用した直流式電動装置は、

掘鑿電動機 750 HP 750 RPM 1 時間定格 1 台

ポンプ電動機 300 HP 900 RPM 連続定格 1 台

250 HP 900 RPM " 1 台

この電源には チーゼル 機関直結の 140 kW 及び 50 kW 直流發電機各 2 台、外に 50 kW 直流發電機 1 台を適當に組合せ並列運転を行つて使用してゐる。

(1) 直流式の得失

直流電動装置は加減電壓制御式を使用する場合前述の状態に對しては極めて有利な特徴を持つ、然し直流式は前述の特異性に對しては不利な事情を伴ふ。

油井掘鑿に直流式を採用する有利な點を挙げると、

(イ) チーゼル 機関を直流發電機の原動機として使用する場合は石油會社手持の油を流用することが出来るから電力を買ふよりも有利である、天然ガスを利用し得れば更に動力費が節約される。

(ロ) 交流電力配電の困難な地域の試掘に適する。

(ハ) 電動機に著しい過負荷電流が流れても原動機の過負荷程度が僅少で動力の消費が少い。

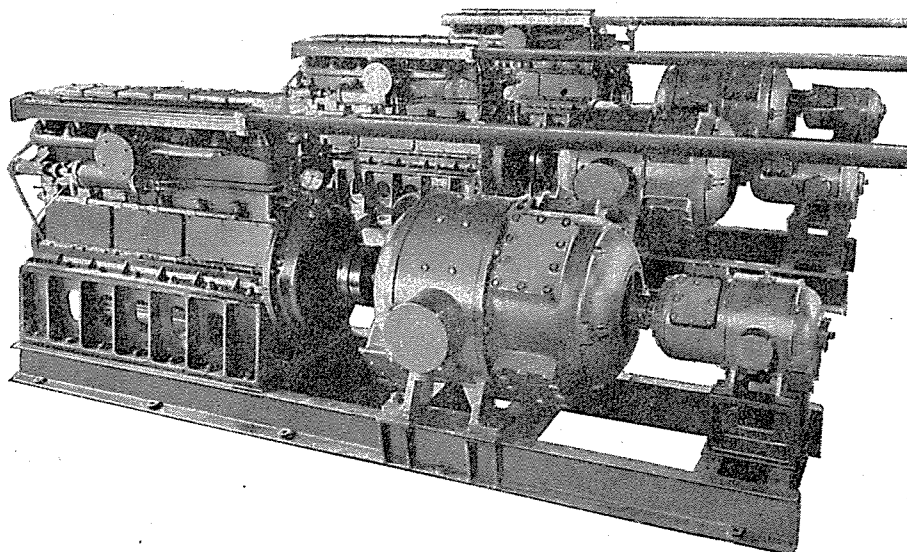
(ニ) 發電機の出力單位を小にし、これを並列運転して電源の電力を手輕に自由に増減し得る、従つて掘鑿、揚管、ポンプなど負荷の實情に應じ動力を調節し得ると共に深度の變化に對し必要な動力増減の融通が利く。

(ホ) 直流電動装置の特性がこの種用途に最も適し、回轉力が充分出ること、回轉力の少い時は速度が増して作業を早め、反對に回轉力の大きなる時は速度が減少して作業を緩やかにする、異常な回轉力が掛ると電動機は自然に停止するがその原因が消滅すれば自動的に廻り出すなど凡て負荷の状態に可操的に即應する。従つて作業が圓滑に行はれ機械部分にも無理な衝撃を與へない。

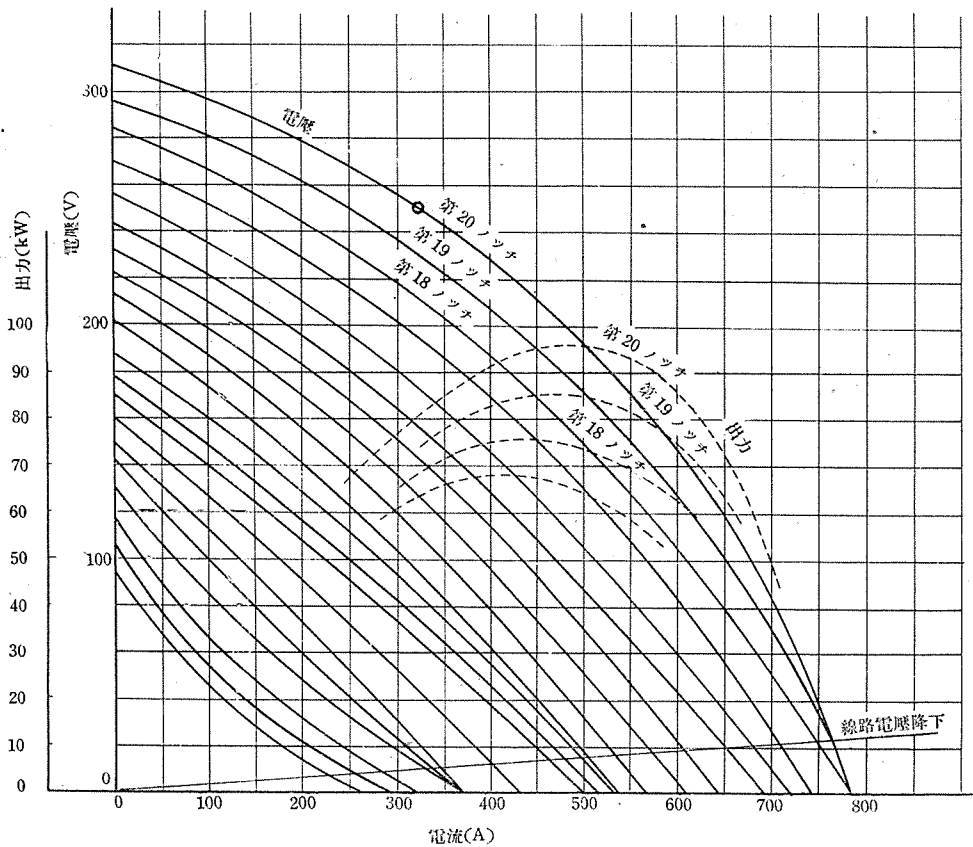
(ヘ) 制御装置が簡單で速度制御が細かく而かも能率よく行はれ、鑿手の操作も楽になる。

然し同時に次の様な不利を伴ふことは免れない。

(イ) 据付基礎を堅牢にして置かぬと振動などのため整流を害し火花が発生して整流子及び刷子の摩耗を増大する。



第5圖 80kW チーゼル 機関直結直流發電機



第6圖 發電機外部特性曲線圖

(ロ) 保守、手入れに注意せねばならぬ、整流子面は時々乾燥した布片で拭ひ、刷子が摩耗した場合は怠らず取換へて置かねばならぬ。

(ハ) 電動裝置の購入費が高くなる。

(2) 製作例

(a) 要 目

1 組の内容

主 機 ザーゼル 機關直結直流發電機
80kW 250V 900RPM. 連續定格 3台
掘鑿電動機 150HP 250V 900RPM. " 1台
泥水ポンプ用電動機
90HP 250V 900RPM. " 2台

附屬制御器

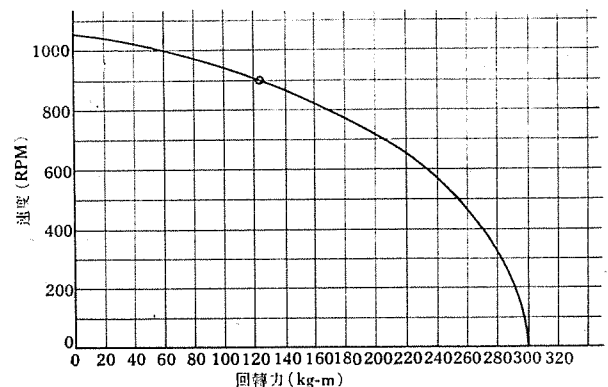
發電機用配電函 電動機用配電函 切替開閉器函
速度制御器 操作台 電動機用電流計函

發電機には各 5.5 kW 勵磁機が直結され、各電動機には冷却用小型電動送風機が取付けられて他力通風型になつてゐる。勵磁機は發電機及び電動機他勵界磁、電動送風機及び點燈用などの電力を供給する。泥水ポンプ用電動機2台の内1台は常用他は豫備である。

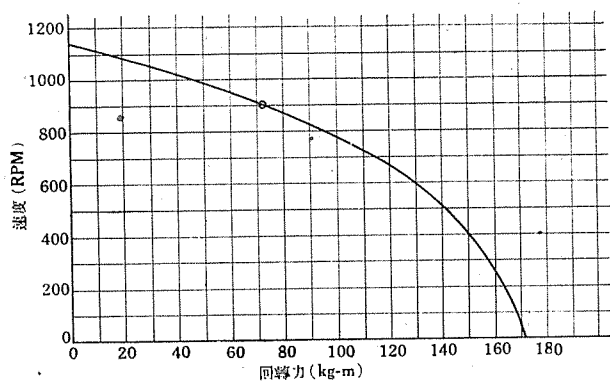
電動機は何れもワードレオード式に速度制御を行ひ、發電機3台の内2台を並行運轉して掘鑿電動機の電源とし他の1台は泥水ポンプ用電動機の單獨電源として使用する。但し發電機3台は任意に2台又は3台を組合せて隨時並行運轉が行ひ得られる。

(b) 特性 發電機の外部特性は第6圖に示す様に垂下特性にしてある。従つて負荷電流が少い場合は電動機に供給される電壓が上昇して速度が増し、又負荷電流が増加するに従つて發電機の電壓が下降するから電動機の速度が減少する。第20ノッチ(常規)に於て約240%の負荷電流が流れると發電機の電壓が零になつて電動機が停止する。第7圖及び第8圖は常規ノッチに於ける電動機の回轉力—速度特性曲線圖である。掘鑿電動機の速度は「ドローオックス」で減速されて鋼管に傳達されるのであるが、ドローオックスに於て機械的にも數段に變速し得るから掘鑿時その他の更に大なる回轉力を必要とする場合には機械的に速度を下げて操作を行ふのである。

電動機速度制御は發電機の界磁を加減しその電壓を



第7圖 150HP 電動機 回轉力—速度曲線圖



第8図 90HP 電動機 回轉力—速度曲線圖

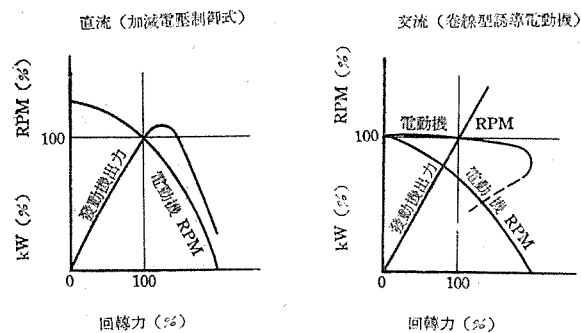
變へて行ふ。制御 ノッチ は 20 段にしてあるからこれと
ドロウ オークス との組合せによつて非常に廣い範圍に自由
に速度制御を行ひ得る。

發電機の出力和負荷電流との關係は第6圖に示してあ
るが今第20 ノッチ の場合を摘出すれば第2表の様な
なる。

第2表

負荷電流 (%)	25	50	159	200	230
發電機出力 (kW)	24	45.5	97	78	34
發電機負荷 (%)	30	56.8	121	97.5	42.5

この製作例では負荷電流が廣範圍に變動しても、ギヤ
機關に掛る負荷は大約 120 % 以上に増さない。今第 19
ノッチを使用すれば全負荷に於て電動機が速度が多少低下
するのみで負荷電流 0~240 % の範圍に於て發電機の出
力は常規に對し 6 % を超過するに過ぎない。第9圖は發
電機の出力和電動機回轉數と回轉力との關係に就て
直流式と交流式とを對比したものである。今常規回轉力
に於て兩者の電源發電機の出力を 100 % とすれば巻線型
誘導電動機を使用した場合速度制御を行へば常規回轉力
に於て速度が低下し速度制御の電力損失が大であり、又
回轉力が異常に増加すれば發電機の出力は圖示の様にこ
れに従つて著しく増大する。



第9圖 直流・交流—電力、速度對比

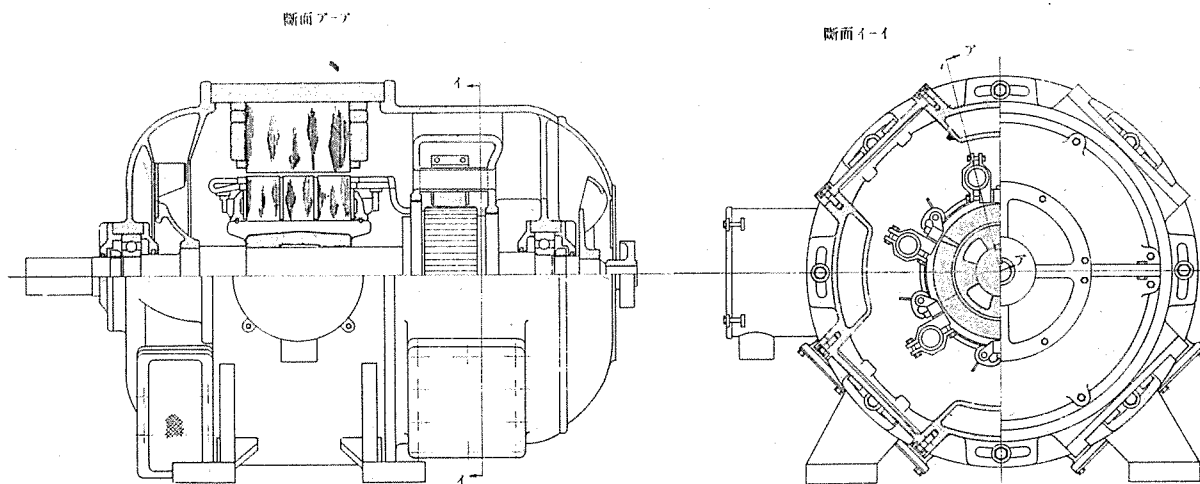
直流發電機の電壓を垂下特性にして電動機 の 速 度 を
ワッドレオナード 式に制御する方法は、上述の様に特性も理
想的に得られ且つ制御に使用する電力損失が極めて少く、
且つ原動機が動力も殆んど常規を超過しないから深坑油
井の掘鑿などには特に有利である。

(c) 防爆構造 油坑から噴出するガスは往々石炭ガス
を含むこともあるが主としてメタンガスである。従つて防
爆構造はメタンを目標にすればよいのであるが、然し炭
坑内などと異り噴出するガスは坑外大氣中へ擴散するの
であるから電機品を裝備する位置によつては必ずしも防
爆構造とするに及ばぬ場合もある。

製作例の發電機及び電動機は本体を安全増防爆型とし
整流子を耐壓防爆型にした。整流子を耐壓防爆構造とす
ることは相當に厄介で本電動裝置に於て苦心を拂つた點
である。制御裝置は發電機及び電動機の配電函を何れも
狹隙防爆型に、電動機速度制御器を耐壓防爆に、又開
閉器函を安全増防爆型に、それぞれ据付場所と用途、取
扱ひなどに應じて適當な防爆構造にした。

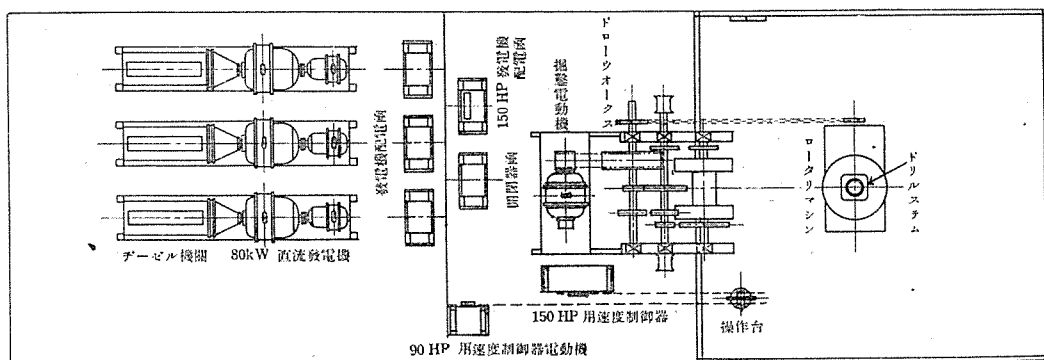
(d) 制 御 装 置

(イ) 配電函及速度制御器 3 台の發電機には各發電機
配電函を、又掘鑿用電動機及び泥水ポンプ用電動機には
各別に電動機配電函を置き持運びに便なる様に機台付に
してある。



第10圖 發電機 斷面圖

第 11 圖
電機品配設圖



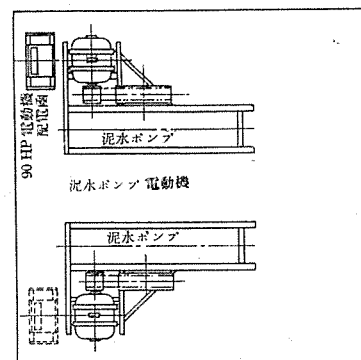
- | | |
|--------|---------------------------------|
| 発電機配電函 | 電圧計 電流計 熱動過負荷継電器
電磁接觸器 双型開閉器 |
| 電動機配電函 | 電流計 時限継電器 特殊継電器
双型開閉器 |

各電動機には速度制御器を附屬させこれを操作台に綱で連結し、鑿手が操作台の把手を扱つて手軽に操作し得る様にした。

(D) 開閉器函 開閉器函には主回路切替開閉器、補助回路切替開閉器、補助開閉器が配列してあつて、電氣裝置の主回路、界磁回路、補助回路一切の電氣的接続はこの部分で行ふ。今發電機3台の内2台を並行運轉して掘鑿電動機の電源とし、他の1台を泥水ポンプ用電動機の電源とする場合には、開閉器函内の2台の發電機主回路開閉器並に補助回路開閉器を「掘鑿」側へ閉ぢ、他の1台の分をポンプ側へ閉路する。かくの如く任意の組合せがこの開閉器函の中で簡単に行ひ得る。接続が終れば運轉操作中妄りにこの部分を扱はぬ様に表扉には錠前を掛けることにしてある。

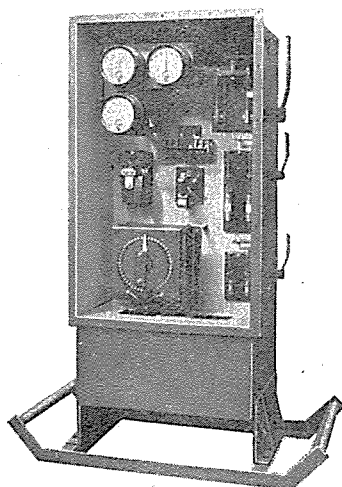
(ハ) 保護裝置 主回路が異常に過負荷して危険な場合には熱動過負荷継電器が作動し發電機他勵界磁を開放してこれを防止する。熱動過負荷継電器は作動後一定の時間を経過すると自動的に復歸する。

交流電動裝置に於ては掘鑿電動機を操作する場合に逆相制動を行ふが、製作例の直流電動裝置に於てこの操作

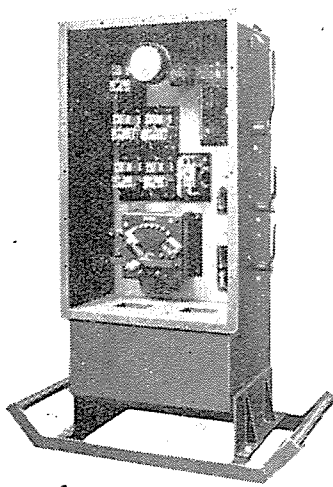


を不用意に行ひ操作台の把手を急激に逆轉方向へ廻すと發電機他勵界磁を急に逆勵磁することになるから第19圖(B)(イ)に示す様に瞬時的に過電流が主回路に流れる、これを防止するため逆轉操作危険防止継電器(特許出願中)が付けてある。これは第19圖(A)に示す様に發電機他勵界磁の極性と電動機端子電壓の極性並に大きさをを用ゐて補助継電器を作動させ電動機の逆起電力が減少する迄發電機他勵界磁の逆勵磁を抑留する方法である。

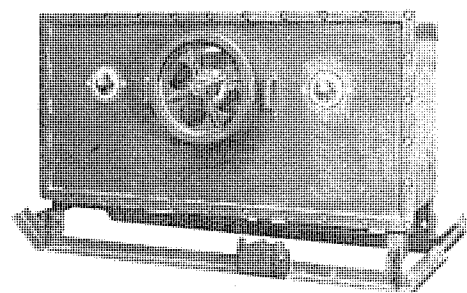
この外電動送風機の不時停止、電動機の界磁喪失など



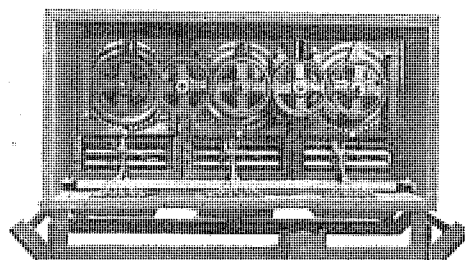
第 12 圖 發電機盤



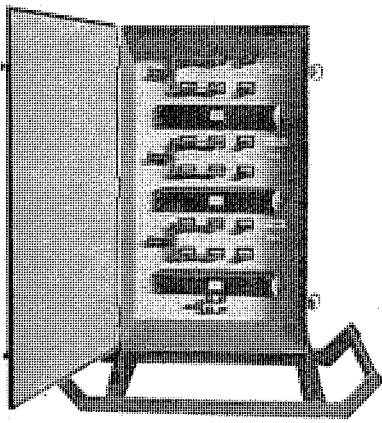
第 13 圖 電動機配電函



第 14 圖 150HP 掘鑿用速度制御器

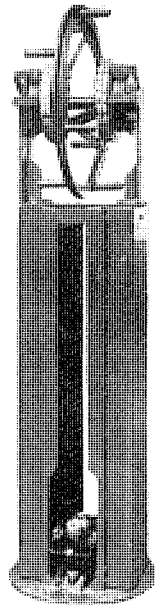


第 15 圖 150HP 掘鑿電動機用速度制御器



第16圖 切替開閉器箱

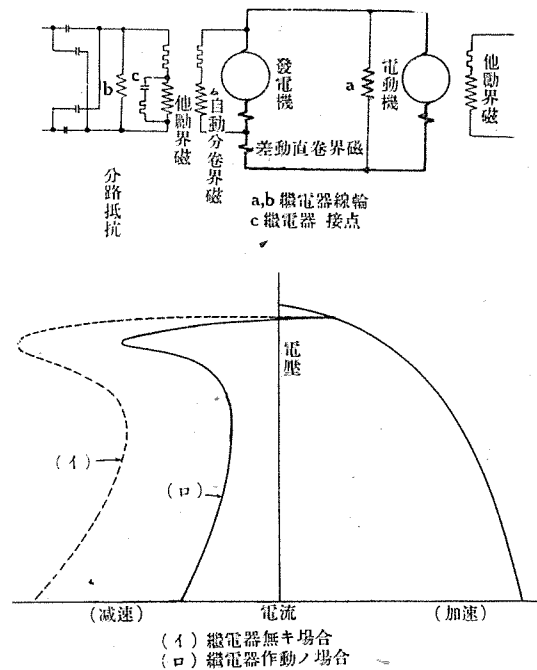
に對しそれぞれ支障を來さぬ方法を講じ、又危急の際は操作台の停止鈕を足で踏めば電動機が非常停止し、鈕を緩めて操作把手を停止ノッチへ戻せば再び起動する様にしてある。

第17圖
操作台

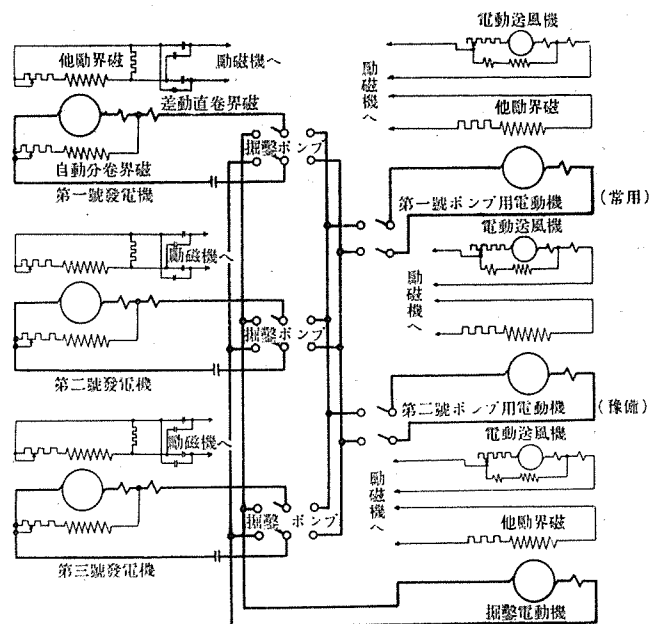
5 結 言

今回の直流式油井掘鑿用電氣設備の製作に當つては現場の實情を研究して、機器の構造を頑丈に、又作動が確實で取扱ひ易く、特に制御装置は努めて複雑、繊細なものを避け必要な器具のみを適切に取捨し、簡明に接続並に操作が行ひ得る様種々考慮を拂つたのであるが、更に現場の試用実績に徴して掘鑿電動機及び泥水ポンプ用電動機の容量の適否、發電機の單位容量及び組合せ方、防爆構造の點などに對し直流式の立場から検討を加へて極力機器の無駄を廢し運轉能率を良好ならしむる方面に研究が必要である。次に電氣裝置を單に從來の現場の實情に適合せしむるといふことに意を用ゐるだけでなく、例へば直流式の場合には或程度据付基礎を堅牢にする點、又機械類もドーウオックス又はロータリマシンの鎖車部分据付などを検討して激しい音響、振動を軽減すると共に傳達能率を増進せしむる方法が講ぜられるならば、前述の様な種々優れた特徴を有する直流式の電動裝置の性能が充分發揮されるのみならず全体の作業能率を合理的に著しく増進せしめ、裝置設備費を償つて餘りある結果を招くことになると思ふ。尙操縦者も從來の因習に捉はれることなく、電氣裝置に對し或程度の技術常識を養ひ凡て漸次技術水準を高めて操作を科學的に敏速ならしむる方向に進むことが望ましい。

本電氣設備の製作に際し帝國石油會社の關係の方々から種々懇切なる御指導を受けた。茲に深く謝意を表する次第である。



第19圖 逆轉操作危險防止繼電器説明圖



第18圖 電動裝置接續圖

参 考 文 献

- 越前屋卯 一： 石油鑽業と電氣 電氣日本 29 499 (昭17)
 原 千 代 一： 油田用電氣設備 三菱電機 9 36 (昭 6)
 Becker: Neuzzeitliche Erdöl-Bohranlagen nach den Rotary-Verfahren
 VDE 83 941 (1939)
 Lamberger: Variable-Voltage Equipment for Rotary Drilling rigs
 AIEE Tech. Paper 39-142 (1939)

水銀整流器制御格子の位置と其の特性

研究部 小 椋 義 正

内 容 梗 概

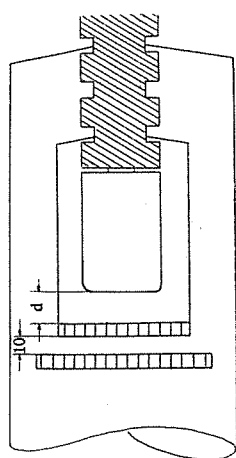
200kW 6 極鉄製水銀整流器を用ひ、之に陽極と格子の間隔の異なるもの三種を設けて、點弧電壓、電弧電壓及び消 イオン 時間が如何に影響を受けるかにて調べた結果に考察を加へた。

1. 緒 言

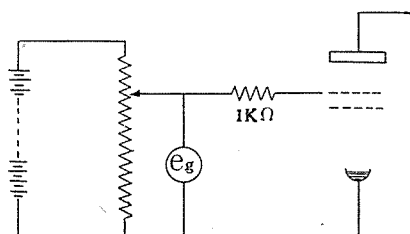
水銀整流器或は インバーター に於て、點弧特性及び電弧電壓は重要な要素であるが、之と共に消 イオン 時間も重要な役割を持つてゐることは言を俟たぬ處である。此等が格子によつて如何に影響され、如何にしたら最良の條件が得られるかを知ることは必要であるが、その一つの條件たる格子の位置といふものに關しては餘り研究されてゐないので、格子の位置のみ異なる場合の起動特性、電弧電壓及び消イオン時間を測定し、茲に報告する次第である。

2. 測 定 装 置

使用した整流器は 200kW、6 極の鉄製水銀整流器であつて、6 極のうち同じものを 2 極づつ 3 種類設けた。構造は第 1 圖に示す如く二重格子で、上下兩格子共 グラファイト製、厚さ 7 耗、兩格子の間隔 10 耗、格子孔は直径 7 耗である。



第 1 圖
陽極構造圖



第 2 圖 點弧電壓測定の結線圖

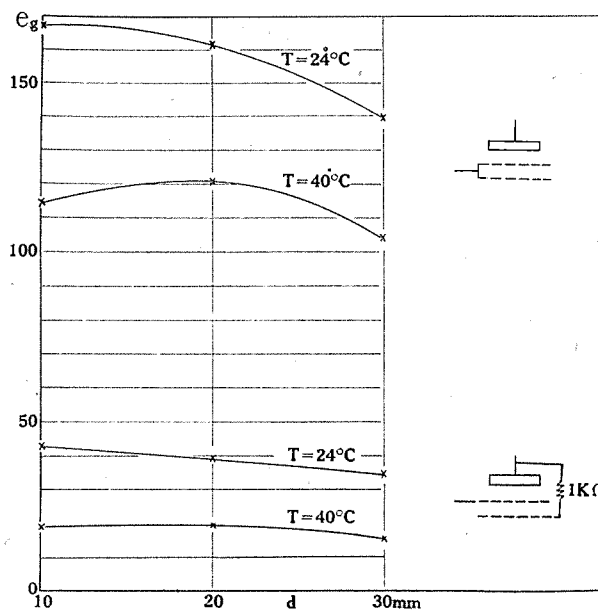
3. 起 動 特 性

陽極に直流 250 V を加へ、第 2 圖の如く格子に正電壓 e_g を與へて、陽極が點弧するところを求めた。この結果は第 3 圖に示す。但し T は器槽温度で、電流を流すことなく冷却水入口の温度で調節したものである。 $T=24^{\circ}\text{C}$ の場合は d が大きい程、點弧電壓が下つてゐるが、 $T=40^{\circ}\text{C}$ の場合は $d=20$ 耗の時が e_g 最高である。この事は格子と陽極との間の空間に於けるイオン化現象と、平均自由行程との關係及びこの空間へのイオンの擴散から説明出来る様に思へるが、更に別の裝置により詳細な測定を行ひ、改めて發表する豫定である。

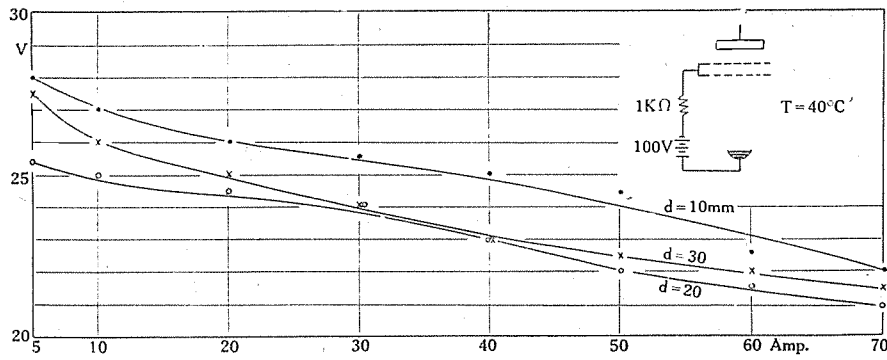
4. 電 弧 電 壓

直流電弧電壓の測定結果は第 4, 5, 6, 7 圖に示す。電弧電流を増すと共に電弧電壓は降下し、各曲線は互に接近する。この曲線が互に接近することは、格子の影響が次第に少なくなつたことによると見るべきで、イオン密度が大きくなるために、格子が薄いイオン鞘で完全に遮閉されるからであらう。

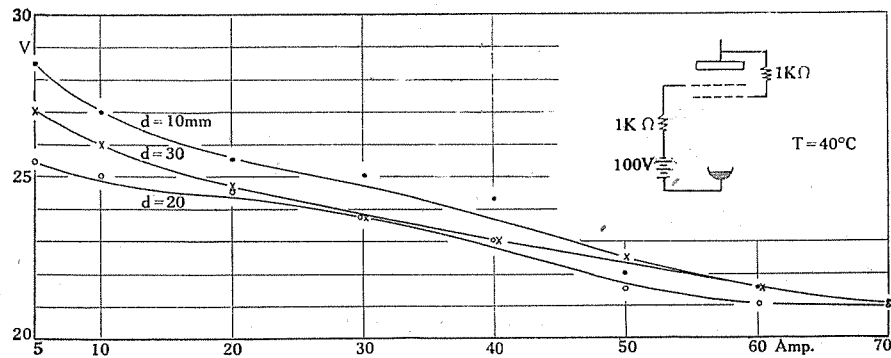
格子の位置による變化については定性的な結論は得られないが、 $d=10$ 耗のものが若干離れて電弧電壓が高いことは注目すべきである。



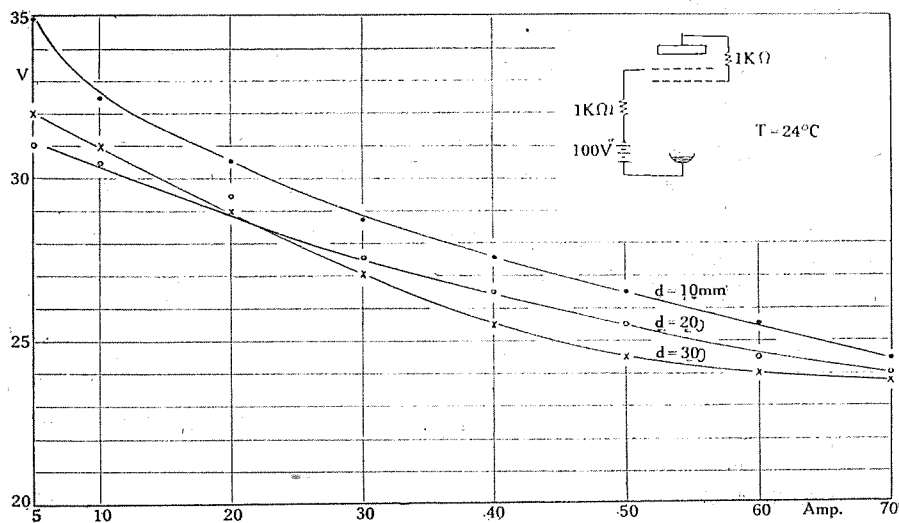
第 3 圖 陽極制御格子間隔と點弧電壓



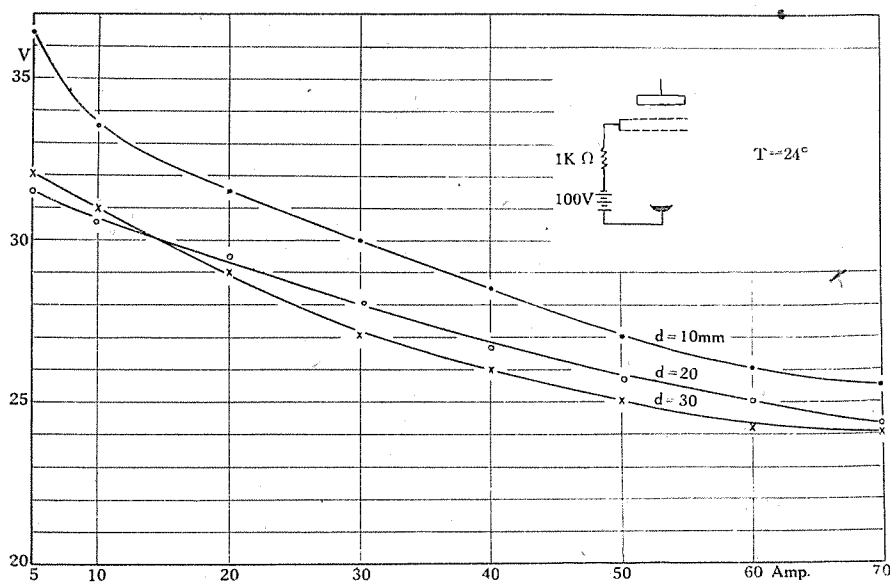
第4圖
負荷電流と電弧電壓
(兩格子同電位)



第5圖
負荷電流と電弧電壓
(一格子負、他格子陽極
極に接續、 $T=40^{\circ}$)



第6圖
負荷電流と電弧電壓
(一格子負、他格子陽極
に接續、 $T=24^{\circ}$)



第7圖
負荷電流と電弧電壓
(兩格子同電位、 $T=24^{\circ}$)

5. 消 イオン 時間

測定法は種々あるが⁽¹⁾、並列インバータ型⁽²⁾で測定した。直流電圧 400 V、一極の平均電流 35 A である。

第 8 圖は兩格子を一緒に結んだ場合で、器槽温度 $T = 27.5^\circ\text{C}$ の時である。消イオン時間 τ は格子抵抗 R_g を増せば略直線的に増加し、格子負電圧 E_g を増せば減少することは周知の事實であるが、上の格子と陽極との間隔 $d = 10$ 耗の時の τ を $\tau(10)$ と書くことにすれば

$$E_g = 100\text{V の時} \quad \tau(20) > \tau(30) > \tau(10)$$

$$E_g = 200\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

第 9 圖は $T = 40^\circ\text{C}$ の場合で

$$E_g = 100, 200\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

第 10 圖は下の格子を抵抗 $1\text{K}\Omega$ を通して陽極に結んだ場合、 $T = 24^\circ\text{C}$ で

$$E_g = 100\text{V の時} \quad \tau(20) > \tau(30) > \tau(10)$$

$$E_g = 200\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

第 11 圖は $T = 40^\circ\text{C}$ の場合で

$$E_g = 100, 200\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

以上を総合すると

$$(1) \quad E_g = 200\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

$$(2) \quad E_g = 100\text{V の時} \quad \tau(30) > \tau(20) > \tau(10)$$

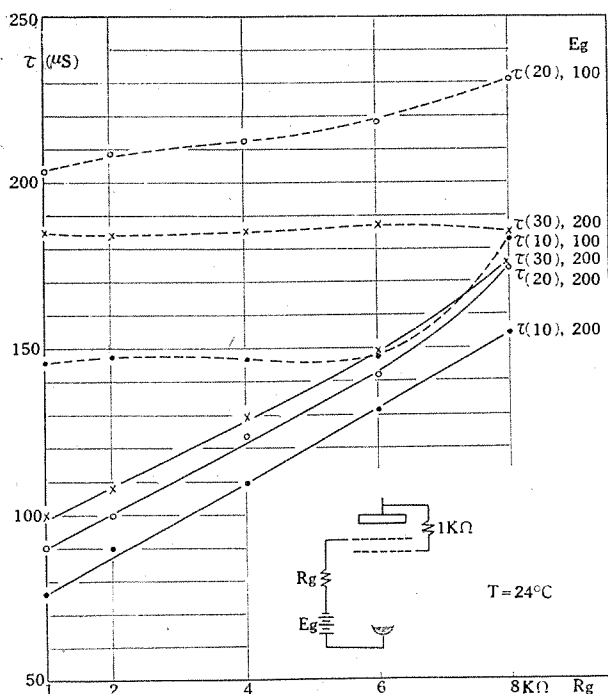
$$\dots\dots T = 40^\circ\text{C}$$

$$\tau(20) > \tau(30) > \tau(10)$$

$$\dots\dots T = 24 \sim 27.5^\circ\text{C}$$

(3) $T = 40^\circ\text{C}$ の時は $T = 24 \sim 27.5^\circ\text{C}$ に比べて曲線の傾斜が大きい。即ち R_g を大きくすると τ の増加が著しい。

(4) 下の格子を陽極に結んだ場合(第 10, 11 圖)は



第 8 圖 兩格子同電位の場合の格子回路抵抗と消イオン時間 ($T = 27.5^\circ\text{C}$)

上下兩格子を一緒に結んだ場合(第 8, 9 圖)よりも τ が大きい。

Elder 氏の出した實驗式⁽³⁾

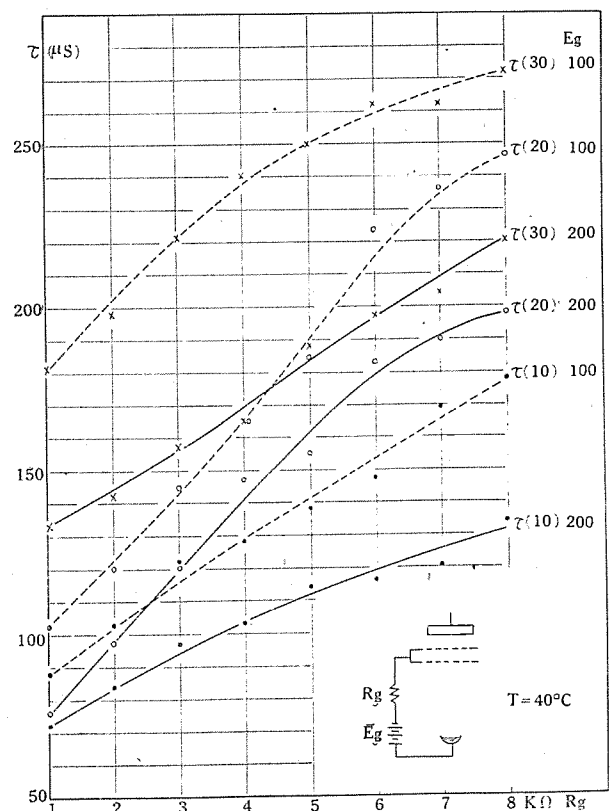
$$\tau = \frac{0.0012 p T^{0.7}}{E_g^{3/2} \cdot d}$$

に依れば(但しこれは單格子の放電管について) d が小さい程、 τ が大きいことになるが、之は筆者の結果とは相反するものである。同氏の測定が d の如何なる範囲で行はれたか詳細は明でないが、上記(2)に $\tau(20) > \tau(30)$ なる場合があることを考へれば、同氏の測定が d の變化が小さい範囲に於て行はれたもので、或る特定の放電管で、特定の條件の下に狭い範囲で成立する實驗式であると思はれる。

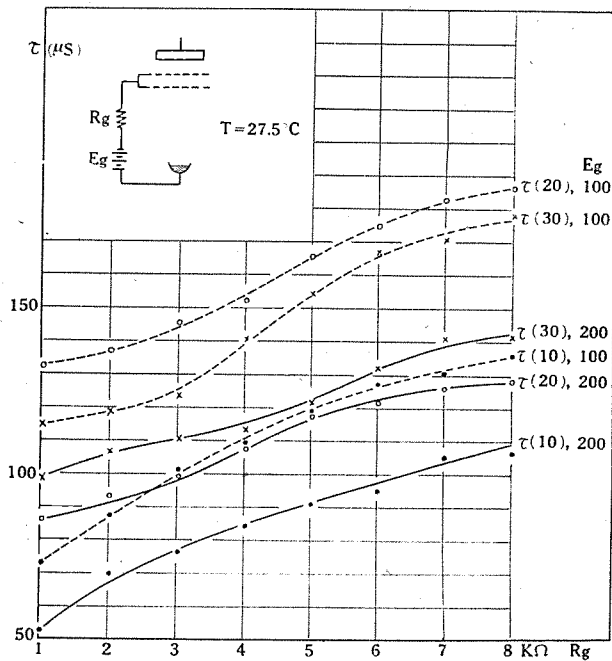
筆者の結果によれば、 $\tau(10)$ が常に最小であつて、之に對しては明確な解釋は與へられないが、格子陽極間の空間の單位体積に對する消イオン面の大きいことが原因と思はれる。

(3) の温度が高い時に曲線の傾斜が大きいことは、蒸氣壓が高いためにイオン密度が大きいことと、イオンの擴散が困難で、格子の負電圧 E_g の電界による逆電流が多いことに歸せられると思ふ。

(4) に對しては、陽極が正電位になった時に、下の格子と陰極との間に放電が起り、上の格子へイオンを供給するためであらう。



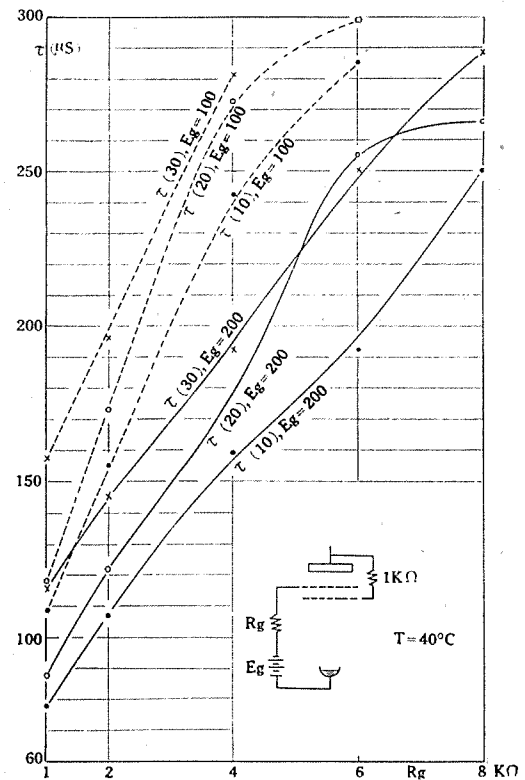
第 9 圖 兩格子同電位の場合の格子回路抵抗と消イオン時間 ($T = 40^\circ\text{C}$)



第10圖 一格子を負にし、他格子を陽極に結べる場合の格子回路抵抗と消イオン時間 ($T=24^{\circ}\text{C}$)

6. 結 言

放電管に於ては、點弧電壓が低くて而も制御能が大きいこと、電弧電圧が低いこと及び消イオン時間が短いこと等が必要であるが、此等全ての條件が夫々最良の状態にある様なものを得ることは不可能であつて、夫々の目的によつて、或る條件は許し得る範囲で犠牲にしなければならない。而して此等の條件は種々の因子により影響される故に廣い範囲に汎つて一般的結論を下すことは困難であるから、その場合場合に應じて對策を施すべきである。例へば、電流、電壓、溫度等が與へられた場合に格子孔の大きさ、厚さ及び位置に、目的に應じた最適の値



第11圖 一格子を負にし、他格子を陽極に結べる場合の格子回路抵抗と消イオン時間 ($T=40^{\circ}\text{C}$)

をとるべきで、現在のところ實驗的知識に俟つより外はない。

尚、消イオン時間の項は第22回聯合大會に發表せるものである。

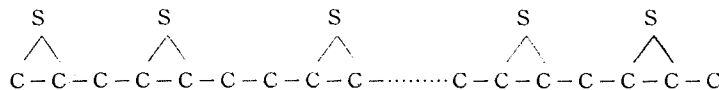
文 献

- (1) 小椋：三菱電機 第18巻 第10號 (17-10) P.339
- (2) 佐藤、三山、天野：電試彙報 昭和14年8月 P.456
- (3) Elder：G.E.Rev 32, 1929 P.213

訂正：前號(19巻第3號) P.80

“硬質ゴムの機械的強度に及ぼす配合剤の影響”

緒言中21行目、22行目の間に下記構造式が入る。



論文と講演

寄稿

正木 取締役	最近の発電機及新興製品	電気の友	2月號
〃	學會と國家	〃	3月號
横須賀 正壽郎 長沼 賀辰二	斷路器用ピン 碍子の衝撃電壓特性	電氣學會誌	2月號
淺井 徳次郎 陳 定 國	ダイヤン 遮斷器の發達	電氣日本	
岩 橋 歸一	水素冷却回轉電機	電氣公論	
林 干 博	可飽和鐵心を有する非線型振動回路に於ける定常状態周期解の決定及びその安定條件	電氣學會雜誌	

第19卷 第5號 内容豫定

最近の電氣鐵道に就て (特輯號)

卷頭言	弘田 實 禧
無軌道電車	龜井 昊
多段式制御裝置	松田 新市
アルミ化電車用電動機	阿草 春躬
小型電氣機關車	近藤 善通
空氣ブレーキ裝置	木村 敬太郎
電氣機關車の車輛配置	本田 勝次
電鐵用變電所に就て	小崎 一男
	成富 公一

編輯室

飛行機はあらゆる科學の綜合作品であると云はれ船舶亦然りと。電氣機器とて其の例に洩れぬ。各種技術の協力に俟つ處大なるものがある。

電機製造會社の技術者は大部分電氣技術者で占めて居るのが日本の現状である。従つて電氣屋が機械屋もやれば應用化學屋もやる。時には土木建築屋もやらねばならぬ。

電氣屋が多過ぎるのではない。機械屋、物理屋、化學屋の進出が足りないのである。

絶縁物自体の研究はあつても、實際の機器に對する絶縁工作法に關する資料の少いのは、此邊に一つ

の原因があり相である。

幸ひに此處に一篇「ワニス の滲透試験」を得て、含浸絶縁の工作法に一路を開いた。此後共此種研究の續出を待望して止まない。

大東亞戰緒戰の戰果は、我國をして持つ國たらしめた。就中石油は今後の戰爭遂行上重大價值を有するものである。かくて油田の修理、開發は我國技術者の一大責務となり、動力に關する限り電氣があらゆる部門に滲透して居る現在、油田亦我々の進出を要求する。

「直流式油井掘鑿用電氣設備」の一篇は、單に電氣設備の説解のみに止まらず、油井に興味を持つ讀者にとつて絶好の參考資料と信ずる。

御熟讀を乞ふ。(Y)

三菱電機株式會社

東京市麴町區丸ノ内二丁目四

神戸製作所
名古屋製作所
長崎製作所
大阪製作所
大船工場
世田ヶ谷工場

神戸市兵庫區和田崎町三丁目
名古屋市東區矢田町
長崎市平戸小屋町
兵庫縣川邊郡立花村塚口
神奈川縣鎌倉郡大船町
東京市世田ヶ谷區池尻町四三七

東京工場
直方出張所
札幌出張所
奉天駐在員
新京駐在員
京城駐在員

東京市芝區海岸通二丁目七
直方市大字下新入
札幌市北二條東一二丁目九八
奉天大和區浪速通二八
新京大同大街(康德會館内)
京城府黄金町一丁目一八〇

三菱電機株式會社 神戸製作所内
編輯兼發行者 中 台 一 男
發 行 所 神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神戸製作所内
「三 菱 電 機」編 輯 部
大阪市東區北久太郎町一丁目一六
印 刷 者 久 保 專 治
大阪市東區北久太郎町一丁目一六
印 刷 所 株式會社 日本 寫 眞 工 藝 社

〔無斷轉載を禁ず〕

東京市神田區淡路町二丁目九
配 給 元 日本出版配給株式會社
昭和18年4月11日 印刷納本
昭和18年4月14日 發 行
〔本誌代價〕[㊦] 壹部=付 金貳拾錢
(郵税不要)

日本出版文化協會 會員番號 第132506號