

らす。又照査(check)のため三つ若くは四つの読みを前の如くにして取るを要す。

線路開閉器(line switch)を閉じて電流を其規定の値の約2倍に増加し、前の如く讀取をなし此際又ヴォルト及アンペアーをも讀むべし。槓杆の上昇する途中にて指示器がM點を通過する際に取りたる讀みを $W+F+T$ 及槓杆下降の際指示器がM點を通過する時に取りたる讀みを $W-F+T$ 、但し $T$ は廻轉力(torque)を表はすものとせよ。且又之等の讀みは440ヴォルトの電動機より得られたるものと假定し下の如く更正を施す。

ヴォルト = 150, アンペアー = 40,  $W+F=9$  封度,  $W-F=5$  封度  $T=10$  封度。

此廻轉力を見出すには

$$2W = 14 \quad W = 7 \text{ 封度}$$

$$2(W+F) = 34 \text{ 封度} \quad T = 10 \text{ 封度}$$

1呎半徑に於ける廻轉力 =  $T \times L$ 、但し $L$ は槓杆臂(lever arm)の長さとする。

規定電壓の時の1呎半徑の廻轉力

$$= \frac{(\text{規定ヴォルト})^2}{(\text{讀取りたるヴォルト})^2} \times T \times L$$

籠型及捲線回轉子にありては $W+F+T$ をして $W+$

$F$ の少くとも2倍ならしむべき電流の値を用ひ、又 $W+F+T$ 及 $W-F+T$ の値を求むべし。

總ての捲線廻轉子及大部分の籠型電動機の廻轉力は其廻轉子の位置によりて相違あり。

廻轉力の讀みを照査(check)するため調車上の槓杆を緩め調車の輪縁(rim)Nに於ける符謀が槓杆上の第二符謀と同一線上に来る迄調車を前方に廻はして、以て回轉子と固定子の關係的位置を變更し、前の如く試験を行ふべし。尙更に同様の手順を繰り返して廻轉子と固定子の關係的位置の異りたる4點若くは5分點に於ける讀みを取れ。K型電動機にては之等の總ての點に於ける廻轉力は皆同一なるべきものなり。

廻轉力試験をなすに當りて嚴守すべきは試験用發電機の速度を正しくし、又を不變に保つべき事なりとす。廻轉力は其電壓の自乗に従ひて變化するを以て、電流が規定の値の200パーセントとなる時に第一點に就きて讀みたる電壓は、他の總ての點に對して之を常に不變に保たざるべからず。又廻轉力は、發熱のために廻轉子捲線の抵抗が増加するに従ひて増加す。大なる機械にては其廻轉子捲線は時々高温に熱せらるゝことある故、此捲線のエンドリング(end ring)及エンドバー(end bar)の温度を取り、それを記録すべし。



起動抵抗 (Starting Resistance) L型電動機は其廻轉子内に起動抵抗を有す。此起動抵抗は小さき電動機にては其軸内にて滑動する1本の棒に依りて支配せられ、大きなる機械にては一つの槓杆 (lever) とラッチェット (ratchet) の組合せに依りて制御せらる。此抵抗器の異りたる種々の階段に於ける抵抗を測定すべし。抵抗器に附屬せる瘤狀引手の柄を以て此棒を一杯に引き出し、以て抵抗の全部を回路中に入れよ。次に此棒を5等分に區劃し、又此棒が運轉状態即ち全抵抗を切り去りたる位置を占むる時、規定アンペアーの約

125 パーセントを出すべき電壓をインピーダンス試験に依りて求むるべし。此手續は實際運轉に於て其機械附屬の起動抵抗が段々に切り去らるゝ所の大なる機械にも有効なりとす。起動抵抗を回路中に置きたる場合には能ふ限り迅速に讀取をなすべし、然らざれば此抵抗は過熱せられて障害を起さん。第十八表は誘導電動機の定置廻轉力 (stationary torque) を計算するに用ひたる形式を示す。

能率 入—出力能率試験は「線條制動法」若くは送還法の何れに依りても行ふことを得。然れども之等の方法は實際上不精密なるを免れず、従つて推奨に値せざるものなり。

150 キロワット 220 ヴォルト 60 サイクル 二相誘導電動機の定置廻轉力

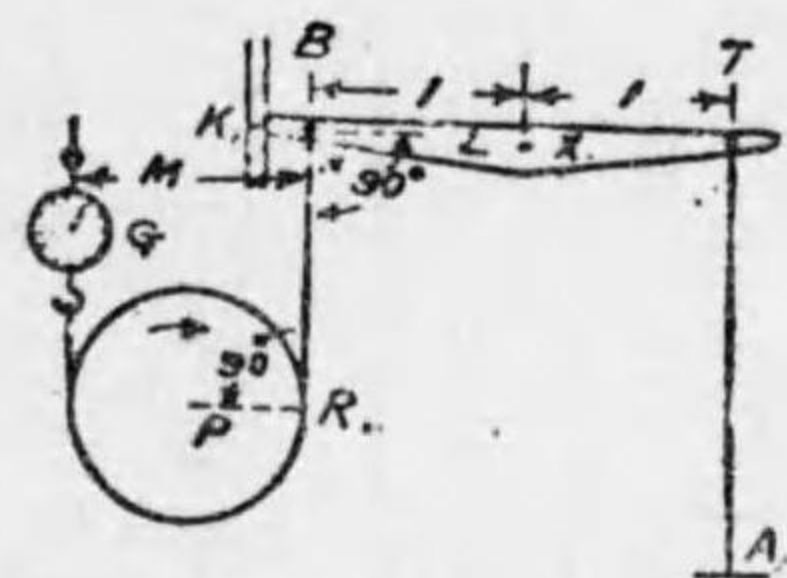
槓杆臂位置	ヴォルト	ワット	W+E	W-F	W+F +T	W+F -T	W	W+T	T	定置廻轉力 (1 呎半徑)
1	220	21-41	16.25	14.25	33	33	15.25	33	17.75	39.5
2	220	36-39	17.25	14.25	50.75	48.75	15.75	49.75	34	68
3	220	38-37	17.25	16.25	47.75	47.75	16.75	47.75	31	71
4	220	57-34	17.25	16.25	54.75	53.75	16.75	54.25	37.5	86
5	220	96-44	17.25	17.25	67	66	17.25	66.5	49.25	113
6	220	98-45	17.25	17.25	68	66	17.25	67	49.75	114
7	187	121-92	16.25	16.25	78	78	16.25	78	61.75	156
8	175	195-97	17.25	16.25	61.75	59.75	16.75	60.75	44	139
		173-162	16.25	15.25	51.75	50.75	15.75	51.25	35.5	123.7

槓杆臂 (lever arm) = 2 呎 及 2.292 呎  
規定運轉廻轉力 1 呎半徑に於て = 65.6 封度



「線條制動法 ("String Brake" Method) にありては其制動器の大小に依りて、之を用ひて試験せらるべき機械の大きさが制限せらる。第四十三圖に於て  $L$  は  $X$  點に垂下せられたる小さき秤衡 (scale beam) なり。小さき臺  $A$  が  $T$  より垂下せられ其の上には檢定せられたる重りを置く。  $P$  は被試験電動機の軸上にある平板の調車にして、矢にて示したる方向即ち秤衡  $L$  の方へ

第四十三圖



線條制動法 (string brake method) にて入出力を測定する器具を示す線圖

廻轉するものなり。1條の小さき繩の一端は  $B$  に取付けられて調車の周圍に1回若くはそれ以上捲付けられたり。一つの符號を有する線條が  $K$  點に置かれ、從つて秤衡  $L$  の此點が線條の符號

點と相對向する位置に来る時は秤衡は水平となり、此調車に依りて與へられたる力と90度の角をなすに至るやう装置せられたり。

繩に沿うて起るストレスは其繩の中心を通じて傳達せらるゝ故、點  $M$  と  $N$  とが、調車の直徑に此繩の直徑を加へたるもの換言すれば調車の兩側に各繩の直徑の  $\frac{1}{2}$  を加へたるものに等しき距離を隔つる迄、制動器を調整すべし。此調整を正確に行ひ、又制動器が或

運動物體のために線外に投げ出されんとする事は全く無きを見届けよ。而して準備整ひたる時は繩を  $B$  及  $G$  點に取付けたる儘にて調車より滑り外づし、其端に於ける指示器が  $K$  點に於て靜止する迄此秤衡を平均せしめよ。此繩を變更する毎に前述の如くして  $L$  を平衡せしむるを要す。

正式の試験を始める前に被試験機の摩擦が不變となるやう少くとも1時間は其被試験機を無負荷にて運轉し置くべし。速度は其電動機の出方に大なる關係を有するを以て大いに之に注意せざるべからず。而して其滑りを求むるには滑動機 (slip machine) を以てするを得。周波數並に加へたる電壓を不變に保ちて無負荷運轉の讀みを取るべし。此彈條衡 (spring balance) に1個の小さき重りを取付け、以て此衡器に依り  $\frac{1}{4}$  若くは  $\frac{1}{2}$  封度を讀み得るに十分なる張力を其彈條に與ふべし。此無負荷の時の目盛の讀みを記録し置き之を次に求むる總ての讀みより差引くを要す。

今1個の小さき重りを  $A$  の上に置き、秤衡  $L$  上の指示器が  $K$  に達する迄彈條衡  $G$  を引き上げ、電動機電壓及發電機速度が安定なる時、ヴォルト、アンペアー、ワット、 $A$  上の重り、彈條衡の振れ、及廻轉計に示されたる速度を讀み、又滑動機を以て滑りの讀みを取れ。被試験電



動機の破壊荷重 (break-down load) に達する迄  $A$  上の重りを増加し行きて、上述の相く種々の読みを取るべし。斯くして得たる読みは次の如き體裁に、それを記録するを可とす、即ち

ヴォルト アンペア	ワット (+)	ワット (-)	重りの張力		滑動機 の速度
			$A$	衡器	

直径の餘り小さき繩を用ゆる時は、屢々それを取替ふる必要を生ずるが故に試験を行ふに比較的多くの時間を要すべけれども、其試験結果は良好なり。

20馬力迄の電動機には直径 $\frac{1}{4}$ 吋の油びき麻繩を最良とし、20馬力以上50馬力以下の電動機には直径 $\frac{1}{2}$ 吋の繩を宜しとす。若し之等の繩を二重燃として此燃繩2本を平行に使用せば尙長時間の使用に堪へ得べし。此燃繩が扭ぢられ若くは互に交叉することなきやう注意して、これを調車の周圍に1回半捲付けよ。而して總ての燃繩は調車の表面上に於て互に密接して且平等に配列せられざるべからず。衡器  $G$  の張力の読みは其繩の弛度と共に變化し、又荷重の大小に因りて大に相違を生ずべし。

都度都度に  $A$  に附加せらるべき重りは、無荷重より

破壊荷重迄の間に於て段々に15乃至20回の読みを取るに適當なるやう選定せらるゝを要す。既に破壊荷重の點に達し、又十分の讀を取りてそれを記録し終りたる時は其調車の直径の比を慎重に測定すべし。

$$(A \text{ 上の重り}) - (\text{衡器の張力}) - (\text{衡器の「無負荷」の読み})$$

$$= \text{實際荷重(封度にて示さる)} = P$$

$$(\text{規定速度}) - \text{滑り} = \text{電動機の實際速度}$$

$$R = (\text{吋にて示せる調車の半径}) + \frac{1}{2}(\text{繩の直径, 吋})$$

$$S = \text{毎分廻轉數}$$

$$\text{力率} = \frac{(\text{ワット})}{(\text{ヴォルト}) \times (\text{アンペア})}$$

然る時は

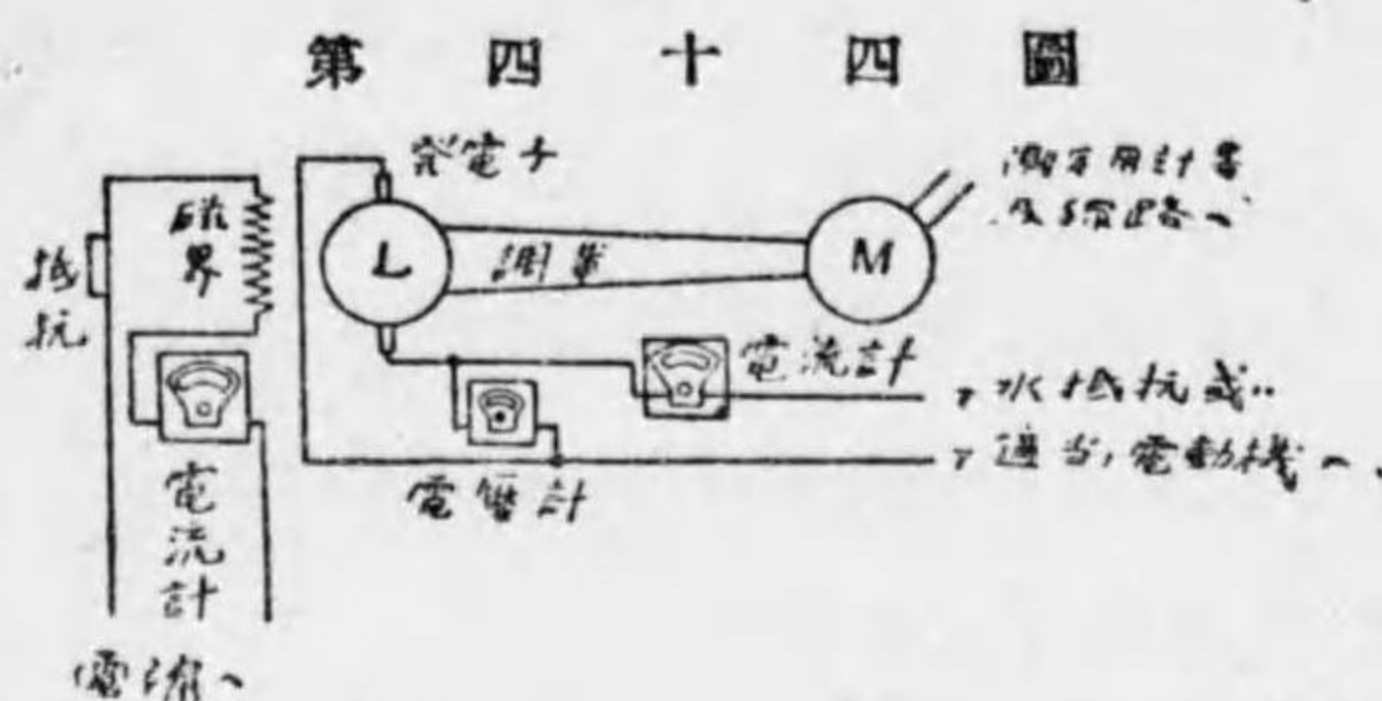
$$\text{馬力} = \frac{2\pi R}{P \times 12 \times S \times 33,000}$$

$$\text{能率} = \frac{(\text{出力馬力}) \times 746}{(\text{入力ワット})}$$

送還法 (Pumping-Back Method) 入—出力試験を送還法にて行ふには次の如くすべし。第四十四圖に於て  $M$  は被試験電動機、 $L$  は  $M$  の荷重として  $M$  より調帯にて運轉せられ又適當なる電源より他勵せられ且被試験電動機と略相等しき容量の直流機なりとす。今此能率試験をなすため總入力を求め得るやう  $M$  を連



結せよ、但し此總入力を求むるに必要な結線法は、被



第四十四圖 入一出力試験の送還法接続圖

試験機が一相、二相若くは三相の何れなるかに因て甚相異なるものなれば此圖には示されず。Lの磁界に1個のアンメーター及可變抵抗を其回路に入れ、之を他勵すべし。Lの發電子を水抵抗箱若くは荷重を任意に加減し得べき他の電動機に電氣的に連結して、其回路中にアンメーターを、又其回路に跨りてヴォルトメーターを結び用ふべし。若し其の速度の隨分廣き範圍に亘りて此試験を行ふべき必要ある時は、Mを其全範圍に亘りて運轉し、Lの磁界電流を不變に保つを要す、但しLの磁界電流の値は、Mに必要な速度及荷重を與ふべきものならざるべからず。必要な結線及接続等を終りたる後、Lの磁界を豫め決定せられたる値として之を不變に保ち、水箱の抵抗若くはLに連結せられたる電動機の負荷を加減して、以て發電機Lの負荷を變化せしめ、Mを必要な試験状態となすべし。Mの能率は相連續したる種々の速度若くは荷重に對して之を求むるを要す。Mの入力及速度、L

のヴォルト及アンペアーを讀むべし。

反廻轉力(Counter Torque) 次に被試験機の「反廻轉力」を求めて此計算を完結せんとす。之を求むるには前述のMを遮斷し、Lを他勵の儘に保ちながらLが種々の速度を出す様適當に加減し得べき電源にLを連結せよ。Lに負荷するに「送還法」を用ふるを得ば前の結線を少しも變更するに及ばざるべし。Lを電動機となし、之に依りてMを運轉し、Lが前に發電機として使用せられたる時に有したると同一の値にてLの磁界を不變に保ち運轉すべし。Mの速度が前述の試験に有したりし最小速度よりも稍低き速度より同じく前に其最大なりし速度より稍高き速度に至る迄加減せらるゝやうLの速度を調整し、其間に於ける種々なる速度の時Lのヴォルト及アンペアー、L及Mの速度の各につき多數の讀みを取れ。若し電氣的能率のみを求めんと欲する時(Aの場合)には、以上の讀みにて既に十分なり。されど又若し商用能率(commercial efficiency)を求むる必要ある時(Bの場合)には、Lより調帶を取り外し、Lを電動機として運轉し、前に電動機として運轉し、前に電動機として運轉したりし其の速度よりも稍低きより稍高きに至る迄Lの速度を變化せしめ、其間に於ける種々なる速度に對し、入力電壓及電流を讀



むべし、但し此試験中は前2回に用ひたると同じ値の電流を以て $L$ を他勵すべきものなり。以上にて計算に必要な読みは既に十分となれり。

#### A の場合

$W_m = M$  の總入力

$W_i = L$  のヴォルトとアンペアーの相乗積

$F_m = M$  の摩擦、風擦及其他

$F_i = L$  の摩擦、風擦及其他

調帯の摩擦は $L$ と $M$ とに等分に負擔せられて夫々 $F_i$ 及 $F_m$ の中に含まるるものとす。

$R = L$  のアーマチュアーの熱時抵抗、但し之は測定に依りて求むべきものなり。

$C = L$  のアーマチュアー内の電流とす。然る時は、  
電氣的能率 =  $\frac{W_i + C^2 R + CT}{W_m}$ 、但し $CT$ は $L$ と $M$ とに於ける機械的損失と調帯損失となり。

#### B の場合

能率 =  $\frac{W_i + C^2 R + CT}{W_m}$ 、但し $CT$ は $L$ の機械的損失にして又其調帯損失をも含むものなり。

反此廻轉力(counter torque)曲線を求むる試運轉に於ては $L$ の磁界を始終不變に保たざるべからず、又機械の速度が加速しつゝある時には讀取をなすべからず。

## 第十七章 單相變壓器

### (Single-Phase Transformer)

變壓器の試験は之を次の順序に行ふこと最も便利なり、即ち冷時抵抗(cold resistance)、極性(polarity)タップの比及其照査(ratio and check of taps)、心損及勵磁電流、並列運轉、絶縁試験、1分間2倍電壓試験、5分間1倍半電壓試験及高電壓試験とす。但50,000ヴォルト以上の電壓に用ふるため製作せられたる變壓器にありては、高電壓試験の後に2倍電壓試験を行ふを宜しとす。

種々異りたる型の變壓器に就きて行ふべき試験は大抵皆同様なる故、本書に於ては送風型(air blast type)の變壓器に就きて詳述し、他の型の變壓器に就きては幾分簡略に説明せんとす。

送風式 AB 型單相變壓器(譯者曰、AB 型は Air Blast Type 變壓器の型式の符號なり。變壓器の据付床には其變壓器の下方に當りて冷却空氣を導くべき可なり大きな溝若くは室を設けざるべからず。又此變壓器の頂部は開放せられ居る故、塵埃多き場所又は其の上に水が落下し來る恐ある場所には決して之を据付くべからず。此變壓器冷却用の送風機は攝氏25度以下の清潔にして乾燥したる空氣を變壓器に送り得る



やうに其位置を定むべし。

被試験變壓器をピット(pit)の中に適當に置き、空氣の逃げ去るべき總ての開口(openings)をなくすべし、又は若し斯様な開口が少しにても存在する時は變壓器の鐵の上に置かしたる寒暖計の讀みに影響を及ぼすを以てなり。變壓器を其試験位置に据えたる時は之を慎重に點檢して、若し不完全の點あらば直に之を直すべし。

必要に應じては上述の試験順序を適宜に変更するも差支なし。

通常の場合變壓器を試験するには、同格定(same rating)のもの2個若くは3個以上を同時に行ふものなるが本書にては2個若くは3個の同格定變壓器を同時に試験することに就きて考究せん。

冷時抵抗 變壓器捲線の溫度を抵抗増加法に依りて求むる必要ある場合には、抵抗の測定に特に注意を要す。此測定は普通次の如くに行ふ、即ち各變壓器の捲線上に寒暖計を置き其變壓線輪を通じて全荷重電流の10乃至15パーセントを流れしむべし、但此電流は2個若くは4個の變壓器に取りて適當なる量なり。此時アンメーターの目盛の中央部以下に於て電流を讀むは宜しからず、且又其電流は、抵抗を讀みつゝある

間に於て其捲線を可なり熱する程大なるべからず。其低壓の二次捲線には約40アンペアーを使用せよ、然らばヴォルトメーターを讀むに十分なる電壓降下を生ずべし。此降下電壓中には、一時的の使用のために作られたる結線の抵抗を少しにても含むことあるべからず。而してヴォルトメーターの讀みが其目盛の約中央に來る迄抵抗箱(resistance box)の抵抗を加減せよ。一次線を測定する際には二次線を、又二次線を測定する際には一次線を短絡して行へば大いに時間を節約するを得。二次線の導線を測定する場合には其ヴォルトメーター導線(leads)の接觸點を磨紙にて注意して磨き置くを要す、其被試験捲線の抵抗低き場合には殊に然りとす。

各線輪に就き、同一電流を以て三つの讀みを取れ。然れども之等の測定をなすに、其電流を嚴密に相等しくせんと試むること有り勝ちなるが、或は試験者の偏見にして、實は其等のアンペアーの讀みを多少變化せしむるを寧ろ遙かに優れりとす。讀取りに用ひたる諸計器の常數、ヴォルトメーターの抵抗、電壓降下線(drop line)の抵抗、抵抗箱の抵抗、及線輪の溫度等を記録すべし。若し被試験變壓器の一次線及二次線共に各1個以上の線輪を有する場合には明瞭なる見取圖(sketch)



を描き其等の線輪に符號を付して以て其混雜を避くべし。試験結果を記録するに當り、其單位の振れの値を示し置き、而して之に従ひて種々なる讀みの點を圖示し行くべし。讀みを取るには不正確の結果に陥らざる限り迅速なるべし。

抵抗の増加に依りて温度上昇を計算せよ。

(譯者曰 抵抗測定に依りて温度上昇を計算するには次式を用ゆれば可なり。

$$T = (238 + t) \frac{R_r}{R_i} - 238$$

$T - t =$  攝氏上昇温度

但  $t =$  線輪の最初の温度(攝氏)

$T =$  線輪の温度上昇後の攝氏温度

$R_i =$  温度 度の時の線輪の抵抗

$R_r =$  温度  $T$  度の時の線輪の抵抗)

極性(Polarity) 極性試験は、例へば變壓器を並列にするが如き、變壓器の組合せを作るに必要な接續法を容易に決定すべき唯一の方法を與ふるものなる故之を施行す。變壓器の抵抗を測定するための結線を施しある時は特種のヴォルトメーターを用ひて容易に其極性を試験することを得。試験を行はんとするに當り1個の變壓器を標準用として選出せよ、但し多く

の變壓器が一時に試験せらるる場合に、其等を並列に運用する時は、其集團(group)の中央に近きものを標準器として選定すること一層安全にして且便利なる故斯くなすべし。さて被試験機の1捲線に直流を通じ置きて其捲線の兩側の端子に跨りてヴォルトメーターを連結し、それに正の振れを得るやうにせよ。然る後其電壓降下線(drop line)を他の捲線の相當端子に結替へ第一捲線の直流を遮斷すべし。然る時は若し極性正しくばヴォルトメーターの針は正の方向へ跳ね返らん。此試験を行ふに當りては其ヴォルトメーターと直列に十分なる値の抵抗を入れ以てヴォルトメーターの損害を豫防するを可とす。

變壓器の並列運轉を行ふ時は、夫に用ひられたる總ての變壓器が皆同一の極性を有するや否やが自ら示さるる故、1集團の變壓器中其1個に就きて極性試験を施さば十分に於て最早それ以上のものを試験する要無からん。特種の變壓器の極性を定むるには其極性を示す明瞭なる見取圖を描き置くべし。タップの極性に就きては「比」及「タップの照査」の題下を見よ。

比(Ratio) 變壓器の比とは其一次電壓の二次電壓に對する割合をいふものにして、こは其一次捲線のターン數の二次回線のターン數に對する比に等しかる



べきなり。此の比の値を定むる普通の方法は其二次捲線に約 100 ヴォルトを加へ、一次電壓を適當なる他の變壓器にて遞降 (step down) せしめて讀むにあり。

此測定用變壓器は其比が出来る限り被試験變壓器の比に近似せるものなるを要し、又其規定周波數にて使用せられざるべからず、然らずんば試験に依りて求めたる比は不満足なるものとなるべし。甚小さき變壓器に於ては其一次捲線に試験電壓を加へて可なり。

測定用變壓器の比が被試験變壓器の比に甚近似せる時、同様の讀みを取りて後、之等の二變壓器のヴォルトメーターを互に交換して使用すべし。斯くする時は其メーターの誤差は兩方へ等しく現はれて互に打ち消すこととなる故、曲線に依りてヴォルトメーターの讀みを更正するの要なし。任意の變壓器の比を決定するには、少くとも一回だけ讀みを取り其結果を慎重に計算せざるべからず。試験に依りて求めたる比が電壓の格定比よりも 1 パーセント以上相違せば其捲線の比を照査せよ、而して若し電壓の比と捲線の比とが一致する時は前と同一のメーターを用ひて更に比の測定を試み而も尙相違せば今度は前回と全く別の測定用變壓器及メーターを用ひて試験を繰り返すべし。斯くても尙一致せざる時は其被試験器が不正なるも

のと知るべし。然れども若し第二組の測定器にて試験したる時に、變壓器の比が正しかりしとせば更に第三組の測定器を用ひて再び其比を照査せよ。而して若し第二組及第三組の測定の結果が何れも正しき比を與ふる時は其兩組の讀みを記録し置くべし。

タップ (taps) 若くは圓盤開閉器 (dial switch) を有する變壓器の比を求むるに當りては其捲線の全部が含まれ居るや否やに注意し、又被試験器の一次及二次共に各 1 個以上の捲線を有せば夫等の線輪は直列なりや又は並列なりやに注意せよ。試験より求めたる比は捲線比の 1 パーセント以内の相違を以て互に一致せざるべからず。變壓器の並列運轉はそれ等の變壓器が總て同一の比を有するや否やを自ら現はすべきを以て或一集團の變壓器にては、其中の 1 個の變壓器に就きて比測定を行へば十分なりとす。

**タップの照査 (Check of Tap)** 大抵の變壓器には其一次若くは二次線の何れか一方又は兩方の捲線にタップを設けあるを以て其變壓比を少しく變化せしめ若くは起動用の低き電壓を生せしむるを得。タップを照査するに先だち捲線の適當なる仕様書及見取圖を作らざるべからず。低壓捲線の毎ターンに付或一定の電壓の割合を以て其捲線に電壓を加へ、其捲線のターミ



ナルを第一タップ間の電圧を測り、次に同線輪上の次ぎ次ぎのタップ間の電圧を測り、以て其タップを容易に照査するを得。

或場合には一つの捲線に其全電圧を加へて、相隣れるタップ間の電圧を讀まば、前法と同様に満足なる結果を得ることもあり。此方法は圓盤開閉器 (dial switch) を有せる變壓器の場合に用ひらる。

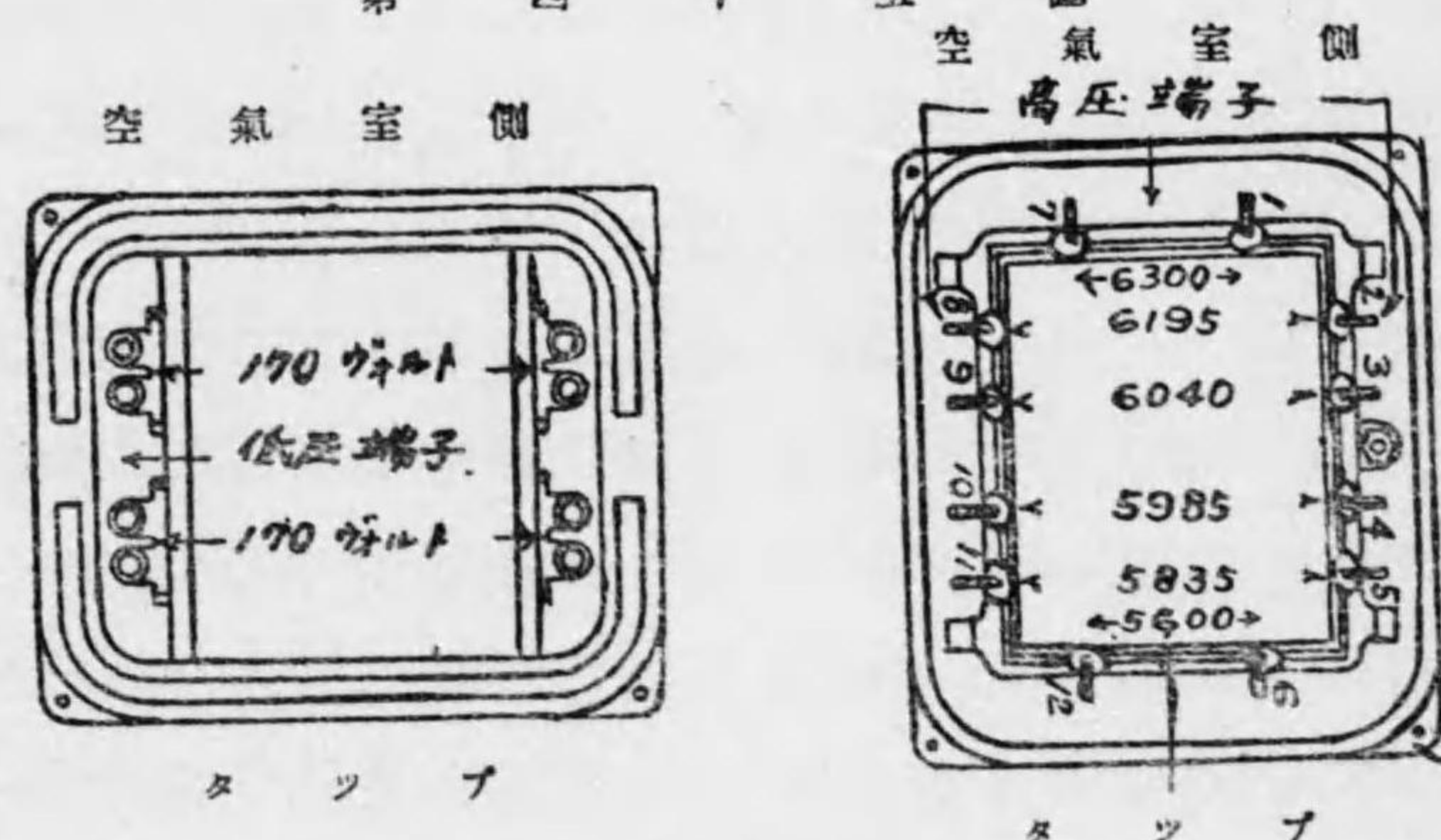
今實例を以て此方法を説明せば最能く了解せらるべし。AB型 25サイクル、400 kVA、6300/6195/6048/5985/5835/5600 - 170 V 變壓器に就きて考ふるに此一次捲線は6個の線輪が内側端及外側端にて直列に連結せられ又其各線輪は43ターンを有するものより成れり。而して其各個の線輪は單一區分線輪(single section coil)と稱せらる。此變壓器の二次線輪は各7ターンを有する6個の線輪を並列に連結したるものなり。タップは其内側端より數べて第29,第34,第38及第41番目のターンの終點に於て一次線輪 P-1 及 P-6 より引出されたり。之によりて其タップターン (tap-turn) は 43-41=2, 41-38=3, 38-37=1, 37-34=3, 34-29=5 ターンなることを知る。

二次捲線は4個の線輪ターミナルブロック (terminal block) を有するが故に之等の線輪を直列に連結する

を得即ち14ターンとなる。毎ターンに付5 ヴォルト即ち二次捲線に70 ヴォルトを加へ(第四十五圖)、次の如く其ターミナル間の電圧を讀む、即ち(1-2)=10, (2-3)=15, (3-4)=5, (4-5)=15, (5-6)=25。

一次捲線の他端に就きても之と同様の讀みを得らる。之等の讀みは其見取圖 (sketch) に示されたる電圧を以て照査 (check) するを得。規定電圧の時の毎ターンのヴォルト =  $\frac{170}{7} = 24.2$  ヴォルト。(1-7)より(2-8)まで變する間に其一次捲線中より4ターンだけ切り去られ、一次電圧は 6300-6195=105 ヴォルト減少す。24.2に4

第四十五圖



を乗じて 96.8 を得るものなるが、こは 105 に實際上能ふ限り接近し居るものなり、若し之以上に尙近似せしむることは、タップを1ターンの中途より引出すに非らざれば不可能なる故、左様のことは通常に行はれず。



(3-9)に變すれば6ターンだけ切り去られ一次電圧は6195-6040=155 ヴォルトだけ減少せらる。然れば24.2×6=145.2となり155に十分近似したる値となる。

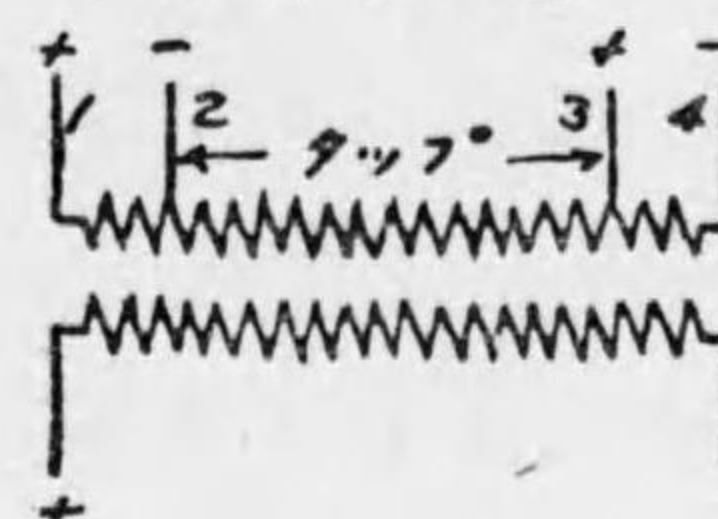
之と同一の方法にて残りの總てのタップを照査すべし。此タップに連結せられ居るヴォルトメーターを取扱ふには大いに注意を要す、何となれば其メーターの讀みは低くとも、其際ヴォルトメーターが結ばれ居る回路は大地以上の數千ヴォルトの高壓を有すべきを以てなり。若し其回路の反對の端を接地しある時は其メーターより甚しき衝撃の來ることあらん。

50パーセント・タップを照査するには1個のメーターを照査用とし他の1個のメーターを其捲線の各半分宛の間の電壓を讀むために用ゆべし、但し後者にありては照査用メーターに同一の讀みを保ちて最初其捲線の一半に於ける讀みを取り次に他半部の讀みを取れ。又タップの位置を示す明瞭なる見取圖を描き置くべし。各端に1個宛のタップを有する變壓器にては極性試験に依りて其位置を照査する必要屢々之有り(第四十六圖)。こは次の如くに行ふ、即ち其二次線に直流を通じ置きて、(1-4)、(1-2)及(3-4)の極性を求めよ、若し總ての方向が同一方向ならば之等のタップの引出方は正當なるを知るべく、若し逆に振るるものあらば其タップと

線路導線(line lead)とが互に入れ替り居るを知るべし。

**インピーダンス** 直流に用ゆる公式  $C = \frac{E}{R}$  は、交流回路に於ては  $C = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}}$  を以て置き換へらる

第四十六圖



タップ

但し  $C$  は其回路を通ずる電流、 $E$

は回路に加へられたる電壓、 $L$  は

其回路の自己誘導係數、 $f$  は周波

數毎秒、 $R$  はオーム抵抗なりとす。

式  $\sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$  は其回路のイン

ピーダンスとして知られ、又オーム抵抗及自己誘導を含む回路の見かけ上の抵抗(apparent resistance)と稱す。

變壓器のインピーダンスを測定するには其一次及二次捲線の中何れかの一つを短絡し、他の捲線に交流電壓を加へてアンペア、ヴォルト及ワットを同時に讀取れば可なり。

變壓器のインピーダンスは甚慎重に之を測定せざるべからず、其理由次の如し。並列に使用せられたる變壓器は其インピーダンス電壓(impedance voltage)に反比して荷重を分擔す、即ちインピーダンス多き方の變壓器は其少き方の變壓器よりも荷重を負ふこと少し、而して其逆も亦真なり。異りたる型の變壓器を並列に用ゆる時は其二次回路にリアクタンス線輪(reactance coil)を入れて希望のインピーダンスが得らるゝ



迄それを調節し、以て一方の變壓器のインピーダンスを増加せしむるを要すること往々あり。

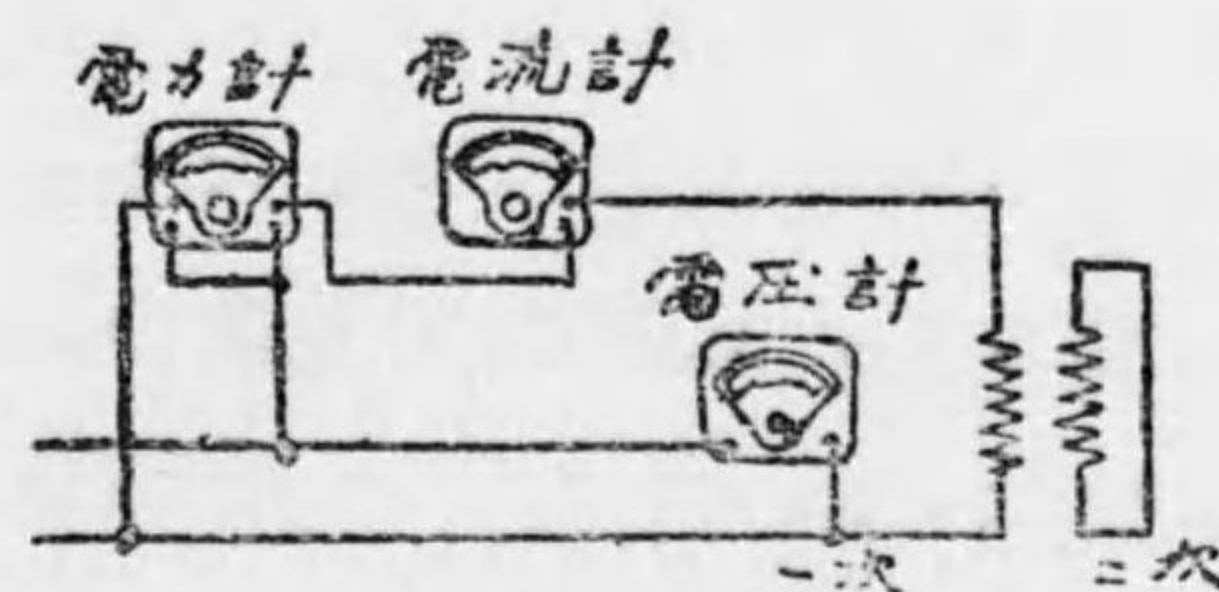
インピーダンス試験は又或與へられたる線輪の配置が正しきや否やを示すに有効なり。大きな導體を以て捲きたる變壓器のインピーダンス・ワットは小さき電線にて捲きたる變壓器の計算上の  $O^{\circ}R$  とは異なるべし。

インピーダンス試験を行ふには次の方法に従ふべし。温度を測るために線輪上に寒暖計を置け。評價し得べき程の損失が起らぬやう十分の横斷面積を有し又出来る限り短きケーブルを以て1捲線を短絡せよ。メーターを置きたる方の捲線の最大電流にて變壓器のワット容量 (watt-capacity) を除し其全荷重電流を計算すべし。適當なるメーターを選定して之を第四十七圖に示すが如く結線し、更に一つの適當なる變壓器を経て交流發電機に連結せよ。被試験變壓器の規定インピーダンス (normal impedance) を取らんとする時は、試験用交流發電機は出来る限り其規定電壓に近き電壓にて運轉せられざるべからず。最初全負荷の50パーセントより始めて遂に其125パーセント迄上昇せしめつゝ10回の読みを取るべし。速度を不變に保ち置きてアンペアー、ヴォルト及ワットを同時に讀め。

リアクタンスは周波數と正比して變化する故、試験

用發電機の速度を正確に不變に保つは根本的に必要

第四十七圖



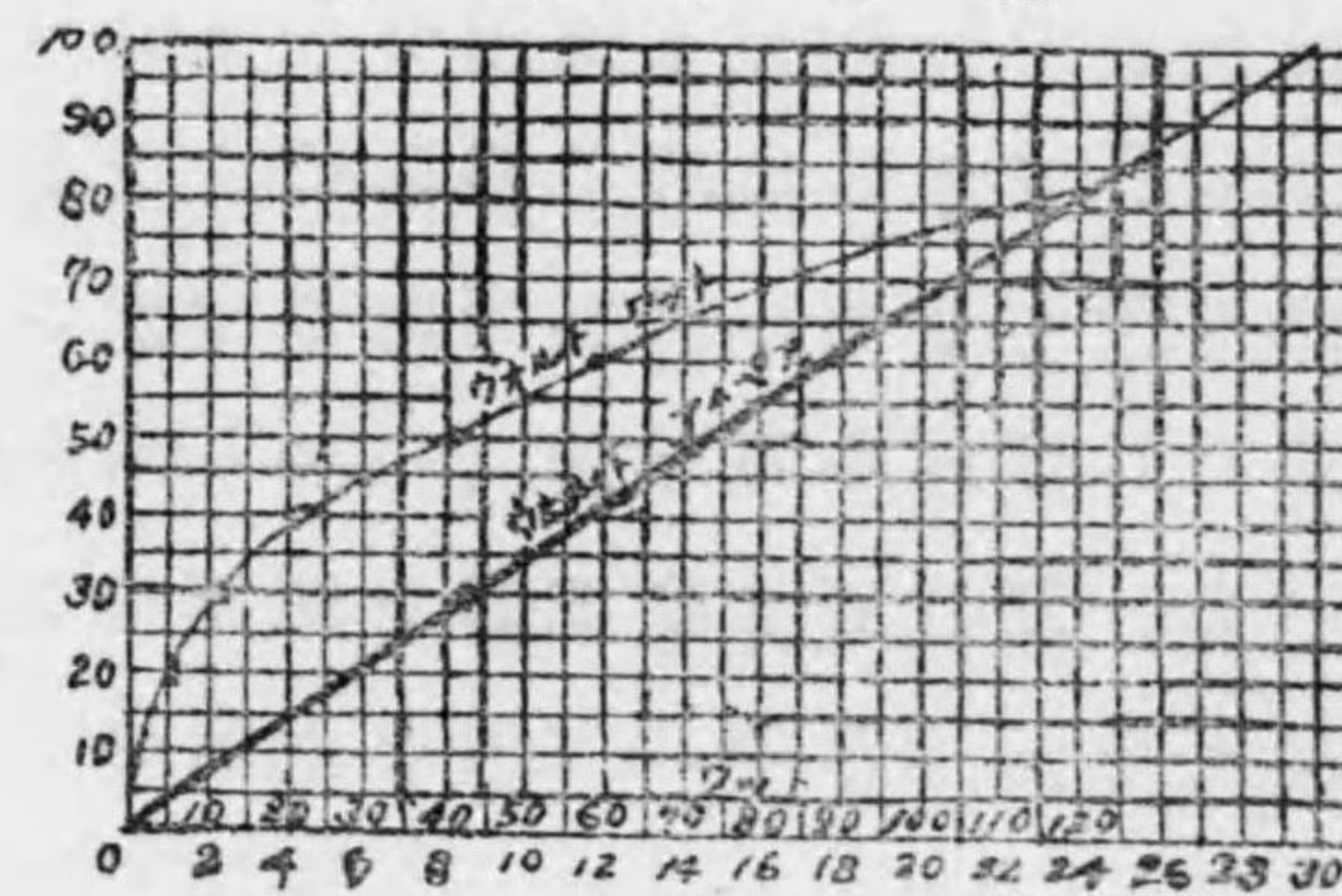
インピーダンス試験の結線法

なりとす。上記の読みを取りし後(読みを取るにつれてには非ず)ヴォルトを縦軸とし、ワット及アンペアーを横軸として曲線を作り、それが果して滑かなりや否やを視、若し滑かならざる時は直に之を照査すべし。

此ヴォルト・アンペアー曲線は一直線をなし、ヴォルト・ワットは或曲線を形くるべし。

第四十八圖

之等の読みを取るには其測定途中に於てメーターを變更するの要なきやう之を最初より選定使用せば尙満足なる結果を得べし。



インピーダンス曲線

試験記録紙には被試験變壓器の線輪の温度及之に使用したる總てのメーターの常數を、又若し測定のために變壓器を使用したるときは其番號及比を記入し



置くべし。

第四十七圖に示したる結線法は測定用ヴォルトメーター及ワットメーターの電圧線輪 (potential coils) の諸損失が其アンメーターの讀の中に含まれ來るべき他の結線法に優先して採用せらる。又第四十七圖の結線法にては其アンメーター及ワットメーターの電流線輪 (current coils) の損失だけが餘分のものとなりてメーターに現はれ來るべきものなれども、其餘分の量は極めて僅少な故之を考慮の外に置くも差支無し。

電圧が 150 ヴォルトより高き場合には測定用變壓器若くは倍率器を使用すべし。測定のために變壓器及變流器の何れをも使用せざる時はトムソン・ワットメーターの下方の接線子 (joints) は之等を互に電氣的に連結し置くを要し、又其回路の電圧が 200 ヴォルト以上の場合には一小可熔片 (a small fuse) にて之等を連結すべし。然れども變流器を使用せる場合に非らざれば測定用變壓器の二次線を接地せざるを宜しとす。トムソン・ワットメーターの電流及電圧兩線輪の端は其接線子に連結せられたり、而して之等を電線路の同一の側に連結するに非らずんば線輪間の絶縁を破られ又は此ワットメーターを焼損せらるゝの危険あり。

心損及勵磁電流 (Core Loss and Exciting Current) 變壓

器が交流電線に接続せられ居る時は其磁束の周波轉換 (frequency reversal) に因り其變壓器の鐵心にエネルギーの損失を生ず。此損失は所謂心損として知られたるものにして、其値は電壓の波形に關係し、尖頭波 (peak wave) は扁平波 (flat wave) よりも幾分少き心損を生ず。

同一の變壓器を勵磁するに尖頭波を出す發電機が、此變壓器に生せしむる心損は、サイン波を出す發電機が同一の變壓器に生せしむる心損よりも 5 乃至 10 パーセント少き事は實際上決して珍らしからず。之に反して其心損がサイン波電壓を用ゆる場合のうれよりも大となる如き扁平波を出すべき發電機もあり。變壓器の心損試験は其インピーダンス試験に類似すれども、前者に於ては、一方の捲線を開路 (open circuit) の儘になし置きて他の捲線に電圧を加ふることを異れりとす。試験をなすに當りては常に低壓側の捲線に電圧を加へ以て諸メーターを高壓回路に置くことを避くべし。變壓器の心損を求めんとするには、常にサイン波交流發電機を電源とし、又規定電壓に於ける心損の讀みを取る時には、其交流發電機は其規定勵磁にて運用せらるゝやう被試験變壓器の結線を行ふべし。

此試験を行ふには之に用ゆる諸種のメーターの容



量を豫め決定し、回路中にアンメーターを入れて先づ其勵磁電流を読み、幾何のメーター容量(meter capacity)が必要なるかを知るを要す。此試験に用ゆる總ての測定器は夫等が相互に影響を及ぼすことなく、又如何なる遊磁界(stray field)にも影響せられざるやう其位置を定むべし。

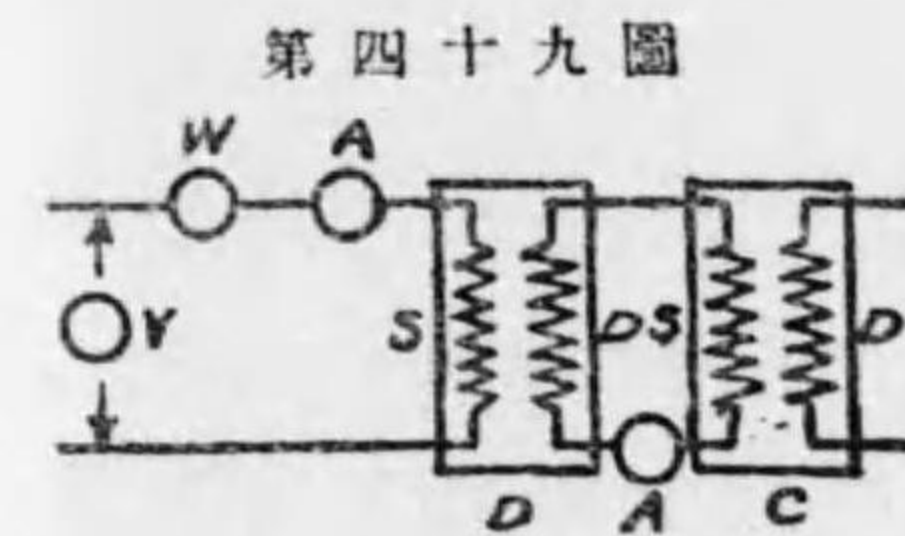
心損曲線(core-loss curve)は格定電壓の25パーセントより始めて規定以上25パーセント迄増加し行きて之を求めよ。今之を行ふには周波数を不変に保ちて電壓を變化せしめ、其勵磁アンペアー、ヴォルト及心損ワットを同時に読み取るべし。各讀取毎に曲線上の圖點を打ち行くは宜しからず、全部の讀取を終りたる上にて能ふ限り早く曲線を描くを可とす。斯様にして求め得たる曲線が滑かならざる時は更に試験を繰り返すべし。

此試験の始終一貫して其測定用メーターを取換ふるの必要なきやう最初よりメーターを撰定使用せば其結果は一層満足ならん。總てのメーターの番號其常數及檢定の日附、被試験變壓器鐵心の温度、測定若しくは倍率器(multiplier)の番號及比を記録し置くべし。出來得る限り、其最低電壓を出すやう被試験變壓器の結線を行ひ、測定變壓器若しくは倍率器無しにて、ワット

メーターを用ゆるを可とす。

一次及二次捲線の兩方共其規定電壓が5000ヴォルト以上の變壓器の場合には其心損を間接に測定する事即ち被試験變壓器の電壓迄遞昇するために用ひたる電源の變壓器の二次線の入力を読む方が一層満足なる結果を得ること屢々なり。此遞昇變壓器(step-up transformer)の比、抵抗及び心損は慎重に之を測定し置くべし。

此遞昇變壓器の一次線を被試験變壓器の二次線に連結し、之等兩變壓器の中間にある回路に低示アンメーター(low-reading ammeter)を入れ置きて之を其勵磁電流を読むに供す。而して遞昇變壓器の二次側に於けるヴォルト、ワット及アンペアー等を讀め。被試験變壓器の實際の心損を求むるには此ワットメーターの全體の讀みより試験用遞昇變壓器の $C^2R$ 損及心損を差引くべし。



變壓器心損試験の結線法

此試験の結線法は第四十九圖に示したり。

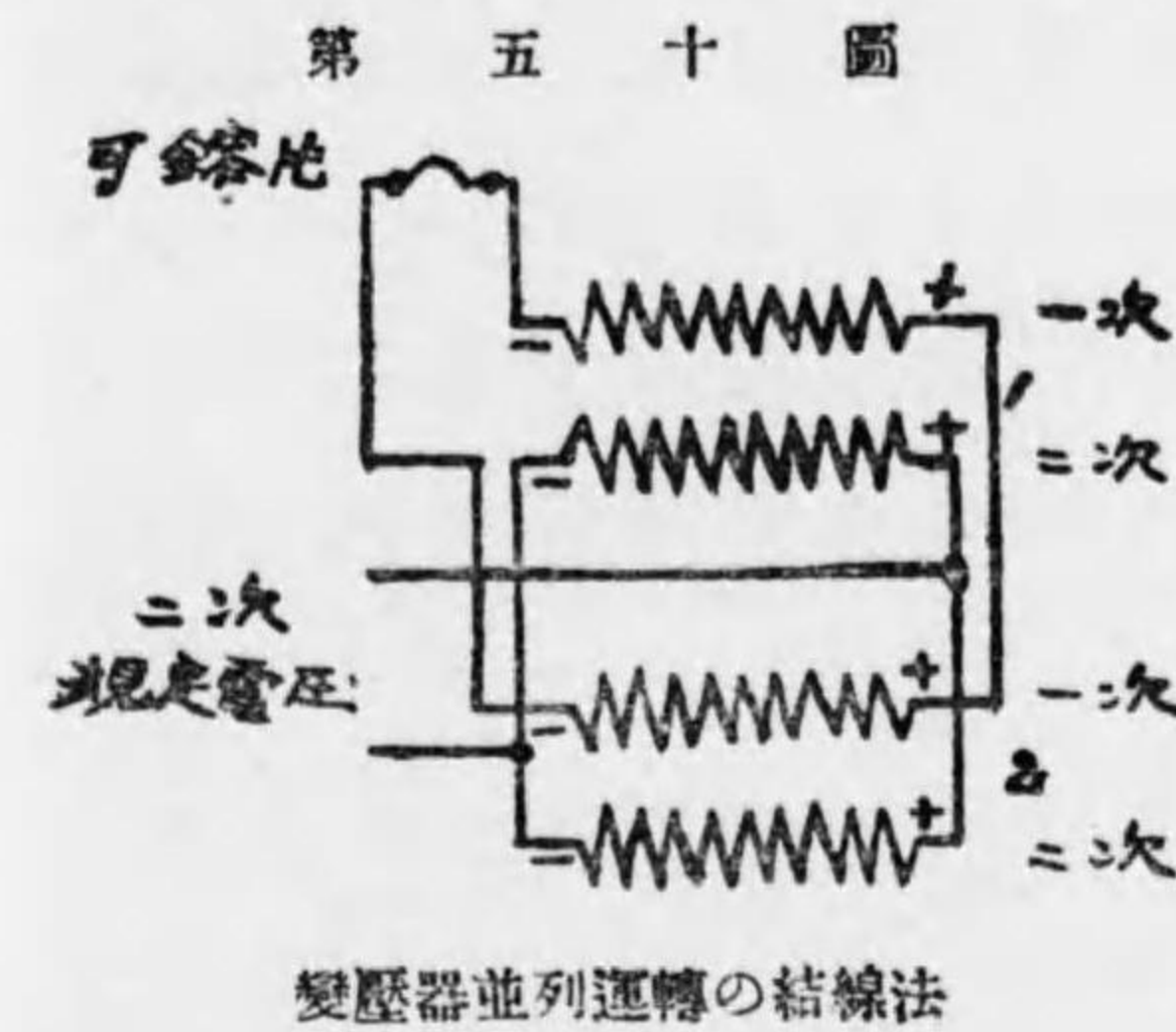


### 第十八章 単相變壓器の並列運 轉、發熱運轉、過負荷運轉 及高電壓試験

並列運轉(Parallel Operation) 變壓器の並列運轉は「比」若くは「極性」の題下に於てよりも特に此處にて論ずることゝせり。蓋し之に次いで其發熱運轉を行ふことゝなり、又従つて勵磁電壓を豫め求め置く必要あるべきに由る。

一集團(one group)をなせる若干の變壓器中の1個に就きて其比及極性を求め置く時は、やがて並列運轉を行ふを得べし、而して斷に試験済となれる變壓器を以て同集團中の他の變壓器の比及極性を照査するを得べし。前の變壓器の比試験(ratio test)は其全電壓に於て行はれたるものなる故、若し残りの變壓器の比が1パーセントの $\frac{1}{10}$ だけの相違ある時は其事實が並列運轉上に現はれ來るべし。若し或變壓器の1ターンを除外せば此等二つの變壓器間には15乃至40ヴールの電壓の相違を來さん、尤も此差は變壓器の大小に關係するものなるは勿論なり。斯くの如き電壓差は火花を生せしむるに足り、又其電壓差の分量は其等2個の變

壓器間にヴォルトメーターを結びて之を測定するを得。變壓器の並列運轉を行ふべき結線法は第五十圖に示されたり。而して其變壓器2は標準器即ち其極性及比が既に求められ居るものなりとす。若し全組の變壓器に一時に電壓を加ふる時は其一次線に人が接觸する危険を一層多からしむる故、只僅に2個の變壓器を同時に連結するを宜しとす。



變壓器並列運轉の結線法

第五十圖 及比が既に求められ居るものなりとす。若し全組の變壓器に一時に電壓を加ふる時は其一次線に人が接觸する危険を一層多からしむる故、只僅に2個の變壓器

第五十圖に示す如く、一次線の片側は永久的に結線し他の片側には3アンペア以下の小さき可熔線(fuse wire)を用ひて其回路を完結するやう配線し以て2個の變壓器を連結せよ。此可熔線の一端は長さ約2尺の清潔にして且乾燥したる杖(stick)の一端に注意して固着せしむを要す。二つの二次開閉器を閉ぢよ、而して此可熔線を以て何れか一方の變壓器のフレーム(frame)に觸れて、若し小さき火花が起らば其變壓器は勵磁せられつゝあるを知り、以て電壓の有無を決定せよ。次に試験用交流發電機を勵磁して其規定電壓迄次第に上昇せしむべし。

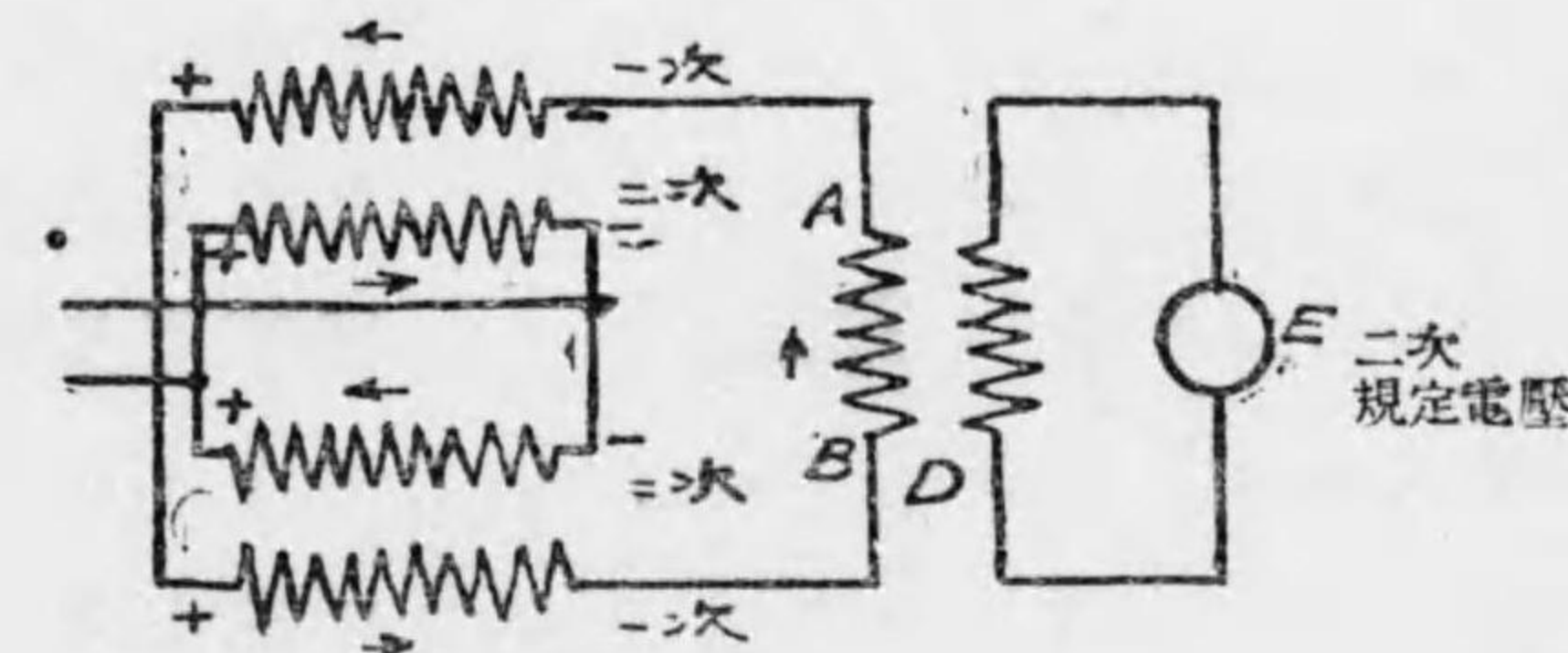


此發電機に磁界勵磁 (field excitation) を與ふるや否や此可熔線取扱者は前回に觸れたるよりも他の變壓器の一次ターミナルを可熔線の弛みたる側の端にて軽く叩き見るべし。而して若し小き火花を生せば一つのヴォルトメーターを直列に結び兩變壓器に規定電圧を加へて其電壓差を續め。此電壓差が若し格定電壓の $\frac{1}{4}$ パーセント以上ならば其不正線輪を探し出しそれを修理せざるべからず。ヴォルトメーターの代りにアンメーターを其回路に入れ、兩變壓器間の電壓差を読む代りに其交換電流 (exchange current) を読むことあり。此交換電流は規定電流の5パーセントを超過すべからず。斯くて總ての變壓器が標準變壓器と並列運轉を皆濟ます迄上述の如き並列試験を繰り返すべし。

若し被試験變壓器が直列若くば並列に運用せらるべき2回路を有せば其片側に於ける夫等の線輪の相當端子を一緒に結合し可熔線を以て其回路を完結し置き、同變壓器の他の捲線に全電壓を加へて並列試験を行ふべし。1個の變壓器の同じ側の數個の線輪が満足に並列に運轉せられねばならぬ事は2個の變壓器が満足に並列に運轉せられねばならぬことと同様に根本的に必要なりとす。

規定負荷發熱運轉 (Normal-load Heat Run) 變壓器の發熱試運轉には種々の方法あり。而して之等の方法は何れも出来る限り變壓器の常用狀態 (working condition) に近似するやう考案せられたるものなり。實際荷重 (actual load) を以てする發熱運轉は水抵抗箱を用ひて之を行ふを得れども、こは一般に甚不經濟なれば或種の電動-發電機法 (motor-generator method) を採用すべ

第五十一圖



發熱運轉の結線法

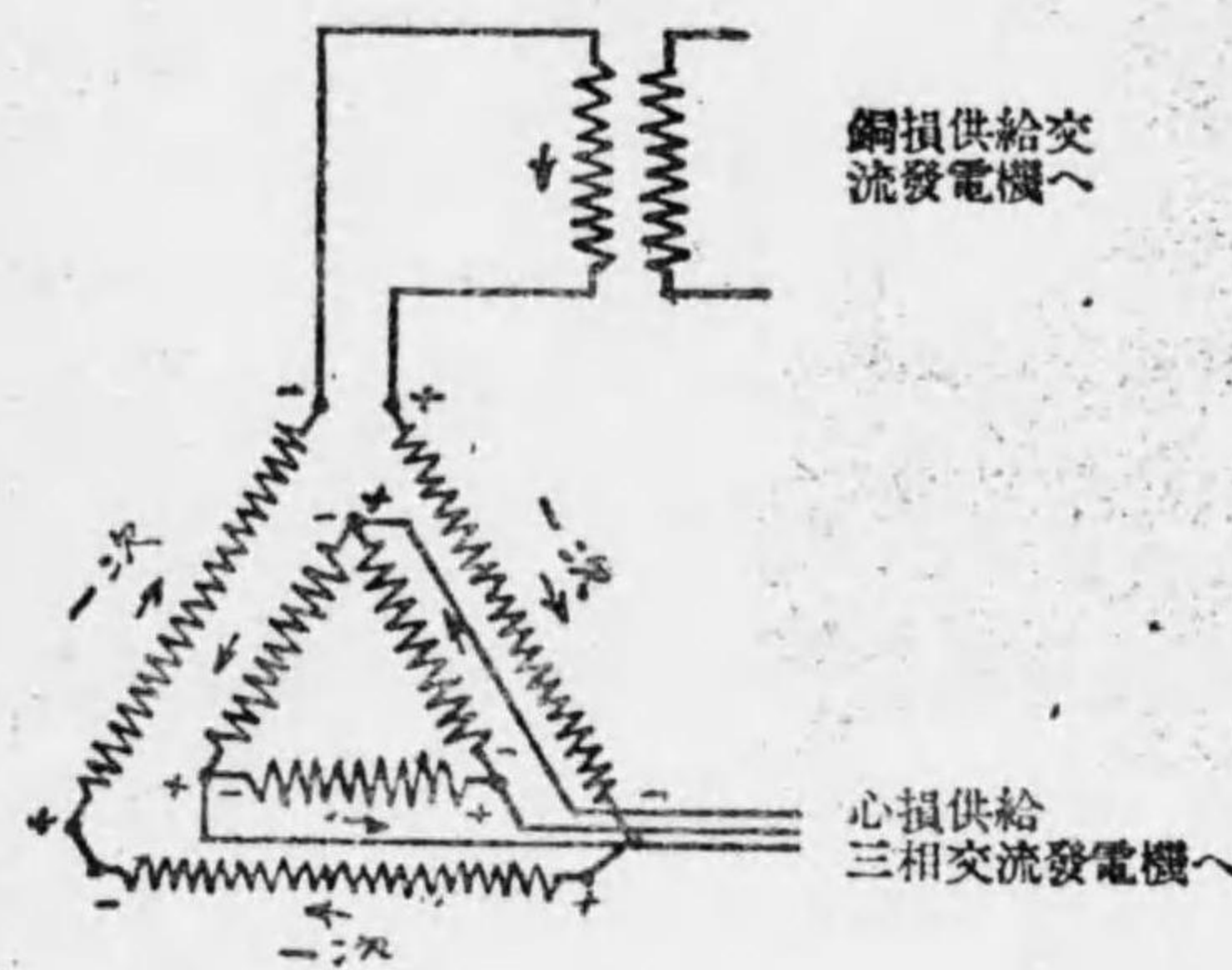
し。第五十一圖は電動發電機法に依りて2個の變壓器を試験するに用ゆる結線法を示す。2個の被試験變壓器の二次線は互に並列に結合せられ、次で一つの交流發電機に連結せらる、但し此發電機は變壓器の心損及勵磁電流を供給するものなり。兩器の一次線は互に相反するやう直列に結ばれ居る故、若し此兩器が同一の比を有せばAよりBに到る電流は零なるべし。1個の補助變壓器Dの二次線は被試験變壓器の一次



線と直列に結ばれたり。Dの一次線に結ばれたる交流発電機Eは變壓器の銅損(copper loss)を供給す。被試験變壓器の数が偶數なるときは上と同様の方法にて幾個の變壓器にても同時に試験するを得れども、實際には6個以上を同時に試験するは奨むべきことに非らず。

第五十二圖は一次及二次にデルター接続を施しある3個の變壓器の發熱運轉に用ゆる結線法を示す。

第五十二圖



發熱運轉の結線法

全然無關係なり。

上に概説したる2方法の試験には只變壓器の諸損失だけの電力を要するのみ。發熱運轉の装置をなすには試験用交流発電機若くは變壓器が其荷重を運ぶ

直列に連結せられたる此3個の變壓器に對し、其デルターの一隅に當る2線間にインピーダンス電圧を加ふ。其電圧は三角回路中を循環し、又其二次電圧には全

に十分なる容量のものなるかを確むべし、但し被試験器の鐵損(iron loss)を供給するに必要な電流は之等の變壓器の勵磁電流の總和に等しきものなり。若し被試験變壓器が數個の二次線輪を有せば發熱運轉を終りし時其線輪の熱時抵抗を測定するための接続を行ふに少しも時間を浪費せぬやう、之等の線輪を直列に結び置くべし。心損を供給する交流発電機は其規定勵磁(normal excitation)にて運轉せられざるべからず、而して荷重電流を供給するに要する電圧は被試験變壓器のインピーダンス電圧に等しかるべし。若し一次線線が1個以上なる時は出來得べくば其等の線輪を直列に運用せよ若し變壓器に50パーセント過負荷試験を行ふの必要ある時は既に得たる電圧に其のパーセントを増加すべし。

被試験變壓器の一次線を交流発電機の中に工場用變壓器(shop transformer)を挿入し置きて發電子(armature)の破壊を防ぎ又配電盤上に高電壓の來るを避くるを宜しとす。之に用ゆる工場用變壓器は其時の事情次第に由りて電壓を遞降若くは遞昇し或は又更に遞降若くは遞昇すべし、されど之等の變壓器は常に被試験變壓器の一次線と交流発電機との中間に置かれざるべからず。試験用發電機の磁界に若干の抵抗を残し



置きて其發電機の磁界線輪又は變壓器の捲線が次第に高温に熱せらるゝに従ひ其抵抗を加減し、以て其負荷を規定の値に保ち得るやうにすべし。

予被試験變壓器の頂上に酒精寒暖計を置きて、其線輪より逃出する空氣の溫度を讀むやうにせよ。一次及二次捲線の兩方共に各2個の寒暖計を使用し諸線輪間の空渠 (air duct) の丁度上方にて其空渠より約1吋位離れて之等の寒暖計を取付くべし。被試験變壓器の頂部に2個底部に近き所に1個、並に鐵心より逃出する空氣の溫度を讀むために2個の何れも寒暖計を置くを要す。於是被試験器に負荷するを得。試験用交流發電機を適當なる速度にて運轉し、被試験變壓器の全勵磁電流を讀み、而して二次電壓を照査するを得。

送風式變壓器にては其發熱を早く上昇せしめて發熱運轉に要する時間を短縮するため、送風せず50分間全負荷運轉を行ふことあり。中には無送風全負荷運轉を20分間以上に繼續すること能はざる變壓器もあり、之等に對しては常に注意を怠らず監視し其變壓器が過熱せらるゝことなきかを視るべし。變壓器の銅は其鐵よりも甚速かに熱せらるゝ故、送風を始めたる後は其鐵製塞板 (iron damper) を若干時間閉ち置きて鐵

心の發熱を上昇せしむること普通に必要なりとす。

送風に必要なる空氣の量及壓力は變壓器溫度に關する保證の程度に依るものにして又或範圍迄は其變壓器の電壓にも關係す。高壓變壓器に用ひたる多量の絶縁物は熱の副射を妨ぐる傾向を有す。

若し變壓器が規定運轉 (normal run) にて攝氏40度上昇及2時間25パーセント過負荷運轉の後攝氏55度上昇を最高溫度として保證せられたるものならば、其變壓器の銅は35度上昇及鐵は40度上昇となる様通風空氣の量を調節せざるべからず。若其鐵が過熱せられんとする時は頂部塞板 (top damper) を其一部分だけ閉ちて空氣の壓力を増加し、若し又銅が過熱せられんとする時は下部の塞板を其一部分だけ閉ちて壓力を増加せしむべし。

變壓器が若し規定負荷運轉にて攝氏35度上昇及2時間50パーセント過負荷運轉に攝氏55度上昇を最高溫度として保證せられたる時は、其銅に30度上昇及其鐵に35度上昇を與ふるやう冷却用空氣を調節するを要す。而して之等の調節は其發熱運轉の最初の1時間内に慎重に之を行ふべし。之等が適當に調節せられたる時は實際上或不變溫度にて約4時間運轉すべし。送風機の取入口 (intake) に近き室内の溫度を讀む



ため数個の寒暖計を置き、而して1時間毎に總ての寒暖計を讀みて變壓器に送らるゝ空氣の溫度を求め、又各變壓器の一つの捲線の抵抗を同じく1時間毎に測るべし。被試験變壓器のフレームは接地せられ居るを以て、鐵の溫度は負荷中にも讀取るを得。若し其一次導線(primary leads)が其器械の頂部より引き出され居る時は鐵の溫度以外の溫度を讀むには其電壓を豫め切り去り置くを要す。然れども被試験器が若し底部結線(bottom connection)ならば、其負荷中に溫度を讀みて差支なかるべし。又若し出來得べくば讀取をなす際に其寒暖計の位置を變せしめざるを可とす。

抵抗測定の用意成りたる時は送風機を停止し、負荷を切り去り、而して被試験器が未だ冷却せざる内に能ふだけ迅速に抵抗を測定せよ。

抵抗に依りて溫度上昇を計算すること次の如し。

$T$  = 線輪の熱時溫度、攝氏度

$t$  = 線輪の冷時溫度、攝氏度

$R_T$  = 攝氏  $T$  度に於ける線輪の抵抗オーム

$R_t$  = 攝氏  $t$  度に於ける線輪の抵抗オーム

然れば  $T = (238 + t) \frac{R_T}{R_t} - 238$

$T - t$  = 攝氏上昇溫度

被試験變壓器のラミネーション(lamination)の弛みたるものなきかを其發熱運轉中に慎重に點檢すべし。若し何れの變壓器にても其弛みたる鐵板のために起るブンブンいふ音や又はガラガラいふ音が聞ゆる時は其鐵板を平に能く締付け、其音の生ぜし點に能ふ限り接近して其鐵心の上に白墨にて符號を記し置くべし。

總ての修理が完成したる後に行ふべき2倍電壓(double voltage)及高電壓(high voltage)試験を除き、發熱運轉並に其他の試験を終了すべし。若し電動發電機法が使用せられざる時は、變壓器の銅發熱運轉(copper-heat run)及鐵發熱運轉(iron-heat run)を別々に施行すべし。

短絡發熱運轉(Short-Circuited Heat Run)をなすには、被試験器の二次捲線を短絡し置きて一次捲線に規定電壓を加へよ。此試験の終に當り被試験器の熱時抵抗を測定したる後其一次捲線を開電路(open circuit)となし又人が危険を蒙る恐なきやうに其諸導線を配列し置きて、鐵の溫度が遂に不變の値に達する迄被試験器の二次捲線に正當なる周波數の規定電壓を加へ、宛然電動發電機法にて發熱運轉をなしたるが如くに此試験を終了すべし。(譯者曰電動發電機法は既に前に説明



したり)。又此試運轉には被試験器の銅と鐵とが同時に負荷せらるゝ場合と丁度同量の冷却空氣を用ゆること必要なるが、斯くする時は其發熱も實際上相等しき結果を呈すべし。

此發熱運轉の終に於て總ての抵抗を慎重に測定し、又寒暖計を読むべし。之をなすには前に被試験器の冷時抵抗を測りし時と同様の注意を要す。若し其何れの讀にても抵抗の増加に疑はしき點あらば他の異りたる一組のメーターを用ひて改めて抵抗測定をなし、此結果とを照査せざるべからず。若し此手續を適當に行はば4個の變壓器の讀を十分に取るには10分間にて足るべし。

ハンダ付をなしたる總ての接合點を善く點檢して不當の發熱なきかを視よ。

過負荷試運轉の仕様を特に指示せられざるものに在りては、ハンダ付接合點を檢するために、其變壓器を50パーセント過荷重電流にて20分間運轉すれば可なり。此試験後に被試験器の熱時抵抗を測定せよ。

過負荷發熱運轉 此試運轉は普通2時間に限られ、又規定負荷發熱運轉に引き續きて之を行ふ。變壓器は過負荷にて連續的に運轉せらるゝやう設計せられ又1より小なる或力率にて或一定のキロワット出力と

なるやう運轉して差支なかしむること往々なり。過負荷試運轉は大いに注意して之を監視すべし、而して短時間繼續の過負荷運轉に於ては殊に然りとす。過負荷溫度(over-load temperature)は甚急速に上昇する故、運轉時間の長短に就きては特別に注意せざるべからず。發熱運轉の終に於ては總ての溫度を記録し、又總ての抵抗を測定せよ。又此試運轉に於ては規定負荷試運轉の時と同様の空氣壓力を用ゆべし。

絶縁試験—2倍電壓試験(Insulation Test Double Voltage Test) 此試験にては心損及インピーダンス試験に於けるが如く、被試験變壓器に電壓を供給する交流發電機を能ふ限り其發電機の規定電壓に近似したる電壓にて運轉し、以て其波形の歪み(distortion)を避くべし。線輪のターンとターンとの間、又は線輪の區分と區分との間の絶縁を試験するために規定電壓の2倍の電壓を加へよ。規定周波數にては1個の變壓器に2倍電壓を得ることは、其鐵の磁氣密度が甚高くなるため不可能なる故、周波數を増加せしめざるべからず。1分間2倍電壓を加へ、之に引續きて5分間 $1\frac{1}{2}$ 倍電壓を加ふべし。此5分間 $1\frac{1}{2}$ 倍電壓試験は前の2倍電壓試験の際に生じたらん短絡が、其電壓の加はり居たる間には未だ表面に見えざりしものあるやも測られ



ざる故、此種の何れの短絡をも発見せんがために之を行ふものなり。被試験の一次線のブッシング・ターミナル (bushing terminals) を試験前に清潔になし置き、又其高圧回路より起り來るべき不時の災害を防ぐやう警戒すべし。變壓器に起るぶんぶんいふ異様の唸りや又は電流の漏洩は、例ひそが僅少なりとも之を軽々に見過すべからず。

被試験變壓器に高壓を加へ又は之を取り去るには試験用交流發電機の磁界を漸次に加減せよ、而して其磁界開閉器を決して急に開くことあるべからず、何となれば若し斯くせば故障を生すべきを以てなり。(譯者曰 變壓器に高電壓を急に加へ又は急に取り去る時は其變壓器に激しき電氣的衝擊を與へ、又電壓の動亂を惹起して變壓器の絶縁を損する等の故障を生することあるべし)。此試験を終るや否や此試験結果に就きての意見を記述し置くを可とす。

若し變壓器が破壊 (break-down) したる場合には、其不完全なる線輪を見出して其位置を明かに印し置くべし。然る後其器械を分解して其不良線輪を容易に發見し、不完全なる原因を確めて之を修理し、再び斯様な破壊を繰り返すことなからしめよ。

空氣の読み (Air Readings) 今此所に採用する空氣

の読みを取る方法は1個のエア・メーター (air meter) を用ひて一つの標準開口 (standard opening) を通過する空氣の速度を読む事なり。此空氣の速度と其開口の面積とを知りて毎分の空氣量 (立方呎にて) は容易に計算せらる。底部に一つの大きな開口を有せる大きな箱を變壓器に當て置き、毛布の小片をパッキング (packing) として用ひ、空氣が少しも逃出することなきやう注意すべし。其開口の大きさ及エア・メーターが働く時間を記録し置くを要し又空氣の量は常に立方呎にて記すべし。此空氣の読みは塞板 (damper) の位置及空氣の壓力を發熱試運轉中と同一の状態になし置きて之を求むべし。

高電壓試験 變壓器絶縁物の絶縁耐力が果して其變壓器を連續的に運用するに十分なりや否やを決定する唯一の方法は、其絶縁に高電壓を加へて試験するに在り。

絶縁物は、ヴォルトメーターを使用し低電壓を以て試験せらるゝ時は高抵抗を示すべきも、高電流の通過に對しては比較的小抵抗を與ふるものなる故、絶縁物を機械的に検査するは殆無用の事にして、又絶縁抵抗の測定をなす事も餘り有効なる方法に非らざるなり。

變壓器捲線に適用すべき絶縁試験電壓は其變壓器



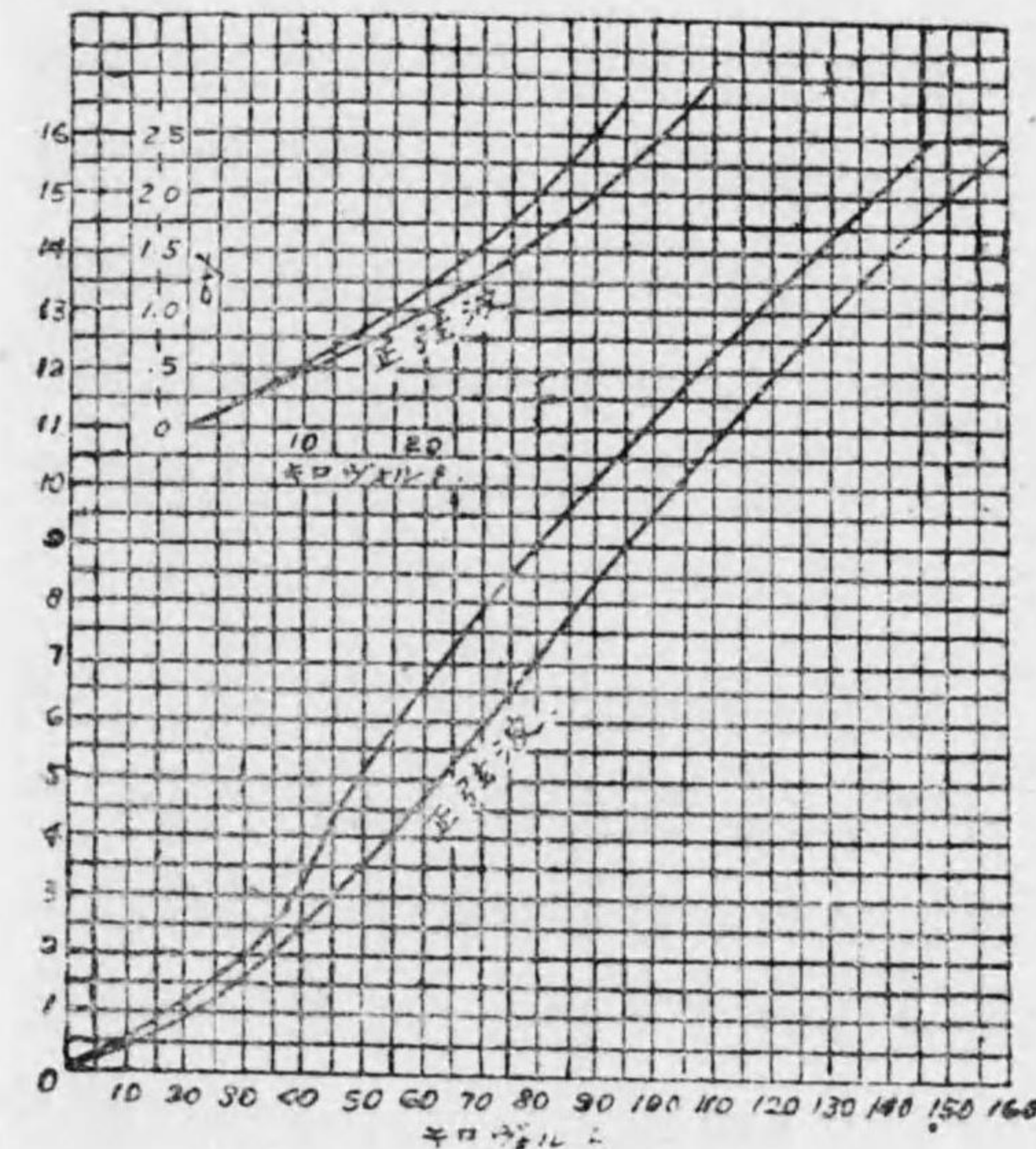
が本来設計せられたる使用電圧に關係す。被試験變壓器の一次と鐵心、若くば一次と二次間を試験する際には其二次線を接地するを可とす、何となれば一つの捲線と鐵心間を試験するに當りては鐵心と他の捲線との間に其等が規定運轉中に受くるよりも甚大なる。又従つて本来其等が耐へ得べきものとして設計せられたるよりも大なる電壓の歪を發生し、又一次と鐵心間を試験するに當りて、二次と鐵心との間に發生したる電壓は恐く數千ヴォルトに達し得る故、一次線に施したる絶縁試験のために、二次は通常運轉の際に存在せざるべき状態の下にて遂に破壊せらるゝこともあり得べきを以てなり。此絶縁試験中は總ての一次導線は二次導線と同様に、それを一緒に連結し置かざるべからず。若し其變壓器捲線の一つだけが高壓變壓器に連結せらるゝ時は其電壓歪み (voltage distortion) は其捲線全體を通じて各部に於て相違し、而して或點に於ては電壓を加へたるターミナルに於けるよりも其電壓歪が大なることさへあり。此の如き場合には、此試験に用ひたるスタック・ヴォルトメーターの讀み若くば測定用火花間隙の火花距離は、決して其絶縁物の歪みの程度を正確に指示するものに非ず。

變壓器の充電電流 (charging current) は其變壓器の大

小及設計の如何に因りて相違するものなり。

此電流は試験用變壓器の低壓側に入れられたるアンメーターに依りて測定せらる。絶縁物に加へたる電壓を増加すると共に、其充電電流も亦増加す。絶縁物に加へんと欲する電壓に達する能はざるは被試験物の静電容量 (static capacity) が甚大なるに基因することもあるべし、若くば試験用變壓器が希望の電壓にては大なる容量電流 (capacity current) を供給すること能

第五十三圖



火花距離曲線

の充電電流が流れて其絶縁物を焼くに至らん。

はざるに基因することもあるらん。此絶縁物が破壊したる時は電壓の降下を生ずべし、而してそれはスタック・ヴォルトメーターに指示せられん。若し其放電が或時間內繼續する時は過度



10000 ヴォルト以上の試験には、其電圧を見るに火花間隙を使用し、之をサイン波火花距離曲線(第五十二圖)に従ひて其間隙距離を定めよ。

一次捲線の兩端を試験用變壓器の一つのターミナルに連結し、又二次線の兩端を其鐵心及フレームに結んで之を接地し、試験用變壓器の他のターミナルを被試験器のフレームに連結すべし。加へらるべき電圧に對して火花間隙を定め又之を適當なるスタチック・ヴォルトメーターへ結べ。試験装置が萬事遺漏なきを確めたる後電圧を加へ、此間隙を火花が飛ぶ迄電圧を次第に上昇せしめよ。次に間隙を飛ぶ火花が止む迄電圧を降下せしめ、再び之を前に知りたる丁度の火花發生點迄上昇せしめて、此時の電圧を1分間維持し、而して後其電圧を取り去るべし。其時の充電電流を記録し置くを要す。

變壓器が破壊したる時は其の不良線輪を「烟らし」(“smoke”)て之を見出すを得。(譯者曰「烟らし」法は其不良線輪が焼けて少しばかりの烟を發する迄電流を通じ、其烟の發生點を確かむるものなり)。之をなすには只其位置を見定むるに十分なる程度に僅かに焼くべし、若し之を烟らして線輪に多大の損傷を與へなば其破壊の原因を發見する能はざるに至らん。

## 第十九章 三相變壓器

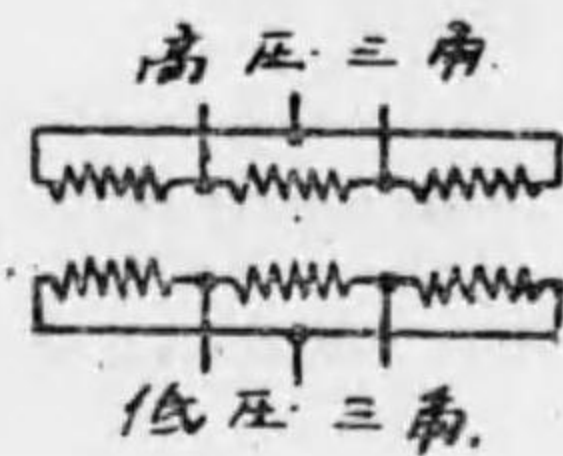
特種試験 (Special Test) 送風式三相變壓器を試験する順序は同式の單相變壓器に於けると大同小異なり。線輪の機械的構造も單相型のそれに同じ、但三相型は單相型に比して鐵心を通すべき空氣の通路が長く、又空氣壓力も單相式の場合よりも稍高きを要す。

冷時抵抗 (Cold Resistance) 單相變壓器の抵抗測定に就きて既に述べたる一般的の諸注意事項は、三相型變壓器の抵抗測定にも適用せらる。然れども發熱運轉 (heat run) の時は其一次回路が開かれ居るを以て、各組の線輪の抵抗を測定せざるべからず。若し其二次回路が永久的にデルターに結線せられ居らば其各組の導線間の抵抗を、又若し二次線輪が直徑的 (diametrically) に結線せられ居らば各組の線輪の抵抗を測るべし。測定を終りたる時は之等の讀取りを如何になしたるかを記録紙に登載し、以て測定及熱時抵抗の記録の混亂を避くべし。

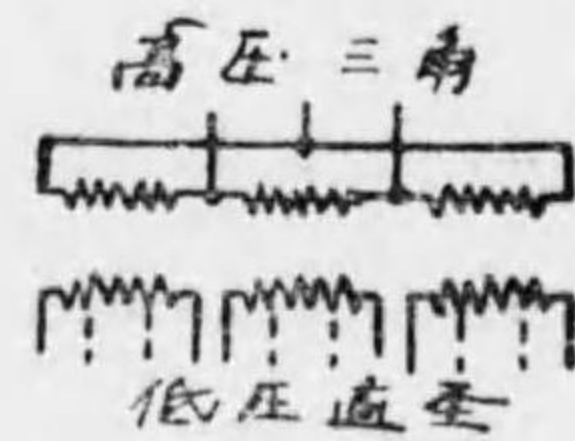
極性 (Polarity) 三相變壓器の極性を決定するには多大の注意を要す。次に示す諸種の線圖 (diagram) にて種々なる標準結線法を比較するを得。第五十四圖、第五十五圖、及第五十六圖は三相の單相變壓器の三相



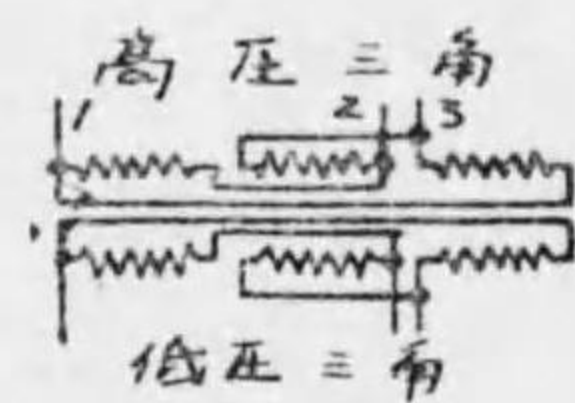
第五十四圖



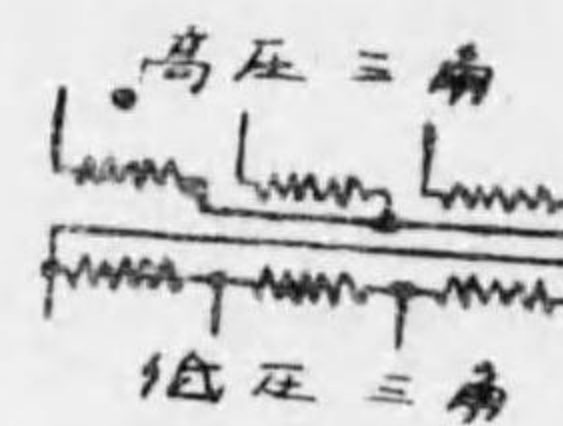
第五十五圖



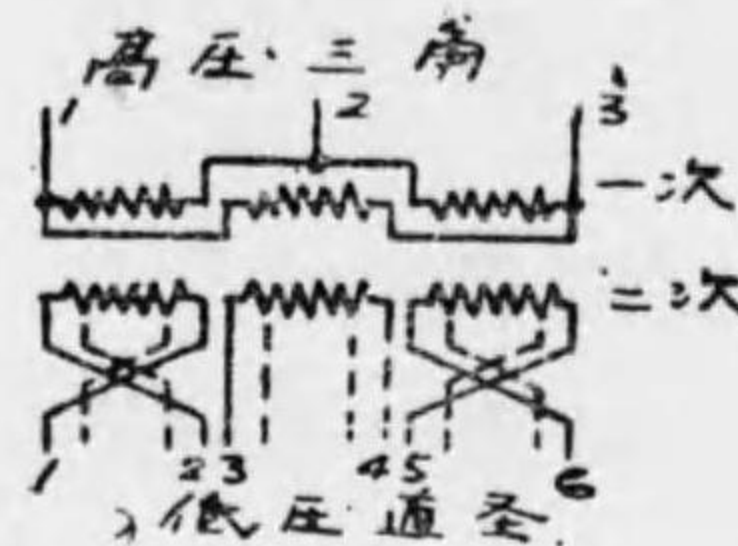
第五十六圖



第五十七圖



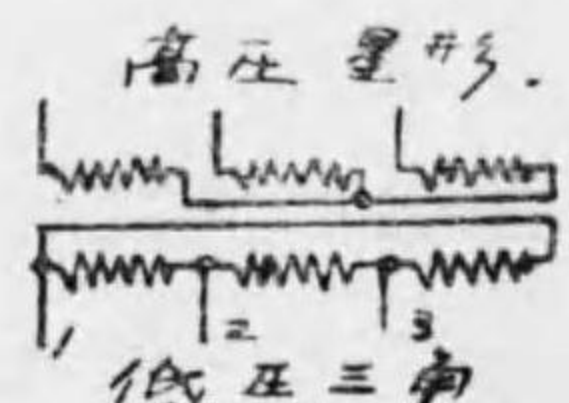
第五十八圖



第五十九圖



第六十圖



式結線法にして、第五十七、第五十八、第五十九及第六十圖は三相變壓器の結線法なり。

送風式三相變壓器の極性を定むるには、其一次及二次線輪が圖示せられたるが如くに接続せられ居るかを見るべし(第五十七圖及第五十九圖)。

一次線の1と2に直流を通じてヴォルトメーターに

適當の振れを與へ、次で此ヴォルトメーターの線を前に一次線の1にありしものは二次線の1に、又一次線の2にありしものは二次線の2に移して連結せよ。於是一次線の電流を切るべし、然る時は若し此相に對する極性が正しくば、ヴォルトメーターの針は正の方向にはねかへるべし。他の2相に就きても此手順を繰り返し、若し之等が總て最初のものど一致せば、其極性は正しきなり。此極性試験を如何に行ひしかを示すスケッチ(sketch)を示し置くべし。

三相變壓器の極性試験は、或る電壓より他の電壓に變ずるに當り、相の廻轉(phase rotation)の變化ありや否やを決定す。第五十八圖の如く結線したる變壓器の極性を決定するには、其一次線の1-2に電流を供給し二次線1-2に於ける振れを求めよ。そは逆極性(reversed polarity)を示すべし。一次線の1-3に電流が通じ居る時は、二次線3-4に於ける振れは正の方向に起り、一次線に電流が通じ居る時に、二次線5-6に於ける振れは逆の方向なるべし。

比及タップの照査(Check of Ratio and Taps) 能ふ限り何時にても、三相變壓器の比及タップを、其各相に就きて別々に照査し置くを要す。

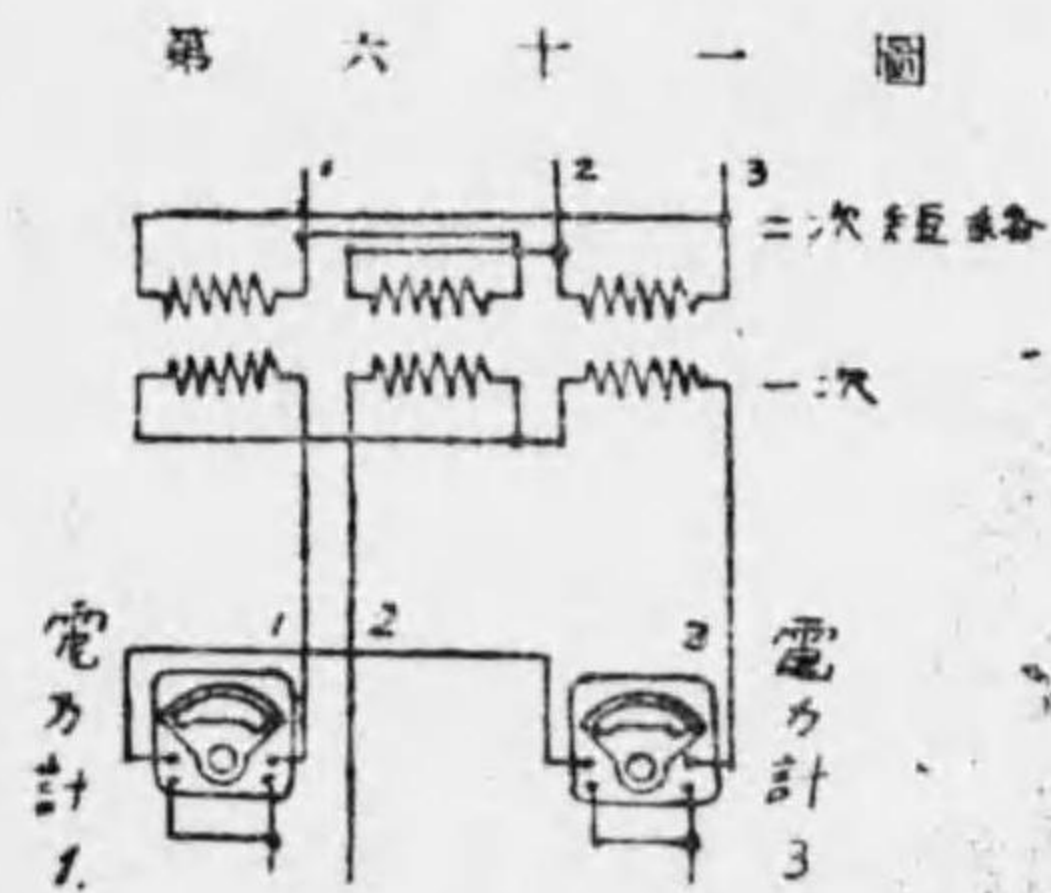
若し斯様に別々に行ふこと困難なる時は、一次及二



次の兩方共、其同一相の電壓を讀むやう注意せざるべからず。之等の測定を單相電壓を以て行ふこと能はざる時は三相電壓を加ふべし。若し其比が正しからざるやうに見ゆる時は双方の捲線をデルター結線として、其二次側に全電壓を加へ一次デルター結線に於ける交換電流 (exchange current) を讀め。此電流は全負荷電流の6パーセントを超過すべからず。

**インピーダンス (Impedance)** 此試験をなすには被試験變壓器を第六十圖に従ひて接続し、又單相型に對して與へたるご同一の一般的方法に従ふべし。而して其變壓器の一次電壓に相當する電流を次の如く計算せよ、即ち

$$\text{一次電流} = \frac{\text{容量ワット}}{\text{線電壓} \times \sqrt{3}}$$



第六十圖 インピーダンス試験結線法

第六十一圖に示すが如く同容量のワットメーター二個を連結せよ。測定に用ゆる2個の變壓器若くは倍率器 (multiplier) は同様のものなるを要す。此二個のワット

ンス損失を示す。

然るに此二個の中の1個のワットメーターの讀みは負 (negative or minus) の電力を示すものなるやも測られざる故、夫等の讀みの符號には大いに注意せざるべからず。其符號を検するには線1を開け、然らば若しワットメーター3の讀みが正 (positive or plus) ならば其針は零以上の或日盛の點迄降下して止まるべし。若し其針が零以下に降下し行かば其メーターの讀は負の符號を有するものとして記録すべし。若し此第一に檢せられたるメーターが正の讀みなる時は、上に説明したる方法を以て他のメーターを検し其符號を決定するを要す。

インピーダンス曲線は全負荷の50パーセントより同125パーセント迄之を取るべし。

ABH 變壓器 (第五十八圖) の短絡試験を行ふには其各相を他の相に關係なく短絡するを要す。而して讀取をなす時には試験用テーブルより出づる1線の電流を不變に保ち、其三相電壓及此2個のワットメーターを讀み、又1相に跨れる電壓を不變に保ちて他の相の電流を讀むべし。

**心損 (Core Loss)** 心損試験に於てはインピーダンス試験に於けると同様にワットメーターの讀みを取るべ



きものなり。而して其一次導線 (primary leads) を取付くるに就きても前と同様の注意を守り、以て危険を生ずるの機會なからしむべし。心損曲線 (core loss curve) は規定電壓の 50 パーセントより 125 パーセント迄取るを要す。

ABH 變壓器に於て其各相の中點を一緒に結合し以て直流三線式に對する中性點を作り置く時は其心損を測定するに適當の方法が多少煩雜となるべし。若し其中性點が解かれたる時は(例へば發熱運轉 (heat run) をなすに必要なるが如く)其二次線をデルター結線となし、之に三相電壓を加へよ。此電壓は其直徑的電壓 (diametric voltage) 即ち各相の電壓と同一なり。若し其中性點を解く能はざる時は、其中性結合點が Y 形の接合點となるやうに二次線を接続すべし。此の場合には、被試験變壓器の規定電壓に相當する電壓は其直徑的電壓の  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  倍なるべし。鐵心の總ての部分に適當なる磁束を得るために、中央の一組の線輪は他の二組の線輪に對して逆になるやう結線すべきものとす。

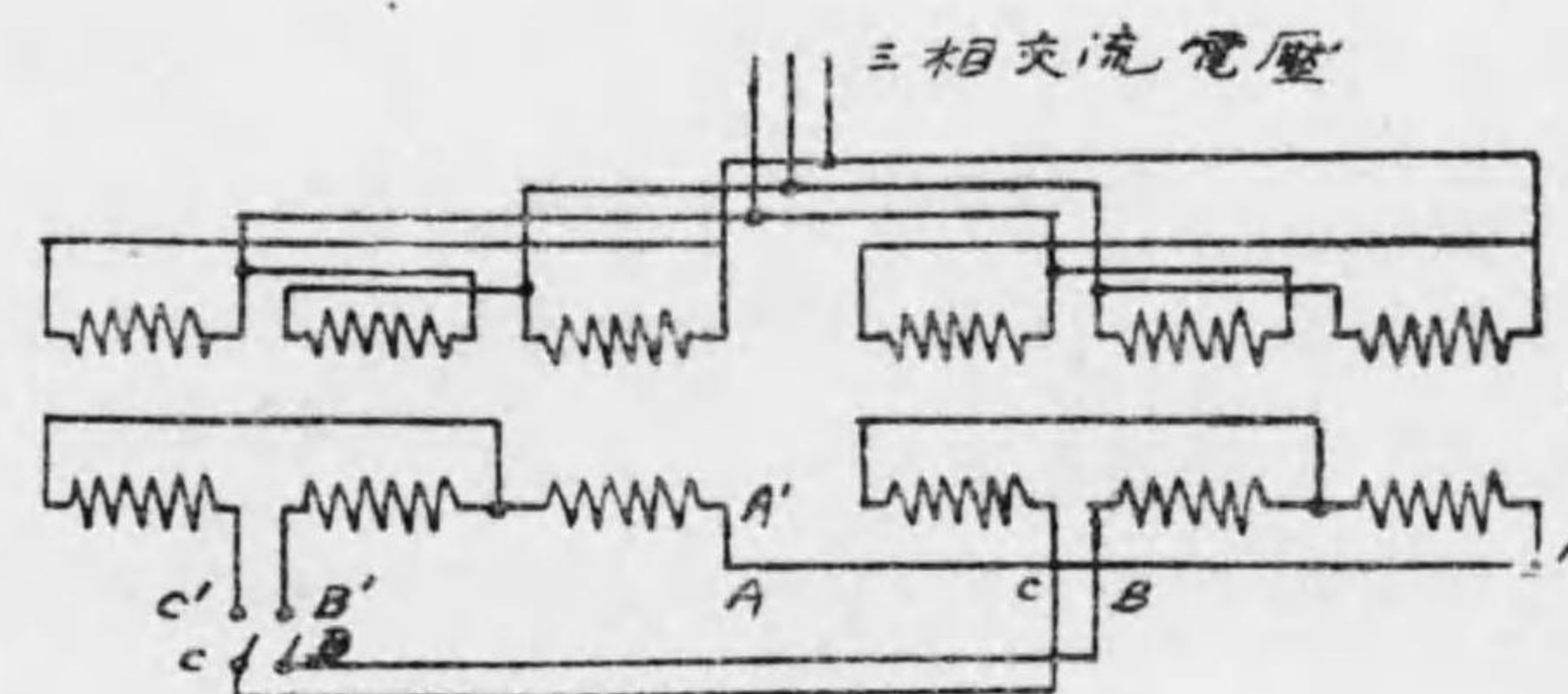
此試験にても、インピーダンス試験に於けるが如く、電壓を不變に保ちて讀取をなすべし。鐵心の異りたる部分に於ける磁氣抵抗 (magnetic reluctance) が不均一

なるがため、其磁化電流 (magnetizing current) に僅少の不平衡あるべし。故に心損試験に用ゆる交流電機は、能ふ限り其三相電壓が平衡するやう規定電壓を以て運轉せざるべからず。

並列運轉 (Parallel Running) 並列運轉に依りて三相變壓器の比及極性を單相變壓器の場合と同様の方法を以て照査するを得。

二個の三相變壓器の二次回路を並列に、及び其一次回路を第六十二圖に示すが如く接続せよ。

第六十二圖



三相變壓器の並列運轉接続法

A と A' 間を連結し、試験用可熔線 (testing fuse wire) を以て B より B' を試験し、若し少しも火花を生ぜざる時は最初の接続の儘にし置きし、B より B' に結び、C より C' を試めすべし。若し此處に少しも火花を生ぜざる時は其並列運轉は満足に行はるゝものなり。何れの



結線を變更するにも豫め電壓を切り去り置くこと肝要なりとす。

發熱運轉(Heat Run) 三個の單相變壓器に就きて前に述べたる方法は日常採用せらるゝものなり。若し二個若くば三個の變壓器が同時に運轉せらるべき時には、其二次側を並列に、一次側を總て直列に連結せよ。單相變壓器の發熱運轉に就きて述べたる方法注意等は此場合にも適用せらる、即ち事實上、三相變壓器の各相は、夫々一つの單相變壓器として取扱はるべきものなり。3個の單相變壓器に用ゆると同數の寒暖計を1個の三相變壓器に使用するを要す。三相變壓器の鐵心の空渠(air duct)を通じて空氣を送り入るゝには單相器の場合よりも高き壓力を要し、又注意して其塞板(damper)を調整せざるべからず。

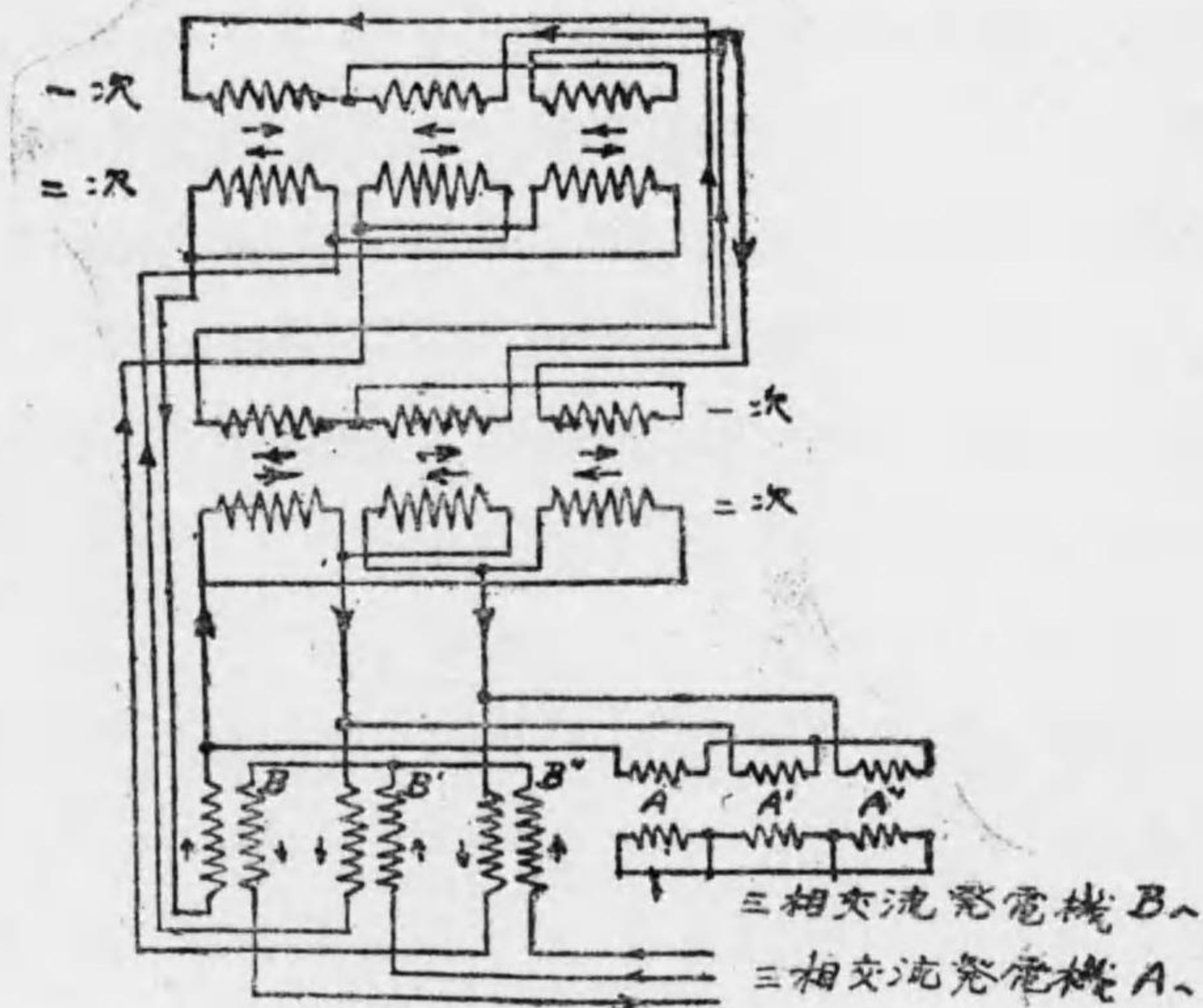
此發熱運轉をなすに、其一次回路に供給すべき電壓を計算するには次の法則に遵ふべし、即ち若し一次側がデルター結線なる時は其インピーダンス電壓を3倍し、若一次側がYなる時は其インピーダンス電壓を $\frac{3}{\sqrt{3}}$ 倍すべし。

若し過負荷に於けるものを求むるの要あらば、50パーセント過負荷に取りては50パーセントを又25パーセント過負荷に取りては25パーセントを何れも上記

に加ふべし。

若し二次側に三相電壓を加へ、一次側に單相電流を通せしめて發熱運轉をなすために一次側結線を開放すること實際上困難なる時は次の方法に従ふべし。

第六十三圖



三相變壓器の發熱試運轉接續法

被試験變壓器を第六十三圖に示すが如く結線すべし。

補助變壓器(auxiliary transformer) A, A' 及び A'' は二次電壓を供給するに用ひられ、變壓器 B, B' 及 B'' は直捲變壓器(series transformer)として二次回路にインピーダ



ンス電壓を供給するに用ひらる。全負荷電流を供給するに必要な電壓は1個の變壓器インピーダンス電壓の2倍なり。此インピーダンス電壓は、其電壓が加へられたる回路の如何に拘らず其電壓に對し同一の割合を有す。

第六十三圖の接続法に於ては2個の三相交流發電機を要し、其中の一機は變壓器の心損及勵磁電流を供給し他の一機は同じ變壓器の銅損を供給するものなり。2個の交流發電機が使用せらるゝ時は能ふ限り其双方の機械を同一の周波數にて運轉せざるべからず、然らざれば其心損電壓の上にインピーダンス電壓が重り合ひてメーターの針に動搖を生ずべし。B, B' 及び B'' なる1個の變壓器の代りに1個の三相變壓器若しくは誘導調整器 (induction regulator) を用ゆることを得。若し調整器を使用せば總ての損失を1個の發電機より供給するを得べし。

2倍電壓試験(Double Voltage Test) 一次側をデルター又はスターに永久的に接続するか、若しくは二次側中性點を全く結合するか、等の如き其他如何なる修理又變更にても、それを行ふべき必要ある時は、それ等が總て遺漏なく完成する迄は2倍電壓及高電壓(high voltage) 試験を見合すべし。三相交流發電機より、其發電機の

磁化電流甚高くなるが故に、2倍電壓を得る能はざる時は一時に1相宛此試験を行ふを得。1分間2倍電壓に試験引續き5分間  $1\frac{1}{2}$  倍電壓試験を常に行ふを要す。

高電壓試験 弛みたる鐵心を締むること、一次をデルター若しくはスターに結線する等の如き、又は其他必要な總ての修理及變更をなしたる後には常に高電壓試験を施すべし。デルター若しくはスターの結線を行ひたる後には又常に其極性を檢するを要す。過負荷發熱運轉、熱時抵抗、及空氣の讀み等の如き他の諸試験は單相變壓器の場合と同様に行はる。

## 第二十章 油冷及油水冷變壓器 (Oil Cooled and Oil-and-Water Cooled Transformers)

油冷變壓器 (Oil-Cooled Transformer) の試験順序は送風式變壓器の試験順序と同様なり。若し出來得べくば、試験を始むる少くとも4時間以前に被試験變壓器に油を満たし入るべし。若し之をなす能はざる場合には油を入るゝに先だちて、冷時抵抗、極性、比、タップの照査及インピーダンス試験を行ふべし。然れども如



何なる場合に於ても、1萬ヴォルト以上の油冷變壓器にありては、之に油を満さぬ前には決して之を規定電壓にて運用すべからず。

冷時抵抗(Cold Resistance)若し冷時抵抗を測る時迄に被試験器に油を満たしあらざる時は、油槽(oil tank)の内側に1個の寒暖計を垂下し以て出来る限り其捲線の温度に近き温度を読むべく、又若し油を満たしある時は其油の温度を記録すべし。油槽の内側の温度を求むるには常に酒精寒暖計を用ゆるを可とす。此種の變壓器の導線引出し方は送風式變壓器の場合と同じからざる故、試験を始むる前に其回路を善く照査し置くべし。

發熱運轉(Heat Run) 發熱試運轉に用ゆる接続及試験法は送風式變壓器に於ける場合と實際上同一なれども、只油冷變壓器にては被試験器を急に熱し上げ以て運轉時間を短縮せしむるために試験を始むるに當り最初過負荷にて出發せざるべからず。之等の試験は能ふべくんば50パーセント過電流にて2時間及25パーセント過電流にて3時間運轉すべし。此過負荷運轉は往々上記の時間よりも長時間を要することあり、時としては之よりも短縮せねばならぬことあり。被試験變壓器に其の規定電壓を加ふる時には、

其試験用交流發電機を其規定電壓にて運轉するを要す。

發熱運轉中は油槽(oil tank)又は油量計(oil gauge)より油の漏出無きかを善く視察せよ。又若し其變壓器より溢流せんとする程に油を満たしたるときは、其油の幾分かを取り去るべし。又變壓器より出づる導線が油を導き出すことなきやうにせよ。槽の外部に取付くべき寒暖計は、其1個を槽の上部殆槽内の油の水平面の高さの所に、又甚大なる器械にありては他の1個の寒暖計を油槽の底に近き部分に何れも常に油灰(putty)を以て之を取付くべし。此の場合には鐵心の温度を求むる能はざる故、油の温度を慎重に測定するを要す。能ふべくんば何れの場合にも、被試験變壓器の中心の近くに尙1個の寒暖計を置き、油が線輪の中より出で來るにつれて其温度を測り得るやうにすべし。而して此寒暖計の球部は油面以下約2吋の深さにあるを可とす。又槽の側面より約3吋の所に更に1個の寒暖計を置け。

油冷變壓器の發熱運轉には甚長時間を要し、普通被試験器の大小によりて6時間乃至15時間に亘るものなるが、温度上昇が2時間に攝氏1度以下となる迄繼續せざるべからず。油冷變壓器に就きては、若し避け



得べくば短絡發熱運轉 (short-circuited heat run) を行はざるを可とす、若し已むを得ざる場合には其諸線輪に就きてそれ等が不變溫度に達する迄短絡發熱運轉を行ふべし。

然る後 1 分間 2 倍電壓、5 分間  $1\frac{1}{2}$  倍電壓及 3 分間  $1\frac{1}{4}$  倍電壓試験を行へ。

高電壓試験若くは絶縁試験 多くの油冷變壓器は數萬乃至十數萬ヴォルト用として作られ居るものなるを以て、それだけ高き絶縁試験を要す。

試験用高壓變壓器より被試験變壓器に至る配線は何人も之に觸るる能はざるやうに之を行ひ、又何人の上にも落ち來る事決して無きやう丈夫に搏り置くを要す。被試験器に加へられたる電壓は試験用變壓器の低壓側に電力を供給する發電機の磁界を加減することによりて之を加減し、若し其電力が不變電壓の回路より來り居る時は 1 個の單相電壓調整器を用ひて之を加減すべし。此試験に於ては常に火花間隙 (spark gap) を使用すべし、而して若し其電力が單獨の發電機より供給せらるるか、若くは 1 個の電壓調整器に依りて加減せらるる時は清潔なる水を満たしたる 2 個若くは 3 個の硝子管より成れる高抵抗を其火花間隙と直列に入れ置くべし。此抵抗はスパークオーバーが起

りし際、其間隙を流るる電流を制限し、又其變壓器捲線の急激なる放電を防ぐものなり。

此變壓器の諸捲線は蓄電器 (condenser) の板 (plates) と同様の作用をなし、若し急に放電して同一電壓に持ち來さるる時は相隣れるターンは容易に短絡せらるべし。變壓器に急に電壓を加ふる場合には、之と同様の現象を生ずべし。充電電流が捲線の内部迄達するには捲線の諸導線を流れねばならぬ。故に終端線輪 (end coil) の絶縁を非常に強くし置きて其短絡を防ぐを要す。送風式變壓器の絶縁試験に就きて與へたる一般的の諸注意は此油冷變壓器の場合にも亦適用せらるるものなり。

2 倍電壓試験 5 萬ヴォルト若くはそれ以上の電壓にて運用するために作られたる變壓器にては、前の高電壓試験の際ターン間に何等かの破壊を生じたるかも測られざる故、それらの故障を發見せんがために最後に 2 倍電壓試験を行ふべし。

油水冷變壓器 (Oil-and-Water-Cooled Transformer) 油水冷變壓器の構造は大體に於ては油冷變壓器のそれと同様なれども、油冷式にては多數の溝襜 (corrugation) を有する槽内に捲線を藏め置きて其熱を放散せしめ、油水冷變壓器にては其捲線を滑かなる槽内に入れ、又冷却



用管輪 (cooling coil) を同一の油中に浸し置きて之に通水し變壓器損失電力のために發生せられたる熱を運び去らしむるやう作られたり。此冷却用管輪は普通鍊鐵を以て製造せらるれども特別の場合に鹽水を冷却用とする所にては、其鹽分が冷却管に及ぼす影響を避くるため銅管を使用す。大抵の變壓器に於ては其冷却管は槽の上半部に置かれたれども、時として平たくしたる眞鍮若くは銅管を以て冷却管を作り、之を一次と二次との線輪間に置くこともあり。二次電壓低くして而も容量の大なる水冷變壓器にては、其二次捲線を平たき銅管にて作り其中に水を循環せしむるものもあり。

水冷變壓器の試験は他の型の變壓器の試験と同様なれども、冷却用水を取扱ふことにつきて特別の注意を要す。變壓器槽内の油は其冷却管輪を十分に覆はざるべからず。

冷却管輪 (Cooling Coil) の 壓力試験 は其平方吋には數百封度迄之を行ふべし。之をなすには先づ其試験せらるべき冷却管内の空氣が少しも残りなく排出せられ終る迄之に通水して後、其流出口を閉ぢて水壓を増加せしめよ。而して漏水の有無を検し、若し之無くんば入口の弁を閉づべし。此際若し其管内の水壓

が急に降下せば何處にか漏水あるものと知るべし。若し外部の管系及開閉弁等が十分締まり居らば其槽の底部の油を試験管に抜き取りて、其油中に水の存否を検せよ、若し水が存在せば其管底に溜るべし。而して若し水が存在することを發見したる時は其冷却管輪を取り出して修理せざるべからず。然れども前の如くして入口の弁を閉ぢたる時、其管内水壓が降下せざる時は水壓を加へたる儘2時間保留すべし。之等の總ての試験を終りたる後其油を試験して油中に水の有無を検せよ。從來の經驗によれば鍊鐵管を使用したる場合は殆故障なきに近し。

發熱運轉を除く外の總ての試験は他の型の變壓器試験の方法に準じて之を行ふべし。

發熱運轉の始めに於ては通水無しにて正規の格定を以て運轉し、抵抗法に依りて測定したる上昇温度を攝氏20度に達せしめよ。(譯者曰 温度測定に用ゆる抵抗法は第十八章單相變壓器の發熱運轉の所に説明しあり)。油は約15度上昇を有すべし。冷却管内へ流れ込む水は蒸氣熱器 (steam heater) 若くは其他の適當なる熱源に依りて攝氏20度迄熱し置くを要す、但此温度は實際上に於ける平均温度なり。又冷却管内の水は攝氏10度の温度上昇をなすやう流入する水量を加減



せよ。時間を經濟的に使用して其水量を早く適當に調整するため15分間おきに温度の讀みを取るを可とす。被試験變壓器が略其不變温度に達するや否や、直に其の水量を觀測し、又半時間毎に其記録を取るべし。水は其立積若くば重量の何れにて測るも差支なし。

所要の水量は之を次の如くして算出するを得。即ち1ガロンの水が1分間に攝氏10度だけ温度上昇をなすには約2650ワットの電力を要すべし、換言すれば1ガロンの水が1分間に攝氏10度の温度上昇をなす時は2650ワットの損失電力に因りて生じたる熱を運び去るを得べし。大略の豫算を立つるには損失電力2500ワットに付水1ガロンを用ひて可なり。

損失電力に因りて發生したる熱の一部分は槽の表面より副射放散せらるべし。

抗測定をなすために被試験變壓器の負荷を取り去る時に常に其冷却用水を閉止すべし。漏油の有無を慎重に點檢して、他の變壓器に於けるが如く諸種の試験を完結せよ。

之等の多くの變壓器の導線は其槽の蓋を貫きて引き出しある故、結線を行ふに當り其陶器製のブッシング (porcelain bushing) の上に器具を落すことなきやう注意すべし。

此型の變壓器は普通、甚高き電壓用として作られ、特別に精製したる油を以て滿さるゝこと屢々なり。此變壓器が熱き間は其槽内の空氣は排出せられ、熱き油が槽の底部へ流れ込むを得。之等の變壓器の捲線を熱し上ぐるには、豫め冷時抵抗を注意して測定し置き、其一次捲線に全負荷電流の $\frac{1}{2}$ の電流を通せしめよ。半時間置きに讀みを取り、抵抗法に依りて其温度上昇を計算し (譯者曰  $t$  = 線輪の冷時温度、 $T$  = 線輪の熱時温度、 $R$  = 攝氏 $t$ 度に於ける線輪の抵抗オーム、 $R_T$  = 攝氏 $T$ 度に於ける線輪の抵抗オームとすれば、 $T = (238 + t) \frac{R_T}{R} - 238$  [及  $T - t$  = 攝氏上昇温度]、攝氏50度だけ上昇したる時其電流を減じ、槽が其空氣を排出する間此温度に保つべし。

二次線輪が平たき銅管より成り、其中に通水する水冷式變壓器に於て若し其總ての區分が同一水頭 (water head) より給水せられ居る時は各區分内を流るゝ水量を測定せざるべからず。若し其各區分が制水弁を有せば之等を全開 (full opening) になし置くを要す。1個の低讀壓力計 (low reading pressure gauge) を置き、幹管 (main pipe) の弁にて水壓を調整して之を不變に保ち、與へられたる時間内に各區分より流れ來る水量を測定して、其壓力及流量を記録すべし。此型の變壓器には毎平



方時に付10封度以上の水壓を加ふべからず、何となれば若し其壓力強きに過ぐる時は、ハンダ付の接合點が破らるゝの恐あるを以てなり。過負荷發熱運轉をなす際には常に規定發熱運轉の場合と同量の冷却用水を用ふべし。

75,000 ヴォルト以上の電壓用に作られたる油冷式又は油水冷式變壓器は内部に絶縁材料を満たしある特種の高壓導線 (high tension leads) を有す。試験を始める前に之等の導線の絶縁物を丁寧に満し、又之を満したる儘に保ちて漏出することなしや否やを注意すべし。

## 第二十一章 變壓器の能率、變動率及特種試験 (Efficiency, Regulation, and Special Test of Transformers)

能率試験 (Efficiency Test) 變壓器の能率は、其變壓器が無誘導回路に交付し得る純出力 (net out-put) の、同器の總入力 (total in-put) に對する比なり。其入力は出力と諸損失との合計なるが、損失には次の如き二種あり、即ち(1)心損—之は格定周波數及格定電壓にて心損試

験を行ひ、以て決定せらる。(2)  $C^2R$ —之は一次線及二次線の兩方に起るものにして、其等の捲線の抵抗と電流とより計算せらる。

變壓器の損失は溫度及電流の波形に因りて影響せらるゝものなる故、其能率を指定するには必ず或溫度例へば攝氏25度に關し、其電壓はサイン波なりや否やを明記せざるべからず。

能率を求むるに用ひらるゝ公式は次の如し、即ち

$$\text{能率パーセント} = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{心損} + C^2R \text{損}}$$

變動率試験 不變電壓變壓器 (constant voltage transformer) に於ては其變動率は無誘導の格定負荷より急に無負荷になりたる時の (但一次電壓を不變に保つ) 二次線のターミナル電壓上昇の、格定負荷に於ける二次線のターミナル電壓に對する比なり。變動率を求むるには、被試験器に全負荷を與へ置きて急に其荷重全部を取り去りたる時の二次電壓の上昇を觀測すれば可なり。此方法は試験を行ふに多くの入費を要し、又全負荷の時と無負荷の時の二次電壓の差は甚小なるが故に満足なるものに非らず。斯様に二次電壓を實際に測定したるものよりも別々に測りたるインピーダンス降下及抵抗降下の電壓より計算したる結果の



方が一層信頼するに足るものなり。

G.E.に會社にては次の方法を用ふ。

CR=荷重電流に因りて生ずる全抵抗降下、但格定電壓のパーセントにて示す。

CX=荷重電流に因りて生ずる全インピーダンス降下、但格定電壓のパーセントにて示す。

然る時は、

$$CX = \sqrt{(\text{インピーダンス降下}\%)^2 - (CR)^2}$$

p = 力率 (cosθ)

w = 無効電力係數

$$\text{變動率} = (CR)p + (CX)w + \left[ \frac{(CX)p - (CR)w^2}{200} \right]$$

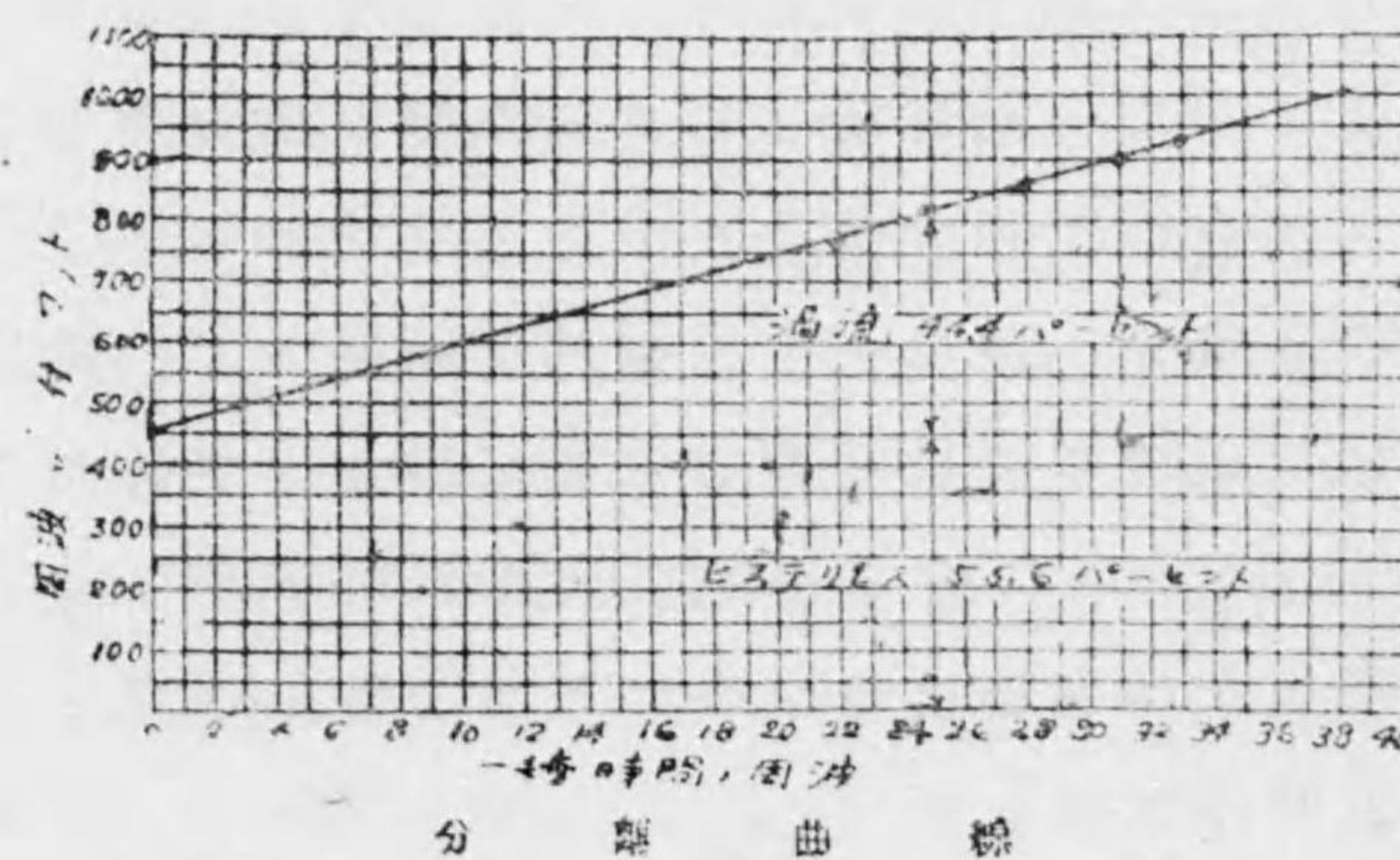
上に示したる變動率の公式は近似値を與ふるに過ぎざれども總て實用上にては之にて満足なりとす。

特種工學試験(Special Engineering Test) 不變電壓變壓器に取りては其心損と銅損とを分離する試験は特種試験と見做さる。變壓器の心損はヒステリシス(hysteresis)及渦流(eddy current) 損失より成る。ヒステリシス損失は鐵心磁氣の周波轉換(cycle reversal)のため生ずるものにして其値は其鐵の分量に關係し、又一定の變壓器にては其周波數に正比し且其磁氣密度の1.6乘に従ひて變化す。渦流損失は其鐵に流るゝ電流

のために生ずるものにして、鐵の電導率及成層板(lamination)の厚さに正比し並に周波數の自乘に従ひて變化す。而して之等の諸損失を分離せしむる方法は次の如し。

ヒステリシス損は周波數に正比し、渦流損は周波數の自乘に従ひて變化する故、鐵に一定の磁氣密度を保ち、周波數を變化して讀みを取り、之より分離曲線(separation curve)を描くを得。加ふべき電壓は之を加ふる時の周波數に正比して變化す、例へば60サイクルの時100ヴォルトとせば120サイクルの時は200ヴォルトとなるべし。毎サイクルに付ワットを縦軸とし、毎秒に付サイクルを横軸として曲線を描かば第六十四圖に示したると同様の曲線を得べし。此曲線を決するには少

第六十四圖





くとも4點の読みを取るを要す。規定周波數及規定磁氣密度に於ける之等の諸損失を比較して、其鐵の量及成層板 (lamination) 間の絶縁を推知することを得。

變壓器の銅導體 (copper conductor) の渦流損を其オーム損 (ohmic loss) より分離せしむるを得。即ちオーム損は周波數に無關係にして、渦流損又は周波數の自乗に従つて變化す。今其電流を不變に保ち、周波數のみを變化して其間にワット、ヴァルト、及速度を讀取るべし。ワット損を縦軸とし每秒サイクルを横軸として曲線を描け。而して其曲線を後方へ零の線迄延長せよ、然らば零なる周波數に於ける其全損失は眞のオーム損即  $C^2R$  を示すこととなるべし(第六十四圖を見よ)

短絡試験 (Short Circuit Test) 極めて稀なる場合には變壓器の短絡試験を行ひ、以て常用の際偶然に短絡を生じたる時其變壓器が如何なる現象を呈するかを見定め置くべし。此試験を行ふには、被試験變壓器の一方の捲線を同器の容量の4倍乃至5倍の容量を有する電源に接続し、他の一方の捲線を短絡せよ。過度の磁氣的反撥のために其捲線の端が撥き出されんとする傾向は、此試験に於て最注意を要する肝要の點なり。此試験にては電流は規定の15乃至30倍に達するを以て試験時間を短くすべし。

## 第二十二章 變流器

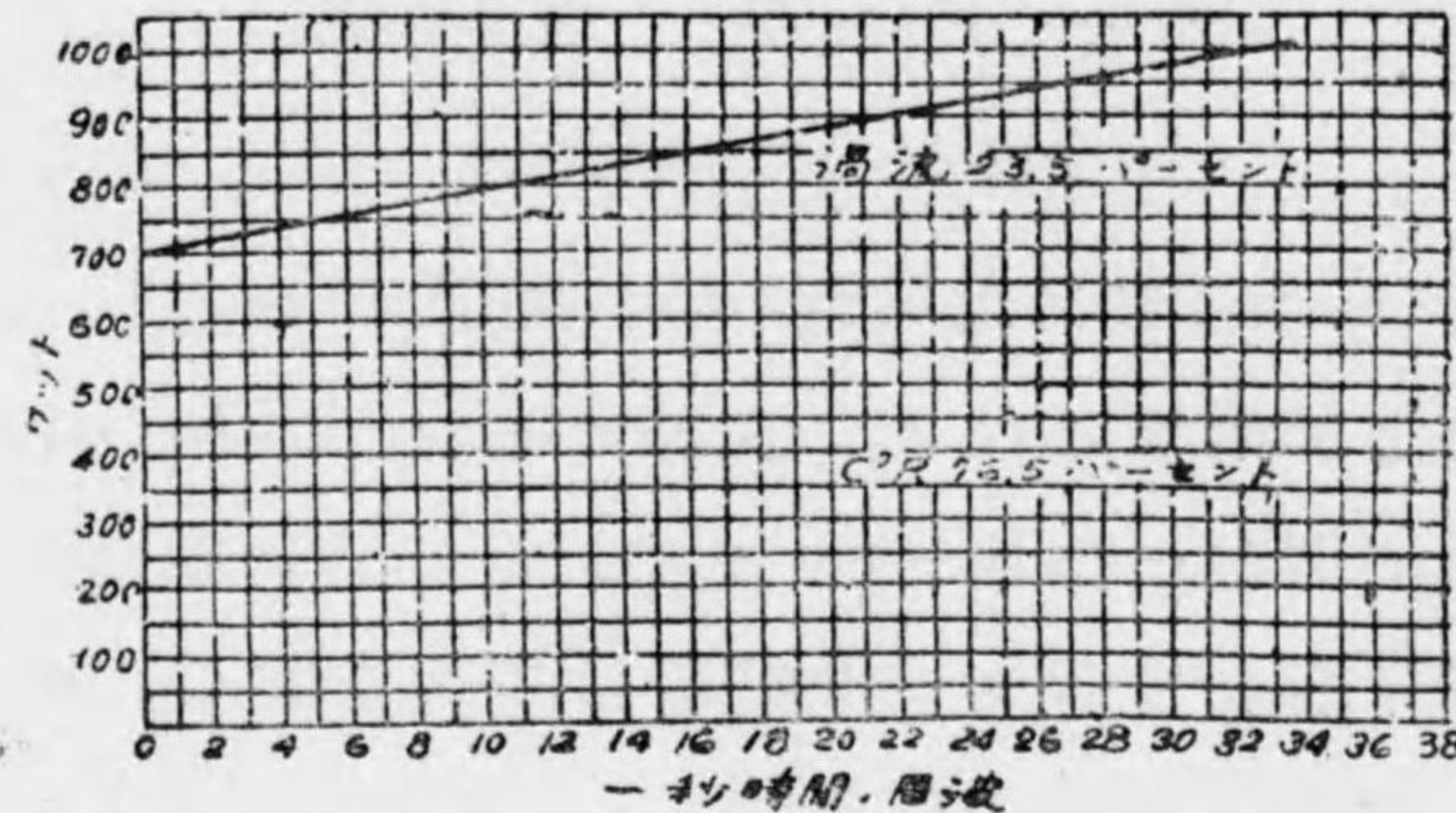
### Series Transformer

計器 (meters) 又は繼電器 (relays) を働かせしむるために電流を供給するために設計せられたる變流器は、其10乃至20個を一集團 (one group) として試験せらる。變流器に對して行ふべき試験は二次捲線の冷時抵抗 (之は5個毎に1個に就きて行ふ)、極性、比、發熱逆轉及絶縁なりとす。線層 (layers) 間の絶縁を試験するには、被試験器の二次回路を開きて、一次線に1分間全負荷電流を通すべし。善く注意して一次及二次捲線を區別し間違はぬやうにせよ。變流器の一次線とは主要電路 (main circuit) と直列に連結せらるべき捲線を指すものにして、其一次導線 (primary leads) は殆常に二次導線よりも甚大なるプッシングを通じて引き出さる。

冷時抵抗 (Cold Resistance) 多數の變流器を一集團として之を一緒に試験する時には、被試験器總數の5分の1だけのものに就きて、其二次捲線の冷時抵抗を測定すれば可なり。一次側の抵抗は餘りに小さくして之を正確に測定する能はざる故に普通其測定を省略す。之等の變流器に就きてても大なる變壓器に於けると同様の注意を守るべし。



第六十五圖



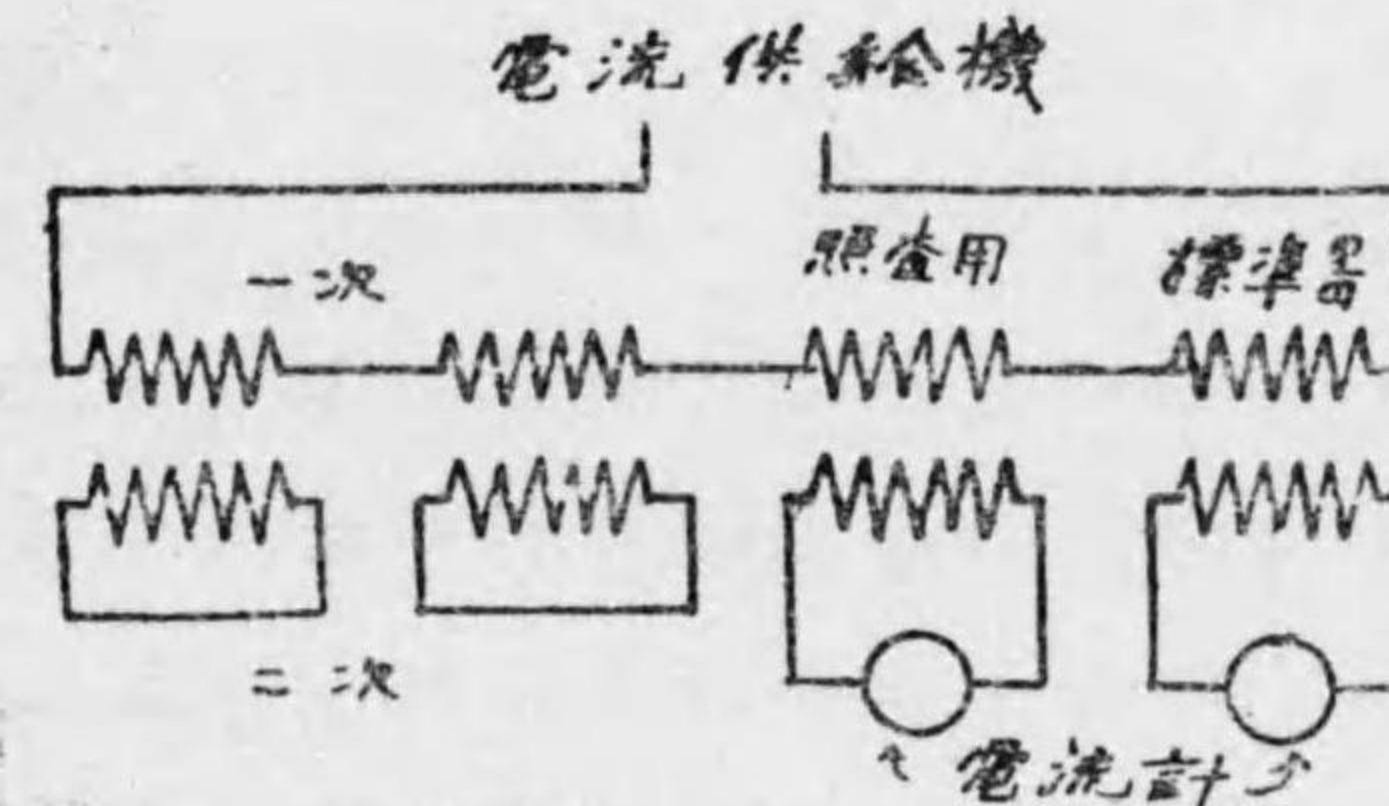
極性 (Polarity) 變流器の極性が正しからぬ時は之を多相式メーター回路に用ゆるために結線を行ふ際支障を生ずべし。故に其極性試験を慎重に行はざるべからず。

比 (Ratio) 變流器の比を求むるには之を實際に試験せずして1個の標準器に比較す。標準用として撰出せられたる變流器に就きて其正當なる負荷及周波數の時の比を最も慎重に照査するを要す。試験せらるべき一集團の變流器中より1個を撰びて之を標準器と定め、總ての變流器の一次線を直列に連結し、又總ての二次線を第六十六圖に示すが如く短絡せよ。然る後標準器の二次線にアンメーターを入れて此變流器を照査すべし。此接続は電球用紐線又は他の適當なる電線を以て之を行ひ、又其電線を十分に長くして

一次回路より少くとも10尺を隔てたる所にアンメーターを置き、以て遊磁界 (stray field) の影響を避くべし。他のアンメーターを用ひて標準變流器に結ばれたるアンメーターを照査し、其電流を規定の値迄高めて照査用アンメーターの讀みを控へよ。さて此の標準器のメーターを他の變流器に移し、先きに控へ置きたる讀み即照査用メーターの讀み迄電流を高むべし。而して之が正しくなりたる時被試験變流器のアンメーターを讀め。

若し此讀みが、同メーターが前に標準變流器に取付

第六十六圖



けありたる時の讀みと一致せば被試験器の比は正しきなり。斯様にして此の標準器を以て總ての變流器を照査

し終る迄此方法を繰り返すべし。

メーター及電線の發熱不均一なる故、又新しき照査の讀みを取るべき必要屢々起る。之等の變流器の比は其差の1パーセント以内に於て一致せざるべからず。メーターを入れたるもの、外總ての二次線はそ



れを短絡したる儘に保つべし。此型の變流器には2組の捲線を以て作られたるものもあり。之等は恰も別々の2個の變流器と見做して試験すべし。

發熱運轉 (Heat Run) 新に設計せられたる變流器に就きては其發熱試運轉を行ふべし。之をなすには其二次線を短絡し置きて一次線に規定電流を通せしめ以て遂に不變溫度に達せしむべし。被試験變流器5個毎に1個に就きて抵抗法に依りて溫度上昇を求め又各器の寒暖計の溫度の讀みを1時間毎に取れ。被試験器が不變溫度に達したる時に其鉛板 (name plate) に示されたる30分荷重 (30-minute load) を以て2時間繼續運轉するを要す。以前に作られたる變流器に基き、それと同様に製作したる變流器に於ては前に述べたる不變溫度に達する迄の手數を行はず只其變流器の30分荷重を以て2時間の發熱運轉を行へば可なりとす。被試験器5個の内其1個の熱時抵抗を測定し、又各器に就きて寒暖計の讀みを取れ。然る後二次線を開き置きて其30分荷重電流を一次線に通じて1分間運轉し、以て各ターン間又は各層間の絶縁を試験すべし。此試験は變壓器に於ける2倍電壓試験に相當するものなり。

高電壓試験 變流器の高電壓試験は多數の器械に

就きて之を同時に行ふを得。總ての二次線及外函 (case) が一緒に適當に結合せられ居ることを見届くべし。電壓調整器を有する結線に用ひられたる變流器は不變電壓變壓器と同様の特性を有し、又それと同様に試験せらる。

## 第二十三章 單相調整器 (Single Phase Regulator)

G. E. 會社の *IRS* 型即ち誘導調整器單相型 (induction regulator, single phase type) は電氣爐又は單相電燈饋電線の制御に用ゆるために作られたるものなり。此調整器は一次線と二次線とを有し、前者は可動鐵心 (movable iron core) に穿たれたる線渠 (slot) 中に藏められ後者は固定鐵心 (fixed core) の中に在り。此調整器は2極、4極、6極若くは其他偶數の極に捲かれ、送風式、油冷式又は油水冷式の何れかの方法に依りて冷却せらる。

此調整器の一次及二次線は之に依りて制御せらるべき回路に對して夫々分路及直列に置かれ、其二次捲線に誘導せらるゝ電壓は一次と二次捲線の關係的位置に因りて變化するものなり。單相並に多相調整器は其一次及二次共に分布捲線 (distributed winding) を有すれども單相調整器にては其作用能力ある捲線 (active



winding)に依りて覆はれたる最大極面(maximum pole-face)が總體の極面(total pole face)の約60パーセントなる時に最良の結果が得らるべし。故に此調整器の中性位置に於ては其二次捲線は作用能力ある一次捲線にて包まれざる一次鐵心面を包み、而して若し假に補助捲線を備へざりしものごせば其インピーダンスは極端に高さものごなるべけれども、實際には補助捲線を有する故左程に高まらず。故に一次側の線渠(slot)中之を有効捲線に用ひざる線渠は短絡したる捲線を以て之を満たし、以て其調整器の中性位置に於ては其二次線中を通する電流が上記の短絡捲線に電流を誘起し其インピーダンスを減少せしむ。

調整器に就きて行ふべき必要なる試験は冷時抵抗、昇壓及降壓、心損、インピーダンス、發熱運轉及絶縁なりとす。

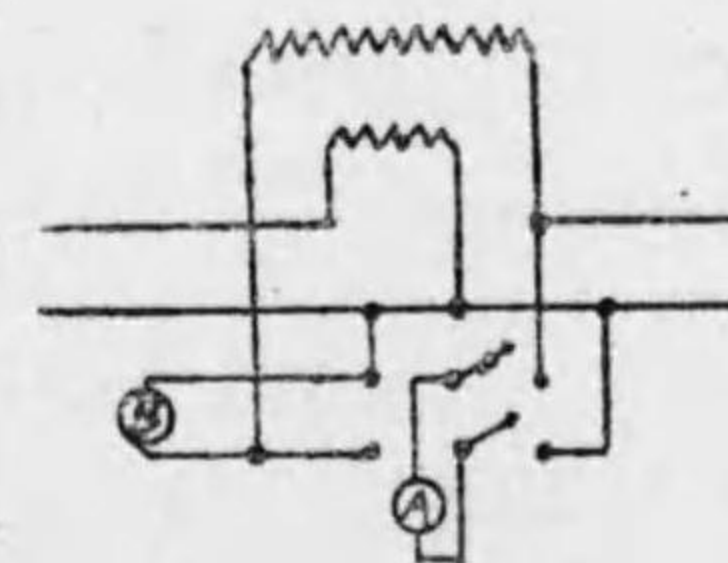
冷時抵抗は變壓器に於けると同様に之を測定するを得。

昇壓及降壓試験は被試験器の全電壓にて行ふものなるが、規定電壓に於ては、それ以下の電壓に於けるよりも磁氣漏洩(magnetic leakage)が大なる故注意を要す。此試験に用ゆる結線法を第六十七圖に示す。

双投開閉器(double throw switch)を用ひ同一のヴォル

メーターにて一次及二次の電壓を讀め。最初一次側の方へ開閉器を入れて照査用ヴォルメーターBが正しき讀みに達する迄電壓を高むべし。次に此開閉器を二次線側の方へ入れて、前回に取りたる照査用ヴォ

第六十七圖



調整器の昇壓及降壓試験

トメーターの讀みの値迄電壓を高めて二次電壓を讀め。之等の讀みを夫々最大「昇壓」(maximum "boost")、中性、及最大「降壓」(maximum "lower")の3位置

に就きて求むるを要す。其最大「昇壓」より中性迄、及中性より最大「降壓」迄の取手車(hand wheel)の廻轉度合を記録し置くを可とす。最大降壓試験の時は二次線に誘起せられたる電壓を一次電壓に加へ又最大「降壓」試験の時には一次電壓より二次線の誘起電壓を減すべし。取手車の指示板を照査して其正否即ち指針を"Raise"(上昇)の方に廻はす時電壓が果して上昇するや否やを見るべし。前述の昇壓及降壓試験上に尙一つの試験を施すべし、即ち一次捲線に全電壓を加へ置きて最大昇壓及最大降壓の時に於ける二次捲線の誘起電壓を測るべし、但こは昇壓及降壓試験を照査するためなり。此昇壓及降壓の曲線を作るべき讀みを取る場合には其片子(segment)の終



端に近き點の讀みを求むるに大なる注意を要す。最大降壓に至る迄總計20點に於て其間一次電壓を不變に保ち調整器のアーマチュアを異りたる種々の位置に置きて其二次電壓を讀むべし。

**インピーダンス** 中性位置に於て、一次捲線を通じて全負荷電流を無理に流れしむることは不可能なるを以て、インピーダンスは常に二次線に就きて之を測定すべし。此曲線を求むるにはアンメーターを通じて一次側を短絡し置き二次側に全負荷電流を加へ、アーマチュアを種々なる位置に置きて二次ワット及一次アンペアを讀むべし。最大昇壓の位置に於て全負荷の50パーセントより150パーセント迄のインピーダンス曲線を求めよ。一般的試験にてはインピーダンスの全負荷點は他の一方法を指定せざる限り其最大昇壓位置に於て之を求むべきものとす。又常に溫度を記録し置くべし。

**心損** 其アーマチュアが永久的に短絡せられたる IRS 型の調整器 (譯者曰 IRS 型は G. E. 會社の Single-Phase の Induction Regulator なり) の心損は一次捲線より之を求めざるべからず。其空隙 (air gap) のために力率は低かるべきを以て此試験を行ふには大いに注意を要す。最大昇壓に於て規定電壓の50パーセントよ

り同じく150パーセント迄の心損曲線を求め、アーマチュアを種々なる位置に置きて規定電壓を保ち一次側のアンペア及ワットを讀み取るべし。一般的試験にて單一點の心損を求むるには、其アーマチュアを最大昇壓位置に在らしめざるべからず。

**規定負荷發熱運轉** は一つの調整器より他の一つの調整器に送還して之を行ふ。然れども又被試験調整器を水抵抗箱に連ね、若くば適當なる變壓器列 (transformer bank) に對して送還して發熱試験を行ふを得べし。

最大昇壓及最大降壓を除きては任意の位置に於て、若し其インピーダンス電壓が二次側より供給せらるゝ時は短絡のため發熱運轉が複雑となる。

此短絡線輪中の電流はアーマチュアの位置に關係す。故に發熱運轉をなすには之等2個の調整器の一次線を並列に結び、正當なる周波數の規定電壓を加へよ。各一次回路にアンメーターを入れ、二次側は共通なる1個のアンメーターを通じて並列に結線すべし。一方の調整器のアーマチュアを其最大位置に在らしめ、此調整器が其一次及二次共に全負荷を得る迄他の一つの調整器のアーマチュアを移動せしめよ。此第二の調整器の二次側は全負荷電流を生じ、其一次側は



部分的の負荷を得べし。但一次側に電流の現はれざるはアーマチュア上に短絡捲線あるがためなり。一般に此兩調整器共上記の發熱試験の結果に依りて其良否を判定せらるゝを常とす。然れども若し特別の證明を要する時には先づ第一の調整器に就きて前の如く試験を終了し、次に第二の調整器のアーマチュアを其最大昇壓位置に置いて發熱運轉を行ふべし。

普通、規定の負荷發熱運轉に引續き 負荷發熱運轉を行ふ。發熱運轉に要する時間を成るべく短縮せしめんがために、被試験調整器が、若し送風式ならば短時間無送風にて、規定負荷とし、若し油冷式ならば暫時過負荷にて、又若し油水冷式ならば相當の時間内は無通水にて規定負荷となし何れも之を運轉するを可とす。漏油又は機械的缺點の有無を注意して調ぶるを要す。又變壓器に於けると同様に此調整器の熱時抵抗を測定すべし。

絶縁試験 絶縁試験は2倍電壓及高壓試験の二つより成り、之を普通の方法にて行ふ。二次捲線は只低き電壓をのみ發生するものなれども、制御せらるべき回路と直列にある故、一次捲線と同一の電壓を以て之を試験するを要す。

操作用電動機 (Operating Motor) 試験 操作用電動機

及極限開閉器 (limit switch) の附屬せる調整器に在りては其電動機をも試験するを要す。而して若し調整器の發熱運轉後に其操作用電動機の試験を行はんとする時は再び結線を行ふべき面倒ある故、寧ろ調整器の發熱運轉に際して其初に之を行ふを便利なりとす。此電動機及極限開閉器は適切なる圖面に從ひて接續せられざるべからず。而して電動機と軸 (shaft) との連結を斷ち、又調整器を無負荷及全負荷にて正負兩方向に操作せらるゝやう電動機を裝置して、其規定電壓及規定周波數の時の電動機電流を讀むべし。此電動機は調整器が全負荷の下に在る時、之を其一終端より他の終端迄働かせしめざるべからず。此働作が行はれつゝある間は調整器の負荷を維持するに只1個の調整器の取手車 (hand wheel) を廻はすの必要あるのみ。一端より他端の片子 (segment) に到るに要する時間を計り之を記録すべし。極限用開閉器は適當に働作する様それを調整せざるべからず。

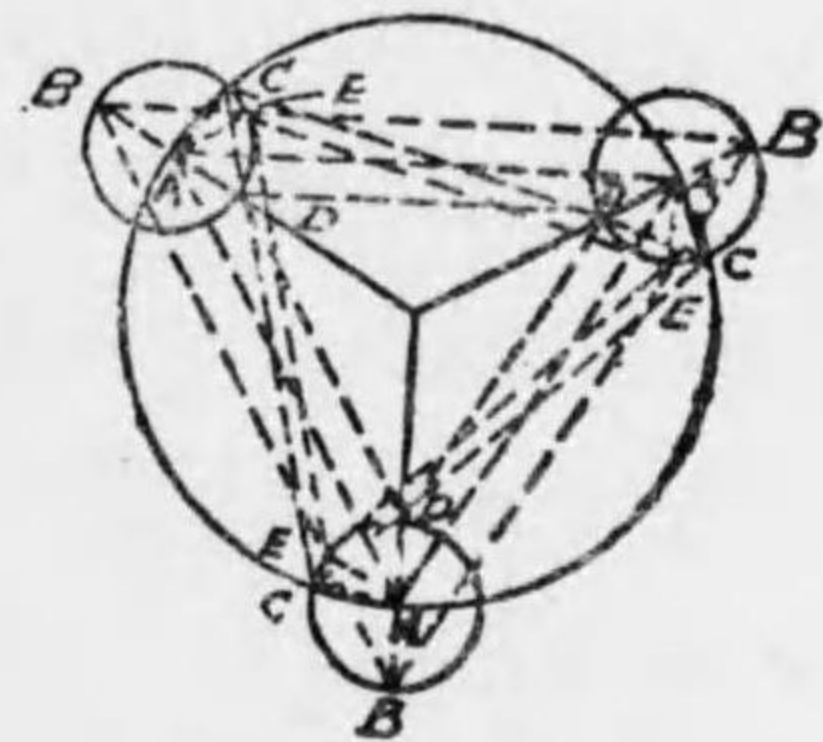
## 第二十四章 多相調整器

多相型の調整器は主として廻轉變流機に使用せらるゝものなるが、多相式の送電回路を制御するにも亦能く適合す。此調整器は前章に述べたる IRS 型に於



けるが如く送風式、油冷式若くは油水冷式の何れにも設計せられ、之に依りて制御せらるべき回路に對して、其一次側を分路(shunt)とし、二次側を直列に連結す。多相誘導調整器に於ては、其二次の各相に誘起せられたる電壓は不變なり。されど一次と二次の關係的位置を變じて、二次側の何れの相に於ける有効電壓をも、其最大「昇壓」より零迄、及零より最大「降壓」迄變化せしむるを得。

第六十八圖



調整器結線法(三相)

第六十八圖は三相調整器即ち IRT 調整器の三相の電壓を圖示せるものなるが、之に於て AAA を線電壓即ち一次側に加へたる起電力とせよ。これは大きな方の圓にて示さる。又 BA, BA, BA を二次線輪に生じたる起電力とせよ、但加へられたる電壓が不變なれば此起電力も亦不變なる者にして、これは大圓の周圍上にある 3 個の小圓を以て示さる。BBB は一次線に加へられたる起電力と全く同じ相に於て二次線輪の誘導起電力を示す、但これは最大昇壓の位置に於けるものなり。CCC は中性位置を、DDD は最大降壓位置を、EEE は中性と最大降壓の中間位置を、何れも示すもの

なり。

調整器の磁界に對して其アーマチュアの位置を變じ、以て二次電壓が一次電壓に對して任意のフェーズ相關係位置に来ること、即ち一次及二次の兩電壓は直列に相加はり若くば全く相反するやうになし得るものなり。アーマチュアを動かすには電動機の小さき軸上にある芋虫車(worm)と噛み合せられたるアーマチュア軸上の片子(segment)を以てす。此調整器は只單に手働(hand operation)若くば電動機操作(motor-operation)にて之を取扱ふを得。後者の場合には直流電動機若くは誘導電動機の何れにても使用するを得べし、又配電盤上に取付けたる小さき二極双投開閉器を用ひて之を制御し、以て欲するまゝに電壓を上昇若しくは降下せしむ。

此調整器が任意の方向に動きて其極限に達したる上之を停止せしむるため、自動的に開く一つの極限開閉器を備ふ。然れども若し適當に結線を行ひたる時は、此自動切斷器は、二極双投開閉器にて前と反對方向に調整器を動かすを毫も妨ぐるることなし。

調整器の一次及二次捲線は M 型誘導電動機 {譯者曰 M 型は G. E. 會社製の三相誘導電動機にして滑動環(slip ring)を有するものなり} の捲線に類似するもの



にして、其一次線輪を可動線輪上に置きたり。三相若くは六相調整器にては、其一次捲線は Y 型に接續せらる。其一次即ち固定捲線は固定鐵心上に置かれ又露出捲線 (open winding) にして、其各區分即ち各相は之に相當する被制御電線の相と直列に結ばれたり。

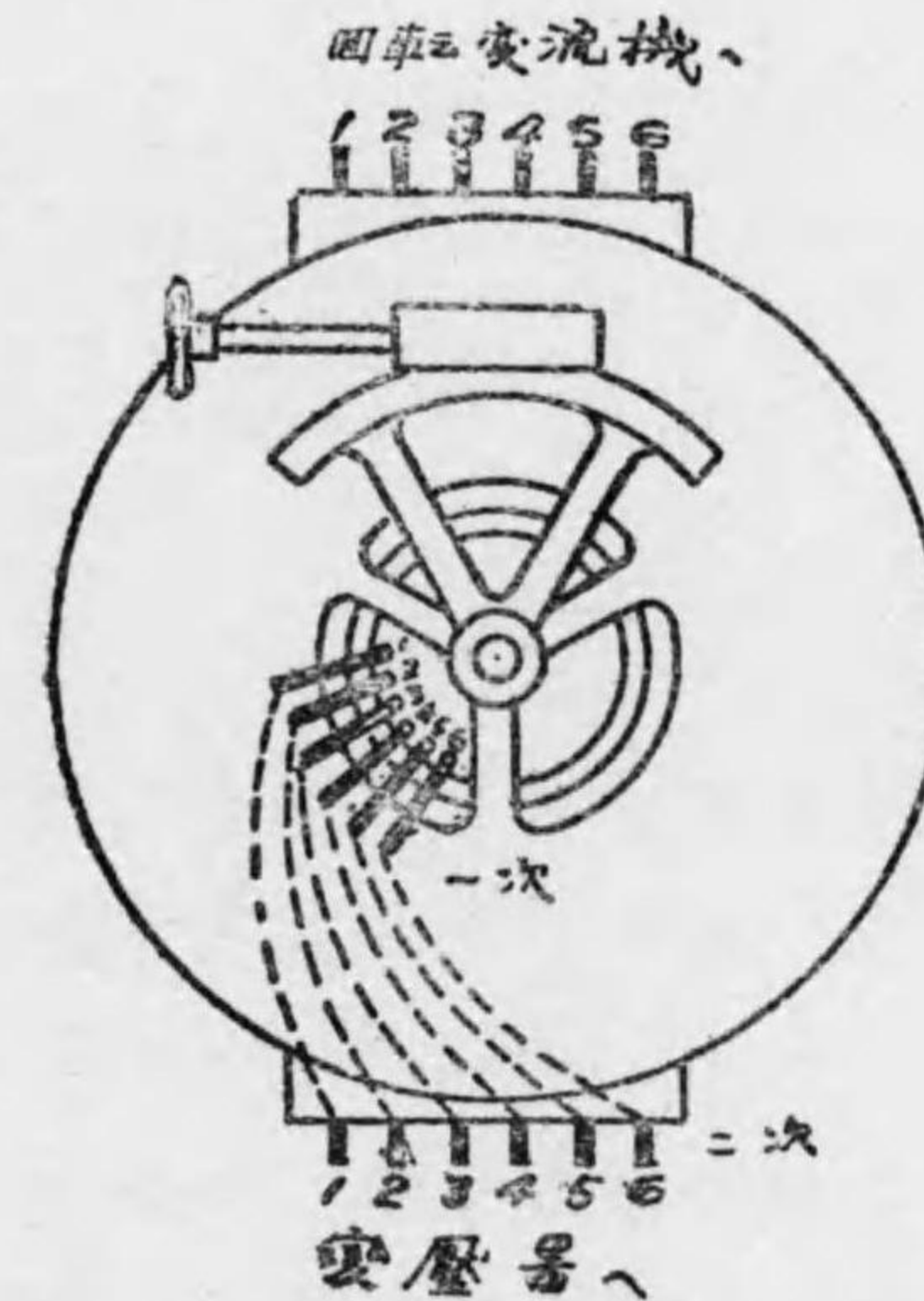
此調整器に必要な試験は冷時抵抗、昇壓及降壓、心損、インピーダンス、發熱運轉、熱時抵抗、1 分間 2 倍電壓、5 分間  $1\frac{1}{2}$  倍電壓及高電壓試験等なり。若し電動機操作調整器ならば其發熱運轉中に電動機試験を遂行し、以て結線を再び行ふの煩を避くべし。送風式調整器の場合には其空氣に関する讀みを取るを要す。

冷時抵抗 試験を始める前に總ての回路を慎重に照査すべし。若し二次線輪が其各端に於て每相に付 2 個のスタッド (studs) を有せば其 2 個のスタッドが並列に結ばれ居るか、若くは各二次側は其電纜の耳 (lug) にて並列に結ばれたる 2 個別々の線輪より成れるかを試験すべし。直徑的結線 (diametrically connected) IRH 型調整器の一次線 1-3-5 は一組及 2-4-6 は他の一組となり、又デルター結線 (delta connected) LRH 調整器に於ては、1-4, 2-5, 及 3-6 が正當なる回路を作らざるべからず。若し其各二次回路が、其電纜の耳 (lug) にて並列に結ばれたる 2 個の線輪を有せば、一方の側にある

2 個のスタッド (studs) は一般に其反對側の底部のスタッドに連結せらる、而して其逆も真なり。

此調整器の抵抗を變壓器に於けると同様に測定せよ。二次抵抗を記録する時には其電壓降下線 (drop line) を取付けたる箇所を控へ置くを要す。各二次線の抵抗を測り、又回路の番號を示す見取圖を描くべし。各線輪及油の溫度を記録せよ。

第六十九圖



昇壓及降壓 昇壓及降壓試験は、規定電壓及規定周波數を以て之を行ふ。三相調整器にては測定用ヴォルトメーターを一次側より二次側へ切替ふるために三極双投開閉器を用ひて、一次側に平衡せる三相電壓を加へよ (此處に所謂一次及二次電壓とは夫々調整せらるべき電壓

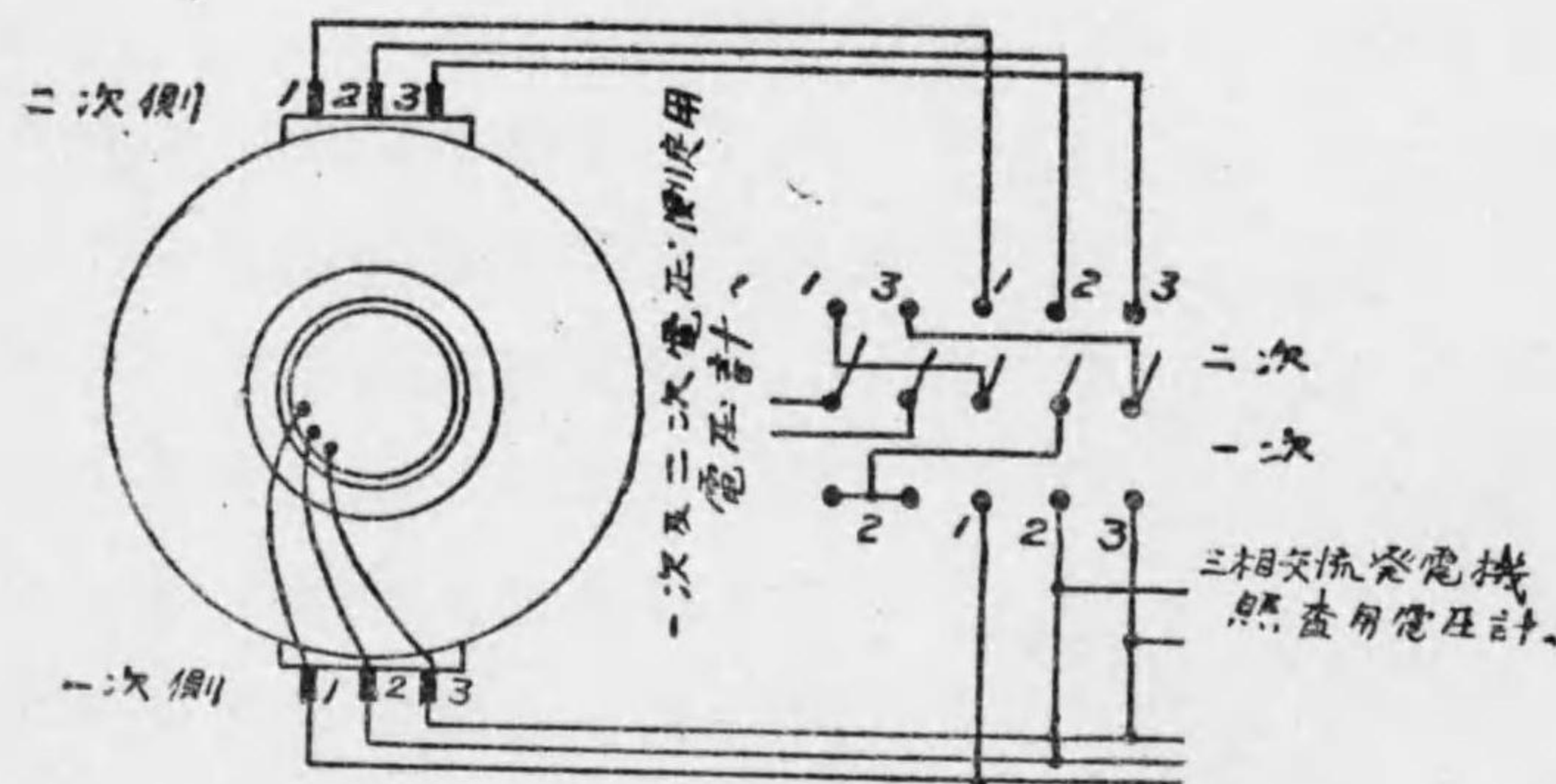
及調整せられたる電壓を指すものなり)。調整せらるべき電路に此調整器を分路 (shunt) に連結し、其二次側を直列に連結して常用状態に於けるが如く結線を行



ふべし。照査用として其一相にヴォルトメーターを入れよ。

第七十三圖は三相調整器の昇壓及降壓試験を行ふに適切なる結線圖を示す。其一次及二次の双方のヴォルトメーターを見て電壓を調整し、照査用ヴォルトメー

第七十圖

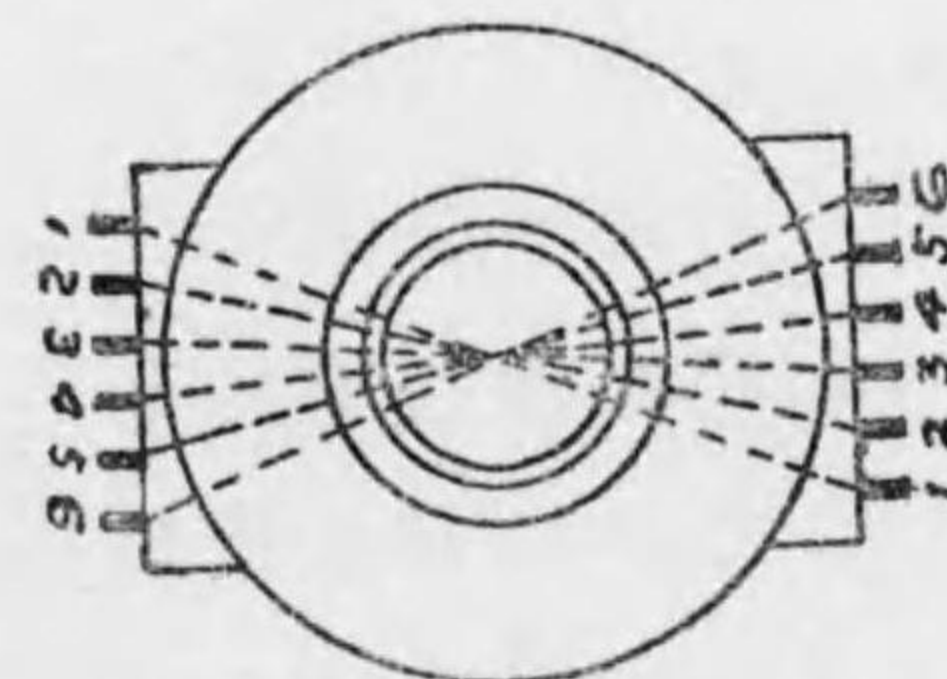


昇壓及降壓試験接線法 (三相調整器)

ターの讀みを控へよ。彼の三極開閉器を二次側に入れて、それに相當する二次電壓を讀むべし。最大昇壓、中性、及最大降壓に於て三相の總てに就きて之を行ふを要す。而して一相に就き20點の讀みを取りて曲線を作れ。又最大昇壓、中性、及最大降壓位置にて電壓の平衡を求めざるべからず。最大昇壓より中性迄、及中性より最大降壓迄の把手車の廻轉度合を數へて之を記録し、以て其機械的構造を照査するの便に供す。

最大昇壓及最大降壓は必しも常に片子 (segments) の各終端に於て來るものに非らず。各終端より數度の間に於ては把手車の各動き (each movement) 毎に電壓の讀みを取り、以て其最大位置 (maximum position) を決定すべし。把手車の指針が昇壓及降壓の方向を正しく示すや否やを照査するを要す。昇壓及降壓と同様に二次線輪内の誘起電壓を測定し、之を記録すべし。

第七十一圖



六相調整

或種の型の IRH 調整器にては其二次線輪の端子が正しく相對向せずして互に交叉せり (第七十一圖を見よ)。斯様な場合には其昇壓及降壓を正當に示すやう注意し、又其二次ターミナルを

示す明瞭なる見取圖を描くべし。而して之等が宛然 2 個別々の調整器なるかの如く見倣して其昇壓及降壓を求めよ、即先づ 1-3-5 に就きて試験し、次に 2-4-6 に就きて試験すべし。然れども之に六相電壓を加へ、以て六相としての昇壓及降壓の讀各一組宛を取り、此調整器の良否を決定するを要す。

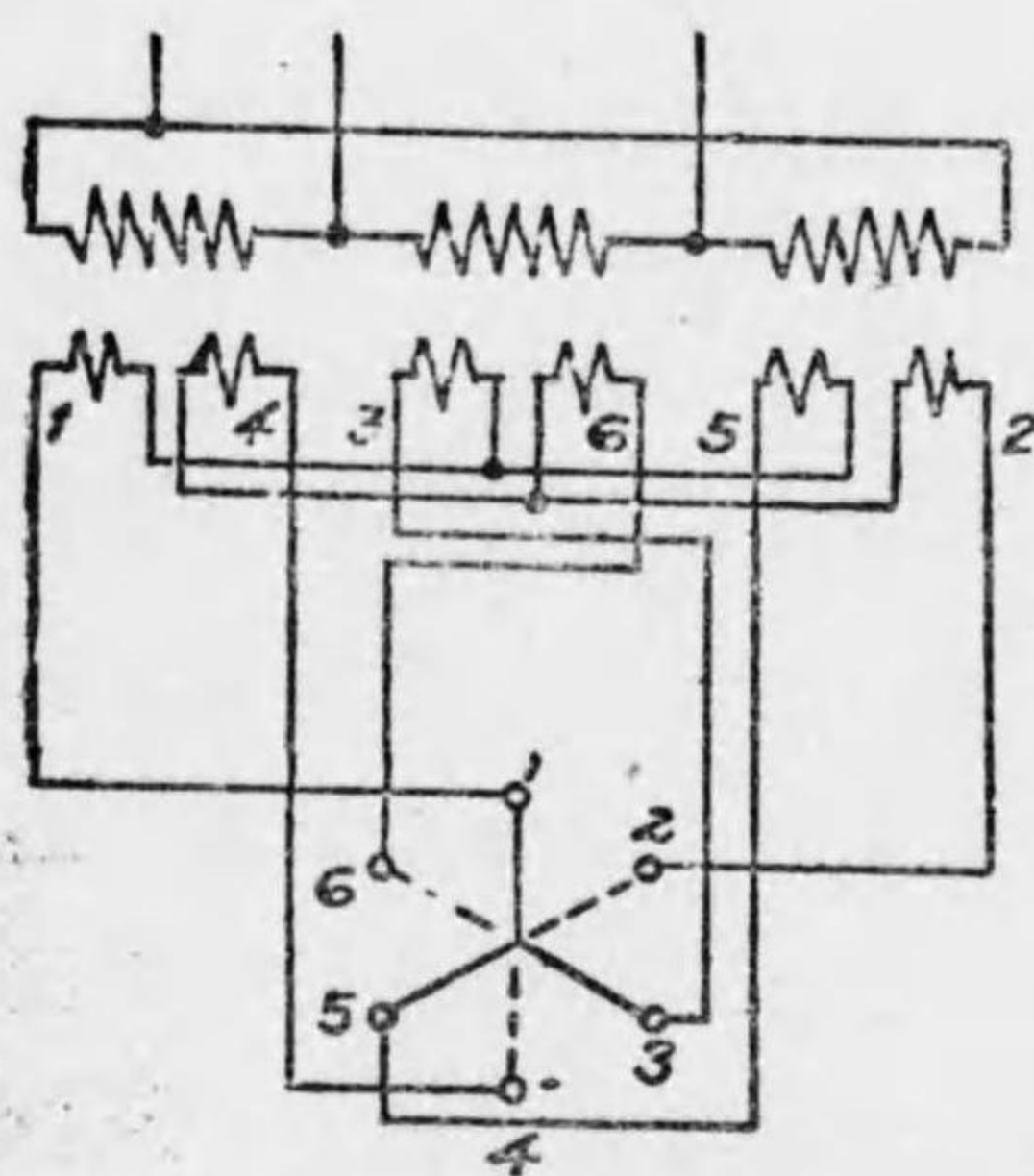
第七十二圖は試験を進行せしむる前に當りて必要なる六相電壓を得る結線法を示す。之に依りて六角



形の6側邊に相當する諸電壓は1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 及 6-1 を讀むことに依りて求めらる。六相電壓を用ゆるに非ずんば昇壓及降壓試験を試むること勿れ。又各二次線に誘起せられたる電壓を記録すべし。

器第七十二圖

調整器

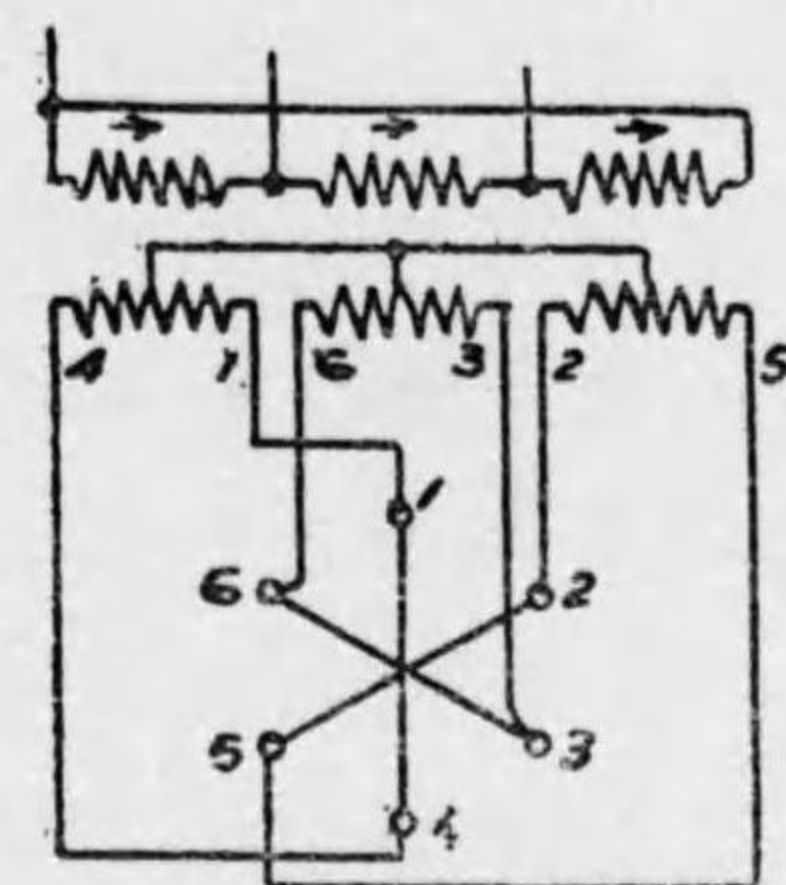


六相電壓を求むる結線法

IRH型即直徑的結線の調整器の昇壓及降壓試験は前述の如くに試験せられたる六相直徑的結線電壓を以て之を行はざるべからず。第七十三圖は之に用ゆる變壓器接續法を示すものなるが、其中性點は六相電壓が讀み得らるる様になされたり。昇壓及降壓試験をなす時は其直徑電壓 (diametrical voltage) を讀み六相昇壓及降壓を慎重に照査して直徑的昇壓若くは降壓と同様に之を記録せよ。各二次線輪間の誘起電壓を測定し、之を記録すべし。

心損 (Core Loss) 低壓三相調整器の心損は、一次捲線に規定電壓を加へて、普通の方法に依り測定せらる。一次電壓が1100 ヴォルト以上なる調整器の心損は、其二

第七十三圖



六相昇壓及降壓結線

次捲線に就きて之を測定す。一次側に2回路を有せる調整器にては、線1-3-5及線2-4-6に就きて、夫々其心損の讀み一組宛を求むべし。而して其何れの組も正しき心損を與へざるべからず。直徑的結線の六相調整器にては、六相電壓を

加へて各相に於ける心損を讀み、それ等を合計して總心損 (total core loss) を求むべし。又磁束を正當に分布せしむるため、一つの一次線を逆にし、總ての一次線をデルターに結びて、之に規定の一次電壓を加へ、2個のワットメーターを用ゆる方法に依りて心損を測定することを得べし。心損を求むる他の方法は、總ての一次線をY形に結び、之に格定電壓の1.73倍の電壓を加ふるに在り。此Y形結線の場合にも、前のデルター結線の場合に於けるが如く1個の一次線輪を逆にし置くを要す。

心損試験をなすには、其電壓、勵磁電流及ワットメーターの讀みを記録すべし。此試験は正しき周波數にて行はるべきものにして、又其損失を供給する發電機は其規定電壓にて運轉せられざるべからず。其磁化



電流は、被試験器械の空隙如何に因りて20乃至40パーセントの相違あるべし。最初規定電流の50パーセントより始め、遂に之を125パーセント迄増加して曲線を求めよ。此場合には力率甚低き故、能ふべくんば常に、變壓器若くは變流器の何れをも用ひざるを可とす。心損試験中は被試験器のアーマチュアを最大昇壓位置に在らしむるを要す。又規定電壓を持続してアーマチュアの位相を變化し、以て曲線を求めよ。

**インピーダンス** インピーダンスは普通被試験器の二次捲線を短絡し、一次線に或相當の電壓を加へて全負荷電流を通せしめ、以て之を測定すべし。此インピーダンス電壓は15乃至20パーセントの間に變化す。インピーダンス試験は、三相調整器にては三相電壓を、六相調整器にては六相電壓を加へて、何れも之を行ふ。此調整器の能率が、其捲線の抵抗より算出せられたる  $C^2R$  損を用ひて計算せられ居る時は、ワットメーターの読みを取るに及ばず。此試験に用ゆべき一次側の全負荷電流は此調整器の力率が80パーセントにて働くものと假定して之を計算せよ。

特別の場合には被試験器の二次側よりインピーダンスを求め、但此際は二次側を Y 形に結びて之に其格定電壓を加ふべし。短絡せられ居る一次側の一つの

相にアンメーターを入れ置くべし。若し一次線が器械の内部に於て二次線に永久的に接合せられ居る時は各二次線輪をそれ自身にて短絡するを要す。總て他の型の調整器にては各一方の側に在る總ての二次ターミナルを1個の銅板にて連結して其二次線を短絡す。

被試験調整器のアーマチュアを其最大昇壓位置に置いて全負荷の50パーセントより125パーセントに亘りて曲線を求めよ。又全負荷電流を持続してアーマチュアの位置を變じ曲線を求めよ。最大インピーダンスを得るために片子 (segments) の  $\frac{1}{2}$  以上の部分にては特に注意して其曲線を求めざるべからず。

**發熱運轉 (Heat Run)** 出來得る場合には常に、一つの調整器より他の一つの調整器か若くは一組の變壓器へ送還する何れかの方法にて被試験器に全負荷を與へ、以て其發熱運轉を行ふべし。同型同大の2個の調整器の發熱運轉は、ダイナモメーター盤 (dynamometer board) を通じて、一次線を並列に結びて之を行ふ。被試験調整器の二次線輪の一端は短絡板に依りて、他の調整器の二次線輪の端に連結し、前者の二次線の他端は他の調整器の相當線輪と並列にすべし。正當なる相の正當なる周波數の規定電壓を此調整器の一次線



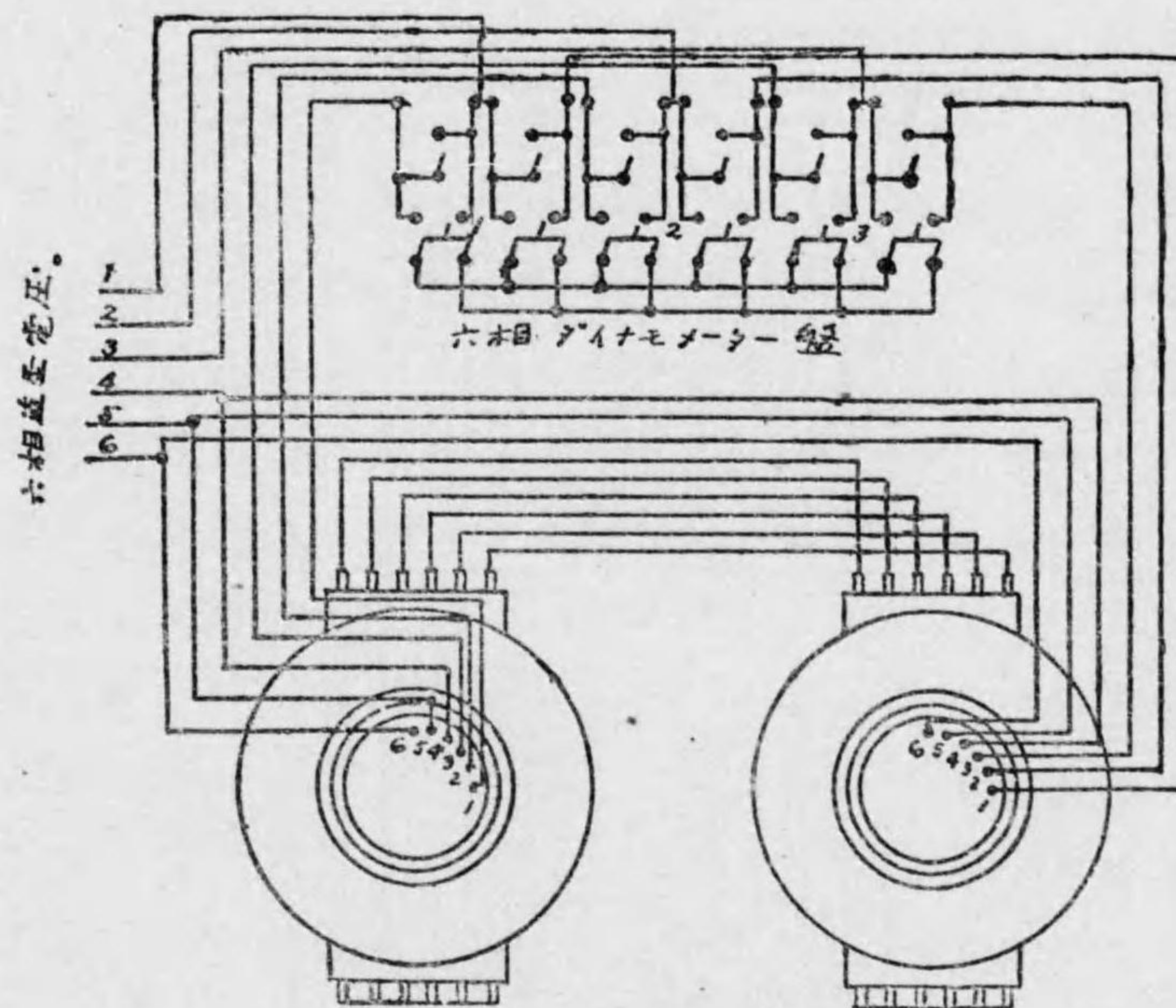
に加へよ。一方の調整器の把手車を廻はして、兩方の調整器の二次電壓に適當なる相移動(phase displacement)を生せしめ、以て兩方の二次線輪に全負荷電流を發生せしむべし。

被試験調整器より一組の變壓器へ送還するには前と同様の一般的方法を用ゆ。試験用變壓器の比(ratio)は被試験調整器の比と略相等しからざるべからず。冷却法を同じくせる或變壓器に於けると同様に、被試験調整器の温度を記録せよ。被試験器が負荷運轉中に何等かの響を發せざるかを善く觀察し、若し其心損試験中にぶんぶんと音することあらば、二つの二次回路を並列に結べる電纜の耳を取り外し、以て其音響が若しや交換電流(exchange current)のために生せしには非らざるかを調ぶべし。

第七十四圖は2個のIRH調整器の發熱運轉をなすに用ゆる結線法を示す。

此發熱運轉を終りたる時は變壓器の場合に於けるが如く、被試験器の熱時抵抗を測定し、以て試験を完了すべし。二次捲線間に高壓を用ゆる時には、其靜電容量(static capacity)大なるが故に甚高き充電電流(charging current)を要す。送風式調整器の場合には、其塞版(damper)が適當に作用するかを、又油冷式調整器の場合に

第七十四圖



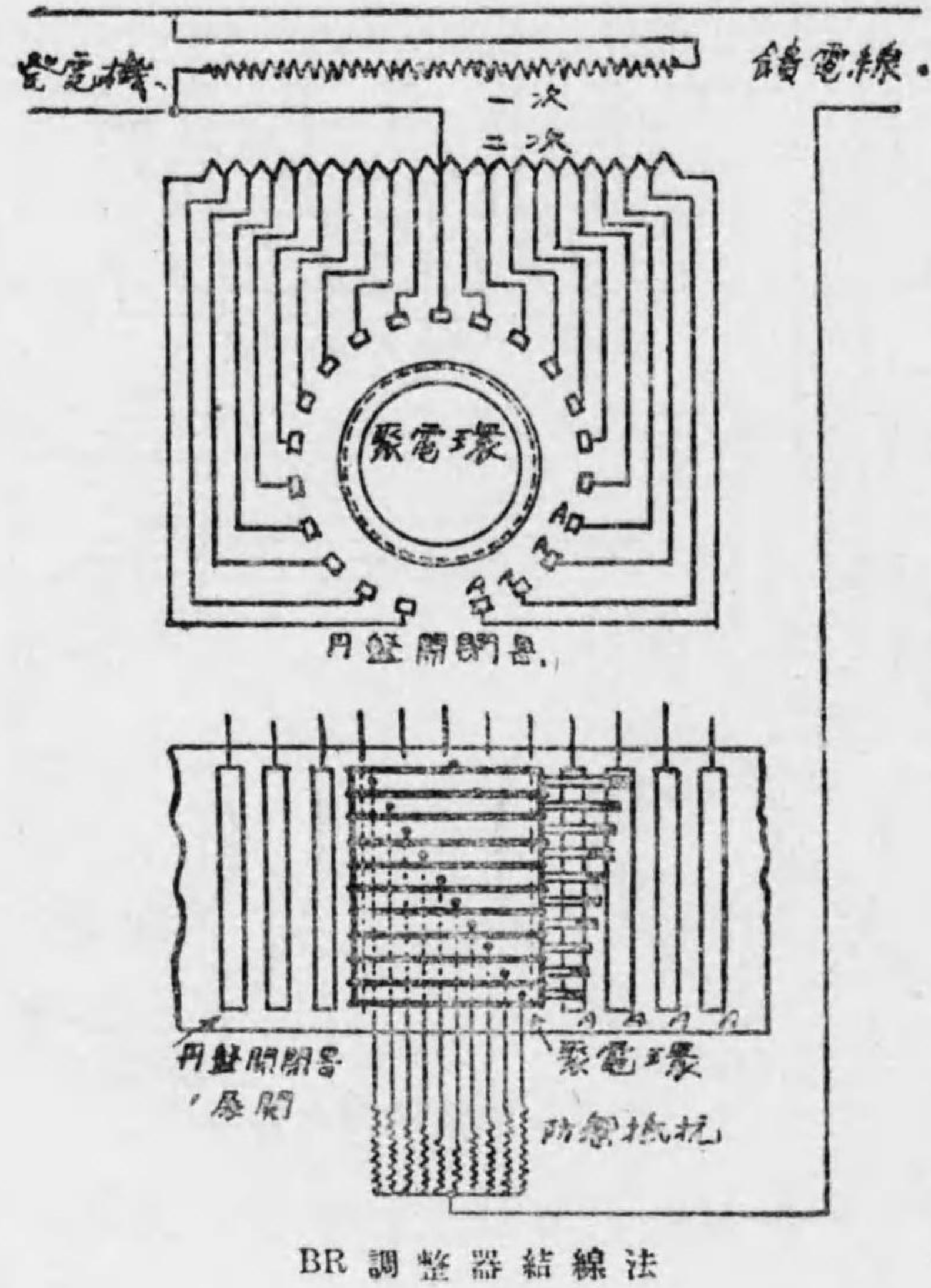
六相調整器の發熱運轉結線法

は漏油なきかを點檢し、水冷式調整器の場合には其冷却管の壓力試験を行ふべし。

開閉器型(BB)調整器(Switch Type BR Regulator) 近代の中央發電所にては大容量の發電機を採用し、其各發電機は2個所若くは2個所以上の地方へ、夫々單獨の饋電線(feeder)を以て其電力を供給するを普通とす。而して其一饋電線は實業地方へ送電し、之と同時に同一の發電機より出でたる他の饋電線は住居地方へ送



第七十五圖



電することあらん。何れの饋電線に於ても、之に要する電圧の調整は、其饋電線に依りて輸送せらるる電力の分量に關係し、又其荷重尖頭 (load peak) は各々の饋電線に別々の時間に起り來るべき故、各饋電線の電圧を單獨に調整する装置を必要とす。

此の如き場合には誘導調整器を用ゆるも敢て差支

なければども、BR型饋電線自動調整器は特に此目的のために設計せられたり。第七十五圖は此調整器の回路を示す。

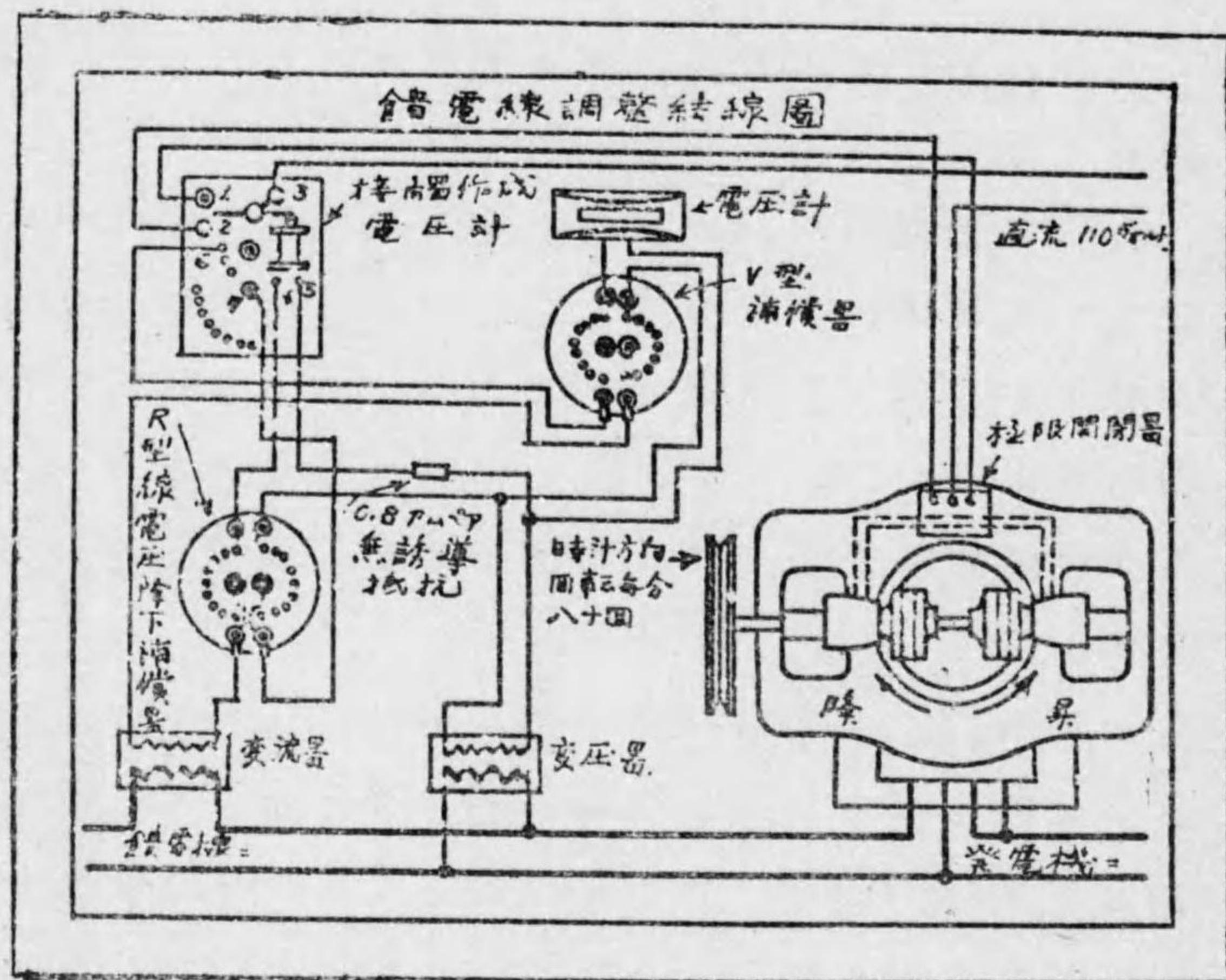
此 BR 饋電線自動調整器は、他の自動的の型よりも迅速に、又電力の消費少くして能く其送電線の電圧を調整するを得。此器械の可動部分は輕小なる開閉器臂 (switch arm) のみなり。此開閉器の有する多くの小さな接觸片の摩擦が其可動部の廻轉に對する唯一の抵抗となるのみ。

此開閉器の可動部分は1連の指片 (finger) を含み、而して其指片の大多數は常に接觸を作り居るものなり (第七十六圖を見よ)。其各指片は1個の刷子に依りて一つの固定集電環 (fixed collector ring) に連結せられ、又其集電環は一つの防禦用抵抗 (protective resistance) を經て線路に連結せらる。指片 (finger) と線路 (line) の中間に入れられたる抵抗は、其指片が接觸子 (contact) より接觸子へと順次に通過し行く際に過度の交換電流の生ずるを防ぎ、又其線電壓が不均等に變化せられんことを防ぐものなり。此調整器は油にて冷却せらる。

之に必要な試験は抵抗、タップ電壓、若くは比、心損インピーダンス、發熱運轉、絶縁及クラッチ・コイル (Clutch coil) 及極限開閉器回路 (Limit switch circuit) の照査等なり。



第七十六圖



RR 調整器

冷時抵抗 一次捲線、二次捲線の各半部、及アイヤ  
ン・グリッド (iron grid) の冷時抵抗を測定せよ。二次線輪  
の各半部に於ける冷時抵抗を測るには、開閉器を其終  
端迄廻はし置きて読みを取り、又其位置を見取圖を以  
て示し置くべし。次に其開閉器を他方の終端迄廻は  
して二次捲線の他半部の抵抗を測定せよ。

タップ電圧若くは比 此開閉器の接觸子 (contact) に  
接近し得る時は一次捲線に全電圧を加へ、開閉器片子

(segment) 間の電圧を測るべし。此試験にて開閉器の  
不正結線を直に発見するを得、又各段 (each step) に於け  
る片子の極性を試験して結線の正否を照査するを得  
べし。若し其結線正しき時は段片子 (step) が同一極  
性を有し、従つてヴォルトメーターの振れは總て同一方  
向に起るべし。

若し其開閉器の接觸子 (contact) に接近し能はざる  
時は、其タップ電圧は次の如くにして之を測定するを得。  
被試験開閉器を其中性位置に置いて二次線にヴォルト  
メーターを結び、一次線に全電圧を加へよ。開閉器が  
其中性位置に在る時はヴォルトメーターは電圧を指示  
せざるべし。開閉器を次の段片子 (step) に移して二  
次電圧を讀め。然る後開閉器を次の段片子に移し、而  
して得たる讀みは前の二段片 (two steps) 間を直列に  
したるものに相當せざるべからず。斯くして其開閉  
器が其終端に達する迄此手順を繰返すべし。開閉器  
を再び其中性位置に持ち返り、前と同様に他半部の段  
片子 (steps) を試験せよ。若し二次捲線の各區分 (each  
section) が正當に其開閉器盤面に連結せられ居る時は、  
試験を次ぎ次ぎの段片子に進むるに従ひ、ヴォルトメ  
ーターの讀みは常に相等しき増加率を以て漸次に増加  
し行くべし。



心損 心損は之を被試験器の一次線より定むるを得れども、二次線より之を求むる時は一層満足なる結果を得。開閉器を其一方の終端に入れ置き其格定上昇電壓若くは降下電壓を加へて、正常なる周波數に於けるワット入力及勵磁電流を讀むべし。其損失パーセント及勵磁電流は同じキロワット容量のH型變壓器に於けると同じかるべし。次に開閉器を他方の終端に入れて同様に試験を繰り返せ。

インピーダンス 被試験器の二次線及アイヤングリッド (iron grid) を1個のアンメーターを通じて短絡し、開閉器を一方の終端に置いて一次線に電壓を加へ、短絡せられたる二次線に其全格定電壓を得る迄、一次電流を増加し、正常なる周波數に於ける一次側のアンペア、ワット及ヴォルトを讀むべし。又開閉器を他方の終端に入れて同様に試験を繰り返せ。此開閉器が何れか一方の終端位置に在る時は二次線の只一半が短絡せらるのみなる故、開閉器を其兩方の終端に置いて、其インピーダンスを求めざるべからず。

發熱運轉 若し2個の調整器を同時に試験する時は、其2器をして互に送還せしむるを得。若し只1個を試験するには適當に配列せられたる一組の變壓器へ送還するか若くは水抵抗箱に負荷すべし。後者の

場合には被試験器の二次線を水抵抗箱に連結し、一次線に電壓を加へて、二次線に其全負荷電流を得る迄之を調整すべし。但此際其開閉器は其何れか一方の終端位置に在るを要す。被試験調整器の温度(アイヤングリッド抵抗器の温度をも)を讀み、之を記録すべし。

試験は過負荷を以て之を始めて發熱運轉の時間を短くし、而して變壓器に於けるが如くに試験を終了せよ。開閉器を他の一方の終端に置き、50パーセント過負荷にて1時間運轉し、以て二次線その他半部を試験すべし。

絶縁 1分間2倍電壓、及5分間 $1\frac{1}{2}$ 倍電壓試験を行ふべし。調整器の高壓試験は、變壓器のそれに類似す。若し一次線がタンクの内部に於て二次線と結合せられ居る時は、一次及二次線の捲線間を試験する能はず。若しクラッチコイル (clutch coil) 及繼電器線輪 (relay coil) 繼電器ヴォルトメーター (relay volt meter) が125ヴォルト若くはそれ以下の回路にて働くものならば、諸捲線とフレーム (frame)の間を500ヴォルトにて試験せよ。タンク及油量計 (oil gauge)等に漏油の有無を検すべし。



### 第二十五章 起動用補償器 (Starting Compensator)

籠形誘導電動機 (squirrel-cage induction motor)、同期電動機 (synchronous motor) 及廻轉變流機 (rotary convertor) の起動用補償器は 110 乃至 13,200 ヴォルト用として作らる。種々なる補償器の主要なる相異點は其開閉機構 (switching mechanism) に在り。

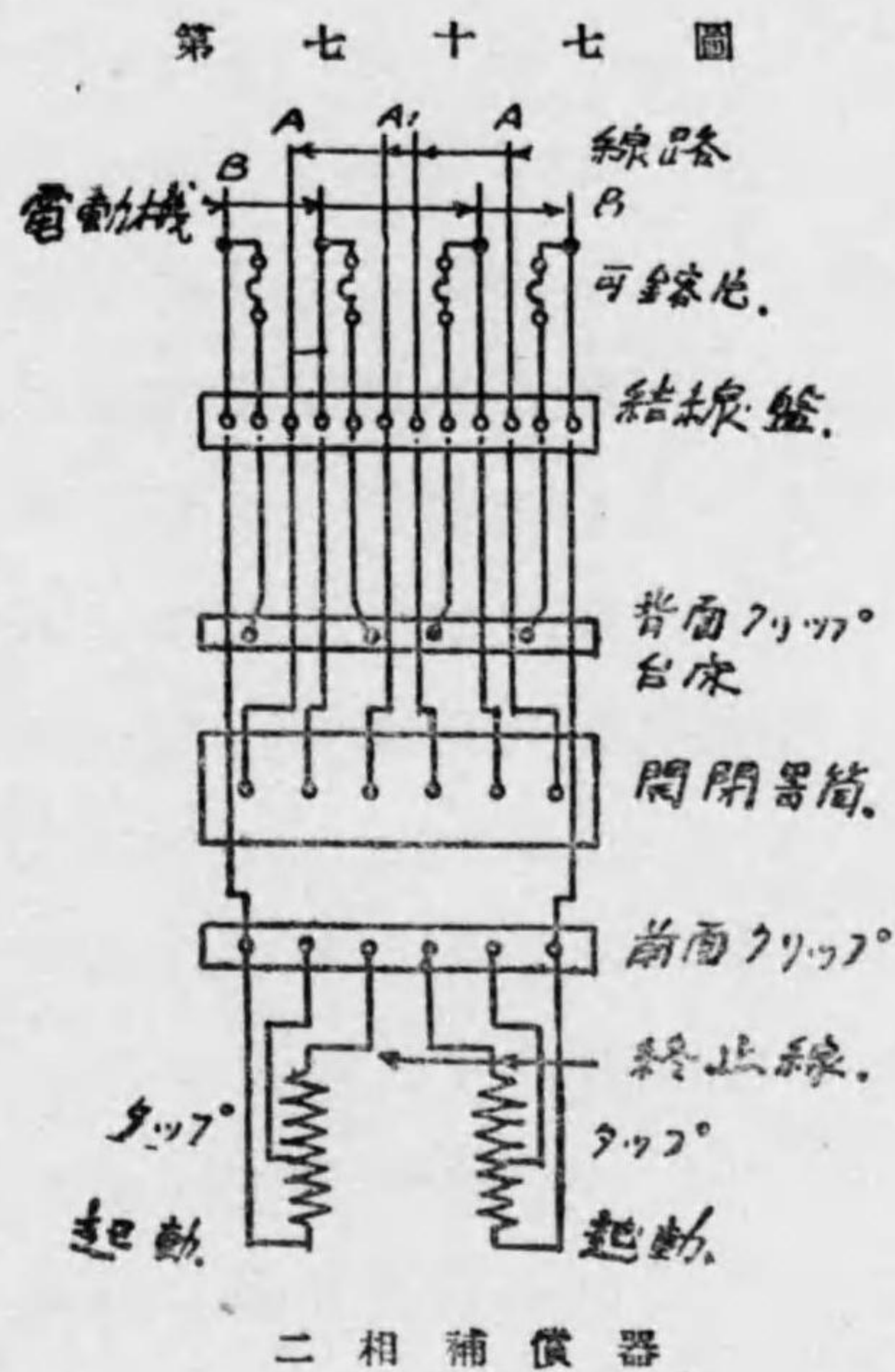
或主要なる型の補償器は双投油入開閉器を有し、線路上に電動機を入れたる時は其回路中に可熔片 (fuse) が来るやう結線せられたり。第七十七圖及第八十八圖は夫々此種の設計に屬する二相及三相補償器の配線法を示す。

**補償器の試験** 補償器の試験は商用試験、發熱運轉インピーダンス及絶縁試験を以て完結す。

商用試験はタップの比、規定電壓に於ける勵磁電流及絶縁試験より成る。

絶縁試験は諸捲線と大地との間に 1 分間高電壓を加ふること及 1 分間 2 倍電壓、5 分間  $1\frac{1}{2}$  倍電壓にて被試験器を運用するに在り。

**比** 補償器のターミナルに導線 (leads) を結び、補償器上の開閉器を其 "starting" (起動) の位置に入れ、他の



開閉器は總て之を "off" (開き) の位置に置いて、其線路に約 110 ヴォルトを加へよ。

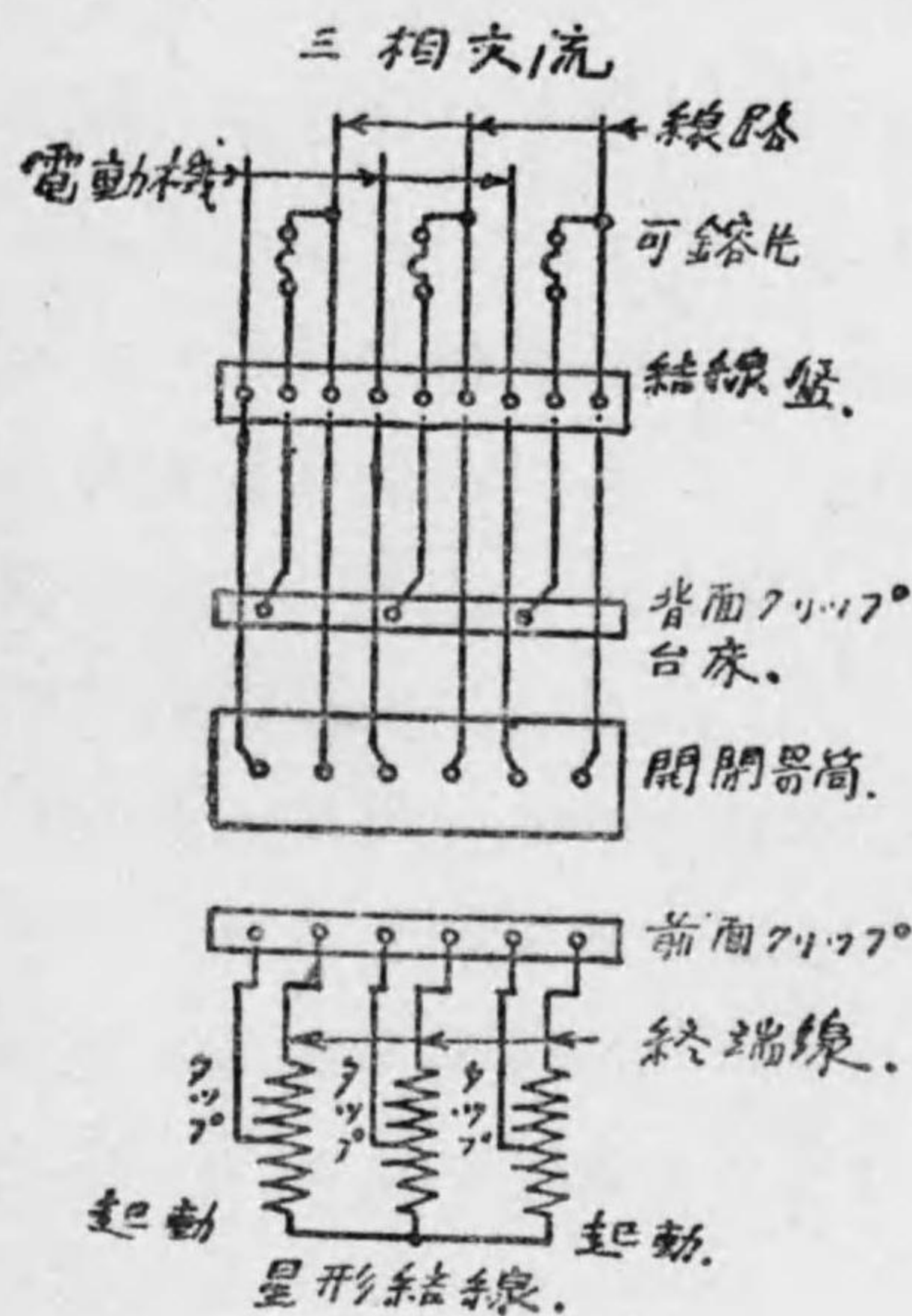
三相補償器にては其タップの電壓を讀むべし。而して其最低タップは鐵心の次ぎにあり。17 馬力及 17 馬力迄の電動機に用ゆる標準補償器は 50, 65 及 80 パーセント電壓のタップを有し、17 馬力

以上の電動機に用ゆる補償器は 40, 58, 70 及 85 パーセントのタップを有す。求められたる比は上記の値の 3 パーセント以内にて一致せざるべからず。

比を定めんとするに當りては、其一次線及二次線のメーターが同一相に在ることを見届くるを要す。二相補償器の比を照査するには、線 A 及 A' (第七十七圖) に 110 ヴォルトを加へて、電動機導線 B とタップ間に於て其タップ電壓を讀め。之等の補償器は單相にて試験せらる。



第七十八圖



三相補償器

磁化電流(Magnetizing Current)

磁化電流試験は規定の一次電圧及規定周波数にて之を行ふべし。試験用交流発電機は略其規定電圧にて運轉せられざるべからず。起動せらるべき電動機の見えの能率(apparent efficiency) 75パーセントにて働くものと假定し、60サイクルの補償器の磁化電流

は全負荷電流の25パーセント、40乃至25サイクル補償器のそれは同じく30パーセントを超過すべからず。

標準器に非らざる補償器の磁化電流は、規定電圧並に其120パーセント電圧にて之を求むべし。此試験を行ふには1相間の電圧を不変に保ち、他の總ての相脚(phase legs)の電流を讀め。然る後1相脚の電流を不変に保持して其三相電圧を讀むべし。1相脚の電流を不変に持續する代りに2個のヴォルトメーターを

使用し、其中の1個は1相の電圧を不変に保つために之を用ひ、他の1個のヴォルトメーターにて三相電圧を讀むも可なり。鐵心の磁氣密度(magnetic density)高くなる故、其電圧及周波数の正しきことを見届けざるべからず、何となれば、電圧若くは周波数が少しにても變化せば、磁化電流を變化せしむること可なり著しきを以てなり。二相補償器は之を單相器の如くに取扱ひ試験すべし。

發熱運轉 電動機に到る導線を短絡し、其線路導線(line leads)に十分の電圧を加へて、其線輪に必要な電流を1分間流通せしむべし。諸線輪には寒暖計を置きて其温度を測定せよ。同一の補償器に就きて次ぎ次ぎに發熱運轉をなすに當り、1回の運轉を終りて次ぎの運轉を始むる迄には其合間(interval)に必30分間の休止時間を置き、又各發熱運轉の後には、其タップの導線を次ぎのタップに附け替ふるを要す。甚大なる補償器にありては、順次數回行はるる發熱運轉の合間を數時間とすべき必要屢々起る、若し然らずんば其補償器は過熱せられて烟を發するに至るべきを以てなり。正規格定の發熱運轉は之を行ふに要する電力不十分なるために、必しも常に總ての相脚(phase legs)に就きて同時に求め得べきものには非らざるなり。左様の



場合には僅少の電流にて長時間運轉するか、若くは其 Y 形に至るタップを短絡して Y 結線を裸出せしむべし。

標準器に非ざる補償器即ち特種の手引書に従ふべき補償器に就きては其インピーダンス・ヴォルトを測定するを要す。此試験をなすに用ゆる周波数が正しきことを見届くべし。發熱運轉を完了したる後は、漏油の有無を検するため其油函を點檢せよ。若し其油函が善く締まり居る時は其油を汲み出して空函となし、之を倒置して排油すべし。函の内部に在る電動機導線を第二最低タップ (second lowest tap) に結び、再び油函を取付け、總ての結線をテープにて巻きて絶縁し蓋 (cover) を覆ふべし。總ての鑄鐵製の油函に油を 10 時間満し置きて漏油の有無を検せよ。

絶縁 被試験補償器の組立を完了し、タップをテープにて絶縁せし後、常に 2 倍電壓を以て絶縁試験を行ふべし。磁化電流を其規定電流の 2 倍以下に保つため周波數を高くし、其線輪のターミナルに 1 分間 2 倍電壓を加へよ。

若し補償器が高電壓用に設計せられたるものならば、其タップに 1 分間 2 倍電壓を加ふべし。高電壓試験は總てのタップの導線を一緒に結合し置きて、普通の方法に依り之を行ふ。600 ヴォルト及 600 ヴォルト迄の

補償器は 25000 ヴォルトにて之を試験す。

### 廻轉變流機リアクタンス

復捲廻轉變流機 (compound rotary convertor) には一般にリアクタンスを使用し、之を其廻轉機用變壓器と聚電環の中間に置く。分割磁極型 (split pole type) のものを除きては、廻轉變流機の變流比は磁界の總ての強さに對して不變なり。故に其直流電壓を増加するには其交流電壓を増加するを要す。同一發電所より電力を受くる數個の變電所を有する大なる送電系統に於ては、其内の任意の變電所の電壓は其他の變電所に關係なく變化し得られざるべからず。之をなすには種々の方法あれども、電燈系統 (lighting system) に取りては誘導調整器を用ゆるも宜しく、若くは其遞降變壓器に圓盤開閉器 (dial switch) を設けて其變壓比を變化せしむるも可なり。之等の方法は自動的に作用すること能はざれども、廻轉變流機を復捲 (compound) にする時は自動的に調整せらるべし。

廻轉變流機に分路磁界 (shunt field) の勵磁は、其機械が少しく遅れたる電流を取るやう無負荷の時に之を調整す。此遅れの電流 (lagging current) はリアクタンス線輪を流れて、聚電環に於ける電壓を變壓器ターミナルに於ける電壓以下に減少せしむ。此廻轉變流機が



荷重を負ふに従ひ、其直列磁界 (series field) を通ずる電流は第一にリアクタンス線輪を通ずる無効電力 (powerless current) を減少せしめ、又負荷高き時はリアクタンス線輪を経て進みの電流 (leading current) を押し流す。此電流が進む時は聚電環に於ける電圧は變壓器端子に於ける電圧よりも高し。

廻轉變流機を過復捲 (over compound) となすことを得。然る時は其負荷の増加につれて、其直流電圧はおのづから増加せらるべし。

リアクタンス線輪は、之を長距離特別高壓送電線に並列に入れて其送電線の容量を補ふに用ひらるること屢々なり。又劇場等の電燈を薄明にする薄光器として之を用ゆることもあり。

廻轉變流機用のリアクタンス線輪の完結試験 (complete tests) は抵抗測定リアクタンス降下、規定及過負荷發熱運轉、極性、及絶縁試験等より成る。

リアクタンス降下 (reactance drop) は普通其發熱運轉中に之を測定す。之等のリアクタンス線輪は、之と共に用ひらるる變壓器と等しき温度保證 (temperature guarantee) を有すべきものとす。

**發熱運轉** 發熱運轉をなすには、線輪を Y 形に結び之に適當なる周波数の電流を供給すべし。但此際試

験用メーターが遊磁界 (stray field) の影響を蒙らぬやう之を保護するを要す。此装置に用ゆる變壓器の電纜は互に之を密接せしめ、以てインピーダンスの高まり及不平衡を防ぐべし。送風式リアクタンス線輪の發熱運轉は、其の空氣を送入する前に約 30 分間規定負荷を與へ無送風にて起動運轉すべし。油冷リアクタンス線輪に於ては最初より過負荷にて試験を始め、以て出來得る限り發熱運轉時間を短縮せしむるを宜しとす。

六相回路用に設計せられたるリアクタンス線輪の發熱運轉を行ふには、其線輪を直列に結び、之を三相回路となすべし。リアクタンス線輪は之を電動發電機法 (motor-generator method) にて試験する能はざる故、其線輪の總キロヴォルト・アンペアーを供給し得べき一つの交流發電機より電力を送りて之を試験すべし。若し此目的のため、1 個にて十分なる容量の發電機を得る能はざる場合には、2 個の發電機を並列運轉して用ひよ。而して其兩機は何れも發電機として運轉せらるるを得れども、之等が既に同期になりたる後は其中の 1 機の原動用電動機の遮斷器を引離すを尙宜しとす。斯くて其磁界電流を適當に調整せば、無負荷運轉をなす方の機械は 1 個の廻轉變相機 (rotary condenser) とし



て作用すべし。

**リアクタンス降下** リアクタンス降下を測るには一つの相脚(phase leg)に其全負荷電流を保ちて、各線輪の兩端間の電圧を取り、後一次線の電圧を不変に保ちて三相脚に於ける總ての電流を読み、尙其後總ての相脚に全負荷電流を維持して各相脚の兩端間の電圧降下を測るべし。又50パーセント過負荷にて同様の試験を行はざるべからず。

リアクタンスは周波數に正比する故、其降下を求めつつある間は周波數を不変に保つこと必要なり。彼試験リアクタンス線輪が規定負荷にて不変温度に達したる時は、更に2時間50パーセント過負荷にて繼續運轉せよ。

發熱運轉を終りたる時は、空氣の讀みを取り、又絶縁試験をなすべし。

**絶縁試験** 絶縁試験は1分間2倍電壓、5分間 $1\frac{1}{2}$ 倍電壓及高電壓試験より成る。高電壓試験は捲線と鐵心間、捲線とフレーム間、及各相間に就きて之を行ふべし。

**極性** 極性試験をなすには、中央の相のターミナルにヴォルトメーターを連結して、此相に直流を加へ、メーターの振れが正の方向に起るやうにせよ。其電壓降

下線(drop lines)を前のターミナルに相當する他の相のターミナルに切替へ、中央の相の電流を切りたる時、ヴォルトメーターの針の跳ね返る方向を注視すべし。

## 第二十六章 電氣扇風機

### (Electric Fan) 及 電氣送風機

#### (Electric Blower) 試験

**送風機(Blower)** 此試験は米國海軍省工作課より發行せられたる仕様書に従つて行はるべきものなり。

**空氣管の使用(Use of Air Tube)** 電氣扇風機の試験を行ふ際は、2個の華氏寒暖計に依りて其扇風機附近の空氣の温度を測定すべし。而して其寒暖計の一つは之を其儘空氣中に垂下し、他の一つは其球を布片にて包み、其布片の下端を一小容器中の水に浸し置きて、其布片全體が常に十分に濕ひ居るやうにし所謂濕球寒暖計となすべし。此寒暖計の容器内の水は、其室内に於て自然に達すべき最高温度に在らざるべからず。試験記録には正確なるバロメーターの讀みを附記し置くを要す。

**空氣表(Air table)**(米國海軍省の仕様書に記載せられたる表)より空氣の重量を見出す方法次の如し。此試験記録に依りて與へられたる乾球寒暖計の讀みを含



める頁に、それに相對應するバロメーターの讀みを示しあり、其乾球温度の下に在る行の中にてバロメーターの讀みと相對し之に相對應する空氣の重量が與へられたり。此表中より見出したる空氣の重量は、試験より見出して更に更正せられたるバロメーターの讀みに相當するやう之を更正するを要す。さて其更正は其頁の上部より二列目に示されたり。又濕乾兩寒暖計の差に對して更に更正を施さざるべからず。之をなすには、表中の第三區劃内にありて乾球温度に相對應する數を、既に發見せられ居る空氣の重量に加ふべし。此數字差は其行の第二區劃内に表示せらる。

例 與へられたるバロメーターの讀み	30.15吋
乾球寒暖計の讀み	60°F.
濕球寒暖計の讀み	59°F.

とす。

表中乾球温度60度の下、バロメーターの讀みの向側に空氣の重量は0.07517として、又バロメーターの各0.01毎に加ふべき數は此頁の頂上より第二列目に2.6として與へられたり。此更正せられたるバロメーターの讀みが、表より撰みたるバロメーターの讀みを超過せるだけの數を以て、前に得たる2.6に乘せし結果の13なる數を、前に見出されたる空氣の重量に加ふ

べし、而して其空氣の全重量は0.07553となる。標準空氣の重量の此試験の時の空氣の重量に對する比を、實際に求められたる壓力に乘じて、以て總ての壓力に乘じ、以て總ての壓力の讀みを標準空氣の場合に更正せざるべからず。又此扇風機の出力馬力にも此比にて乘すべし。(譯者曰扇風機試験に關する所謂海軍省の仕様書及それに記載しある空氣表は原書に掲載し非らず。余他日之を得ばやがてそれを讀者に提示せんと欲する所なれど、今余の座右に之無きを以て遺憾ながら此所に示すを得ざりしは讀者の宥恕を仰ぐこと切なり)。

復管法(Double Tube Method)にて求むる壓力及馬力曲線 復管法に依りて壓力曲線を求むべし(譯者曰く復管法とは扇風機の放氣側に2個の空氣管を使用する方法なり)。放氣管の外端に於ける開口(opening)を閉ぢて空氣の壓力及電力の讀みを取れ。此状態の下にては、扇風機を経て流るる空氣皆無なる故其靜止壓力(stationary pressure)と衝撃壓力(impulse pressure)とは正に相等しかるべきなり。次に同一の増加率を以て、閉鎖の位置より廣開(wide opening)迄其放氣管の開口を段々に開き行きて、其各段毎に開きの度合を計ると共に諸種の讀みを取るべし。此試験の終始一貫被試験扇風



機 の 速 度 を 不 變 に 保 ち、又 空 氣 の 讀 み と 電 氣 的 入 力 の 讀 み と は 之 を 同 時 に 取 る を 要 す。

扇 風 機 の 放 氣 側 に 1 個 の 管 を 用 ひ て 行 ふ 試 験 に 在 り て は、其 衝 撃 壓 力 の 讀 み が 靜 止 壓 力 の 讀 み よ り も 常 に 大 なる こと を 知 る べ し。 さ れ ば 若 し 吸 氣 側 に 管 を 置 き た る 場 合 に は、上 と 反 對 の 現 象 を 呈 し、其 二 つ の 讀 み の 差 は 速 度 頭 (velocity head) を 示 す も の な り。

若 し 1 個 の U 状 管 を 使 用 し て 讀 み を 取 ら ば、此 管 の 兩 側 に 於 け る 讀 み は 正 し く なる べ し。

U 状 管 若 く は マ ノ メ ー タ ー (manometer) の 何 れ に 依 り て 讀 取 を な し た る か を 常 に 記 録 し 置 く を 要 す。 若 し マ ノ メ ー タ ー に 依 り た る も の な ら ば 其 マ ノ メ ー タ ー の 常 數 を 記 録 し、又 常 に 此 常 數 を 用 ひ て 此 試 験 を 遂 行 せ ざ る べ か ら ず。

復 管 法 に 依 れ る 扇 風 機 試 験 の 計 算 此 種 の 扇 風 機 の 試 験 は、之 を 次 の 如 き 形 式 に て 遂 行 す べ し。

扇 風 機 格 定

電 動 機 格 定

毎 分 迴 轉 數 に て 行 ひ た る 復 管 試 験

番 號	$h''$	$h'$	$h$	" $f$ "	$V$	$Q$	$h'' + "f"$	$h' + "f"$	空 氣 馬 力	扇 風 機 馬 力	能 率
1											
2											
3											
4											

- 濕 球 ..... 華 氏 度
- 乾 球 ..... 華 氏 度

$$"f" = \frac{L \times h''}{D \times 47}$$

管 の 有 効 面 積 ..... 平 方 呎

バ ロ メ ー タ ー ..... 吋

空 氣 の 重 量 ..... 封 度

前 表 第 一 に は 試 験 の 番 號 を、第 二 行 及 第 三 行 に は 夫 々 衝 撃 壓 力 及 靜 止 壓 力、(但 し 之 は 試 験 記 録 よ り 求 め た る も の を 標 準 空 氣 に 對 し て 更 正 し た る も の) を、第 四 行 に は 速 度 頭 即 ち  $h'$  と  $h''$  の 差 を 何 れ も 示 す も の に し て、第 五 行 は 摩 擦 に し て " $f$ " =  $\frac{L \times h''}{D \times 47}$  なる 公 式 に 依 り て 速 度 頭 よ り 計 算 せ ら る べ き も の な り、但 " $f$ " は 水 頭 (water head) の 吋 に て 表 は し た る 摩 擦 損 失、 $L$  は 扇 風 機 と ピ ッ ト 管 (Pitot tube) の 間 に 介 在 せ る 管 の 長 さ、 $D$  は 若 し 管 が 圓 形 の 場 合 に は 其 の 直 徑、又 若 し 四 角 若 く は 略 四 角 形 を な せ る 場 合 に は 其 管 の 幅 と 深 さ の 平 均 値 と す。 而 し て  $L$  と  $D$  と は 常 に 同 一 の 單 位 名 稱 なる を 要 す。 此 摩 擦 損 失 は 靜 止 及 衝 撃 の 曲 線 を 描 く 前 に 之 等 の 双 方 に 加 ふ べ し、さ れ ば こ は 立 積 に 影 響 を 及 ぼ ず。 第 六 行 は 空 氣 の 速 度 を 示 す、而 し て こ は  $V = 1097 \sqrt{\frac{h''}{w}}$  なる 公 式 よ り 求 め ら る。 第 七 行 は 空 氣 の 立 積 を 示 す、但 し







- 濕球 ..... 華氏 度
- 乾球 ..... 華氏 度
- バロメーター ..... 吋
- 空氣の重量 ..... 封度

曲線の作圖を終りし後、此計算上より得たる能率を、此曲線より求めたる能率を以て照査せよ、然らば此曲線及計算より得たる能率の相違を更正するを得ん。

箱法(Box Method) 相當の容積を有する一つの箱に向つて被試験扇風機より放氣せしめ、其氣流の速度を最小點迄減すべき装置をなす。此扇風機の空氣が吹き入れらるべき箱の入口の開口 (opening) と直角をなせる同一の箱の側面の開口に、圓錐體法試験に用ひたると同様の圓錐體を取付くべし。而して前の試験と同様に讀取をなし、又此箱の側面に在る孔に挿入せられたる管にU狀管を連結し、之に依りて其箱内の壓力を指示せしむ。此箱に取付けたる管の端は箱の内側面と同一面に在るやうにし、以て之がために渦狀氣流の起るを避くべし、此管に依りて示されたる壓力は圓錐體の端に於て示されたる壓力よりも幾分高かるべく、而して此兩壓力共に標準空氣の場合に更正し、之を最後の曲線紙上に作圖すべし。空氣の立積も圓錐體法に於けるが如く作圖するを可とす。速度頭は管内

に於て既に失はれ居るを以て、箱内にて求めたる壓力は、之を其扇風機に依りて生せられたる靜止壓力と見做す。衝擊壓力を求むるには、先きに求めたる立積を扇の開口の面積にて除し、之に相當する速度頭を公式より算出すべし。斯して得たる速度頭を圓錐體の讀みに示されたる靜止壓力に加へざるべからず。變壓器送風に取りては圓錐體開口にて測定したる壓力をオンスにて計算するを一般の習慣なりとす。表示及計算には次の如き形式を用ふべし。

扇格定

電動機格定

毎分 廻轉にて行ひたる箱法試験

番號	$N$	$P$	$V$	$A_e$	$Q$	$V_1$	$N'''$	$N''$	空氣馬力	扇馬力	能率
1											
2											
3											
4											

濕球 ..... 華氏 度

乾球 ..... 華氏 度

バロメーター ..... 吋

空氣の重量 ..... 封度

空氣の馬力は之を靜止壓力より計算せざるべからず。而して得たる能率は靜止能率 (stationary efficiency) となる。



## 送風機試験に用ゆる公式

 $H$  = 空氣頭 (air head) (呎) $h$  = マノメーターに依りて示されたる水頭(吋) $h'$  = 静止頭 (stationary head) $h''$  = 衝撃頭 (impulse head) $h''' = h'' - h'$  = 速度頭

水の重量 = 62.4 封度毎立方呎(華氏 62 度の時の)

高さ 1 吋、1 平方呎の水柱の重量 = 5.20 封度(華氏 62 度に於て)

30 吋バロメーター、華氏 70 度、濕度 70 パーセントに於ける空氣 1 立方呎の重量封度、こは標準空氣として採用せらる。

他の状態に於ける空氣の重量(濕度を考へずに)

$$= \frac{0.07465}{30(460+t)} = \frac{0.07465 \times B \times 530}{30(460+t)} \quad (\text{華氏の時})$$

$$= \frac{0.07465 \times B \times 2941}{30(273+t)} \quad (\text{攝氏の時})$$

 $V$  = 空氣の速度毎分(呎) $v$  = 空氣の速度毎秒(呎) $Q$  = 空氣の立積(毎分、立方呎) $P$  = 空氣の壓力(毎平方吋、封度) $p$  = 空氣の壓力(毎平方吋、オンス)

$$p = \frac{h}{1.732} = 0.577h$$

“ $f$ ” = 管内に於ける摩擦損失頭(吋)

$$“f” = \frac{L \times h'''}{D \times 47}$$

 $L$  = 扇とピット管の中間に介在する管の長さ $D$  = 若し圓形ならば管の直径、若し四角形若くは略四角形ならば管の幅と深さの平均

$$P = 5.20 \times h = 9p$$

 $A$  = 管の面積(平方呎) $A_c$  = 管の有効面積 =  $A \times K$ 

$$H = 5.20 \times \frac{h}{w} = 69.73h \quad (\text{標準空氣に取りて})$$

$$v = \sqrt{2gH'''} = 8.02\sqrt{H'''} \quad \dots$$

$$= 8.02 \sqrt{\frac{5.2 \times h'''}{w}} = 18.28 \sqrt{\frac{h'''}{w}}$$

$$V = 481.2\sqrt{H'''} = 1097 \sqrt{\frac{h'''}{w}}$$

$$= 4015\sqrt{h'''} \quad (\text{標準空氣に取りて})$$

$$\text{vol (立積)} = 1097 \sqrt{\frac{h'''}{w}} \times KA$$

$$= 3654 \times A \sqrt{h'''} \quad (\text{但 } K=0.91 \text{ に取りて})$$

$$= 3774 \times A \sqrt{h'''} \quad (\text{但 } K=0.94 \text{ に取りて})$$



(何れも標準空氣の場合)

K=0.94 圓錐體法に取り

K=0.91 復管法に取りて。

或一定の開口に取りては、壓力は其送風機の速度の自乗に従つて變化す。立積は壓力の平方根に従ひて變化し、即ち速度に正比して變化す。空氣馬力は其速度の立方に従ひて變化す。

$$\text{能率} = \frac{\text{空氣馬力}}{\text{扇馬力}}$$

(商用電氣試験法終)

大正拾四年九月五日印刷  
大正拾四年九月七日發行

定價金 參圓

郵稅 八錢

著作兼發行人

東京府大井町四二九七番地  
內 田 吉 太 郎

印刷人

東京市京橋區木挽町二ノ十三番地  
染 谷 仙 藏

大賣捌所

東京市神田區錦町三丁目十八番地  
會社 才 一 ム 社





大正十四年一月二十日 印刷  
大正十四年一月二十三日 發行

東京府大井町四二九七番地  
發行者 內田吉太郎  
東京市京橋區木挽町二丁目十三番地  
印刷者 染谷仙藏



547

13

終