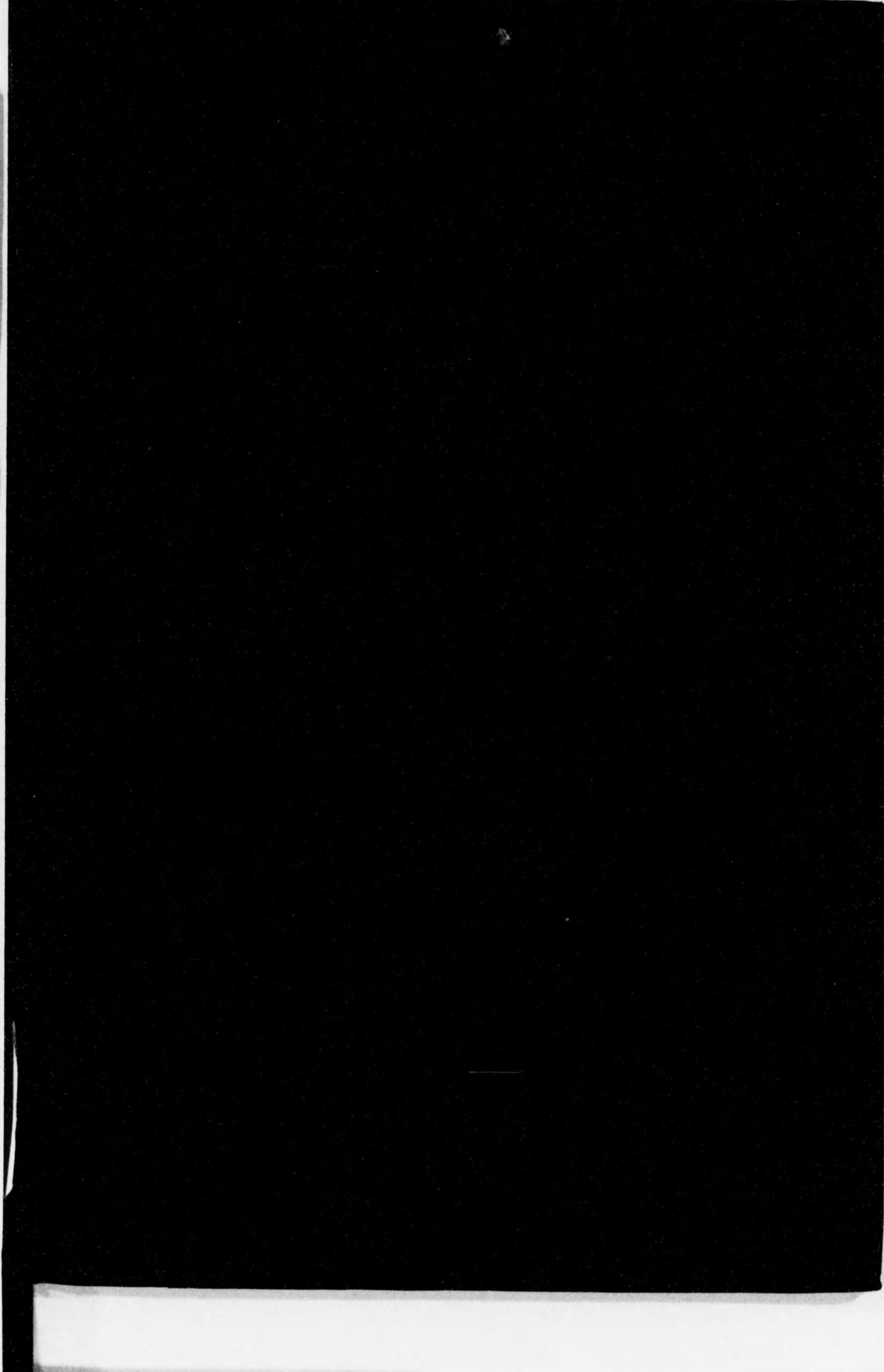
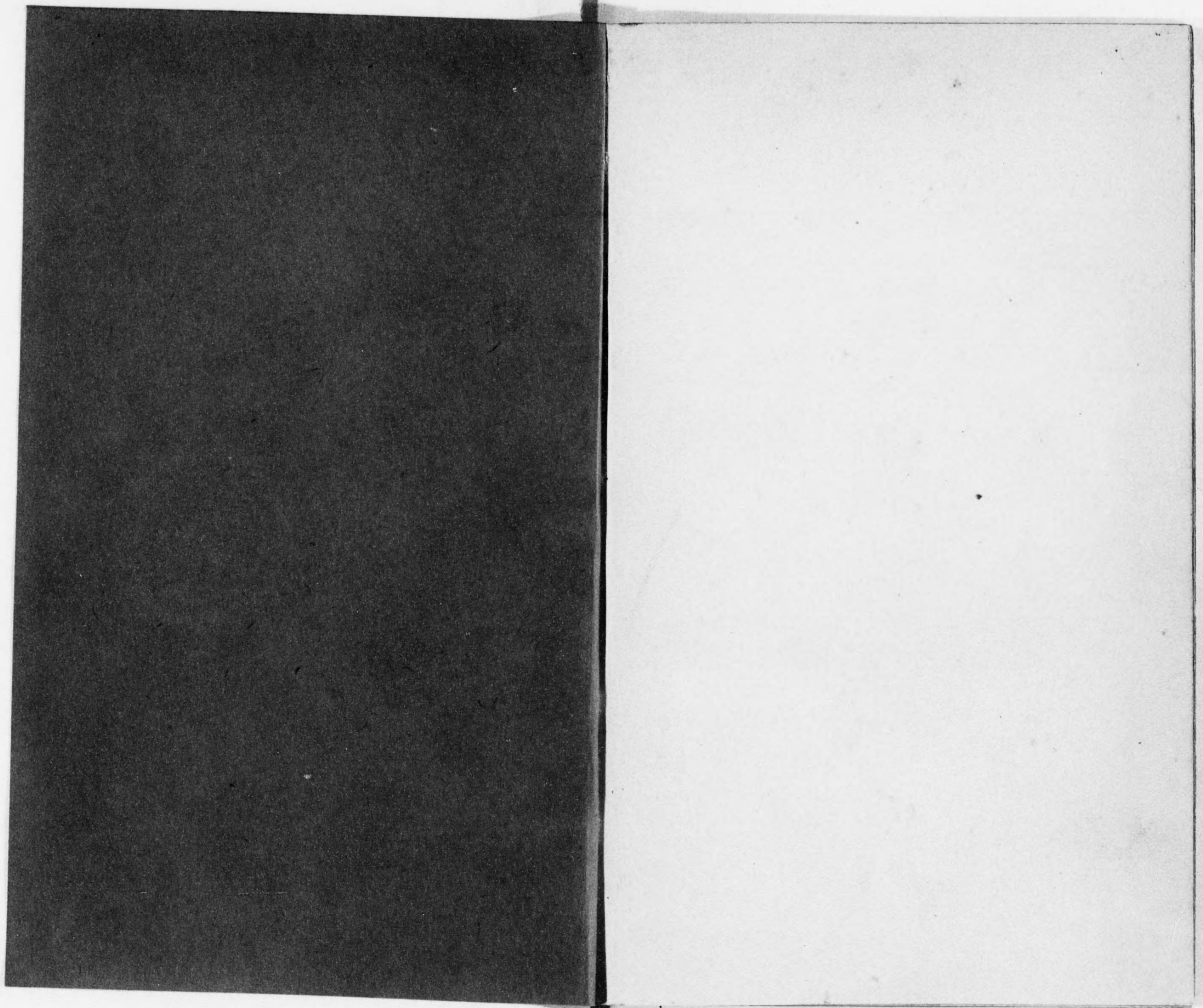




始



547  
13



547-13

コリンズ氏 商用電氣試験法

(1)

## 序 言

G. E. 會社 スケネクタデー工場の技術主任コリンズ (Collins) 氏が商用電氣試験法に就きて述べたる本書は、現今大いに研究すべき工業上の大切な一分科をなすものなり。電氣工業の急速なる發達に従ひて、電氣試験法も其工學上並に商用上の要求が互に兩立するやう發展せざるべからざるに至れり。故に世界最大の電氣機器製造所たる我がスケネクタデー工場に採用せる試験の装置、方法及器具に就きて説明するは電氣工學生にのみならず、又一般の電氣技術家に取りて良指導となり、且電氣實驗の教科を授くる専門學校又は大學等に多大の援けとなること明かなり。

大會社の試験部に於ては、必ず正確と能率と經濟とが相伴ふやう經驗上見出したる試験方法のみを採用す。電氣試験は自ら次の二種に區分せらる、即ち其一は將來設計の基礎若くは其他の目的に用ひらるべき工學上の智識を得んがために行ふ試験にして其二は商用試験なり。

商用試験は、試験作業の大部分を占むるものなるが其各作業は能ふ限り迅速に之を終了するやう考究すること商用上必要なり。故に其試験用動力を供

14. 11. 3

内交

給する機械又は試験用配電盤は、常に此考に基きて設計又は取付をなし、且能ふ限り慎重の考慮を以て其配線及接続を行ふべし。試験に従事すべき人物は、経験に富める人に依りて、其爲すべき作業に就き十分に指導訓練せられざるべからず、又各作業は之を夫々一小團に割り當て其各團の人々が夫々責任を以て其試験を正當に遂行するやうにすべし。試験用配電盤の配線は、之を種々様々に接続し得る様にし置くを要し、試験用計器は、其試験結果が十分正確なるを保證するに足るべき最良のものにして、且信頼し得べき標準計器と屢々比較せられざるべからず(此目的のために標準制定實驗室の必要あり)。試験結果の記録を明瞭ならしめんがため、前述の總ての事柄に留意して試験系統を設け試験規則を實行すべし。約言すれば此の如き試験部は能率を主腦とせる複雑なる一組織體なり。勞力及働力の經濟と器具の裝置とは何れも正しく同様に大切なるものなり、何となれば大多數の器具は其働作、發熱、能率及其他之に類似せる事項に關して、其仕様書に能く適合せざるべからざるを以てなり。或一つの試験を行ふに一つ以上の方法あることも屢々なるが、斯る場合には其作業に最善く適合し、又實際に正確なる結果を與ふべき方法を撰びて之を採用すべし。

此等の諸問題は此小冊子に於て十分に考究せられ而して同様の試験部、専門學校の實驗室等を擔任せる人々の参考に供せらるべし。然れども電氣工學生に取りては、種々なる試験の説明、注意、順序方法、試験用計器及必要なる種々の計算法等が最好参考たらん。本書は殆總ての強電流機械に亘りて多くの實例を掲げ、以て、より重要な場合に實際に求められたる試験結果の種類を示し、又電氣的若くは機械的缺點を發見するに用ひたる方法を説明したり。

「ゼネラル イレクトリック・レビュー」記者

譯者曰 原書は米國G. E 會社にて實際に採用しつゝある電氣機器試験法を基礎とし、尙之を多少敷衍して説述せられたるものなれば其考にて此譯書を讀まれたし。譯語は大體電氣學會にて撰定せられたるものに従ひたれども中にはそれと多少異なるものもあり又原書には言はば電氣試験部獨特の術語も往々使用せられたれば、本譯書にも多少目新しく感ずる譯語之無きを保せず。故に重要な又は誤解を招く恐ある術語は總て和英對照して記述することとせり。

# シス氏 商用電氣試験法

## 目次

### 序言

#### 第一章 地氣、開路、短絡、極性、空隙、

- 直流機アーマチュアの地氣試験、短絡、開路、不正結線試験……(1)
- 交流機アーマチュア及磁界捲線の試験……(4)
- 交流機の組立及極性試験……(8)
- 空隙測定……(11)

#### 第二章 飽和試験(發電機法電動機法及バリスチック法)

- 發電機飽和……(14)
- 電動機飽和……(16)
- バリスチック飽和……(18)

#### 第三章 心損試験(開路、短絡及減速度法)

- 無負荷運轉心損……(22)
- 調帶運轉心損……(26)
- 減速度心損……(34)

#### 第四章 磁界複捲試験及最大出力試験

- 磁界複捲試験……(41)
- 最大出力……(43)

#### 第五章 電氣機械の發熱試験及實負荷試験

- 發熱試験……(45)
- 實負荷試験……(48)

#### 第六章 等價負荷試験

- 短絡及開路……(58)
- 低電壓試験……(59)
- 開デルター……(60)
- 制相……(61)
- 高電壓試験……(63)
- 力率運轉……(64)

#### 第七章 速度及電壓の變動率試験

- 電壓調整試験……(65)

速度調整	(67)
入力—出力試験	(68)
<b>第八章 相特性、同期及スタチック・イムピーダンス、 波形電壓曲線</b>	
相特性	(70)
同期及スタチック・イムピーダンス	(73)
刷子間の波形電壓曲線	(75)
<b>第九章 直流發電機の豫行試験及能率</b>	
豫行試験	(76)
均壓器及磁界抵抗器	(77)
標準能率試験	(82)
<b>第十章 直流發電機の整流極及電氣的中性の位置</b>	
整流極	(90)
電氣的中性の位置	(92)
<b>第十一章 直流定置電動機</b>	
其諸種の試験	(97)
其標準能率試験	(103)
<b>第十二章 直流軌道用電動機</b>	
一般的試験	(107)
完結試験	(108)
特種試験	(109)
熱特性	(111)
商用試験	(121)
<b>第十三章 廻轉變流機</b>	
豫行試験	(114)
不變比	(124)
可變比領域	(125)
起動試験	(129)
相特性	(132)
脈動橋	(135)
入力—出力能率試験	(138)
規定負荷發熱試験	(143)
過負荷試運轉	(146)

<b>第十四章 交流發電機</b>	
特種試験	(153)
發熱試運轉	(157)
<b>第十五章 同期電動機</b>	
完結試験	(159)
標準能率試験	(163)
<b>第十六章 誘導電動機</b>	
豫備試験	(166)
勵磁	171
勵磁試験の計算	(179)
イムピーダンス	(181)
廻轉力	(184)
起動抵抗	(188)
能率	(188)
線條制御法	(190)
送還法	(193)
反廻轉力	(195)
<b>第十七章 單相變壓器</b>	
送風式 AB 型單相變壓器	(197)
冷時抵抗	(198)
極性	(200)
タップの照査	(203)
イムピーダンス	(207)
心損及勵磁電流	(210)
<b>第十八章 單相變壓器の並列運轉、發熱運轉、過負荷 及高壓試験</b>	
並列運轉	(214)
規定負荷發熱運轉	(217)
短絡發熱運轉	(223)
高壓試験	(227)
<b>第十九章 三相變壓器</b>	
特種試験	(231)
比及タップの照査	(233)

發熱運轉、2倍電壓試験、高電壓試験 .....	(238)
<b>第二十章 油冷及油水冷變壓器</b>	
油冷變壓器、冷時抵抗、發熱運轉 .....	(241)
高電壓試験若くは絶縁試験 .....	(244)
油水冷變壓器、冷却管輪變壓力試験 .....	(245)
<b>第二十一章 變壓器の能率變動率及特種試験</b>	
能率、變動率、特種工學試験 .....	(250)
<b>第二十二章 變流器</b>	
冷時抵抗、極性、比 .....	(255)
<b>第二十三章 單相調整器</b>	
G.E. 會社製 IRS 型調整器 .....	(259)
必要なる諸試験 .....	(260)
<b>第二十四章 多相調整器</b>	
其結線法 .....	(265)
昇壓及降壓 .....	(269)
心 損 .....	(273)
開閉器型調整器 .....	(277)
<b>第二十五章 起動用補償器</b>	
補償器の試験 .....	(285)
廻轉變流機リアクタンス .....	(289)
<b>第二十六章 電氣扇風機及送風機の試験</b>	
送風機、空氣表 .....	(293)
積管法による壓力及馬力曲線 .....	(295)
圓錐體法 .....	(298)
積 法 .....	(300)
送風機試験に用ゆる公式 .....	(302)



## コリンズ氏 商用電氣試験法

### 第一章 地氣(Ground)、開路(Open Circuit) 短絡(Short Circuit)、極性(Polarity) 空隙(Air Gap)

電氣機器のアーマチュア (armature) 又は界磁極 (field poles) を製作するに當りては、絶縁使用法の過り、絶縁物の機械的缺點、導體等に使用する材料の不良、機械の組立若くは接續法の不正等の如き、即ち材料の不完全及職工の過ちを伴ふこと往々なるが、之等の故障は所謂定置試験 (stationary test) に依りて屢々之を發見するを得るものなり。

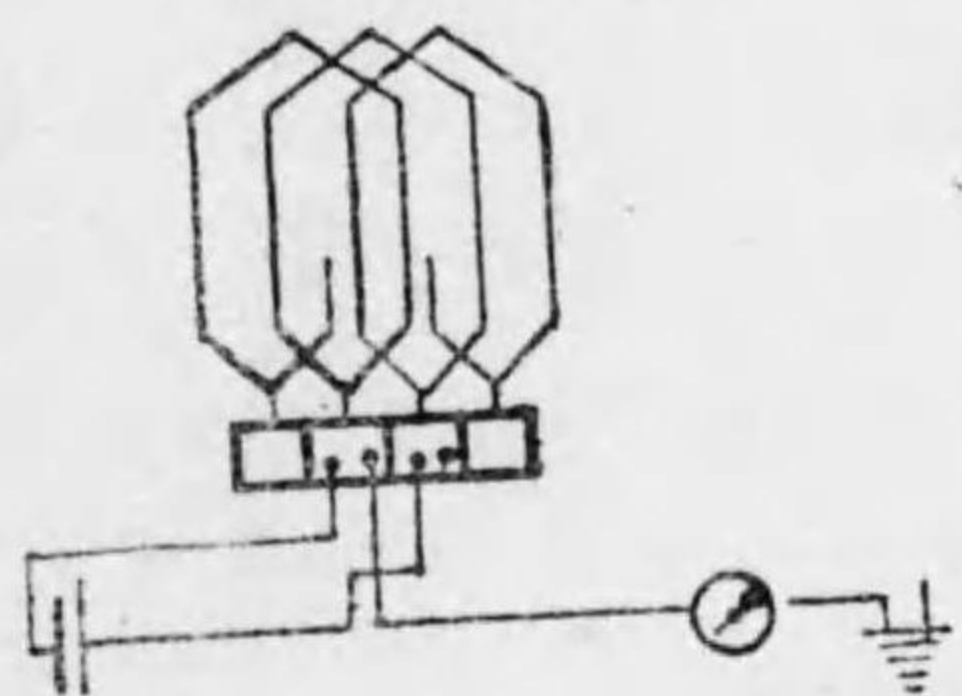
**直流機アーマチュア** 直流機械のアーマチュアは愈々試験部へ廻付せらるゝに先だち、地氣、短絡、開路、高抵抗接合 (high resistance joint) 等の有無に關して試験せらる。

**地氣試験** 地氣の有無を見るには、試験せらるゝ捲線 (winding) と其鐵心 (iron core) との間に此機械に相應したる高電壓を加ふべし。然らば若し其の被試験捲線に地氣發生する時は、絶縁は破れて其破損したる絶縁の箇所より烟を發するに至るべきを以て、其地氣の存



在點を見出す事を得ん。さて此試験を行ふには、1個のガルヴァノメーター若くはミリヴォルトメーターの指針の振れ (deflection) を讀むに十分なる弱電流を、被試験機の一つの整流子片(commutator bar)よりアーマチュアを経て其直ぐ隣の整流子片へ通すべし。而して此ガルヴァノメーターの一方のターミナル(terminal)を大地へ、又同メーターの他方のターミナルを前記整流子片の一つに接続すること第一圖に示すが如くせよ。斯

第一圖 地氣試験

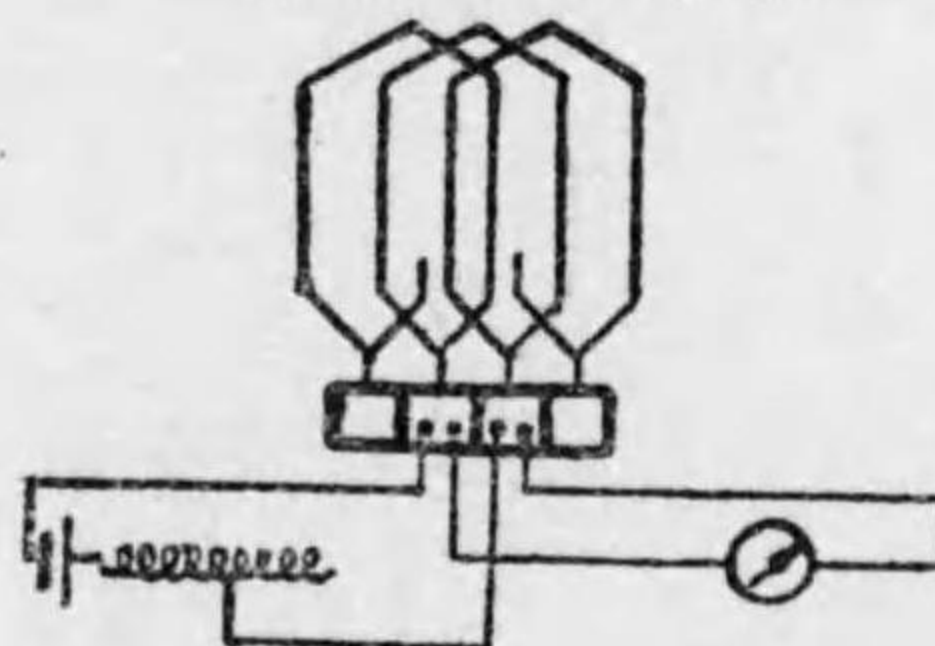


くて其給電導線(supply leads)とガルヴァノメーター導線とを次ぎ次ぎの整流子片に移し行かば、遂には其メーターが全振れ(full deflection)を示す點に達せん。是に於て、其等の導線を更に其次ぎの整流子片に移す時は、メーターの讀みは零となり、尙も同様に手續を進めなば、メーターは再び全振れを生ずるに至るべし。然る時は此ガルヴァノメーターに全振れを呈したる2個の整流子片の間に接地捲線(grounded winding)の存在する事を推知するを得。

短絡、開路、不正結線試験 整流子の片間試験 (bar-to-bar test)は、アーマチュア捲線の短絡、開路及其他之に類

似せる故障の位置を發見せんがために行ふものにして、第二圖に示すが如く數個の蓄電池と、特種の電磁デアルソンヴァル・ガルヴァノメーター (special electro-magnetic De-Alsonval galvanometer) とを用ひ、相隣れる2個の整流子片へ連結せられたる捲線の抵抗を電壓降下法 (fall-of-potential method) に依りて測定すべし。而して上記の

第二圖 不正結線試験



装置に用ゆる測定器は速指 (dead beat) ガルヴァノメーターなる故、其指針の振れを迅速に讀取るを得。

斯様に整流子の各片間に於て各捲線のオーム抵抗を測る際には其整流子の全周圍上何れの部分にありても、ガルヴァノメーターに一樣なる振れ (uniform deflection) を生ずるを常とするものなる故、若し此の如き抵抗測定を行ふに當り、ガルヴァノメーターに異様の振れを呈することあらば、其捲線の接続に不正の點あるを知るべし。

直列捲 (series winding) 若くは波捲 (wave winding) の場合には、其總ての導體は直列に接続せられ居るにも拘らず其導體配列の順序が正しからぬため使用に堪えざること往々あり、又並列捲 (parallel winding) 若くは重ね捲 (multiple winding) の場合には單一渦狀捲 (single spiral winding)

を得んと欲するに、過て二重、三重、又は四重の再入捲(re-entrance winding)となる事もあり。

運轉抵抗 (Running Resistance) 刷子抵抗 (brush resistance) 若しくはアーマチュアの運轉抵抗を測定するに當りては、それが果して正當なる整流子片より測られつゝありやを確むるを要す。並列捲若しくは重ね捲にありては、其整流子の直徑上に相對する2點間にて測りたる抵抗を、其機械の磁極の半數の自乗にて除すれば其機械の眞の運轉抵抗を得。然るに直列捲若しくは波捲にありては、其運轉抵抗は常に電氣的に180度隔りたる整流子上の二點間にて測定せらるべきものなり。今一例として整流子片の總數360及極數4のアーマチュアに就きて考ふるに、之が若し重ね捲 (multiple winding) ならば其整流子の1番目と180番目の間の抵抗を測りて得たる値を4にて除したるものは其運轉抵抗となり、又若し前記のアーマチュアが重ね捲ならずして波捲ならば、整流子片の1番目と91番目の間の抵抗を測定せば、こは直に其運轉抵抗を表はすものとなるべし。

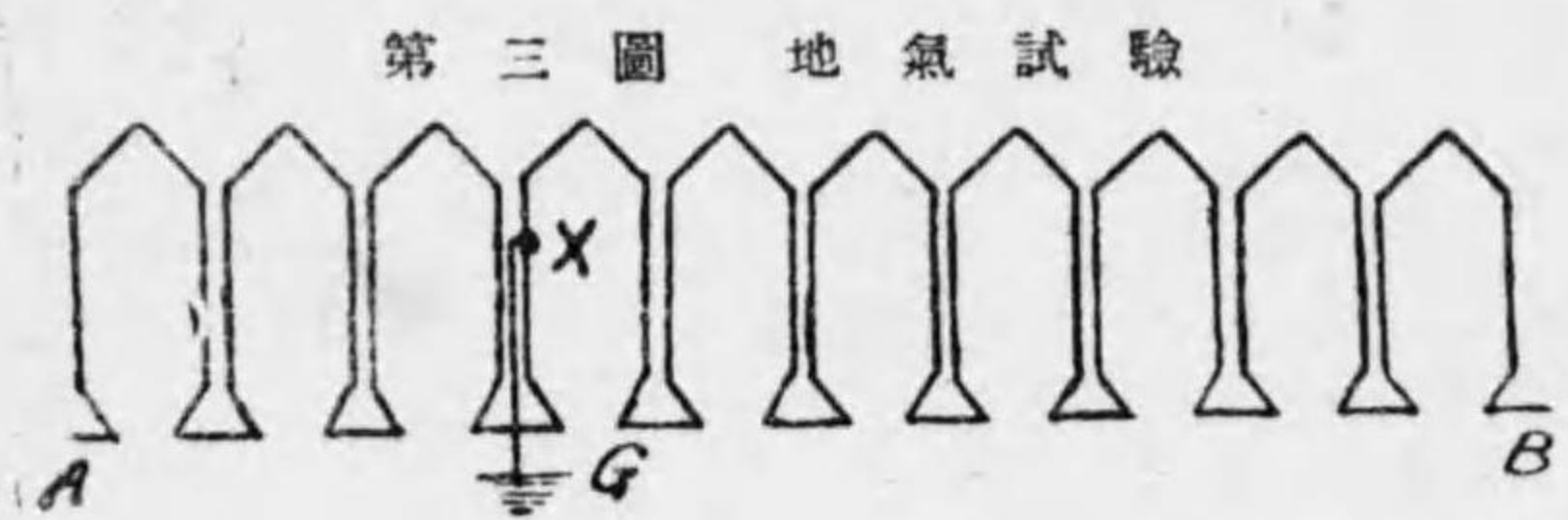
交流機アーマチュア及磁界捲線 交流機アーマチュア及磁界捲線(field winding)の地氣、短絡、開路、不正結線及極性等は前と同様に試験せらる。

地氣試験 之等の捲線の地氣試験にては、直流機の地氣試験の場合に用ゆると同様の方法及類似の器具を使用するものなるが、普通、交流機械は直流機械よりも高き電壓用として設計せらるゝ故交流機の場合に於ける地氣試験電壓は、直流機の場合に於けるそれよりも一般に高きを要し、従て試験を行ふ際一層の注意をなさるべからず。凡て高電壓試験 (high voltage or high potential test) を行ふには、注意して目盛を調整し、又火花間隙 (spark gap) を以て慎重に照査したる靜電電壓計 (electro-static voltmeter) を用ゆべし。又此試験装置と試験用器具とは能ふ限り相近づき居るを可とす、何となれば、若し之等が互に遠く隔り居る時は、試験用電線の靜電容量が増加し、爲めに其受電端の電壓は電源端の電壓よりも却て甚高くなりて、若し此注意を等閑に附さば、被試験機に過度の高電壓加はりて、或は其絶縁を損するに至る事あるべきを以てなり。

地氣を検するに、其機械の各相が只單一回路より成れる場合には、一般に抵抗測定を以て、又其各相が2個若しくは3個以上の並列回路を有する場合には、其1個若しくは1個以上のケーブルジョイント (cable joint) を開きて回路を分離せしめて後抵抗測定を行ひて、何れも其地氣點を容易に發見するを得。

此の測定は次の如くに之を行ふべし、即ち第一、其地氣を有する回路又は相(phase)の全抵抗を測定すること、第二、測定用電線の一端を被試験捲線の一方のターミナルに連結し、又此測定用電線の他端を接地して捲線と大地間の抵抗を測定すること、第三、被試験捲線の一端に結びありたる測定用電線を其捲線の他端に移し、測定用電線の他の一方は接地したる儘にて捲線と大地間の抵抗を測定すること是なり。然る時は若し之等總ての測定に誤りなくんば上記の第二及第三の和は第一に等しかるべきなり。故に今此被試験捲線のターミナルより幾何の距離に地氣點が存在するかを同捲線の全長に對する割合を以て示さば、或は其ターミナルと地の間にて測りたる抵抗の、第一の場合に測りたる其回路全體の抵抗に對する割合に等しかるべし。

第三圖は交流機の單一回路若くは單一相がX點に於て接地せられ居る場合を示す。之に於て若しAB間の抵抗は1オームにしてAG間は0.35オーム、又BG



間は0.65オームなりとせば其、接地點XはA端よ

り測りてAB間の距離の $\frac{35}{100}$ の點に在るべし。然るに此に示せる回路は10個の線輪(coils)より成れる故、其第四番目の線輪が接地せられ居ることを知る。

不正結線試験 交流機捲線の場合には、其オーム抵抗を測定しても、必しも常に其捲線中にある逆向線輪(reversed coil)逆向磁極區域(reversed pole section)又は逆向相(reversed phase)等の如き不正結線を發見し得るものには非らず、何となれば、若し其アーマチュア若くは磁界回路の一部分たる1個の捲線全體が逆向し居る時の如き際には、其銅抵抗測定は正しき事も有り得べきを以てなり。

此の如き故障は、交流を用ひて其極性試験若くはインピーダンス試験を行ひ、之を發見するを得。此目的には單相交流を用ひ、別々の回路又は次ぎ次ぎの二つのターミナル間に捲線用電線を順次に移し行きて遂に總ての捲線に及ぼし、以て一々其の間の試験の讀みを取るべし。

短絡試験 中位の大きさの機械の短絡線輪(short-circuited coil)は1個の捲線電磁鐵(wound electro-magnetic yoke)を用ひて容易に發見せらる。被試験機のアーマチュア線輪が皆其スロット(slot)中に取付けられたる後、其アーマチュア線輪上に此の電磁鐵を載せ置く

時は、此鐵捲線が一次 (primary)、アーマチュア線輪が二次 (secondary) となりて、宛然一種の交流變流機 (a. c. convertor) を形成するにより、若し其アーマチュア中に短絡したる回線 (turn)、線層 (layer) 若くは線輪あらば此鐵捲線内の磁化電流 (magnetizing current) が増加すべし。而して若し其電流が少時の間持續せらるゝ時は、短絡せられたる區劃内の絶縁は熱せられ或は焼くるを以て、其不良線輪を手にて感知し、又は之を指摘し得るに至るべし。

大なる發電機の發電子にありては、其線輪を経て交流を通じ、以て短絡の有無を試験す。但此場合には、其發電子線輪が鐵心の中に既に組立てられたる後數個のスロットに跨りて其上に1個の磁橋 (magnetic bridge) を載せ置き、以て其線輪のリアクタンスを増加すること普通に必要なりとす。

前記諸種の捲線は、被試験機が靜止したる儘にて行はれ又其等の故障は機器が現に捲線を施されつゝある際には尙容易に修理せられ得べきを以て、結局、時間と費用とを節約し得べし。然れども之等の諸試験は機器が既に完成せられたる後に於ても亦同様によく採用せらるゝものなり。

直流機の組立及極性試験 實際上大方の場合、凡て

直流機械は之を組立てずして直に試験部へ廻付するを普通とす。

此種の機械を組立つるには、先づ磁界捲框 (field spool) をフレーム (frame) に取付け次に各機械に對して夫々與へられたる接續圖に遵ひて全部の結線を行ふ。而して後、其諸捲線の抵抗、絶縁等に就きて試験を施し、又此磁界捲線を勵磁して其極性試験を行ひ、以て捲框の組立及フレーム上に於ける捲框の位置の正否等を照査すべし。

又、磁界線輪の極性試験中に、其捲線全部を別々に試験して、直列及分路整流極捲線 (series and parallel commutating pole winding) が正しく捲かれ又は正しく組立てられ居るかを見るべし。

機械の極性を見るには、1個の羅針盤を被試験磁極に近づけ、其羅針盤の何れの方の極が吸引若くは反撥せらるゝかに依りて容易に被試験磁極の極性を判断するを得。但し此場合に試験用羅針盤を機械の磁極に餘り甚しく接近せしめざるやうにせよ、若し然らずんば其強力なる磁極のため羅針盤の極は減磁せられ、時としては遂に反對極性に變化せらるゝことあるべし。

機械の磁極の兩極性が適當に交互に配置せられ居

るかを試験するには、相隣れる2個の磁極片端 (pole tips) に1個の軟鐵片を橋渡すべし、然れば若し其2極が互に異性なる時は此軟鐵片は強く引き付けられ、又若し此2極が同性ならば軟鐵を引き付くること甚弱かるべし。

磁極捲線内の電壓降下及抵抗 一般に直流機械に於ては、其磁界捲線 (field winding) に任意の値の電流を通ずる時、各捲框に起る電壓降下は、毎捲框に付ての平均電壓降下に比し、其數パーセント以上に相違すべからず。交流機の磁界捲框は、之を其磁界幅鐵 (field spider) の上に組立つる際に、其毎捲框の電壓降下を測定するものにして、既に組立てられて送り來りしものに就きては、只毎捲框の抵抗測定を行ふを普通とす。此場合に於ても同一電流に對する毎捲框の最大電壓降下と最小電壓降下との差が、毎捲框に付ての平均電壓降下より著しく相違するは宜しからず。諸捲線に起りし電壓降下を記録するに當りて、其捲框の番號は被試験機の分路磁界回路 (shunt field circuit) の開き口 (opening) の次ぎにある捲框より始め、整流子側より見て時計の方向に數ふべし。機械を試験する時は其總ての捲線の抵抗を慎重に測定して之を丁寧に記録し置くを要す。多くのアーマチュアは均壓環 (equalizing ring) を有す

るものなるが其の均壓タップ (equalizing tap) を開放するに非ずんば、眞のアーマチュア抵抗を測定する能はず。

此分路磁界抵抗は、アンメーターとヴォルトメーターとを用ひ降下法 (drop method) に依りて、之を測るを得。而して此測定は、各機械の試験を始むる前に行ふべし。直列磁界抵抗を測定するには、適當なる種々の組合をなし得べき試験用區分 (testing section) を有する特種のガルツァノメーターを用ふ、但し其の組合せは後に述ぶ。捲框と捲框の間に於ける接目の接觸抵抗は直列磁界抵抗中の可なりの分量を占むるものなる故、其直列抵抗測定前に、各結線の接目を十分に磨き、且十分に固く接合し置くべし。

空隙測定 總ての機械の空隙測定は甚大切なる事柄なり。

直流機械の空隙 は次ぎの如く測定す。被試験機のアーマチュアが靜止し居る時、其磁極片端の下に測定尺を挿入して、總ての磁極の下の空隙を、整流子側と其反對側との兩端に於て測るべし、但し此際は磁極片端の溝を含むべからず。之は機械が靜止し居る時アーマチュアと磁極とが一定位置に於ける空隙なるを以て定置空隙 (stationary gap) と稱せらる。次に或任意の磁極の下に於て、此アーマチュア圓周上に一つの符

課を印し置き、其アーマチュアを丁度1極間距離だけ廻轉せしめ、整流子側に於て、總ての磁極片端の下の空隙を測定せよ。此空隙は廻轉空隙(revolving gap)と稱せらる。

直流機械に於て、磁極の鐵面よりアーマチュアの鐵面迄測りたる最大空隙は、其最小空隙よりも、平均測定値の数パーセント以上に相違すべからず。又アーマチュアのバインド線(bind wire)より磁極片(pole piece)の鐵面迄測りたる時は、上記の差異は尙一層僅少なを要す。

整流極機械の空隙測定は、其整流極の中心の下にて行ふ。各整流極片とそれに隣れる主磁極片の間の距離を測る事も必要なり。此間隔は總ての極間に於て一樣ならざるべからず。

交流機械の空隙測定は、磁極片の中心に於て、其前端と後端との兩方に行ふ外は、上に述べたる直流機械の定置空隙及廻轉空隙の測定と同様なり。而して廻轉空隙を測るには、被試験アーマチュアの表面上の電氣的に180度隔りたる諸點にて測るに及ばず、只45度宛隔りたる諸點の空隙を求むれば可なり。

誘導電動機 空隙は小にして又一様なるべき事甚大切なる故、之れを測定するには、特に其目的に作ら

れたる空隙計(gap gauge)を用ひ、之れを機械の打貫孔(punching)の端より端へ空隙を通じて一林に貫通せしめ、以て前に説明したると同様に、被試験機の廻轉子(rotor)が靜止せる時及廻轉をなさしめつゝ、廻轉子の周圍の多數の點に於て其空隙を測るべし。

一般に空隙測定をなす際に被試験機の廻轉部と其諸捲線若くは其他の部分の間隙を善く検査して、此機械が果して、何れの表面に於ても互に突撃又は擦り合ひ等を生ずる事なく完全に廻轉するに十分なる隙を有するかを確むべし。若し捲線が其孔より必要以上に突起し居る時は、打當り又は擦れ合ひ等の故障を生せん。誘導電動機にありては、適當なる間隙が確定する迄は決して起動すべからず。

最初の起動 出来立ての機械を最初に起動する時は、極めて徐々に速度を出さしめ、又速力増加して規定速度に達する迄は特に監視を嚴密にし、被試験機が果して正しく運轉するや否やに深く注意すべし。又起動の際は確實なる廻轉計又は廻轉數指示装置を設けて、危険なる速度上昇を防ぎ、或は油環(oil ring)が十分なる油を軸承(bearing)へ送りつつありや否やを、低速の時に善く調べ置くを要す、但大方の場合、油環は其機械が規定速度の $\frac{1}{4}$ の速度にて廻轉する際既に適當

に軸承に注油する程ならざるべからず。又被試験機が規定速度に達する迄は其廻轉部分の平衡状態を注意して視るを要す。若し此機械が其廻轉に従ひて振動を伴はば試験を進むるに先だち之を修理すべし。機械の運轉のために生ずる振動は、其廻轉部が善く平衡し居らざる證なるが、それは單に配列の不整頓、若くは軸の彈條(spring)に基因すること多し。

## 第二章 飽和試験(Saturation Test)

### 其發電機法、電動機法、及パーリスチック法

磁路(magnetic circuit)の特性(characteristics)を定むるには飽和試験を行ふ。而して此目的には、發電機飽和、電動機飽和、及パーリスチック飽和なる三種の試験法ありて其何れに依りても磁路の特性曲線を求むるを得れども最普通に行はるは「發電機飽和なりとす。

發電機飽和 (Generator Saturation) 此方法にては、被試験機を1個の發電機として、出來得べくば不變速度にて運轉すべし。然れども飽和の讀みは被試験機の廻轉速度に比例するを以て若し或る一定速度に對する一組の讀みが知られ居る時は、其曲線より、他の速度に於ける飽和曲線(saturation curve)を求め得べし。直流機械の無荷重飽和 (no load saturation)を求むるには其刷子

を中性點に置くを要す。

多相交流發電機にては、其各相が正當に平衡し居るかを確むるために、規定磁界電流 (normal field current) の時、各相間の電壓を讀取らざるべからず。而して若し之等の電壓が平衡し居らざる事あらば、それは其發電子 (armature) に誤りある證なる故、之を修理せよ。

廻轉變流機 (rotary converter) に於ては、其磁界の勵磁を加減して規定電壓を發生せしめ置きて、各相間の電壓並に直流電壓を慎重に讀み取るべし。而して此相電壓(phase voltage)も亦よく平衡するを要するものなり。

發電機飽和曲線を求むる普通の方法は被試験發電機を速度を不變に保ち、其發生電壓が遂に規定電壓の125パーセントに達する迄磁界電流を段々に増加せしめ行きつゝ、其増加の各段の電流毎に被試験機の發電子電流、磁界電壓及磁界電流を同時に讀み取り、斯くて遂に其最大磁界電流に於ける各讀みを取りたる後其磁界回路を開く事無くして、前と逆に磁界電流を四段か五段位に遞減し行きつゝ再び前を同様の讀取をなし、以て此曲線に沿ふ各點に於ける殘留磁氣(residual magnetism)を決定するにあり。而して其規定電壓の少しく上及び下の附近にては、最も正確なる讀みを得るやう注意すべし、何となれば之等の部分は、交流發電機

の負荷中の電圧變動率を計算するに用ひらるゝを以てなり。飽和曲線を作る時には常に、被試験機の鐵より鐵に至る空隙、捲框の長さ及周圍、發電子並に磁界の仕様等を記録紙に明示し置くを宜しとす。

電動機飽和(Motor Saturation) 被試験機を發電機として運轉すること不便なるか又は不可能なる場合には、之を無負荷にて自由に運轉する電動機として取扱ひ、之に可變電壓(variable voltage)の電路より電力を供給して運轉すべし。

直流機械の場合には、被試験機の電動子に或る電壓を加へ置きて、其磁界電流を加減し、以て規定速度に達したる時、被試験機の電動子電流、電動子電壓、磁界電流、磁界電壓及速度を記録せよ。起動電壓(starting voltage)は規定電壓の少くとも50パーセント以下ならざるべからず、而して規定電壓以上25パーセントに達する迄電動子に加へたる電壓を漸次に増加し行き、之に従ひて磁界電流を適當に増加して機械の速度を一定に維持し置き、其磁界電流増加の各段に於て、上記の諸讀みを取り然る後電動子電壓並に磁界電流を、此試験の初めに於る夫等の値に略等しくなる迄減じ行きつゝ、其間の三點か四點に就て前と同様の讀みを取るべし。

上記の方法にて直流機械を試験するに當りては、被

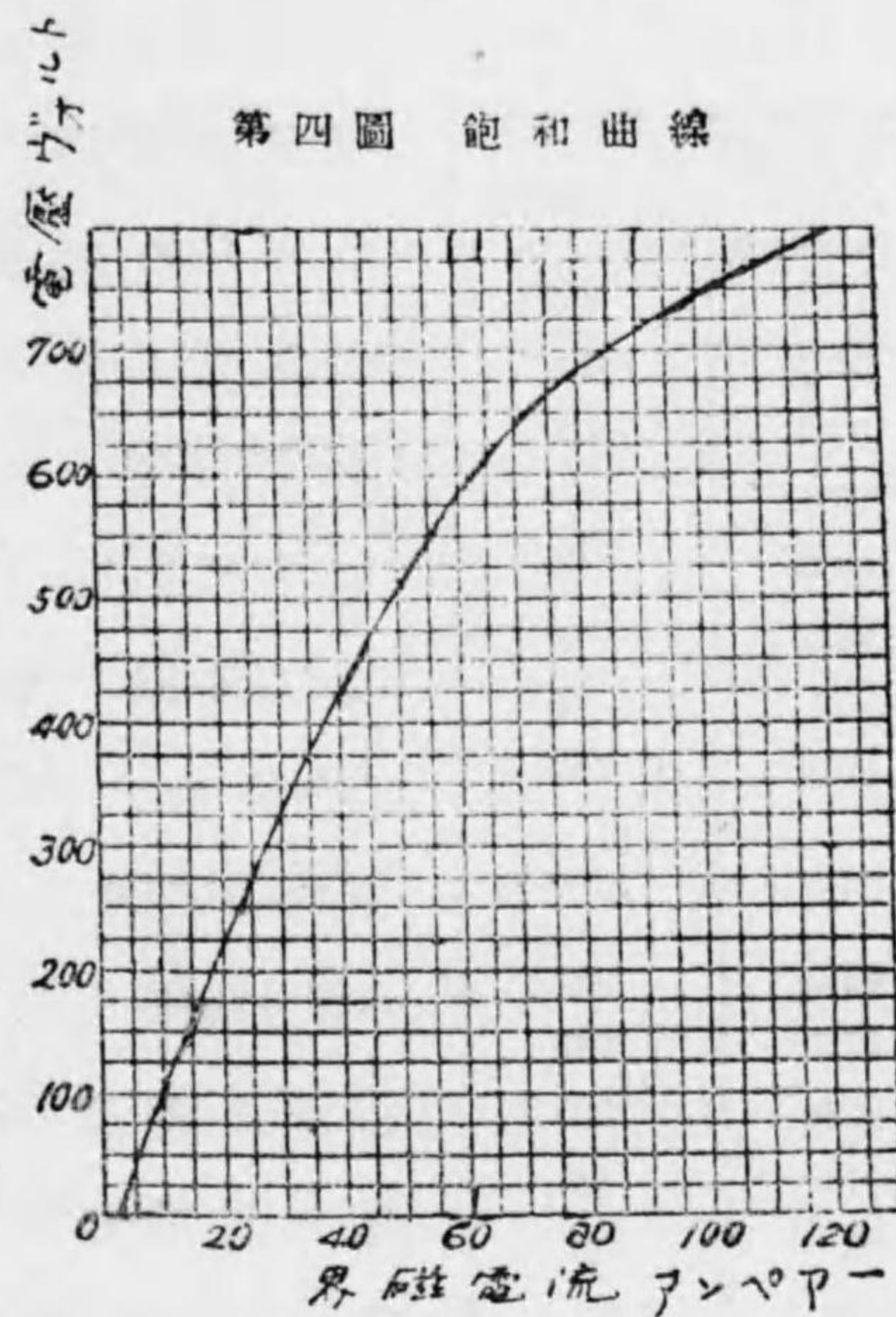
第一表 飽和

電動子電壓 ヴォルト	磁界電壓 ヴォルト	磁界電流 アンペア	速度 毎分週轉數
192	25	18.0	360
228	29	21.0	360
253	32	23.2	360
304	38	29.0	360
416	52	40.0	360
495	62	48.9	360
542	70	55.1	360
579	75	59.8	360
597 597	79	62.0	360
597	83	65.4	360
614	83	65.4	360
707	110	87.5	360
785	146	117.0	360
755	130	102.0	360
555	74	55.5	360
453	57	43.6	360
287	35	26.3	360
178	26	16.1	360

試験機に若し電氣的缺點あるがため、過度の速度上昇を來す事無きかを注意し、又其被試験機を制御(control)する電路遮斷器(circuit breaker)は機械の速度を讀む試験者が容易に之を取扱ひ得る様に裝置すべし。

交流機械にありては、直流機の場合に述べたる如く被試験機を電動機として運轉し、其電動子に加へたる電壓を變化せしむ、但し此場合には、電動機速度は其磁界電流に無關係なる故、其電動機磁界を速度に對して調整せずして、各電壓の時被試験電動子に夫々最小の入電流(input current)を得るやう調整するを要す。此試験に於て讀み取るべきものは加へられたる電動子





電圧、電動子電流、磁界電流、磁界電圧及速度等なり。

誘動電動機にては、一定周波数の可變電圧を加へ以て其電動子電圧電動子電流及速度を記録し置けば足れりす。

此飽和試験の計算には只試験に用ひたる計器の更正

係數 (correction factor) を適用し、其結果の電動子電圧を縦軸、磁界電流を横軸として曲線を描くのみなる故至つて簡單なり。

第四圖は第一表に従つて描きたるものにして上記の方法にて行ひたる飽和試験の結果を示す。

パーリスチック飽和(Ballistic Saturation) 發電機又は電動機飽和試験をなすには、被試験機を其規定速度若くはそれに近き速度にて運轉せざるべからず。然れども時としては、機械の組立を遅延せしめず、又試運轉

時間を節約して可成早く又經濟的に飽和試験を行ひたき事往々あり。此の如き場合にはパーリスチック法を用ひ次の如くに試験を行ふべし。

第一、與へられたるアーマチュア捲線、アーマチュア鐵心及磁界構成物(field structures)が、發電機若くは電動機として、既に述べたる如く運轉飽和試験(running saturation test)を行はれて運轉せられ居る時は、其被試験機を停止して、其刷子を、該機が運轉せられ居る時の無荷重中性位置(no-load neutral position)より電氣的90度だけ移動せしめよ。第二、被試験機の分路磁界(shunt field)を或る勵磁電源に接続し、又1個の轉極開閉器(reversing switch)を設けて、其磁界回路を急に開き又は其極を反對になし得るやう装置し、以て任意の値の電流が磁界に流れつゝある際にも急に之を中斷し若くは急に逆流せしめて、速かに再び前と同じ値に上らしむるを得しめよ。第三相隣れる2個の刷子間柱(brush stud)にパーリスチックガルヴァノメーターの2本の導線を分ち結びて此、メーターを其刷子間柱の直下にあるアーマチュアに電氣的に連結し、其他の刷子は取り外し置くべし。而して上記のメーター及アーマチュアの回路には此磁界電流が最大の値なる時にパーリスチックガルヴァノメーターの針が其の最大目盛迄振るゝに丁度十分な

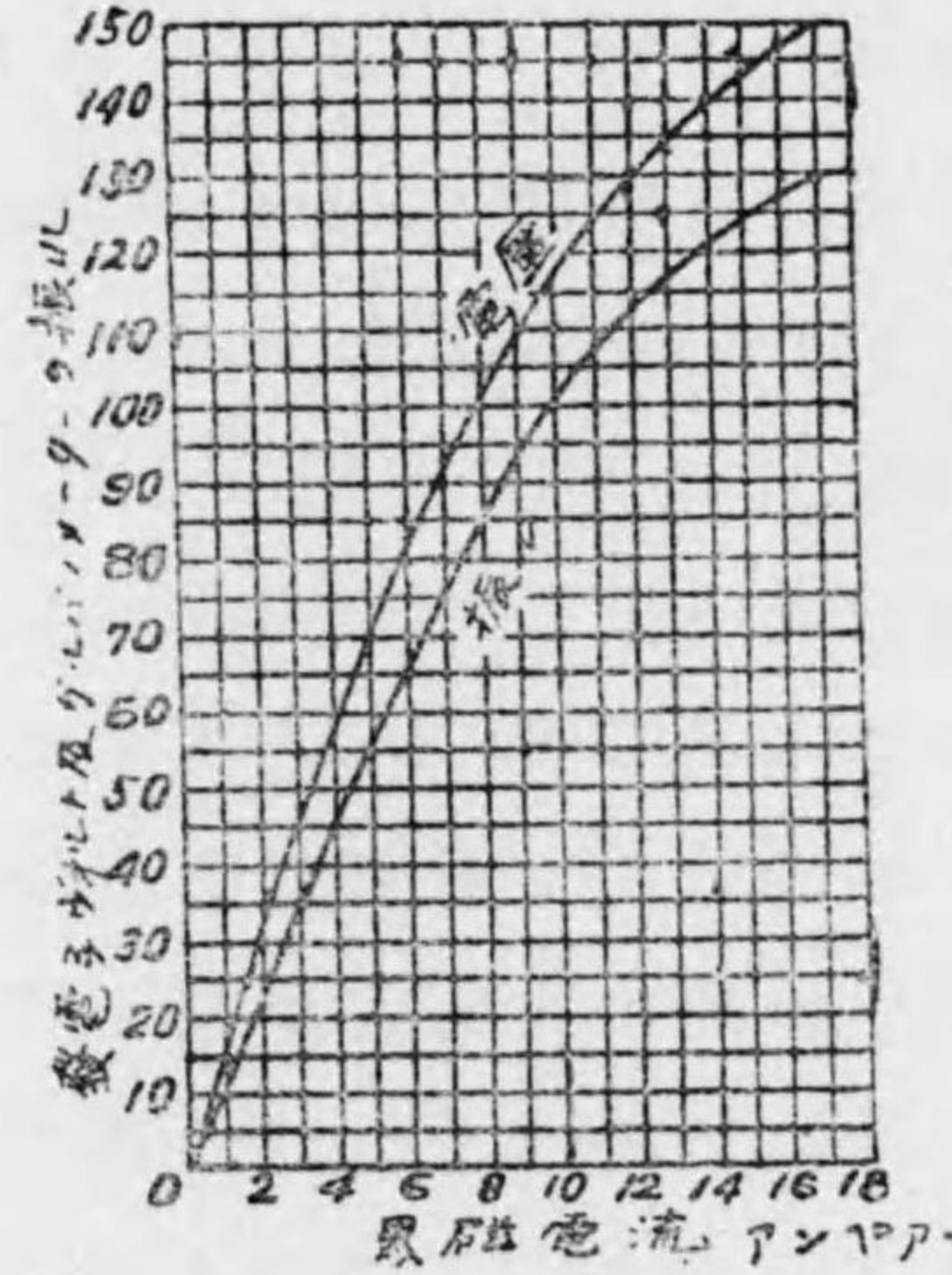
外部抵抗を用ゆるを要す。第四、前記の装置及準備をなして後、磁界電流を通じ之を或一定値に保ち置き、轉極開閉器に依りて急に磁界を開き及其磁界を逆にしたる時に於けるガルヴァノメーターの振れを読むべし。而して同様の手續を、異りたる種々の値の磁界電流に對して行ひてメーターの讀みを取る。此運轉飽和試験の如くせよ。然らば、各値の磁界電流に因りて生ずる磁束 (magnetic flux) は、其磁界を開き若くは逆にしたる時、アーマチュアに誘導せられし電壓に比例するを以て、彼のガルヴァノメーターの振れを縦軸に、又磁界電流を横軸に取らば、運轉飽和曲線 (running saturation curve) に似たる一曲線を得べし。

此曲線は運轉飽和曲線に對して、アーマチュア捲線の漏洩係數 (leakage coefficient)、ガルヴァノメーター常數、及其メーター回路中にある抵抗等に基く一定の關係を含むものなり。或一定の磁界電流の時のガルヴァノメーターの讀みを取るに先だち、運轉飽和曲線にて得たると同じ磁氣的状態を得るため、1回若しくは1回以上其磁界電流を逆流せしむるを要す。若し此注意を守らざれば、之に依りて得たる飽和曲線は同一の機械の運轉飽和と密接に一致すること能はざるべし。

パーリスチック飽和試験結果の計算は運轉飽和試

験のそれの如く簡單ならず。任意の機械の運轉飽和は前に述べたる如く其試験に用ひたる計器の諸常數と試験結果とに依りて容易に算出せらるゝものにして夫れ以上他の事項を知るに及ばざれども、パーリスチック法の計算はそれよりも幾分複雑にして而も又不確實なるを免れず。此計算の最良法は、或一定の磁界電流に對するガルヴァノメーターの振れの、同じ値の磁界電流にて勵磁せられ規定速度にて運轉する時に發生

第五圖 パーリスチック及運轉飽和曲線  
750 k.w. 125 volt. 複捲直流發電機  
6極 375 迴轉毎分



するアーマチュア電壓に對する比を求むるにあり。斯様にして求めたる比は、パーリスチック試験の終始一貫して、實際上十分正確なる故、此比をパーリスチック曲線の全體に適用してアーマチュア捲線、鐵心又は磁界構成分が同様なる任意の機械の飽和曲線を容易に決定するを得。

個々の標準機械を照査して其磁路及捲線が正しき事を保證するために此試験方法を應用すれば甚有益

なり。同様の機械を此方法にて試験するには常に同一のガルヴァノメーター及同一の抵抗値を用ゆべし。

此パーリスチック曲線を求むるには、被試験機のアーマチュアを磁界腔 (field bore) の中心に楔留し以て其空隙を一様ならしむれば可なり。第五圖はパーリスチック飽和試験と運轉飽和試験との結果を同一紙面に同一目盛にて示せるものなり。

### 第三章 心損試験 (Core Loss Test)

其開路 (Open Circuit)、短絡 (Short Circuit)

#### ○ 及減速度 (Deceleration) 法

廻轉する直流機械及交流同期機械 (a.c. synchronous machines) の心損を測るには無負荷運轉心損 (running light core loss)、調帶運轉心損 (belted core loss) 及減速度心損 (deceleration core loss) なる三方法あり。

無負荷運轉心損 (Running Light Core Loss) 試運轉を要すべき直流發電機又は電動機には、總て無負荷運轉心損試験を行ひ又交流同期機械にも此方法を適用することあり、但交流機に此方法を用ゆるは直流機の場合の如くには多からず。

直流機械に此方法を用ひて満足なる結果を得んには次の諸條件に適合せしめざるべからず、即ち被試験

機の刷子を其無負荷中性 (no-load neutral) の整流子片迄移動せしむる事、刷子の彈性張力が正當なるべき事、整流子は清潔にし、之と刷子の摩擦は正當なる運轉状態を維持する時の値なるべき事、等なり。此の試験は成るべく同一の被試験機の他の試運轉が済みたる後に行ふを可とす、何となれば、然する時は、被試験機の整流子は一層つやつやしく滑かになり、善良なる運轉状態となり居るべきを以てなり。試運轉用電力は、急激なる動搖を蒙らざる可變電壓の回路より、之を供給せざるべからず。此試験に於ては被試験機が電動機として無負荷運轉をなす時、之に必要な入力を求むるものなる故、其廻轉部が加速若くは減速しつつある際には其入力値を讀取るべからず。試験中は被試験機のアーマチュア電壓を安定に保ち、又其磁界電流を不變の値に維持すべし。

直流發電機の無負荷運轉試験を行ふに當り、其全負荷に於ける磁界の磁束をも觀察するを要す。試験の際、被試験機のアーマチュアに加ふる電壓は、該機の正規格定電壓 (normal rated voltage) に等しきを要するものにして全負荷の時は無負荷の時よりも、其アーマチュア内の CR 降下 (C は電流、R は抵抗) だけ増加すべきものなり。此の如き電壓を被試験機のアーマチュアに加

へ置きて之れを安定に保ち、磁界電流を加減し、機械が規定速度になりし時アーマチュアの電流及電壓、並に磁界の電流及電壓を讀取るべし。

直流電動機を此方法にて試験する場合には、其電動子に加へたる電壓は、該機の正規格定電壓に等しかるべく、而して其全負荷の際には、其電動子内のCR降下は少くなるべし。此の場合にも直流發電機の場合に於けるが如く、其磁界電流を加減して被試験機を規定速度となし、電動子及磁界の電流並に電壓を讀取ること前と同様にせよ。

無負荷自由運轉 (no-load free running) をなし居る機械に供給したる電力より、該機のアーマチュアのCR損を差引きたる残りは、軸承摩擦、刷子摩擦、風擦、及心損に費されたる電力なり。

之等の試験記録をなすに當ては、此無負荷運轉電流はアーマチュア電流と分路磁界電流の和なりや、若くは單にアーマチュア電流のみなるかを明示するを要す。此區別を定むるには、分路磁界回路を閉ぢ置きてアーマチュア回路を開き、而て給電回路(supply circuit)中に幾分かの電流が流るゝや否やに注意し、又其時の供給電力を讀むべし。斯くて若し其給電回路中にあるアンメーターが少しも電流を指示せざる時は、前の試

験の讀みはアーマチュア電流のみを示し、又若し若干の電流表るゝ時は彼の無負荷運轉電流はアーマチュア電流と磁界電流の和なることを知るべし。無負荷運轉心損を求むる際には、勵磁のために1個の磁界捲線(但し之は常に、分路磁界捲線なるを要す)を使用す。

交流同期機械(廻轉變流機は其心損試験が直流機械のそれと同様なる故、此に含まれず)の無負荷運轉心損を求むるには、被試験機を、其正當なる速度及格定電壓にて、同期電動機(synchronous motor)として運轉し、其周波數及電壓を安定に保ちて試験を行はゞ最良の結果を得べし。

被試験機のアーマチュア電壓を規定値になし置き磁界の直流を變化して、アーマチュア電流が最小になりし時、總ての相の電壓及電流を讀め。然れば、此の入電流(input current)が最小なる時には、其力率は1となる故、被試験機の無負荷運轉に要する電力は其ヴォルトとアンペアーの相乗積即ヴォルトアンペアー入力(volt ampere input)なり。此ヴォルトアンペアーの讀みを照査するためワットメーターを使用せば尙可ならん。此測定の結果中には、開路心損とアーマチュア内のCR損の和と共に摩擦及風擦損をも含むものなり。若し此心損を其他の諸損失より分離する必要な場合には、上記

の試験法を、機械の全負荷能率を照査するに用ゆるを得べし。

直流機械に取りては、此試験法は他の尙精密なる諸種の方法よりも迅速且経済的に行はれ、而も其結果は他の諸方法に依りて得たるものに劣らず正確にして満足なるものなり。

調帯運轉心損(Belted Core Loss)被試験機の軸承摩擦、刷子摩擦及風擦(windage)等の損失より心損のみを分離せんと欲する場合に此方法を用ゆ。

直流機及交流同期機械に此の試験を行ふには、一般に、1個の小さき直流電動機を原動機に用ひ、之に依て被試験機を發電機として運轉すべし、但之等の被試験及試験用の二機械は調帯連結にて運轉せらるゝ事最も普通なれ共、非常に正確を要し又は高速度を必要とする場合には、カプリング(coupling)を以て直結運轉を行ふ事も往々有り。此原動用電動機は善良なる整流作用を有し、又此心損試験に必要な荷重の範囲内にては其刷子を皆夫々一定の箇所に取付け置くを要するものなれば、善く注意して之を撰擇せざるべからず。此電動機の容量は被試験機容量の約10パーセントに撰定せば一般に安全なるが、被試験機の磁界を最も強くしたる時に此原動用電動機の負ふ荷重が該電動機

の正規格定容量(normal rated capacity)の50パーセントを超過するは宜しからず。又此電動機は能ふ限り、正規格定速度及正規格定の磁界の強さ(normal rated field strength)に近き點にて運轉すべき事及此試験に必要な總ての値の荷重に對して最良の整流作用(commutation)をなすべき位置に其刷子を取付くべき事並に其整流子表面を最良の状態となし置くべき事を必要とす。

此試験に用ゆる調帯の重さ及幅は、其調帯のために生ずる損失を最小ならしむるやう、之を決定せざるべからず。組合せられたる電動發電機(motor-generator set)、廻轉變流機及其他實際上の運轉に調帯を用ひざる電氣機械を調帯運轉法にて試験する時は、其調帯の引き(pull)のために軸承摩擦が増加する事無きやう其調帯の張力を實際上能ふだけ弱く保つべし。此試験用としては編織調帯(laced belt)よりも織目無調帯(endless belt)を可とす。

此原動用電動機には其電動子電流、磁界電流及速度を読むべき装置を施して被試験機の規定速度に對する電動機の種々の讀みを取るべし。

被試験機側には其磁界を他勵し、磁界の電流及電壓並に發電子電壓を読む爲の結線装置を要す。而して

愈々試験を始めるに先だち原動用電動機の電動子抵抗を慎重に測定し置くべし。

試験は之を次の如くに遂行せよ。最初、原動用電動機の磁界を不変電圧の電源より勵磁して、規定電圧を發生する迄其勵磁電流を調整し置き、此試験の終始一貫此電流の値を不変に維持すべし。原動用電動機の電動子ターミナルに加へられたる電圧を加減して其速度を調整せよ。而して先づ原動用電動機及被試験機を其等の諸種の摩擦が一定値に達する迄に十分なる時間だけ運轉すべし、但之等の摩擦は被試験機の磁界を少しも勵磁する事無くして運轉する際、原動用電動機の入力が不変に達したる時に一定となるものなり。

直流機試験の場合には、第一に被試験機の總ての刷子を、其整流子上に附着せしめ置いて、被試験機を勵磁せず、原動用電動機の入力を讀み、第二に被試験機の總ての刷子を、其整流子より引き離し置いて、前と同様に讀取をなすべし。此二つの讀みの差は被試験機の刷子摩擦を示すものなり。次に被試験機の磁界を、最初零より起りて後之に漸次電流を加へ、而して此機械が遂に規定荷重電壓の125パーセントの電圧を發生するに至らしめ、其の間に於て異りたる種々の値の磁界電流に對する原動用電動機の入力を讀め。被試験機に於

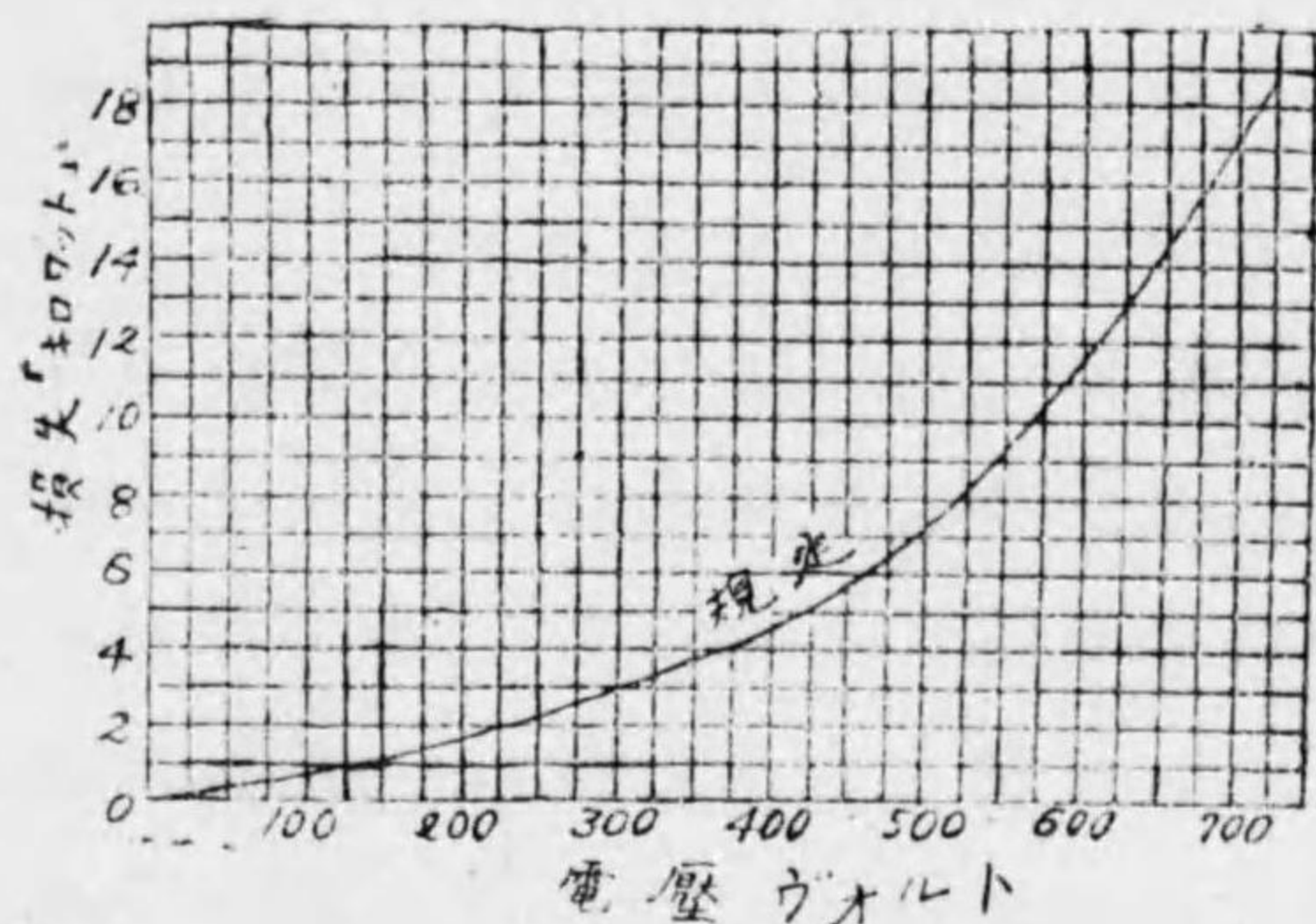
ける之等の種々なる磁界の強さに對する此電動機の入力より、夫々之に相應する此電動機電動子の C<sub>R</sub> 損及被試験發電機の磁界が零なる時の此電動機入力を差引かば、被試験機磁界の種々なる強さに於ける被試験機の心損を見出す事を得ん。

此の試験に於ては、摩擦損が始終一定なる事を確むるために、試験進行中其始めと中頃と終りとの少くも三回は、被試験機の磁界を零にしたる時の此原動用電動機の入力を繰り返して讀み取るを要す。又此試験の終に臨み、被試験機が規定電圧を發生するやう其磁界電流の値を調整し、又其刷子を整流子より引き離し置いて、電動機側の入力を讀み取り、之を、被試験機の磁界電流を前と同一の値に保ち刷子を整流子に附着せしめ置きたる時の電動機入力の讀み即ち前記の刷子摩擦を與へたる一組の讀みと比較するに供す。

試験者は、此試験結果を整理する前に前述の様々なる値に就き彼此相對照して夫等が果して一致するや否やを檢せざるべからず。此試験が進行するに従ひ或與へられたる勵磁に於ける心損に必要な電動機入力を、其時發生せられたる被試験機の發電子電壓に對して圖點を打ち第六圖の如き曲線を得て、以て心損試験の結果を檢すべし。而して若し満足なる曲線を

得たる時は原動機と被試験発電機とを連結せる調帯を取り外し、今まで通じ居たる電動機の磁励電流を其

第六圖 開路心損



儘に保ちて其電動機を自由運轉せしめ其時の入力を讀むべし。若し又被試験機の軸承摩擦及風擦(windage)損を分離せんと欲せば

之を爲すを得べし。

心損試験をなすには、被試験機が加速度若くは減速度を生せず絶対に不變なる速度に於て總ての讀みを取らば甚好結果を得ん、又讀取をなす間は其時の被試験機の勵磁電流を不變に保たざるべからず。原動用電動機の電動子電流に脈動(pulsation)若くは急激なる變動を生ずる時は、其電力の讀みは全く不正確なるものとなるを以て、此の如き状態は少しも起る事なきを要す。

心損試験の報告書を作るには、前に述べたる電氣上の讀みの外、次の諸項を附記すべし、即ち整流子の周圍(circumference of commutator)、整流子片の數及幅(number of

commutator bars and breadth of the bar)、分路及直列磁界捲櫃の數並に高さ(number and height of shunt and series field spools) 刷子間柱の數及其每柱刷子數(number of brush stud sand number of brushes per stud)、每刷子の刷子壓力 (brush pressure per brush)、原動用電動機の格定及電動子フレームの番號 (rating of the motor and numbers of its armature and frame)、被試験発電機の格定、型及番號(Type, rating and number of generator under the test)等なり。

直捲電動機 (series motor) の心損試験は、其速度曲線 (speed curve) の全範圍に亘り、異りたる種々の速度に就きて之を行はざるべからず。而して其方法は前に述べたるものと同様なるが、尙軌道用直捲電動機の章下に於て考究せんとす。

同期交流機械の心損測定は、一般に前に概説したるが如く、被試験機のアーマチュアを開路 (open circuit) したる時と又之を短絡したる時との二つの場合に就きて行ふ。短絡試験の場合には被試験機の摩擦損に要せらるる働力 (power) 以上に、被試験機が、其原動用電動機より受入れたる働力の過剰分を縦軸とし、被試験機のアーマチュア電流、若くは或與へられたる勵磁に對する被試験機の開路アーマチュア電壓 (open-circuited armature voltage) を横軸として圖點を取れ、然る時は其

特性が開路心損曲線に類似せる曲線を得べし。此の如き試験に於て眞の心損を求むるには、被試験機のアーマチュア-のC²Rを差引くを要する故、其短絡せられ

第二表

500キロワット 360週轉毎分 600ヴォルト 60サイクル 三相交流發電機開路心損

Table with columns for motor and generator parameters: 電ウ動子ト, 電ア動子ア, 磁ア界ア, 毎週轉分數, C.E. 入力, C²R, CE-C²R, 心損, 發ウ電子ト, 磁ウ界ト, 磁ア界ア, 毎週轉分數. Includes data for '摩擦' and '電動機無負荷運轉'.

原動電動機 MP-4-60-550-125ヴォルト 熱時抵抗=0.0007

たるアーマチュア-回路の其の總ての短絡用電線を含みたる抵抗を慎重に測定せざるべからず。此短絡試験の観測は、被試験機のアーマチュア-の短絡電流が該機の規定全荷重電流の少くとも200パーセントの値なる時に之を行ふを要す。

第二表及第三表は調帶運轉心損法にて得たる開路及短絡試験の結果を計算する標準方法を示す。

第三表

500キロワット 360週轉毎分 600ヴォルト 60サイクル 三相交流發電機短絡心損

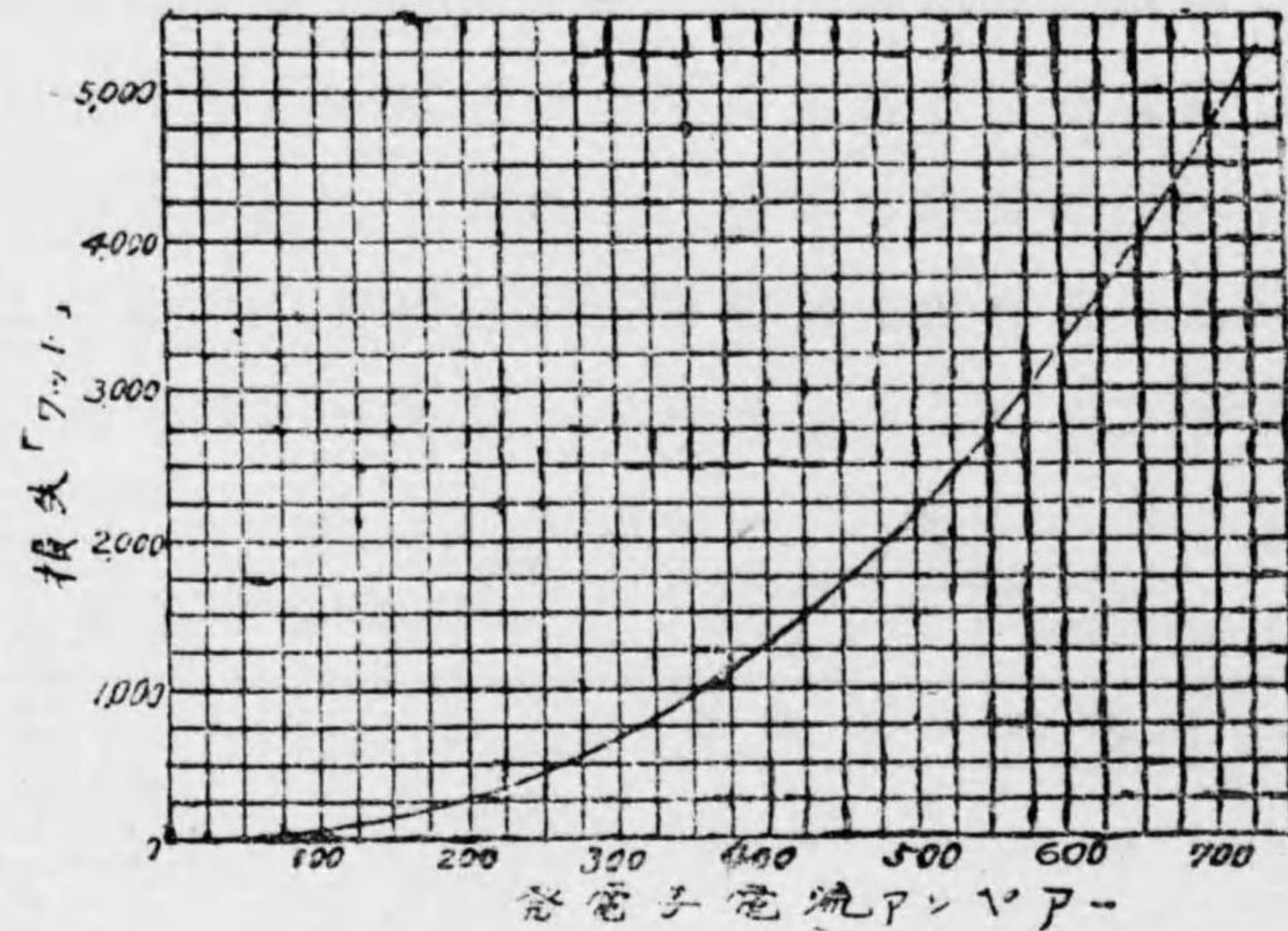
Table with columns for motor and generator parameters: 電ウ動子ト, 電ア動子ア, 磁ア界ア, C. E. 入力, C²R, CE-C²R, 心損+發電子ト, C²R, 心損, 發ア電子ア, 磁ア界ア, 毎週轉分數. Includes data for '摩擦' and '電動機無負荷運轉'.

原動電動機 MP-4-60-550-125ヴォルト 熱時抵抗=0.0077 オーム 發電機-線間抵抗=0.0153 オーム



第七圖 短絡心損

500キロワット、600ヴォルト、20極三相交流發電機  
360廻轉毎分、60サイクル



減速度心損 (Deceleration Core Loss) 甚大なる機械を試験するに「調帯運轉」心損法を用ゆること實際上困難なる場合に、而も尙其心損、摩擦及風擦損を分離決定する必要あることあり。

されど被試験機の無負荷運轉 (running light) の読みのみにては摩擦及風擦損より心損を分離する事能はざる故、此目的のために減速度心損法を用ゆ。

此試験法はタービンを原動機とせる發電機に主として採用せらるれども、尙之を、垂直軸水車を原動機とせる發電機及び其他極て大なる水平軸交流機又は蓄

勢輪容量 (fly wheel capacity) の随分大なる直流機械に適用すれば甚便利なり。

被試験機の規定速度及規定電壓に於ける無負荷運轉の読みを取りて其状態に於て必要なる働力 (power) を求むべし、但し之をなす事、實際上困難なる場合には其廻轉部分の慣性モーメント (moment of inertia) を知るを要するものなるが、此慣性モーメントは大方の場合其機械の二作圖面に示されたる寸法に依りて計算するを得べし。

減速度心損試験は之を次の如くに行へ。第一、被試験機の磁界勵磁 (field excitation) を零とし、其規定速度よりも稍高き速度にて之を運轉せしめ置きて後、其原動力 (driving power) を急に切り去り其機械の減速度を觀測すべし、第二、被試験機を全磁界 (full field) として第一と同様にせよ、然らば被試験機に起る減速 (deceleration) は第一の場合には、阻止力 (retarding force) 即ち摩擦と風擦とに因るものにして、第二の場合には第一の場合のものに尙心損が加はりたる阻止力に因るものなり。廻轉部分の速度の読みは、適當なる合間 (interval) を置きて十分に屢々之を取り、以て規則正しき又信頼せらるべき曲線を求めざるべからず。之等の曲線の一組を第八圖と第九圖とに示す。無負荷運轉試験若くは其廻

轉部分の動勢力(Kinetic energy)の計算と共に之等の曲線を適當に應用すれば被試験機の心損並に摩擦及風擦損の諸値を容易に求むるを得。

次に前述の方法によりて得たる結果の計算に用ひたる諸公式の出所を簡単に示さん。

若し、M = 質量 (mass)、W = 重量 (weight)、v = 廻轉半徑に於ける線速度 (linea velocity at radius of gyration)、

ω = 角速度 (angular velocity)、S = 角速度 ω に相對する毎分廻轉數 (r.p.m. corresponding to the angular velocity ω)、

g = 32.2 呎毎秒、r = 廻轉半徑、

W r<sup>2</sup> = 蓄勢輪効果 (fly wheel effect)、

E = 速力 S 及時間 T に於ける働力 (driving power)、

E<sub>1</sub> = 速力 S<sub>1</sub> 及時間 T<sub>1</sub> に於ける働力、

E<sub>2</sub> = 速力 S<sub>2</sub> 及時間 T<sub>2</sub> に於ける働力、 此せば

$$\frac{E_1 + E_2}{2} = T_1 \text{より } T_2 \text{迄の平均働力}$$

然るに廻轉體の任意の瞬間に於て有する動勢力(kinetic energy)は  $\frac{1}{2} Mv^2$  に等し、而して

$$\frac{1}{2} Mv^2 = \frac{W}{2g} v^2 = \frac{W}{2g} (r \omega)^2 \quad \text{但し } \omega = \frac{2\pi S}{60}$$

ω<sub>1</sub> より ω<sub>2</sub> 迄の間の減速に吸収せられたる勢力は、

$$\frac{Wr^2}{2g} (\omega_1^2 - \omega_2^2) = 0.00017 W r^2 (S_1^2 - S_2^2) \text{ 呎封度なり。}$$

此間の平均動力に S<sub>1</sub> より S<sub>2</sub> 迄減速するに要したる時間に乗じたるものは、S<sub>1</sub> より S<sub>2</sub> 迄の減速に於ける動力損失に等し。故に

$$\frac{E_1 + E_2}{2} (T_2 - T_1) = 0.00017 W r^2 (S_1^2 - S_2^2) \text{ 若くは}$$

$$E = 0.00017 \frac{W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \text{ 呎封度毎秒} \dots\dots\dots (1)$$

故に

$$\begin{aligned} \text{(キ ロ ワ ッ ト)} &= \frac{0.00017 W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \times \frac{746}{550} \times \frac{1}{1000} \\ &= \frac{2308}{10^{10}} \times \frac{W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \end{aligned}$$

若し、T<sub>2</sub> 及 T<sub>1</sub> を夫々、被試験機が零磁界 (zero field) の時に該機に起る速度 S<sub>1</sub> 及 S<sub>2</sub> に於ける時間とせば、此の場合の

$$\text{(キ ロ ワ ッ ト)} = \frac{2308}{10^{10}} \times \frac{W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (2)$$

然る時は其心損(キロワット)は(1)(2)兩式の差なり、若し無負荷運轉のキロワットが既に求められ居らば、

$$\begin{aligned} \text{無負荷運轉(キロワット)} &= \frac{2308}{10^{10}} \times \frac{W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \\ &= K \frac{W r^2 (S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1} \end{aligned}$$

$$\text{但 } K = \frac{2308}{10^{10}} \text{ 故に}$$

$$W_1^2 = \frac{\text{無負荷運轉キロワット} \times (T_2 - T_1)}{K(S_1^2 - S_2^2)}$$

$$\text{又摩擦(キロワット)} = \frac{KW_1^2(S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1}$$

之に前に示したる  $W_1^2$  の値を代入して

$$\text{摩擦(キロワット)} = \frac{T_2 - T_1}{T_2 - T_1} (\text{無負荷運轉キロワット})$$

故に無負荷運轉を知りて摩擦を計算し其無負荷運轉より心損を分離するを得。

減速心損試験を行ふ際は調帯運轉心損法の時と同じデーター(data)を記録すべし。第四表は廻轉體の慣性モーメント若くは無負荷運轉試験の双方を用ひて減速心損の結果を計算したる方法を示すものなり。

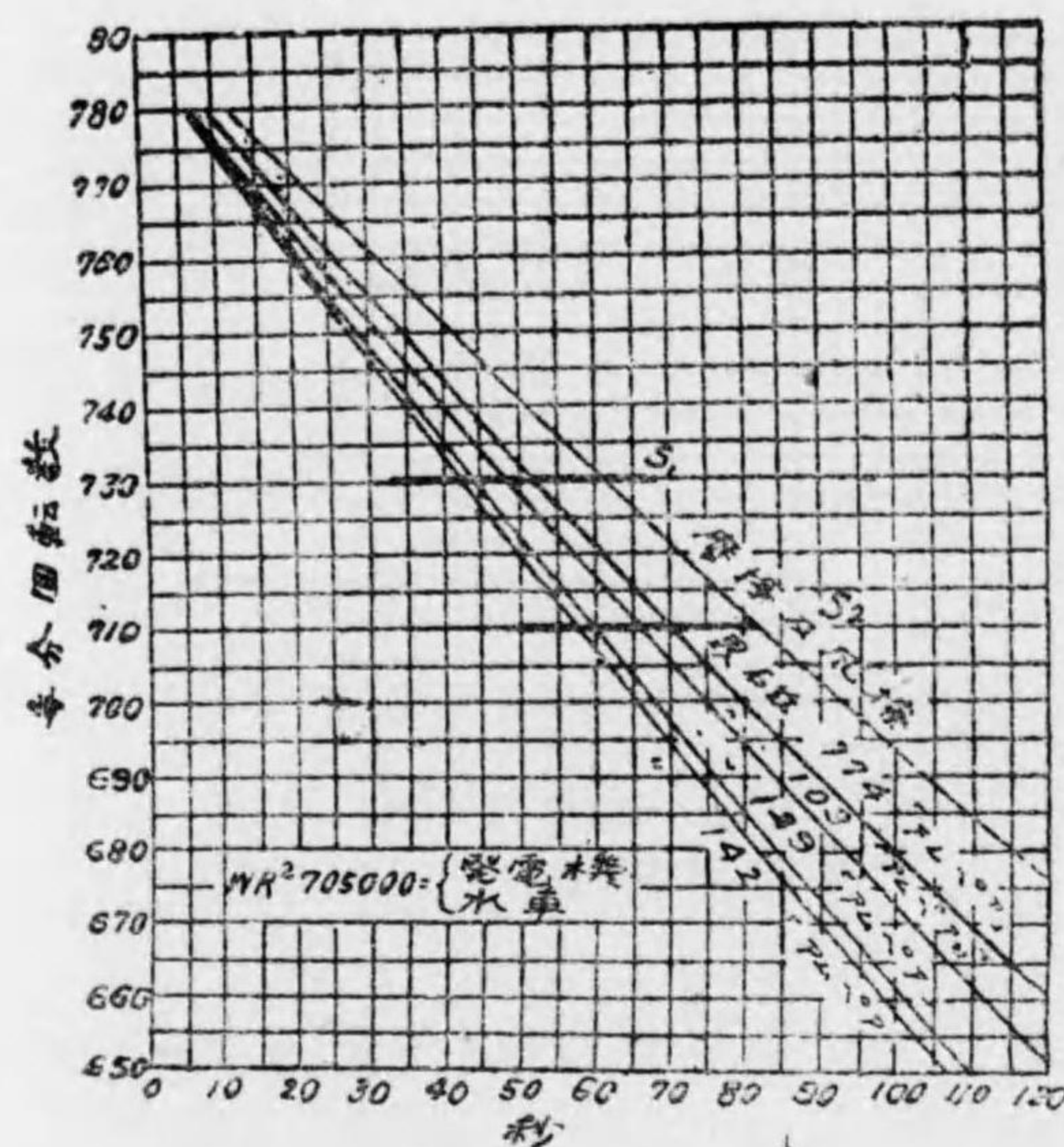
第四表  
減速心損

保持したる磁界アンペア	$T_1$	$T_2$	$T_2 - T_1$	$S_1$	$S_2$	$S_1^2 - S_2^2$	摩擦	心損及摩擦	心損	「飽和」より得たる電壓
0	61.6	82.4	20.8	730	710	28000	226	226	0	0
77.4	52.1	70.6	18.5	730	710	28000	226	254	28	1670
108.0	48.2	66.1	17.9	730	710	28000	226	266	40	1990
129.0	44.4	60.5	16.1	730	710	28000	226	292	66	2350
142.0	42.8	58.2	15.4	730	710	28000	226	306	80	2500

3000キロワット、28000ヴォルト、60サイクル 三相發電機の減速度心損の計算

を示さんとする、但其慣性モーメントは705,000に等しく、

第八圖



速度は720廻轉毎分にして、 $S_1$ を750、 $S_2$ を710とす。

第八圖第一曲線(頂上のも)は、被試験機の無界磁 (no-field) の時に取りしものなるが、

$S_1$ に相對する時間、 $T_1 = 61.6$  秒

$S_2$ に相對する時間、 $T_2 = 82.4$  秒

$$T_2 = 82.4 \quad S_1^2 = 532900$$

$$T_1 = 61.6 \quad S_2^2 = 504000$$

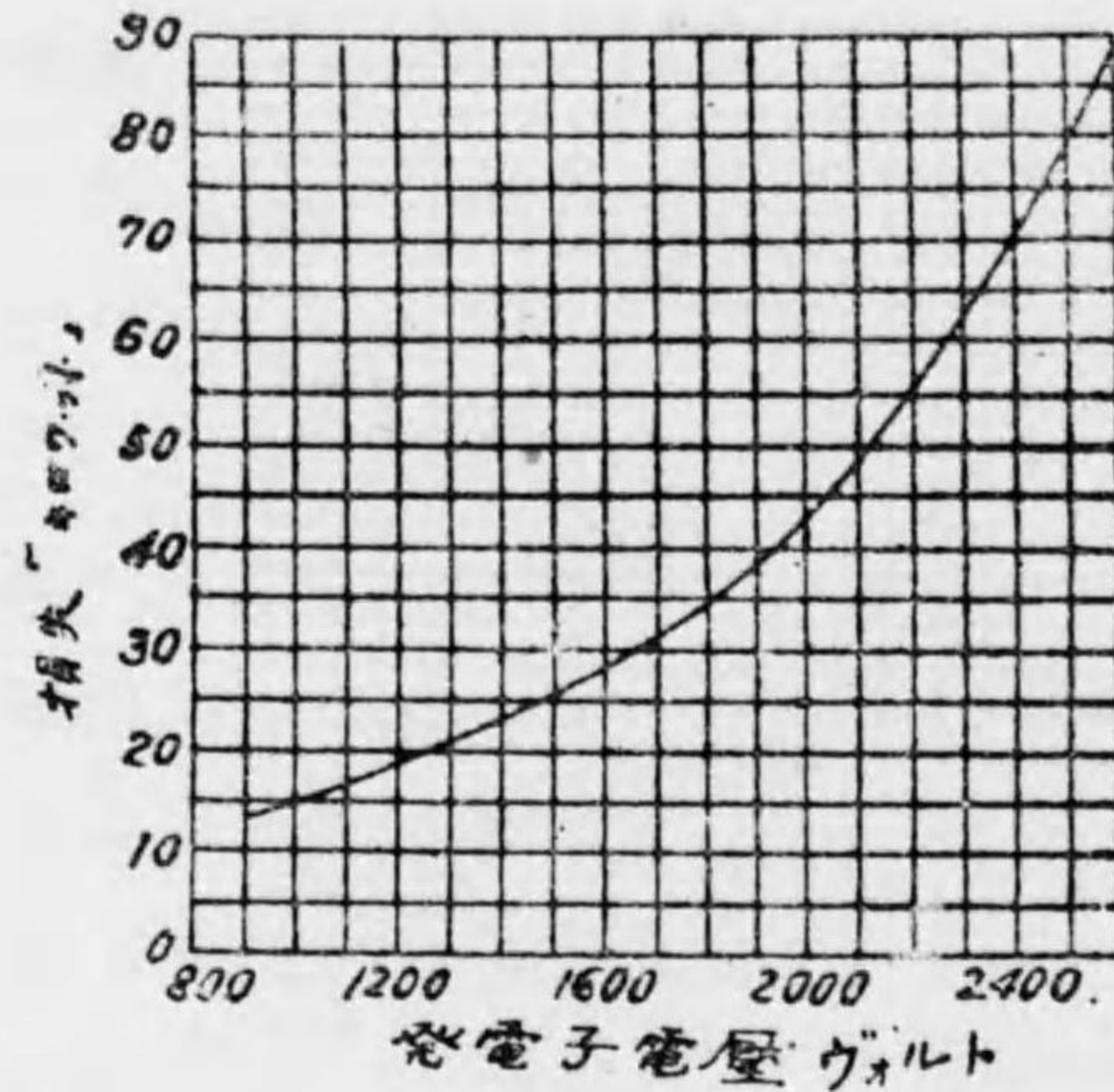
$$\text{差} = 20.8 \quad \text{差} = 28900$$

之等の値を公式に代入して

$$\text{損失キロワット} = \frac{2308}{10^{10}} \frac{W_1^2(S_1^2 - S_2^2)}{T_2 - T_1}$$

$$= \frac{2038}{10^{10}} \times \frac{705000 \times 28900}{20.8} = 199$$

第九圖



同圖第二曲線、但し之は磁界電流77.4アンペアーの時  
取りしものに於て

$$T_2 - T_1 = 70.6 - 52.1 = 18.5$$

$$\text{損失キロワット} = \frac{2308}{10^{10}} \times \frac{705000 \times 28900}{18.5} = 224$$

同圖第三曲線、但し之は磁界電流103アンペアーの時  
取りしものに於て

$$T_2 - T_1 = 66.1 - 48.2 = 17.9$$

$$\text{損失キロワット} = \frac{2038}{10^{10}} \times \frac{705000 \times 28900}{17.9} = 232$$

同圖第四曲線、但し磁界電流129アンペアーの時に取  
りしものに於て  $T_2 - T_1 = 60.5 - 44.4 = 16.1$

$$\text{損失キロワット} = \frac{2038}{10^{10}} \times \frac{705000 \times 28900}{16.1} = 258$$

同圖第五曲線、但し磁界電流142アンペアーの時に取  
りしものに於て  $T_2 - T_1 = 58.2 - 42.8 = 15.4$

$$\text{損失キロワット} = \frac{2038}{10^{10}} \times \frac{705000 \times 28900}{15.4} = 269$$

之等の各磁界電流に於ける損失キロワットより第一  
の場合の無界磁の時の損失キロワットを減じたるは其  
磁界電流の各値に對する被試験機の心損を示すもの  
なり、即ち前記の各場合に於ける心損は次の如くなる

磁界電流アンペアー	心損キロワット
前記第二の場合77.4	224 - 199 = 25
" 第三 " " " 103	232 - 199 = 33
" 第四 " " " 129	258 - 199 = 59
" 第五 " " " 144	269 - 199 = 70

上の如き計算に依りて第八圖より第九圖を作るを  
得、但し第九圖の横軸に取りたる電壓は磁界電流の値  
に對し飽和曲線より求めらるゝものなり。

#### 第四章 磁界複捲試験 (Field Compounding Test)、及最大出力試験 (Maximum Output Test)

磁界複捲試験 磁界複捲試験は、被試験機のアーマ  
チュア反作用及其機械の無負荷より全負荷迄のCR

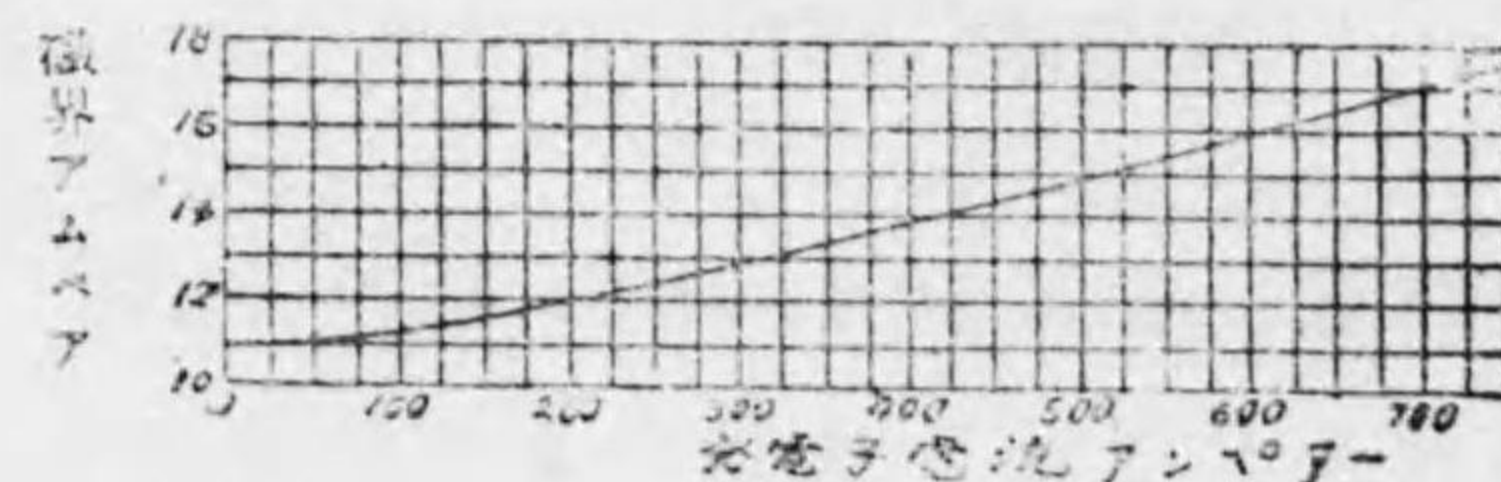
降下に打ち克つ必要上、磁界に附加すべき磁界アンペア、ターン(ampere turns)を決定するために行はるゝものなり。此試験を行ふには、被試験機の磁界を他勵し、以て荷重が零より全負荷迄増加するに従ひ、尙其アーマチュアのターミナル電圧を不變に保ち乍ら、其間、無負荷の時及無負荷より全負荷に到る途中の少くとも3箇所に於いて、磁界のアンペア及ヴォルト、アーマチュアのアンペア及ヴォルト、並に速度を読み取るべし。

第五表

150 キロワット, 250ヴォルト 直流發電機磁界複捲  
225 迴轉毎分, 6 極  
(6板状刷子移動)

發電子 ヴォルト	發電子 アンペア	磁界 ヴォルト	磁界 アンペア	毎回 轉分數
250	0	226	10.8	225
250	150	240	11.65	225
250	350	270	12.90	225
250	450	300	14.30	225
250	600	334	15.90	225
250	750	310	17.60	225

第十圖 磁界複捲曲線(第五表より)



又25パーセント過負荷の時に於て之等の観測を行ふ事は一般に必要な事なる故、若し試験用電力が十分に得らるゝならば、之を實行すべし。而して之等の読みは被試験機の磁界電流が上昇するにつれて取るべきものなり。多相電氣機器に於ては、其各相の負荷を均くして、其流が正當に平衡する様にせよ。第十圖は第五表の既知數に基き、描きたる磁界複捲の一曲線にして磁界アンペア若くはアンペア、ターンを縦軸とし、アーマチュア、アンペアを横軸とせり。

最大出力(Maximum Out-put) 直流複捲發電機の最大出力は、其機械の整流作用(commutation)及發熱制限(heating limit)に關係するものなる故、畢竟最大出力試験は、其機械の整流作用試験に外ならず。されど複捲機械の最大出力試験は實際上左程有益ならざるにより、寧ろ之を行はざるを普通とす。

誘導電動機の場合に於ては、其最大出力及同期破壊點は随分大切なる事項なるを以て、出力試験を行ふに當りて、試験用電力が十分に得らるゝ時は無負荷より破壊點迄被試験機の負荷を漸次に増加し行き、其間に於て電動子ヴォルト、電動子アンペア、速度及電動機出力を読み圖點を定むべし。此試験にありては、被試験機に電力を供給する電路の電壓及周波數を不變に

保つべき事、元來甚だ大切なりとす。過負荷の際は能ふ限り敏速に讀取を行ひ、以て今回の讀取と次回の讀取の間にて被試験機が冷却し得るやうにせずんば其機械は過熱せらるべきにより、之も亦甚だ切なる事柄なり。破壊荷重試験 (break-down load test) をなすに十分の試験用電力無き所にては被試験機の電動子に加ふる電壓を其規定電壓よりも可なり低くし、即ち規定電壓の $\frac{3}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 若くは $\frac{1}{4}$ の電壓を以てさへ試験することあり。而して此の如き低電壓を用ひたる場合には、之等の試験に依りて得たる結果を全電壓 (full voltage) の結果に換算するを要す。此換算を行ふには、出力は電壓に比例するものとして計算すれば可なり、即ち低電壓試験にて得たる出力に、規定電壓の其試験電壓に對する比の自乗を乗すれば宜し。

同期電動機にては、被試験機が其正規の格定電壓及格定周波數にて運轉しつゝある時、之に幾何の荷重を加ふれば其同期が破るゝか、即ち同期破壊荷重を知るの必要往々あり。凡て同期電動機の最大出力試験は特に斷はらざる限り、或與へられたる負荷に對して電動子電流を最小ならしむる磁界勵磁 (field excitation) を以て行ひ、無負荷より同期破壊荷重迄の間に於る種々なる値の荷重と共に電動子ヴォルト、電動子アンペアー、

磁界ヴォルト、及磁界アンペアーの讀みを取るべし、但し各讀取りの際には、其時の荷重に對する電動子入電流 (armature in-pu current) が最小となるやう前以て磁界を調整し置かざるべからず。誘導電動機の場合は無負荷より破壊點迄漸次減少し行けども、同期電動機の場合は、其破壊點に至る迄不變なるべし。同期電動機の最大出力試験を、其正規の格定電壓を以て行ふに十分の電力を得る能はざる場合には、誘導電動機の場合に述べたる如く、規定電壓以下の低電壓を以て行ふべし。而して若し其讀取の際に最小電動子入電流 (minimum armature in-pu current) になり居たるものならば、被試験電動機の規定電壓に於ける出力は、誘導電動機の場合と同様に算定するを得べし。

此試験に於て被試験機の同期が破れたる時には、其電動子回路を直に開き得るやう結線し置くを要す。

## 第五章 電氣機械の發熱試験 (Heat-Test), 實負荷試験 (Actual Load Test)

機械の發熱を決定すべき試験は甚重要なるものなる故、大いに注意して之を行ひ、以て信賴するに足る溫度を求めざるべからず。据付くるに廣大なる床面を

要する大機械にては、被試験機の附近なる別々の4箇所と、機械の熱の影響を蒙らぬだけ十分に離れたる1箇所との室内温度を測定するを要す。而して之等の室内温度を測定すべき各箇所には、2個宛の寒暖計を用ひて、其中の1箇は空氣中に、他の1個は特別に設計せられて油を入れられたるコップの中に置くべし。試験に着手する前に、被試験機の大切なる箇所にして接近し得らるる箇所には凡て寒暖計を取付けよ、即ち例へば直流機の場合には直列又は分路磁界捲框 (series and shunt field spools) 磁極片端 (pole tips) フレーム及其他等を取付け、尙加ふるには磁極片端と磁極片端の間にも寒暖計を置いてアーマチュア表面より、又は其空渠 (air duct) より出て去る空氣の温度を示さしむべし。各寒暖計の球は、之を温度を求めんとする部分に接觸せしめて、其の上を油灰 (putty) にて覆ひ、又空渠の空氣温度を示すべき寒暖計は、其球が機械の運轉中に鐵板層 (iron lamination) と接觸する事無き様取り付けられざるべからず。

被試験機は、其附近にある調車 (pulley) 又は調帶 (belt) などより來る氣流に當らぬ様になし置くべし。他の機械が被試験機に空氣を吹き付くる時は、其試験の結果は信頼せられざるものとなり、又極めて僅かの氣流

にても、發熱に大差を生せしむる故、適當なる衝立を設けて、他方より被試験機に來らんとする氣流を防ぐか若くは此通風を生せしめつつある機械を全く停止するか、何れかの防禦策を採るべし。

過負荷發熱運轉 (over load heat run) を行ふには多大の注意を要す。1時間若くは2時間の過荷重を被試験機に與ふる場合には、其過負荷をなさしむる前に、被試験機が既に規定負荷温度 (normal load temperature) に達し居たる事を確かめ置くべし。大方の場合、其過負荷運轉中は、被試験機の温度が常に上昇する故、過負荷運轉は只僅かに仕様書に示されたる長さの時間内だけ之を行はざるべからず。此過負荷運轉時間を數分間だけ長くすると短くするに於ては、其結果の過負荷温度に數度の差を生ずべし。されば過負荷運轉時間を仕様書に示されたるよりも決して長からしめざらんが爲め、此運轉が未だ終らざる前に、十分なる數の寒暖計の取付け及抵抗測定をなすべき装置を完了し置くべし。

發熱運轉 (heat run) 中は、必要なる總ての事項が規定状態に保たれ、又軸承や磁界捲框 (field spool) などに異様の發熱なしや、若くは其他種々なる缺點が現はれはせぬか等に善く注意し、又結線、ボルト (bolts) の締まり

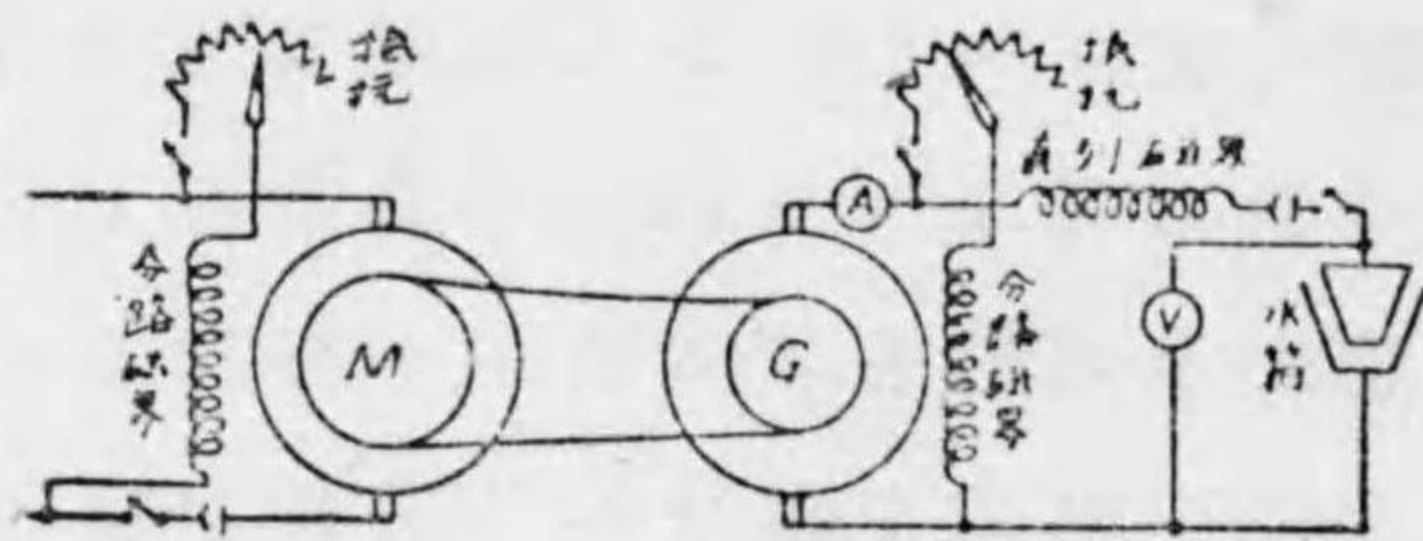
調帯の結び目等に就き必要なる監視を怠るべからず。

發熱試験(heat test)には實負荷試験(actual load test)と等價負荷試験(equivalent load test)との2方法あり。

實負荷試験(Actual Load Test) 實負荷試験をなすには、「水抵抗器」法(“water box” method)「循環」法(“circulation” method)「給還」法(“feeding back” method)「移相」法(“phase displacement” method)及「誘導發電機」法(“induction generator” method)等を用ゆ。

「水抵抗器」法は電動機又は機關にて被試験機を運轉し、之より水抵抗器に負荷するものなり(第十一圖)。此方法に於ては被試験機が発生したる電力の全部を失ふ故甚不經濟なり。

第十一圖



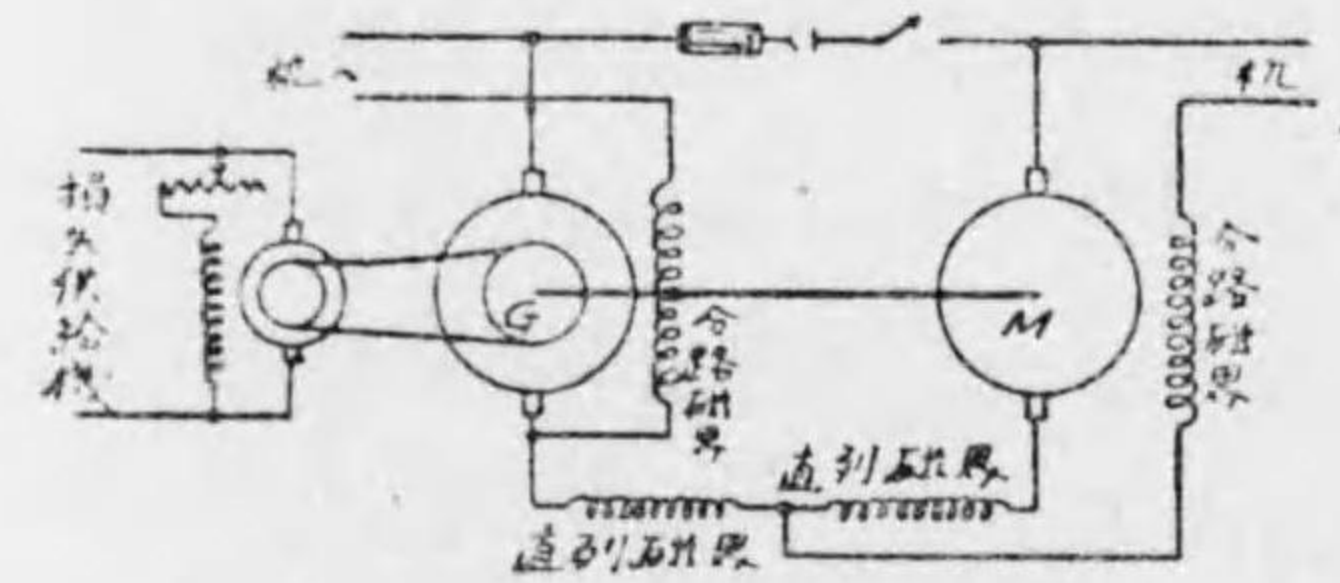
直流發電機の負荷試験結線圖(水箱を用ゆる場合)

「給還」法(“Feeding Back” Method)「水抵抗器」法に於けるが如き電力の損失と試験の入費とを少くするため、若し能ふべくんば、又殊に大なる直流發電機若しくは電動發電機の場合には、「給還」法に依りて負荷試験を行ふべし。

此方法にては被試験機の損失全部を外部の源より機械的に若しくは電氣的に供給するものなり。

「機械的損失供給」法(“Mechanically Loss Supply” Method)にては、同大同電壓の2機械を調帯連結若しくは直結とし、此一組の機械の損失を送るに十分なる大きさの他の一つの機械にて之を運轉す、第十二圖は其接続法を示すものなり。之等二つの機械が共に直列磁界(series field)を有する場合には、其兩直列磁界は互に助け合ふやうに之等を連結するを要す。而して之等兩機を共に發電機として起動して規定速度に達せしめ、此の兩

第十二圖



機械的損失供給の「給還」法結線

機を電氣的に連結すべき回路の開閉器に於ける双方の機械の相當端子間の電壓が零なる時、其開閉器を閉じて

兩機を電氣的に相連結すべし。是に於て之等の兩機の中、電動機として働くべき方の1機の磁界を弱むる時は兩機共に荷重を負ふに至る。而して此試験用の損失供給機に依りて其等兩機の速度を不變に保ち、適當なる負荷を與へて、仕様書に示されたる時間内連續運轉したる後、溫度の讀みを取り、以て標準の要求(stand-

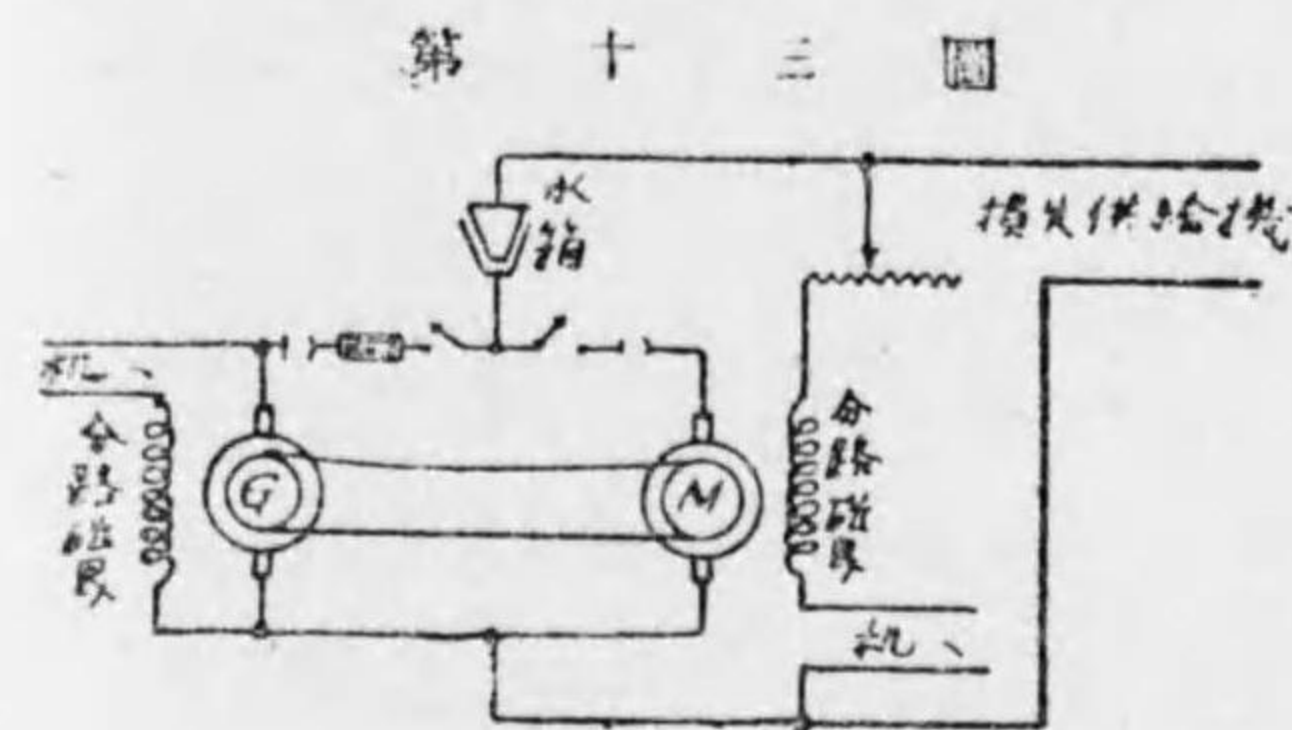


ard requirements)に對する試験を終るべし。

被試験機が若し電動機なる場合には、前と同様の結線法に従ひ、又前の如くに被試験兩機を電氣的に連結し、其系統の電壓は發電機として運轉する方の機械に依りて保持せられざるべからず。而して之等兩機に負荷する唯一の正しき方法は兩機の刷子を豫め其運轉位置 (running position) に取付け置きて、此一組の機械の速度を變ずるに在り。而して此目的のためには、其機械の速度は普通減せらるべきものにして、其全負荷速度 (full-load speed) と無負荷速度 (no-load speed) の差は之等電動機の規定の速度降下 (normal speed drop) ならざるべからず。此電動機速度は、時としては電動子反作用の (armature reaction) のために、荷重の増加と共に増加する場合もあり。電力送還 (pumping back) の際には、無負荷速度にて過荷重を負へる電動機に此の如き現象あるべし。斯様なる場合には其損失供給機の速度を増加せざるべからず。

「電氣的損失供給法 ("Electrically Loss Supply" Method) に於ては、2個の機械を直結又は調帶連結とし、其諸損失を電氣的に供給す。若し2個の分捲電動機 (shunt motor) を此方法にて試験せんとせば、其中の1機は規定電壓、規定電流、規定速度及全磁界 (full field) にて運轉し、

他の1機は之を發電機として其規定状態に於けるよりも稍高き電流及稍強き磁界を以て運轉すべし。此發



電氣的損失供給法

電機の磁界は並列に結ばるべきものにして、第十三圖に示したる如く一般の接續を行ふべし。

第一に此電動機を電氣的損失供給機の回路より起動して、整流作用及速度を適當ならしむる様、其刷子を移動せしむべし。此發電機の磁界を勵磁し、兩機間の電壓を零に調整して後其回路を閉ぢ、發電機の磁界電流を増加して、以て此兩機に負荷せよ。運轉中は其刷子の位置を僅かに移動せしめても直に荷重に變化を來す故、之等兩機の負荷中に其刷子を移動せしむには大いに注意を要す。斯くて此の發熱運轉 (heat run) を終り電動機の讀みを取りたる後、結線を變更して電動機と發電機とを互に交換し、前に發電機として運轉したりし機械に就き、今回は電動機としての讀みを取らざるべからず。

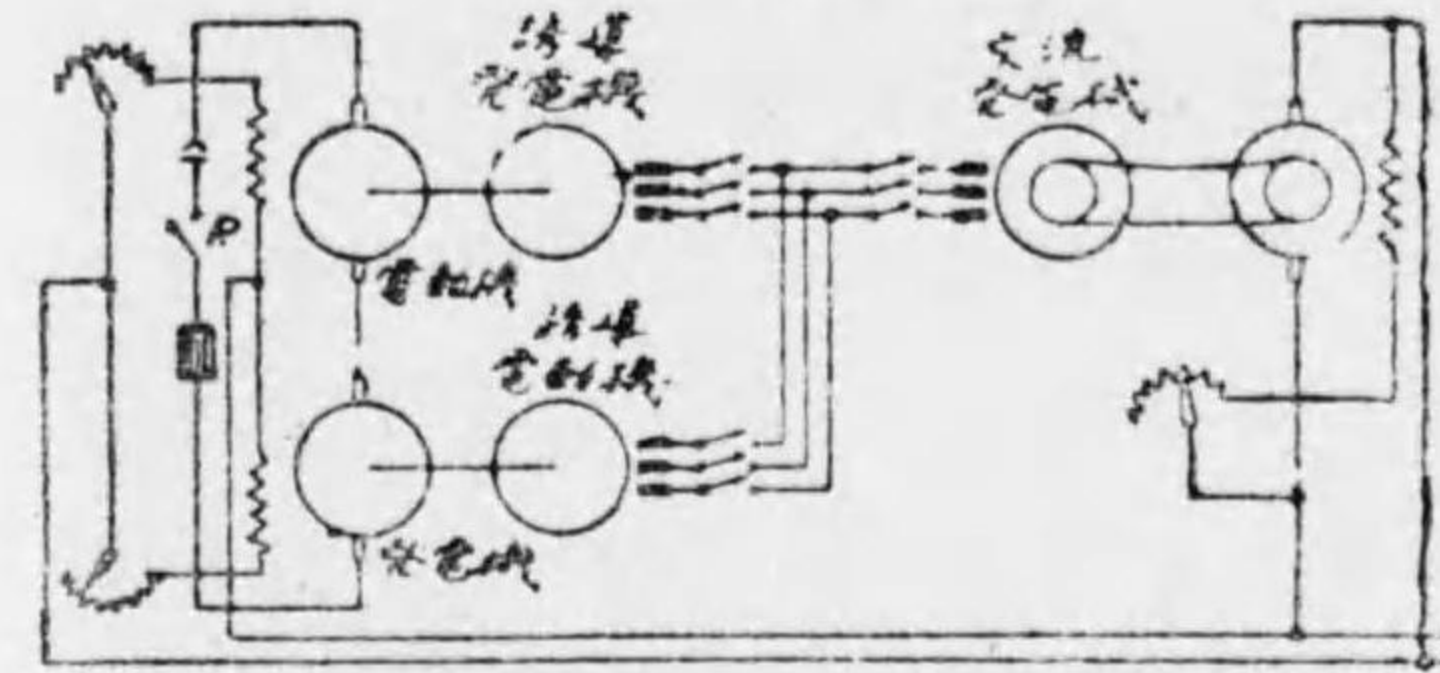
複捲發電機 (compound dynamo) が、此方法にて試験せられつつある時には、其電動機の直列磁界も含まれ居ることを要す、然らざれば其負荷不安定となるべし。

別種の給還法 前に述べたるものの外、屢々採用せらるゝ尙一つの「給還」法あり、それは被試験機を運轉する原動用電動機に電力を供給する幹電路 (main circuit) へ荷重全部を送り還す事なり。若し其供給幹電路の電壓が變動し勝ちの時には被試験發電機と供給幹電路の中間に抵抗を入れ置くを要す。而して此發電機の無負荷電壓が供給電路の電壓よりも低き事往々あり。然るに無負荷の時には其線路抵抗 (line resistance) を加減するは無効なる故、發電機電壓を増加して供給電路の電壓に等しからしむべし。此機械の全負荷磁界電流 (full-load-field current) を、其無負荷磁界電流 (no-load field current) 及無負荷の際の複捲電壓 (compounding voltage) と全負荷の際の複捲電壓の比とより前以て計算し置き、兩機を電氣的に連結し、其可變抵抗 (variable resistance) を切り去り、以て其發電機に全負荷を與ふべし。

二組の電動發電機は此の「給還」法によりて容易に試験せらる。

例を以て示さんに、各組が1個の誘導電動機と1個の直流發電機とより成れるものと假定せよ。然れば之等を第十四圖の如く接続すべし。之等二組の電動發電機の交流端及直流端は、互に連結して、一組は

第十四圖



誘導電動發電機「給還」法結線圖

規定状態にて運轉し、他の一組は之を逆に運轉す。此誘導發電機及誘導電動機は、何

れも其等の心損を供給する交流發電機(A)より勵磁電流を取りつゝ、誘導發電機は其電力を誘導電動機に送還す。而して之等の二組は、其交流端及開閉器(P)の間にある電壓計に依りて並列となり居る直流端より一度に一組宛起動せらるゝものなり。直流電動機の磁界を、其直流回路に入れられたるアンメーターに規定電流が指示せらるゝ迄弱むべし。然る時は、逆廻轉をなしつつある他の一組の速度が十分増加して、誘導電動機に負荷するを得しめ、又同時に其電動機の反起電力 (counter e. m. f.) が十分なる量だけ減じて、其直流回路に全負荷電流を流れしむるを得。然るに此荷重は不安定なる故監視を怠るべからず。工場電壓 (shop voltage) 若くは速度に變動あるため、「給還」法に於ける荷重は動搖するを寧ろ普通なりとす。

循環法 上に述べたる「給還」法に於て、被試験機に負荷するには、夫等の1個の機械の磁界を弱むべきこと

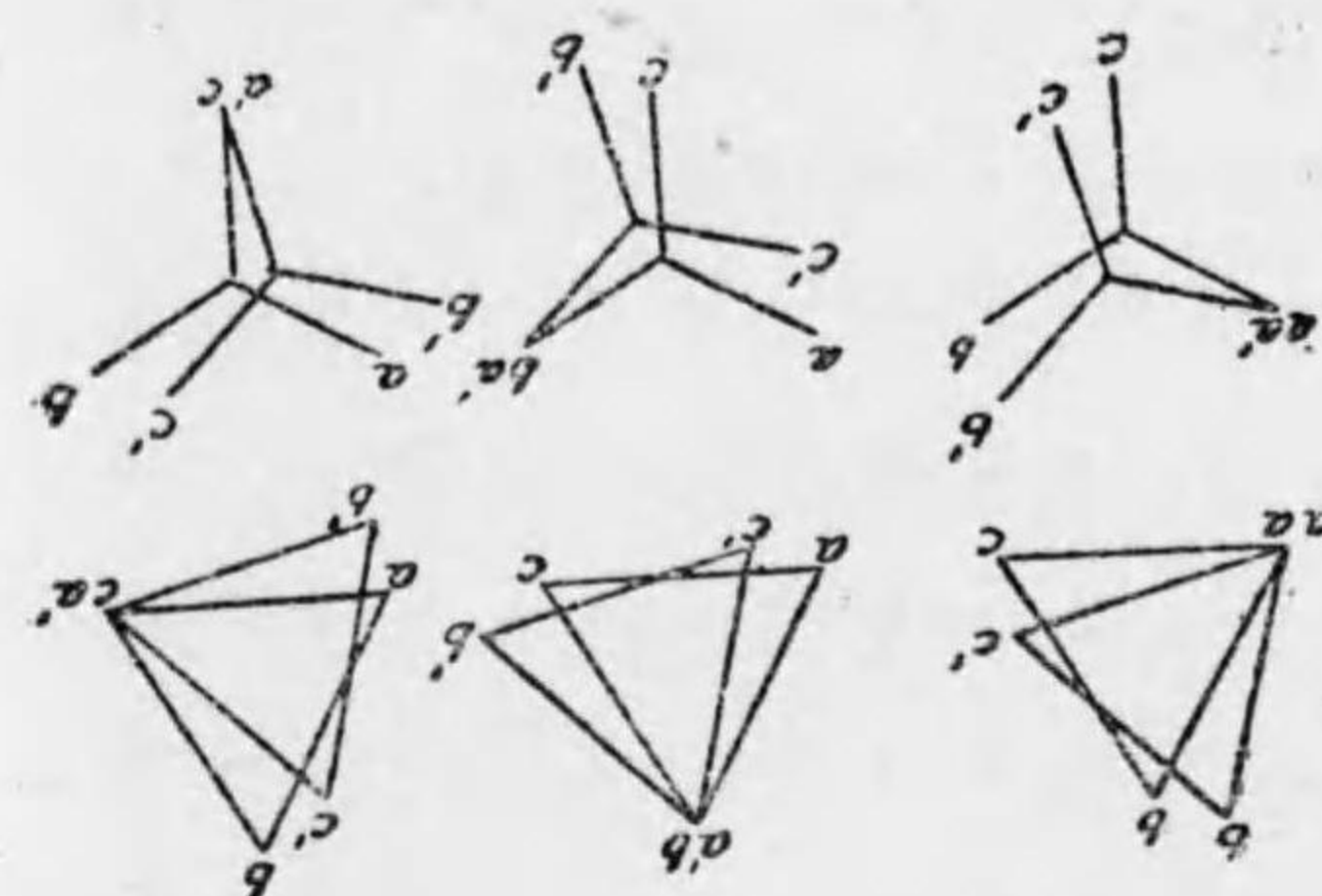
を知る。之等の兩機に同様の勵磁を以て此試験を行ふには、一つその他勵昇壓機 (separately excited booster) のアーマチュアを被試験兩機のアーマチュアと直列に連結するを要す。同一速度を以て運轉するやう連結せられたる被試験兩機は、其諸損失を供給する電動機を用ひて規定速度に至らしむべし。於是連結用開閉器 (connecting switch) を閉ち、被試験兩機の磁界は同一勵磁に調整し置き、其アーマチュア回路に規定電流が通ずる迄速度を加減して被試験電動機のターミナル間の電壓を保持せよ。「循環法」 ("circulation" method) として知られたる此方法は直捲電動機 (series motor) 若くは軌道電動機 (railway motor) を試験するに殊に多く採用せらる。而して軌道電動機の場合には、之等の機械は同一の軸に齒車連結となして試運轉を行ふ。

「移相法」 ("Phase Displacement" Method) 同様なる2個の交流發電機若くは2個の周波數變換機 (frequency changer) を試験するに「移相法」と稱する他の方法を用ゆ。同様なる2個の被試験交流機をカブリング (coupling) にて連結し、其諸損失を供給すべき一つの電動機を以て、之を運轉すべし。

一例として今茲に三相交流機を取り、其兩機の相關係 (phase relation) を第十五圖に示したる如くなりとす。

被試験機を規定速度にて運轉し、其兩機の磁界を直列にして之を他勵し、此試験に用ひんとする値の荷重

第十五圖



移相圖示

に相當する迄磁界を調整すべし。此の如き勵磁の値は、飽和及同期インピーダンスの兩曲線より計算せらるべきものなり。相  $a$  と  $a'$  を連結して、相  $b, b'$  間の電壓を讀み、又此回路を閉ち置きて其中を流れつゝある電流の値を讀め。斯くて相  $ab$  間、 $a'b'$  間及び  $bb'$  間の電壓を知らば、相變位 (phase displacement) の角は容易に求め得らるべし。若し之等のために生じたるアーマチュア電流が、欲する電流の値よりも甚だ大なるか又は小なる時には更に吟味を行はざるべからず。而して此電流の値は略、變位角 (angle of displacement) に從ひて變ずる故、電流の値と前に探知したる角度とより、今度望ましき角度の大體の値を見出すを得。此角の値が既に確められたる時は、希望する電流の値に出来るだけ近似せる値の電流を得るやう、相變位角

(angle of phase displacement) を變更せざるべからず。被試験機の結線を尙最初の儘にし置きて、相  $a'b'$  を連結せば、前に求めたる相變位は、電氣的に 120 度だけ増加せられ、若し  $a'c'$  を連結する時は、夫よも更に 120 度だけ相變位を生ずべし。

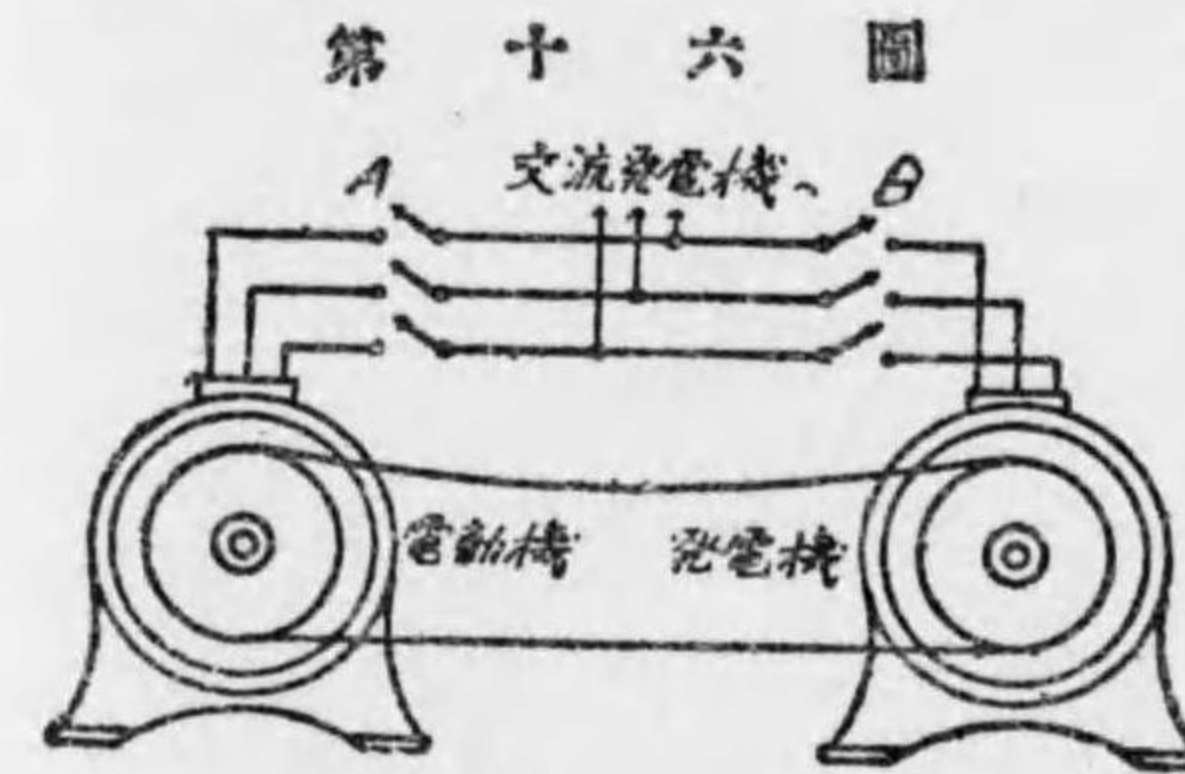
若し之等の結線の何れに於ても、一機の磁界を逆にせば、尙其上に 180 度の變位を來さむ。要求する値に最も近似するアーマチュア電流が得らるゝ様結線し置き、一機若くは兩機の固定子 (stator) の片側には夾金 (shim) を入れ、又他の片側よりは夾金を抜き出して、固定子を片高くする時は、尙更に其アーマチュア電流を調整するを得べし。さて其諸回路を閉ちて、指定せられたる時間内だけ發熱運轉 (heat run) を行ふべし。前に説明したる如き種々なる結線の組合せに依りて求め得べき相變位角及磁界抵抗器 (field rheostat) を以てしてさへ、望み通りのアーマチュア電流を得ることは實際上困難なることどもあらん。此場合にはカブリングを取外づして、一つの機械の回轉子 (rotor) を少しく動かし、カブリング締付用ボルト孔の一つか又は一つ以上だけ移動せしむべし。而して上記の「斷續」手續 ("try and cut" operation) を繰り返して試むべし。

此試験法は多くの手間を要し又面倒に見ゆれども

之に依りて得る所の結果は甚満足なるものにして、實負荷試験を行ふべき必要ある所にては殊に然りとす。

「誘導發電機法 ("Induction Generator" Method) 誘導電動機を試験するには往々、誘導發電機法を採用す。同様なる 2 個の誘導電動機を調帶連結とし、其諸損失を供給する同一の交流發電機より、之等の被試験兩機を運轉すべし(第十六圖)。此兩機に全荷負を得るためには兩方の調車の直徑の差のパーセントが、全負荷に於ける滑り (slip) のパーセントの 2 倍なるべきを要す。

起動の際には、開閉器 A を閉ち置き、發電機として運



第十六圖 誘導電動機の全負荷試験

轉する方の電動機の速度が同期 (synchronism) 以上になる迄電動機 M の速度を上昇せしむ。開閉器を閉づると同時に、此交流發電機の磁界

を瞬間的に開くべし。而して此交流發電機の磁界電路を再び閉づれば、被試験兩機を通じて、全荷重電流 (full load current) が流る。調車の比を變ずるに非らざれば負荷の變化を生せざるを以て、全負荷を得るためには、其調車比を正確にすべき事、絶対に必要なりとす。

## 第六章 電氣機械の發熱、等價 負荷試験 (Equivalent Load Test)

電氣機械の發熱試験には實負荷試験(actual load test)を用ゆる能はざる場合も甚多く、殊に大なる機械の實負荷試験は決して容易の業に非ざるなり。是に於てか等價負荷試験法は案出せられたり。此方法にては、被試験機に實際に負荷する事なく、而も其機械の或荷重に於ける發熱を實際に甚近き値に決定するを得。

此種の試験を施すには次に示す方法の中、何れかを採用す、即ち「開路」("open circuit")、「短絡」("short circuit")、「低電壓試験」("low voltage test")、「開デルター」("open delta")及「制相」("phase control")の中より撰定採用す。

「短絡」 直流機械は其アーマチュア自身だけを、若くは直列磁界(series field)を経てアーマチュアを短絡し、以て之が一つの直捲發電機を構成せぬ様に接続を行へば、満足に試験せらる。而して其要求せられたるだけの電流が被試験機のアーマチュア若くはアーマチュア及直列磁界を経て流るるに至る迄、被試験機の分路磁界(shunt field)を他の電源より勵磁すべし。此試験中は始終、アーマチュア及磁界の電流並に磁界電壓を讀取らざるべからず。此方法は整流子(commutator)

の乾燥(baking)及固定をなすに甚便利なり。

「開路」 交流機械の場合には被試験機を開路(open circuit)にて運轉し、規定電壓よりも豫定のパーセントだけ高き電壓を發生するやう其磁界電流を調整し置きて運轉を繼續し、其機械の室内温度以上の温度上昇が不變になりし後之を停止して、最後の温度を取るべし。是に於て被試験機のアーマチュアを短絡して再び起動し、規定以上若干パーセントのアーマチュア電流を出すに十分なる勵磁を與へよ。此試運轉も亦、被試験機の温度上昇が室内温度以上の不變値に達する迄繼續して後、最後の温度を讀取るを要す。此「開路」運轉の前後に其磁界抵抗を、又「短絡」運轉の前後にアーマチュア抵抗を、何れも慎重に測定し、且其等の捲線の冷却したる時の温度をも記録すべし。上記二種の試運轉の間には、磁界の電流及電壓、並に速度を、又「開路」運轉の間にアーマチュア電壓を、「短絡」運轉の間にアーマチュア電流を例れも記録せざるべからず。

「低電壓試験」 誘導電動機の大なるものには、其規定電壓の只僅かに $\frac{1}{4}$ の電壓を以て試運轉を施すこともあり。此の場合には望ましき値の電流が被試験機の固定子(stator)中を流るゝに至る迄、被試験機に負荷し、前述の如く試運轉を繼續せよ。

「開デルター」(“Open Delta”) 等價負荷試験、殊にタービンにて運轉せらるる三相交流發電機及其他の大なる三相交流發電機に用ひらるゝ等價負荷試験の別法は「循環開デルター」運轉 (circulating open-delta run) なり。此方法にては、被試験機の諸相 (phases) をデルターに結線して其デルターの一頂點を結合せず開放し置き、望ましき負荷を得るやうに其磁界を勵磁すべし、但し此勵磁は被試験機の飽和及同期インピーダンスの兩曲線より決定するを得るものなり。此デルターの相脚 (phase legs) に存在する諸調波 (harmonics) のために、其捲線中に交番横流 (alternating cross current) を生ずるやも測り難し。而して此横流電流は、彼デルターの一頂點の開きたる部分にアンメーターを入れて〔若し必要ならば變流器 (current transformer) を用ひ〕測定するを得べし。此電流の自乗と、被試験機に負荷するに望ましき電流の自乗の差を見出し、此差の平方根に等しき値迄の直流を被試験機の捲線に循環せしめ、運轉を繼續して、アーマチュア電壓、アーマチュアの直流及交流アンペア、磁界のヴォルト及アンペアを注意して記録すべし。直角三角形の一邊をなす交番横流と同一の三角形の他の一邊をなす直流とをベクトル的に組合せて、望む所の荷重電流を知るを得。

此方法は、必しも總ての設計の機械に廣く之を適用して、常に好結果を得るものには非ざる故、之を適用すべき被試験機は慎重に吟味撰定せざるべからず。

「制相」(“Phase Control”) 交流發電機に負荷する別法は被試験機に規定の勵磁を與へ、其發電子より他の一つの無負荷電動機を運轉し、此試験用電動機の磁界を加減して、被試験機の發電子回路に進み電流 (leading current) 若くは遅れ電流 (lagging current) を流れしむるにあり。此方法は「制相法若くは「零力率」法 (“zero power factor” method) として知られたり。

一般の場合に於て、其開路試運轉中に起りし被試験機の諸磁界の溫度上昇及短絡試運轉中に起りし其アーマチュアの溫度上昇は實負荷試運轉中に得らるべき溫度上昇と實際上同一なるが交流機の場合に循環開デルター運轉に依りて求めたる溫度上昇も亦同様に考へらる。

誘導電動機にありては低電壓運轉に依りて求めたる溫度を無負荷規定電壓運轉の時の溫度と組合せて、以て實荷重試験の結果に非常に近似したる結果を得べし。

整流極機械 (commutating pole machine) の場合を除きては、其機械の整流作用を善くするために、負荷運轉中

に刷子 (brush) を移動せしむること屢必要なり。最良なる整流作用をなすべき刷子位置は、其刷子の運轉位置 (running position) として知られたるものにして、之を其機械の搖軸杆 (rocker arm) 及フレームの兩方に鑿鑿にて、明かに印し置くべし。

複捲 (Compounding) とは無負荷及全負荷の時適當なる電壓を得るために、其直列磁界の兩端のターミナル間に尙一つの分路捲線 (shunt winding) を設くることなり。被試験機の分路磁界の接觸は完全ならざるべからず。此機械に無負荷磁界 (no-load field) を定着せしむるには、其電壓を規定負荷電壓以上に其約15パーセントだけ一旦高めた後、之を規定電壓迄降下せしむべし。磁界抵抗器を今の儘に保ち置きて被試験機に負荷せよ。而して若し其複捲が高きに過ぐる時は其洋銀分路 (German silver shunt) の抵抗を減じて、又新に無負荷の讀みを取り、前の如く試験を行ひて、其複捲が仕様書に適合するに至る迄、手續を繰り返すべし。

發熱運轉後に最終温度 (final temperature) を取るには最大の注意を要す。被試験機の必要なる各部分に寒暖計を置くに少しも手遅れを來さぬやう豫め装置し置かざるべからず。數分間毎に總ての寒暖計の讀みを取り、之等が皆温度降下を示すに至りて讀取りを止

め寒暖計を取り去るべし。此最終温度の讀みを取りつゝある間に、被試験機の熱時抵抗 (hot resistance) を測定するを要す。

高電壓試験 (High Voltage Test) 上記の必要なる總ての試験が済みたる後、全部の試験用結線を取除き、此機械が未だ熱を有する間に高電壓試験を施すべし。

抵抗に依りて温度上昇を計算するには次式を用ゆ、

今  $R_h$  = 温度  $t_2$  の時に測定したる熱時抵抗

$R_n$  = 温度  $t_1$  の時に測定したる冷時抵抗 (cold resistance)

$R_0$  = 攝氏零度に於ける銅抵抗 (copper resistance)

とすれば

$$t_2 = (238 + t_1) \frac{R_h}{R_n} - 238$$

此公式を用ゆる時は、攝氏零度に於ける銅の温度係數 (temperature co-efficient) を 0.0042 と假定す。此公式に依る計算の結果は、之を次の如く更正するを要す、即ち最終室内温度と攝氏25度の差に對し、其差攝氏1度毎に  $\frac{1}{2}$  パーセントの割合を以て上記計算の結果に加減を施さざるべからざるものにして、若し最終室内温度が攝氏25度より低き場合には之を加へ、又若し最終室内温度が攝氏25度より高き場合には之を減するを要す。機械の結線の熱時及冷時抵抗を測定する際には、

其捲線温度並に室内温度を慎重に観測すべし。

力率運轉 (Power-Factor Run) 直流機械に於ては、指定せられたる力率を以て發熱運轉を行ふこと屢々必要なり。交流發電機に就きて此試験を行ふには、水抵抗箱を同期電動機 (synchronous motor) と並列に結び、以て被試験機に負荷す、但此電動機は、試験に望ましき力率を與ふる様に其磁界を調整せられて、其線路上に遊働し居るのみなり。被試験發電機に負荷するには、此水箱に依らずして、同期電動機を他の1個の直流發電機に調帶連結若くは直結とし、此直流發電機より出づる電力を工場電路に送還する事往々あり。

此試験用同期電動機は或交流電源より電力を受け直流發電機を負荷として、或一定の力率にて、負荷運轉せらる。力率運轉を行ふ時には、特に他に指定なき限り、被試験發電機は常に遅れ電流、同期電動機は常に進み電流を以て運轉せざるべからず。

又アンメーター及ヴォルトメーターに加ふるにワットメーターを被試験機の發電子回路中に入れ置きて其回路の力率を十分に照査すべし。

等價負荷運轉は屢々或與へられるた力率を以て行はる。開路運轉 (open-circuit run) の場合に、被試験機に與へたる勵磁は、希望の力率及負荷に於て、之に望まし

き電壓を與ふべき勵磁よりも若干パーセントだけ高し。而して斯様な勵磁は飽和及同期インピーダンスの兩曲線より決定するを得べし。短絡運轉は、欲するキロヴォルト・アンペアーを與ふる勵磁よりも若干パーセントだけ高き勵磁を以て行ふ。

循環開デルター運轉は前に説明したる通りとす、但適當なる勵磁及希望の力率に於けるアーマチュア電流を得能ふべき餘裕を存し置くべし。

## 第七章 速度及電壓の變動率試験 (Regulation Test of Speed and Voltage)

### 入-出力試験 (In-put-Out-put Test)

電壓調整試験 分捲發電機にては其分捲調整 (shunt regulation) を試験すべし。第一に被試験機の無負荷規定電壓に於ける讀みを取り、次に其の抵抗器を加減する事無く  $\frac{1}{4}$  負荷を與へて、發電子の電壓及電流並に磁界の電壓及電流を讀み、而して其負荷を  $\frac{1}{4}$  荷重に保ちながら電壓を規定の値迄上昇せしめて、前と同様の讀みを取るべし。次に磁界抵抗器を今の位置に留め置きて、負荷を  $\frac{1}{4}$  荷重迄増加し、以て讀取りをなすこと前と同様にせよ。斯様にして此手順を  $\frac{3}{4}$  荷重及全荷重に對し、繰り返し行ふべし。被試験機に全負荷を與へ



置きて電圧を規定の値迄高めよ。而して此時の抵抗器の位置を変更することなく、被試験機より其全負荷を一時に切り去り無負荷となりし時の上昇電圧を観測すべし。斯くて發電子アンペアーを横軸に、電圧を縦軸に取りて曲線を描くべし。

此試験に於て被試験機に $\frac{1}{4}$ 荷重を與へたる時に、若し其電圧降下して零とならば、 $\frac{1}{4}$ 荷重よりも少き分量だけ宛増加し行かざるべからず。此試験にては被試験機の速度を始終不變に維持するを要す。

複捲發電機 (compound dynamo) の磁界が熱せらるる時には、其洋銀分路 (German silver shunt) を適當に調整したる後に、其複捲曲線 (compounding curve) を求めざるべからず。之をなすには、無負荷電圧を以て始め、發電子のアンペアー及ヴォルト、磁界のアンペアー及ヴォルト等を $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 及全荷重の各場合に讀取り、次に其負荷を今と同じ分量宛減じ行きて零迄に至り、其間に於て前と同様の讀みを取るべし。曲線を描くには、線電流 (line current) を横軸に、電圧を縦軸に取れ。而して此曲線と一直線との差は普通5パーセントを超過せざるべし。

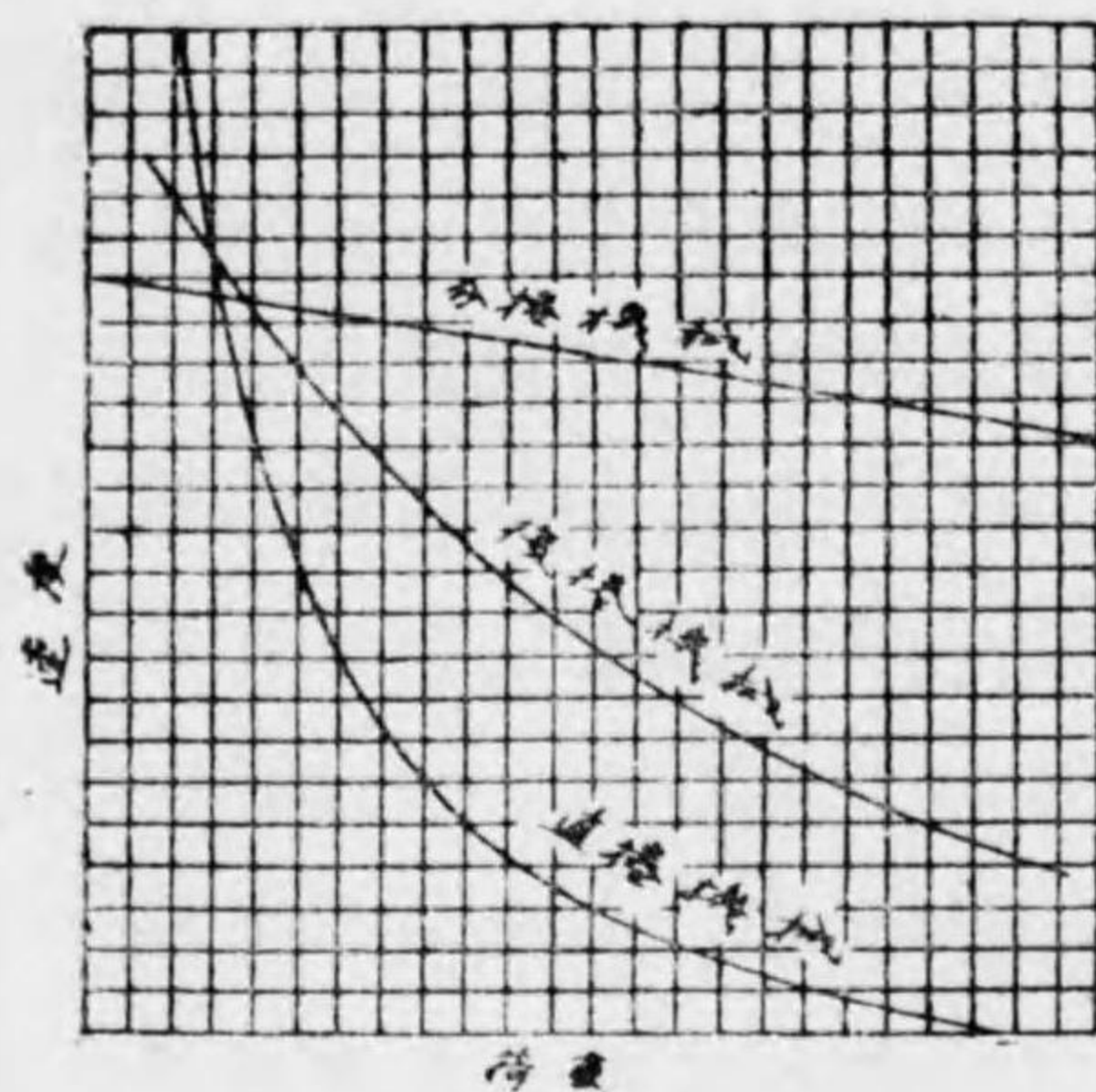
交流發電機の電圧調整率試験も時々行はるれども、此種の機械に於ては、其の飽和及同期インピーダンス (saturation and synchronous impedance) の兩曲線より其電

壓變動率を計算すること多し。此計算法は交流發電機の章下に詳述せん。調整試験を行ふには、被試験機に其規定電圧にて規定負荷を與ふ。而して其磁界の勵磁を今の儘に保ち置きて、其負荷を急に切り去り、發電子の電圧を観測すべし。今急に無負荷となりし時の電圧と規定電圧の差を規定電圧にて除したるものは、即ち其電壓變動率なり。

速度調整 (Regulation of Speed) 速度の調整は一般に大切なる事項なるが、直流機械に取りて殊に然りとす。總ての電動機の速度は、其機械が熱き時に其刷子を移動せしめて之を調整せざるべからず。されど其整流作用 (commutation) を犠牲にして迄も速度を修正するは不可なり。速度は、手引書 (instruction) に特に示されぬ限りは之を全負荷に對して調整すべきものとす。

若し電動機を特別に試験する必要あらば其熱時速度曲線 (hot speed curve) を求むべし。無負荷を以て始め、總ての負荷に於て電圧を不變に保ちて、負荷を全荷重迄増加し、其間の數點に於て速度を慎重に讀取り、以て其速度を縦軸とし、アンペアーを横軸とせる曲線を作るを得。又其冷時速度曲線 (cold speed curve) を作るを要す。第十七圖は此曲線の一般の形狀を示すものなり。アーマチュアー反作用が可なり大なる電動機に

第十七圖



直流電動機 の 速度 曲線

ありては、其速度曲線が負荷の増加と共に昇り行くものもあり。電動機 の 速度 が 其負荷と共に昇り行く時に、其刷子を餘り遠く動かせば、アーマチュア反作用を生じて磁界を弱むるに至るを以て、刷子を左程遠く迄動かすべからず。負荷中に其刷子を不注意に移したるがため其機械が非常なる速度上昇をなし逸走(run away)したる實例もあること故、此取扱には大いに注意を要す。

入力-出力試験 (In-put-Out-put Test) 入力-出力試験に依りて一個若くは一組の機械の能率を測定する必要往々あり。此時は電動機の入力及發電機の出力を測定するを要す、而して其

$$\text{一組の能率} = \frac{\text{發電機の總出力}}{\text{電動機の總入力}}$$

$$\text{發電機の能率} = \frac{\text{發電機總出力}}{(\text{電動機入力}) - (\text{電動機損失})}$$

$$\text{電動機の能率} = \frac{(\text{發電機出力}) + (\text{發電機損失})}{\text{電動機入力}}$$

誘導電動機の場合には紐制動法(string brake method)が往々採用せらる。之は誘導電動機の章下に詳述すべし。

能率測定の入力-出方法は随分不精密なるにより廣く推奨せられざるものにして、特別の條件付の場合の外は、此方法を用ひざるを可とす。十分信頼し得べき結果を求めんとする場合には、諸損失を直接に測定する方甚だ望ましきことなり。總ての諸損失を或負荷の時の出力に加ふれば、其負荷に對する入力を得、之を以て出力を除すれば能率のパーセントを求むるを得。

此入力-出力法より生じ來る誤差は大きくなり勝ちなり。此方法にては計器及讀取りに少しにても不精密の點あるも、試験の結果に直接影響を及ぼし、損失測定試験法にては計器及讀取りに於ける同じパーセントの誤差が能率計算の結果に間接に影響する故、精密なる測定をなすには、損失測定法に依るを遙に優れりとす。

**第八章 相特性(Phase Characteristics),  
同期及スタチック・インピー  
ダンス (Synchronous and Static  
Impedance), 波形電壓曲線  
Wave Form Potential Curve**

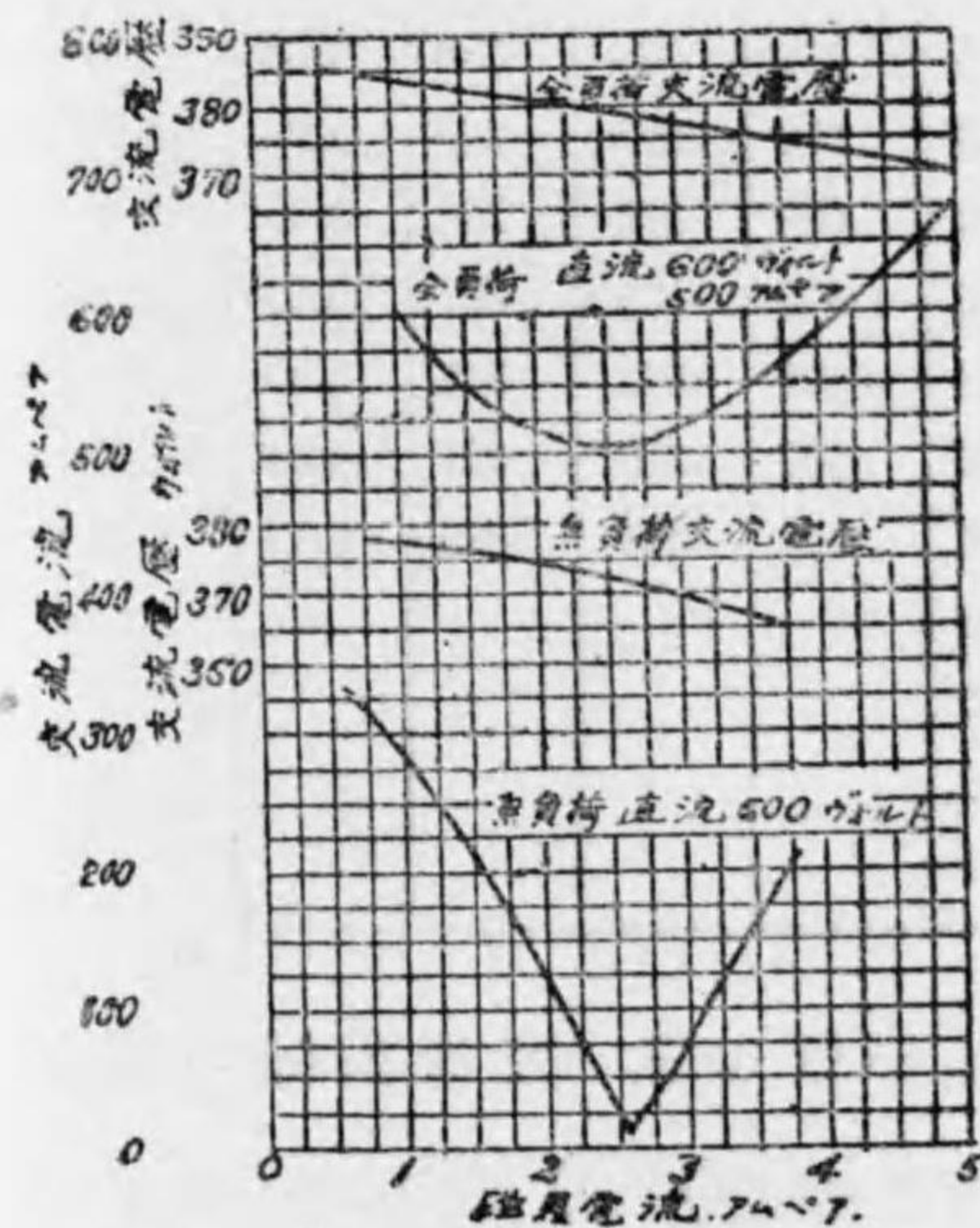
相特性 同期電動機若くは廻轉變流機 (rotary converter)の何れにもせよ、之に或任意の負荷を與へたる時に於ける其機械の入力を最小ならしむべき磁界電流を決定するための相特性曲線を求むるには、被試験機を電動機として、正當なる周波數と殆不變なる電壓とを有せる電源より運轉すべし。若し出來得べくば、被試験電動機の磁界を零になし置きて、總ての相の入電流 (input current) の讀みを取れ。最初或る弱き磁界になし置きてアーマチュアーのアンペア及ヴォルト、磁界のアンペア及びヴォルトを讀み、磁界を少し宛段々に強め行きて、遂にアーマチュアー入電流の最小點を見出すべし。尙此點を超えて磁界を強むる時は、アーマチュアー電流は再び増加せむ。無負荷相特性曲線の最下點に於ける入力ワットは其心損(core loss)、摩擦及風擦(windage)損の合計と甚だ密接に一致せざるべからず。此

被試験電動機の磁界弱き時は電流は遅れ、其磁界強き時は、電流は進むべし。無負荷相特性曲線を求むるには、其電流は少くとも全荷重電流の50パーセントの値迄上らざるべからず。

負荷相特性曲線は、無負荷相特性曲線を求むるに用ひたる方法に相似たる方法に依りて求めらる。即ち其入力を不變に保ち、上記の諸項の外に尙其荷重のアンペアをも記録し置くを要す。此全負荷相特性試験に於ては磁界を零ならしむる事不可能なり、何となれば、其電流大なる故、機械は過熱せられて危険に陥り、又其廻轉力 (torque) は全荷重を運ぶに足らざるを以てなり。

此試験に於ける總ての讀みは、之を其試験に用ひたる計器の係數及分路比 (shunt ratio) に就きて更正し、以て磁界電流を横軸に、アーマチュアー電流

第十八圖



300 キロワット 600 ヴォルト 三相廻轉變流機  
750 回転毎分 25 サイクル  
無負荷及全負荷相特性曲線

を縦軸に取りたる曲線を作るべし(第六表及第十九圖を見よ)。

第 六 表

300 キロワット, 600 ヴォルト 750 廻轉毎分, 25 サイクル 三相廻轉變流機の相特性

無 負 荷					全負荷直流 500 アンペア				
直流 ヴォルト	交流 ヴォルト	交流 アンペア	磁界 アンペア	磁界 ヴォルト	直流 ヴォルト	交流 ヴォルト	交流 アンペア	磁界 アンペア	磁界 ヴォルト
600	378	315	0.75	91	600	348	601	1.05	125
600	377	255	1.25	150	600	383.5	570	1.25	150
600	376	210	1.50	180	600	381	543	1.50	180
600	375	156	1.75	210	600	380	520	2.00	240
600	374	120	2.00	240	600	379	512	2.25	270
600	373	85	2.20	265	600	378	507	2.50	300
600	373	65	2.30	275	600	378	505	2.65	320
600	372	41	2.40	290	600	378	510	2.75	330
600	371	23	2.50	300	600	376	525	3.00	360
600	370	14	2.55	305	600	375	547	3.50	420
600	370	17	2.60	315	600	374	585	4.00	485
600	369	21	2.65	320	600	373	627	4.50	540
600	369	35	2.75	332	600	370	685	5.00	600
600	369	75	3.00	360					
600	368	116	3.25	395					
600	367	170	3.50	420					
600	366	205	3.75	450					

同期及スタチックインピーダンス 交流機械の同期インピーダンス (synchronous impedance) を求め、以て其機械が短絡せられて運轉しつつある際、或與へられたるアーマチュア電流を生ずるに必要な磁界電流を

決定す。此インピーダンス及飽和 (saturation) の兩曲線は其機械の電壓變動率を計算するに用ひらるるものなる故、同期インピーダンス試験に於ては正確なる結果を得る様力むべし。

先づ被試験機のアーマチュアを短絡し、次に被試験機が弱き磁界電流及規定速度にて運轉し居る時に各相の電流を読み、後、此磁界電流を次第に増加して、遂にアーマチュアに其規定電流の 200 パーセントが流るるに至らしめ、以てアーマチュア及磁界のアンペア並に磁界のヴォルトを同時に讀取るべし。此試験にては、被試験機の速度を規定の値に保つべきものなれども、僅少なる速度の變化は、試験結果の曲線に影響を及さざるべし、何となれば、公式

$$\text{電流} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}}$$
に於て、 $R^2$ の項は $L^2 \omega^2$ に比して

甚小さく、又 $E$ と $\omega$ とは何れも速度に比例して變化する故、電流は實際上殆不變に保たるべきを以てなり。

或標準機械に就きて其同期インピーダンスの外、尙其定置インピーダンス (stationary impedance) を求むる事あり。此場合には、先づ被試験機のアーマチュア(廻轉磁界型の場合には其磁界)を、之が動かぬやうに締付け、次に其アーマチュア導線 (armature leads) を被試験

機の規定周波数と同じ周波数の交流発電機に連結すべし。而して被試験機の規定電流の50パーセントを以て始め、其アーマチュアの電流を段々に増加して規定電流の約15パーセントに至り、アーマチュアのヴォルト及アンペアーを讀みて之等を記録せよ。

此試験の次ぎには誘導電動機の定置インピーダンスを求むべし、但し規定電流に於ける只一つの讀みを取るだけの必要ある場合には此限りにあらず。誘導電動機に就きて或る特別なる定置インピーダンス試験を行ふこと往々なるが、こは尙、誘導電動機の題下

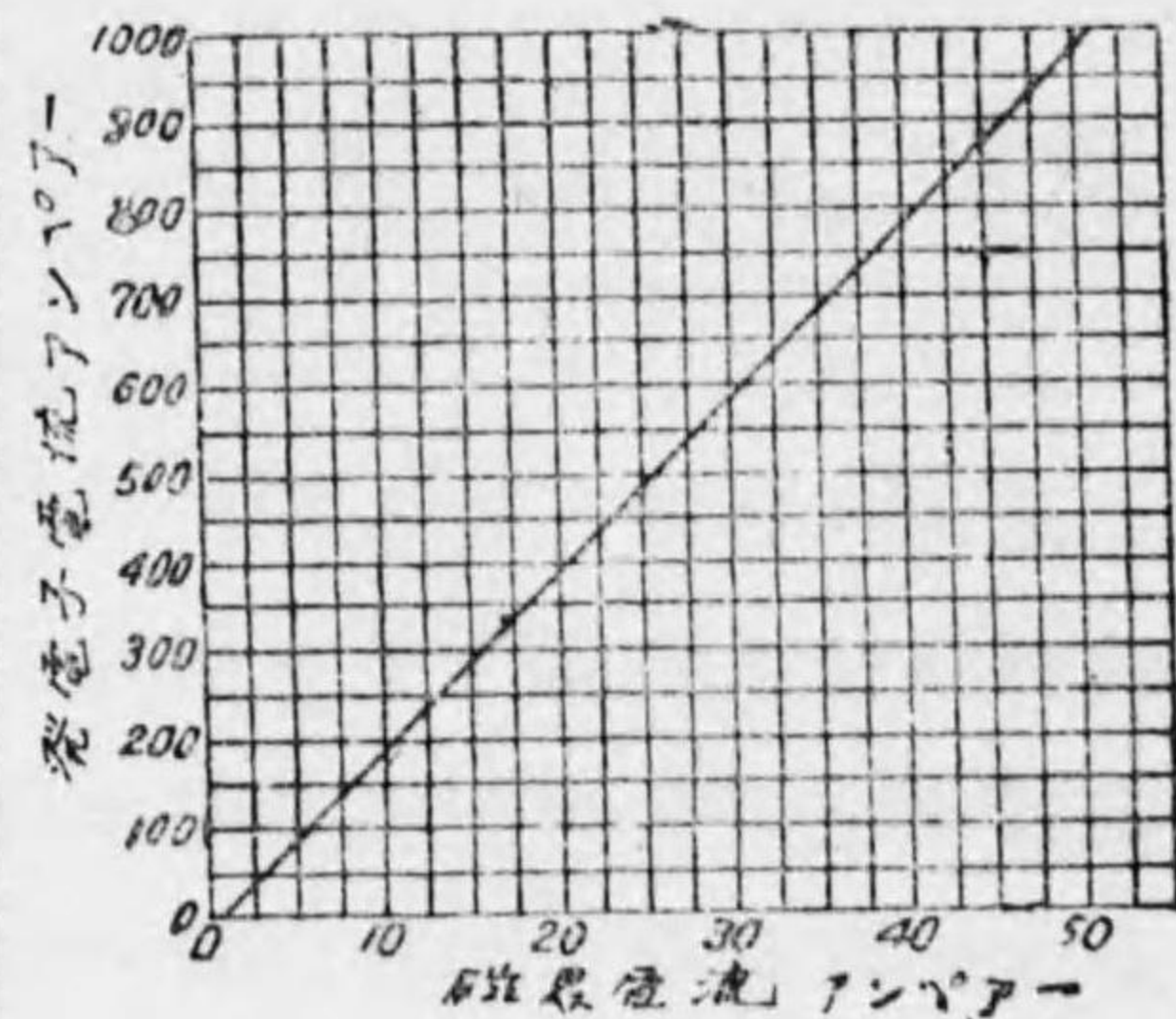
第七表

500キロワット 600ヴォルト 三相發  
20極 60サイクル 電機  
電機の同期インピーダンス

アーマチュ ア アンペアー	磁界 ヴォルト	磁界 アンペアー	毎分 廻轉數
224	15.0	11.9	360
260	17.8	13.7	360
300	20.6	15.8	360
352	23.8	18.3	360
398	26.9	20.7	360
474	31.5	24.5	360
480	32.2	24.8	360
480	34.8	26.7	360
518	37.5	28.2	360
557	47.0	36.1	360
704	52.8	40.6	360
796	59.5	45.7	360
896	66.5	51.1	360

第十九圖

500キロワット 600ヴォルト 三相發電機  
20極 60サイクル 同期  
インピーダンス曲線



にて述べんとす。

同期インピーダンスの計算に於ては、試験より得たる總ての讀みを、計器の常數及比に對して更正し、磁界のアンペアー若くはアンペアー・ターン (ampere-turns) を横軸とし、アーマチュア・アンペアーを縦軸として、同一機械の飽和曲線と同一軸線に對し曲線を描くべし (第七表及第十九圖を見よ)。

刷子間の波形電壓曲線 直流機械の電壓波形を定むるには次の方法を用ふ。被試験機を規定速度及規定電壓にて運轉し、1個のヴォルトメーターの2本の導線の端を、丁度、整流子片 (commutator bar) 1枚の幅だけ離し置きて、之を或磁極の中心下にある2枚の整流子片に跨り置きて其の電壓を讀み、尙之を次ぎの同性磁極の中心下迄、同様に2枚の整流子に順次に跨り接觸せしめ行きて一々其電壓を讀むべし。此方法にて電氣的に360度の全周期に對して各整流子片間の電壓を求め得べし。此讀みをメーター常數に對して更正し、之を縦軸に取り、横軸に整流子片の番號を取りて曲線を描き、尙此曲線と相對して其磁極の位置を示し置くを可とす。

交流發電機の波形はオスシログラフ (oscillograph) を用ひて求めらる。

## 第九章 直流發電機—豫行試験 (Preliminary Test) 及能率

豫行試験 直流發電機の豫行試験は磁界捲框 (field spool) に於ける電壓降下、極性、熱時及冷時抵抗測定、空隙、電壓曲線、抵抗器、刷子移動 (brush shift)、無負荷運轉及均壓環 (equalizing ring) 試験等なるが、之等の中、電壓曲線、抵抗器、均壓環試験を除く外は總て、既に之を述べたり。

電壓曲線 (Potential Curve) 均壓環を有せざる自括機械 (self-contained machine) の並列捲アーマチュア—に於ては、其電壓曲線を求むるを得べし。相隣れる2個の刷子間柱 (brush studs) に取付けられたる刷子のみを残して他の刷子は總て整流子より引離し置き、電壓を規定電壓迄上昇せしめて其時の磁界電流を讀取るべし。此試験中は被試験機の磁界電流と速度とを不變に保ちて、此曲線の總ての點を求めざるべからず。然る後第一刷子間柱に於ける刷子を整流子より引き離し、第三刷子間柱の刷子を整流子に附けて第二と第三間柱の間の電壓を讀め。斯くて總ての各對の刷子間柱間の電壓を悉く讀取る迄此手順を繰り返すべし。此試験は上昇し行く磁界電流を以て行はざるべからず。

之等の電壓に許し得べき最大差は平均電壓の値の

4パーセントなり。此試験は前に直流機械の電壓波形を決定するために求めたる整流子片の電壓曲線と其性質は相似たれども、而も彼此混同すべからず。

均壓器 (Equalizer) 均壓器は磁極の各對の間に位する並列捲アーマチュア—捲線上の均壓諸點 (equalizing points) ヘタップ (tap) を出せる諸環若くは交叉結線 (cross connection) より成立つものなり。之等の諸環は、元來同様の電壓を有すべき刷子間にアーマチュア—中心が不正確なるがために電壓の不均等を生ずるを防ぐ。即ち均壓環あるがために、磁力強き方の極片 (pole piece) より磁力弱き極片の方へ交番電流が流れて、強かりし磁極は減磁せられ、弱かりし磁極は更に磁化せられて諸刷子の電壓は均等に保たれるなり。均壓環は只單に刷子と刷子の間に於て強き横流 (cross current) の交換せらるるを防ぐのみならず、又軸 (shaft) を曲げ若くは軸承 (bearing) を過熱せんとする磁極片の磁氣的引力 (magnetic pull) の不平均を補ふ。試験者は之等の環を調べて、其タップが相等しき間隔に置かれたるか、又結線が堅固に出來居るかを確むべし。

磁界抵抗器 (Field Rheostat) 若し被試験機が正しく接続せられ、其磁界内に開路 (open circuit) 若しくは逆向捲框 (reversed spool) 等無くんば、磁界開閉器 (field switch)

を閉ぢ、其磁界の抵抗器を全部切り去りたる時に、其被試験機は愈々電壓を發生すべし。若し此際被試験機が正當に電壓を生ぜざる時は、被試験機と同じ太さ及同じ電壓の同類の機械の磁界抵抗器を以て被試験機の磁界抵抗を照査せよ、然る時は例へば 500 ヴォルトの機械が誤て 250 ヴォルトの磁界抵抗を以て組立てられ居る事もあらん。

機械に電壓を成立せしむるに困難を生ずるは、大概其磁界電流の方向不正當にして、磁極に殘磁氣を定着せしむる能はざるに因ること普通なり。若し、磁界開閉器を開きありたる場合には發電子に僅少の電壓を生じ居たるに、此開閉器を反對方向に閉ぢたる時、發電子電壓が殆零迄降下せば、其磁界のターミナルが不正の刷子に連結せられ居るものと推知すべし、而して之を直すには、磁界を逆になすか、若くは刷子を 1 極間距離だけ順に移動せしむれば可なり。

整流極機械 (commutating pole machine) の無負荷に於ける電氣的中性點を見出すにはファイバー刷子法 (fiber brush method) を用ゆ。此方法にては整流子片の 1 個の幅に等しき間隔を有する 2 個の接觸片 (contacts) 及 2 個のターミナルを取付けたる 1 個のファイバー刷子を一つの刷子間柱 (stud) の刷子軸 (brush holder) に入れ置

き、其兩ターミナル間に電壓が現るる迄ファイバー刷子を移動し行き、其點の位置を搖動杆 (rocker arm) の上に印し置くべし。次に此ファイバー刷子を次の刷子間柱に取付けて、其ターミナル間に電壓が現るる迄移動し、又其點の位置を搖動杆の上に印すこと前の如くせよ。同様に總ての刷子間柱に對して此手順を行ひ、最後に其搖動杆を前に印したる諸點の平均位置に定着せしむれば、其位置は即ち無負荷に於ける電氣的中性點を決定するものにして、全負荷の時にも亦之と同一の位置を取るものなり。

次に整流極磁界の分路 (shunt) を、全負荷の時に最良の整流作用を生ずるやう調整し、其整流極磁界 (commutating pole field) を經て分流せられたる電流を測定し、常に之を記録し置くを要す。

既に述べたる開路試験は、整流極發電機にも適用せらるること往々なり。

直捲發電機 (series dynamo) を電氣的に成立せしむるは一層複雑なる業なり。此場合には電壓と共に負荷が増加する故、甚慎重に其外部抵抗を求めて之を用ひ、以て負荷が急速に増加するを防ぐべし。

此發電機が整然と勢づく様に其外部抵抗を減ずる (即ち水抵抗器の刃を十分深く入るる) 事は實際上不可能

なる故、普通の方法として、其水抵抗器の刃(blade)を水中に入れ置き、可熔線(fuse wire)を以て水抵抗箱の一つを短絡し、然る後電路遮断器及他の諸開閉器を閉づ。被試験機が勢よく成り始めて若し其可熔片が焼け去りたる時は、水箱内の抵抗が餘りに大に過ぐる故水箱に鹽を投入して其抵抗を適度になる迄減すべし。若し其水箱の抵抗が餘りに小に過ぐる時は荷重が急激に増加するに因り遮断器は自動的に開き、以て其刷子と刷子の間にスパーク・オーバー(spark over)を生ずることなからしむべし。

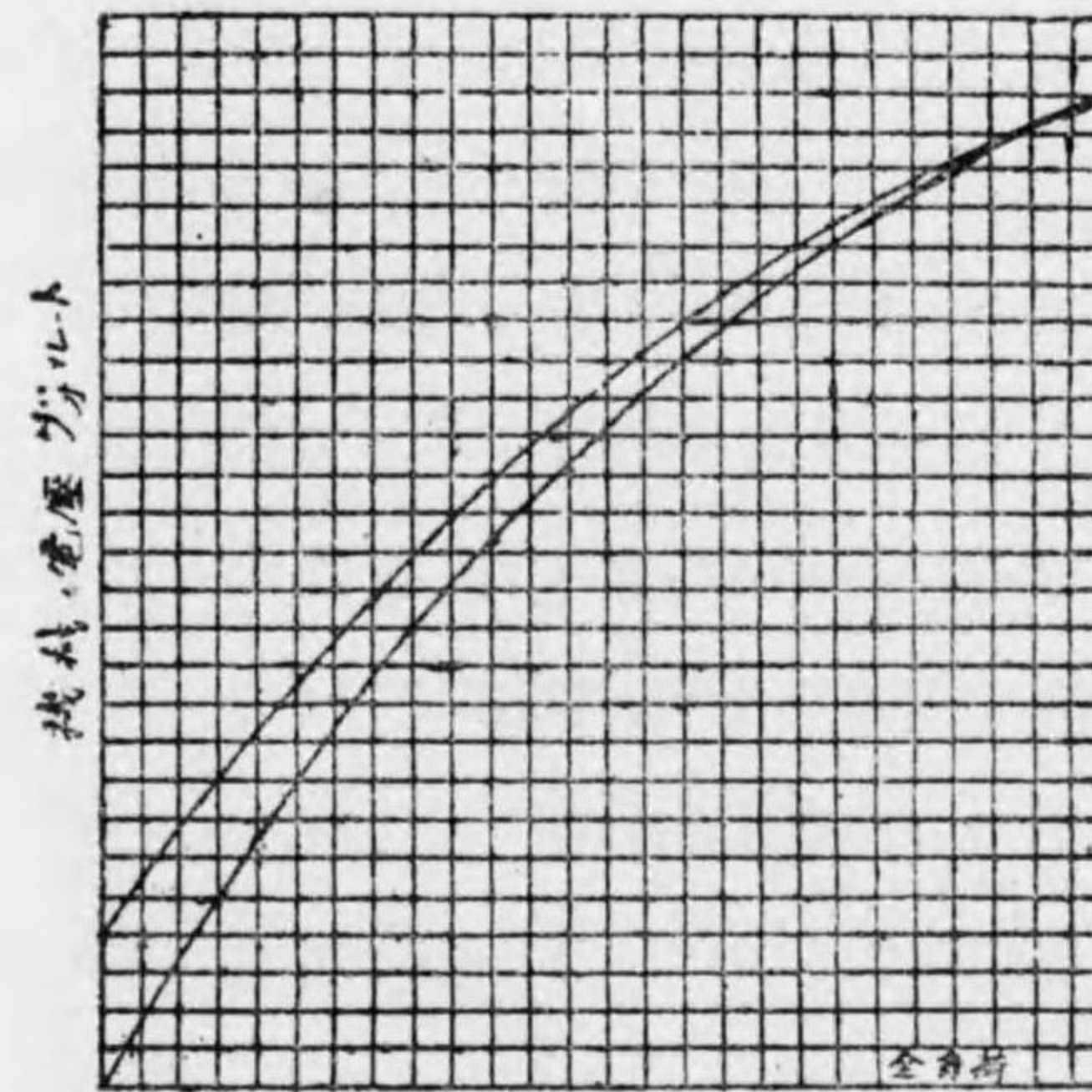
此機械の刷子を取付けたる後、要求せられたる電圧を生ずるやう、其洋銀分路(German silver shunt)を調整せよ。

凡て直捲發電機にては其直捲特性(series characteristics)を求むるを要す。之をなすには、被試験機が全荷重を負ふ迄段々に荷重を増加し行き、其各段毎に線電流(line current)及機械に加はる電圧を讀み、次に荷重を少しづつ段々に減じて遂に無負荷となし、其間に於て前と同様の讀みを取れ。而して電流を横軸に、機械の電圧を縦軸に取りて曲線を描くべし(第二十圖)。

直捲機械が昇壓機(boosters)の作用をなす場合には、此曲線は一直線よりも若干パーセント以上に相違する

も差支なき事を注文契約上に許さるる事あり。若し其洋銀分路を必要とする時は、總ての場合、之を其位置

第二十圖



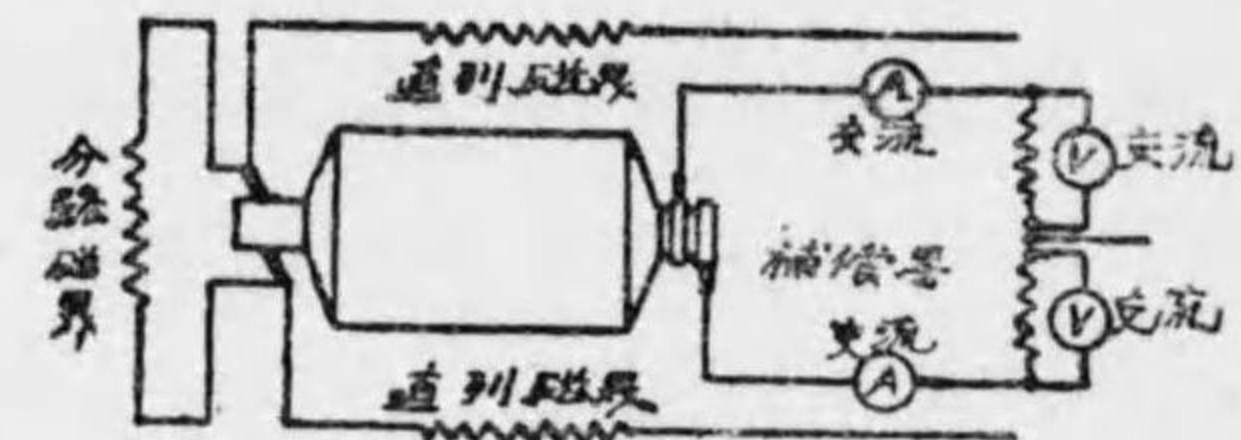
直捲特性

に取付け置きて此曲線を求むるを要す。

直流發電機には三線式運轉をなすために聚電環(collector ring)を備へたるものあり。此種の機械が若し2個の直列磁界(series field)

を有せば、之を其線路の兩側に各1個宛を連結すべし。此場合には何れの直流機械にも行ふ

第二十一圖



三線式發電機

が如くに他の總ての試験を行ふ。若し不平衡なる讀みが必要なる場合には第二十一圖に従ひて、其補償器(compensator)の配線をなすべし。而して無負荷、規定電壓の時の讀みを取るを要す。次いで其磁界を變ず



ることなく、又速度を不変に保ちて、此線路の一方の側に  $\frac{1}{4}$  荷重を與へ、同線路の各端より中性點に至る電壓及磁界の電壓並に電流を読み、然る後此線路の他の一方の側に  $\frac{1}{2}$  荷重を與へて負荷を平衡せしめ、前の如く讀取りを行ふべし。次に一方の側を  $\frac{1}{2}$  荷重迄増加して、前同様の讀を取り、後又他の一方の側を同じく  $\frac{1}{2}$  荷重となして平衡せしむべし。斯様にして規定荷重の 125 パーセントの平衡荷重に達する迄上記の手續を繰り返して其都度讀み取りをなさざるべからず。時としては 50 パーセントの平衡荷重にて試験すべき事を特に指定せらるることもあり。此の場合には荷重を一度に 25 パーセント宛段々に増加し行く代りに、毎度 50 パーセント宛段々に増加し行きて前と同様の手續を行ふべし。

標準能率試験 (Standard Efficiency Test) 損失法に依りて能率を計算する方法次の如し。今複捲整流極發電機に就きて考ふるに

$V_L$  = 線電壓             $C_L$  = 線電流

$C_6$  = 分路磁界電流     $C_4$  = 發電子電流

$C_8$  = 直列磁界電流 =  $C_L \frac{R_9}{(R_8 + R_9)}$

$C_9$  = 洋銀分路の電流 =  $C_L - C_8$

$C_{10}$  = 整流極磁界の電流 =  $C_L \frac{R_{11}}{(R_9 + R_{10})}$

$C_{11}$  = 整流極洋銀分路の電流

$R_4$  = 發電子の熱時抵抗

$R_5$  = 刷子接觸抵抗

$R_6$  = 分路磁界の熱時抵抗

$R_7$  = 直列磁界の熱時抵抗

$R_8$  = 直列磁界の洋銀分路の熱時抵抗

$R_{10}$  = 整流極磁界の熱時抵抗

$R_{11}$  = 整流極磁界の洋銀分路の熱時抵抗

但し總て電流はアンペア、電壓はヴォルト抵抗はオームを單位とす。然る時は

(全 CR 降下) =  $C_4 R_4 + C_6 R_6 + C_8 R_8 + C_9 R_9 + C_{10} R_{10} + C_{11} R_{11}$

$W_1$  = 心損曲線より求めたる心損ワット、但各負荷の時の  $V_L + CR$  に相對するものなり。

$W_2$  = 心損試験より求めたる刷子摩擦損ワット、但試験に依りて求めたる此値が正しからぬ様に見ゆる時は、 $W_2$  を次式に依りて算出せよ。

$$W_2 = \frac{F \times N \times B \times L \times \mu \times 746}{33,000} \quad \text{但し}$$

$F$  = 整流子の周回、呎、             $N$  = 毎分廻轉數

$B$  = 刷子の数             $L$  = 每刷子壓力封度

$\mu$  = 使用したる特別の型の刷子に對する刷子摩擦係數なりとす。

機關にて運轉する機械若くは床臺 (base)、軸又は軸承無しにて送付し來れる機械の場合には、此總損失より軸承損失を省きて、之を其原動機に賦課すべし。

殆總ての場合、試験より求めたる刷子摩擦を用ひずして、計算より得たる刷子摩擦を用ゆるを可とす。

短時間の試運轉中には、被試験機の整流子 (commutator) と刷子の接觸面を、長期間運轉したる後に於けるが如き善良なる状態に至らしむる事能はざる故、刷子摩擦試験は、其機械が或期間内實際運轉をなしたる後に存在すべき状態を示すを得ず。されば摩擦係數に依りて刷子摩擦の値を算定せざるべからず、但此摩擦係數は、又整流子及刷子の接觸面の状態に因りて決定せらるべきものにして最初は大いに變化し、かなりの長期間連續運轉したる後に初めて不變となるものなり。刷子抵抗を計算するために上記の公式中に用ひたる係數は、種々なる壓力と種々なる整流子とを以て或型の炭素刷子に就き十分なる試験を施したる結果より得たるものなり。之等の試験は刷子及整流子表面の二つながら不變にして満足なる状態を得るため、長期間に亘りて行はるべきものなる故に、其摩擦計

算の結果は其型の刷子の最終の状態を與ふるものとして信頼するに足る。

$W_s$  = 心損試験より得たる軸承摩擦

$W_e$  = 出力ワット =  $C_L \times V_L$

彼の刷子抵抗  $R_b$  は、使用せられたる型の刷子に就きて作られたる曲線より取りたるものにして任意の値の負荷に於ける毎平方吋の刷子に於ける電流密度 (current density) に相對應するものなり。

$$\text{(刷子電流密度每平方吋)} = \frac{C_L}{\frac{1}{2} \text{(全刷子面積)}}$$

$$\frac{1}{2} \text{(刷子の全面積)} = \frac{l \times w \times s \times t}{2} \quad \text{但し}$$

$l$  = 機械の軸に平行に測りたる刷子の長さ

$w$  = 刷子の幅

$s$  = 刷子間柱 (stud) の數

$t$  = 刷子數每間柱 (stud)

諸種の型の刷子の接觸抵抗を決定するために、從來廣く試験が行はれ、其結果より刷子の電流密度を横軸とし、毎平方吋の刷子接觸抵抗若くは刷子接觸に於ける  $CR$  降下を縦軸としたる數種曲線が作られたり。刷子の接觸抵抗を直接に知るには、其整流子より各刷子面に至る電壓降下を測定するを要す。而して之を

なすには、多くの時間と費用とを要すべし。出来立ての機械に就きて此の如き試験を施したる結果は、其刷子及整流子が新しきため、之を信用する能はざるにより、上に述べたる曲線より得たる刷子抵抗を用ひんことを望む。若し、 $W_3 =$  心損試験より得たる軸承摩擦とせば、

$$\begin{aligned} \text{(總損失ワット)} &= \Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + C_4^2 R_4 + C_4^2 R_{SF} \\ &\quad + C_6^2 R_6 + (C_6 V_L - C_6^2 R_6) + C_8^2 R_8 \\ &= C_9^2 R_9 + C_{10}^2 R_{10} + C_{11}^2 R_{11} \end{aligned}$$

$C_6 V_L - C_6^2 R_6 =$  其分路磁界諸抵抗器中の  $C^2 R$  損失。

故に入力ワット  $W_a$  は次の如くなる。

$$W_a = W_b + \Sigma W \quad \text{但 } W_b = \text{出力ワット} = C_L V_L$$

$$\text{其能率 } E = \frac{W_b}{W_a}$$

心損試験を行はざりし場合には、其「無負荷運轉」(running light) を此公式中の  $(W_1 + W_2 + W_3)$  に代入すべし。

若し直列及整流極磁界並に夫々の洋銀分路に於ける諸損失を分離する必要なき時は、抵抗  $R_8$  及  $R_9$  は  $R_{SF}$  に等しきものとして之等を合併し、同様に  $R_{10}$  及  $R_{11}$  は  $R_{CF}$  に等しきものとして合併すべし。然る時は其總損失は

$$\Sigma W = (\text{無負荷運轉}) + C_4^2 R_4 + C_4^2 R_6 + C_6 V_L + C_L^2 R_{SF} + C_L^2 R_{CF}$$

第 八 表

100 キロワット、525/575 ヴォルト  
6 極、275 廻轉 毎分 複捲直流發電機の能率及損失

パーセント負荷	0	25	50	75	100	125
線電圧ヴォルト	525	537.5	550	562.5	575	575
線電流アンペア	0	43.5	87.0	130.5	174	217.5
分路磁界アンペア	3.10	3.18	3.25	3.32	3.40	3.4
發電子アンペア	3.10	46.7	90.3	133.8	177.4	220.9
直列磁界アンペア	0	29.2	58.4	87.6	116.8	146
直列洋銀分路アンペア	0	14.3	28.6	42.9	57.2	71.5
CR 降下	0.47	0.628	12.15	18.0	23.9	29.7
E + CR	525.4	543.8	562.2	580.5	598.9	604.7
心 損	1042.0	1124	1205	1295	1395	1425
刷子摩擦	314	314	314	314	314	314
軸承摩擦	—	—	—	—	—	—
發電子 C^2 R	—	213	797	1750	3080	4770
刷子 C^2 R	—	36	135	222	331	430
分路磁界 C^2 R	1630	1710	1790	1870	1950	1950
直列磁界 C^2 R	0	33	131	296	523	820
洋銀分路 C^2 R	0	16	64	144	257	403
總 損 失	2986	3446	4436	5891	7850	10112
出力キロワット	0	23.4	47.8	73.4	100	125
入力キロワット	2.99	26.85	52.24	79.29	101.85	135.1
パーセント能率	—	87.2	91.5	92.6	92.7	92.6
刷子密度	—	8.3	16.05	23.8	31.6	39.3
刷子接觸抵抗	—	0.01665	0.0114	0.01244	0.01055	0.0091

發電子抵抗 25°C. の時 0.0893 オーム、51°C. の時 0.093 オーム  
 分路磁界抵抗 25°C. の時 97.4 オーム、47°C. の時 105.3 オーム  
 直列磁界抵抗 25°C. の時 0.0358 オーム、46°C. の時 0.0386 オーム  
 直列洋銀分路抵抗 25°C. の時 0.097 オーム  
 刷子の太さ 1 1/2" x 3/4"、刷子間柱数 6、每刷子間柱の刷子数 4、摩擦係数=0.2  
 刷子接觸面積一側に付 5.625 平方吋、每刷子の刷子壓力 1 1/4 封度

第九表

70馬力 500ヴォルト 6極 850廻轉毎分 直流電動機の能率及損失

線電圧ヴォルト	500	500	500	500	500
線電流アンペア	29	58	87	116	145
磁界アンペア	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
電動子アンペア	26.5	55.5	84.5	113.5	142.5
CR	3	6	9	12	15
E-CR	497	494	491	483	485
速度	—	—	—	—	—
心損	2500	2475	2450	2400	2350
刷子摩擦	460	460	460	460	460
軸承摩擦	530	530	530	530	530
電動子CR	63	275	638	1150	1820
刷子CR	8	36	85	153	210
磁界CR	1215	1215	1215	1215	1215
總損失	4775	4990	5380	5908	6615
入力キロワット	14.5	29	43.5	58	72.5
出力キロワット	9.7	24	38.1	52.1	65
出力馬力	12.8	32.1	51	70	88.5
パーセント能率	69.0	82.8	87.6	89.8	90.8
刷子密度	9.15	10.3	15.5	20.6	25.8
刷子接觸抵抗	0.0178	0.016	0.0146	0.0132	0.0119

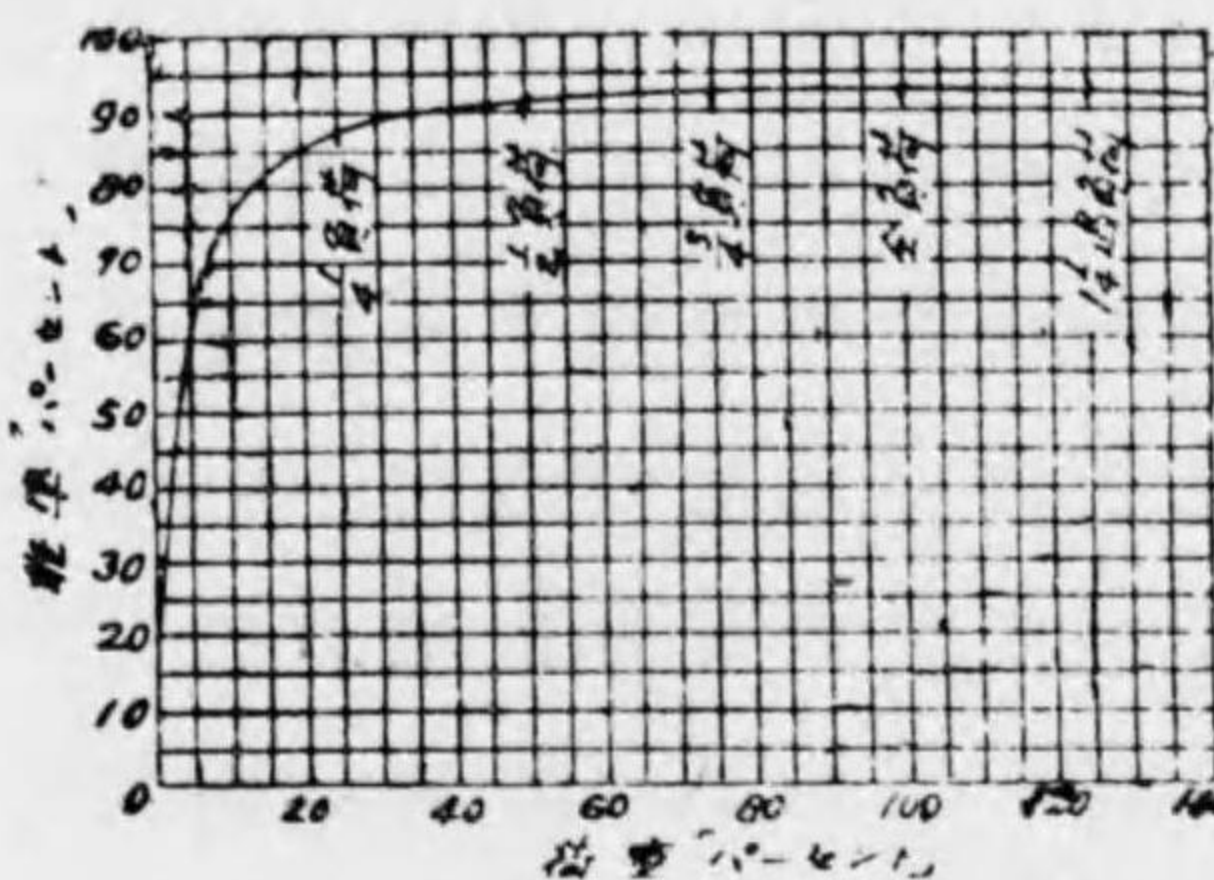
電動子抵抗 25°C の時 0.0816 オーム、50°C の時 0.0895 オーム  
 磁界抵抗 25°C の時 169 オーム、50°C の時 191.5 オーム  
 刷子の太さ 11/16" x 1/2", 刷子間柱数 6, 毎間柱の刷子数 3,  
 毎刷子の壓力 1/2 封度、刷子接觸面積一側に付 5.62 平方吋

能率を計算するに當り熱時抵抗を算出するには、其温度は之を次式より求むべし。

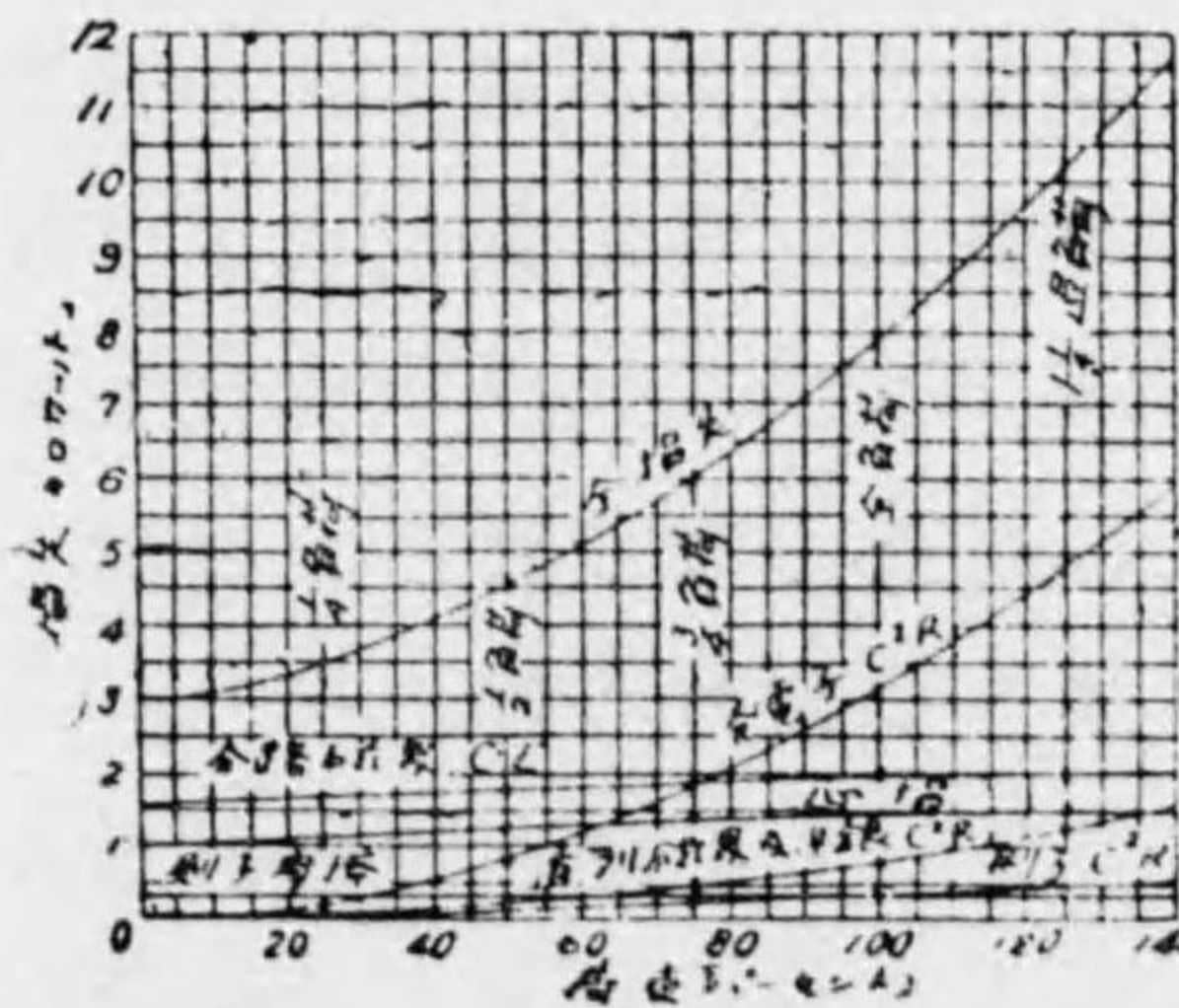
$$T = (K \times \text{寒暖計にて讀みたる温度上昇}) + 25^\circ\text{C.}$$

但 K は寒暖計にて讀みたる温度上昇と「抵抗測定に依りて決定したる温度上昇」の比なり。此温度を求むる抵抗測定は、異りたる多數のアーマチュア及磁界に就

100 キロワット、525/575 ヴォルト 6極 275 廻轉毎分  
 複捲直流發電機の能率及損失  
 第二十二圖 (a)  
 能率



第二十二圖 (b)  
 損失



きて行ひたる實際の試験に依りて決定せられたるものなり。總てのアーマチュア若くは廻轉磁界機械 (revolving field machine) の磁界捲框 (field spool) に取りては、 $K=1.25$  にして、定置通風 (stationary ventilated) 磁界捲框に取りては  $K=1.7$  なり。

第八表、第九表及第二十二圖を見れば、能率の計算及曲線の作圖に用ゆる形式を知り得べし。

## 第十章 直流發電機(D. C. Generator) 其整流極 (Commutating Pole)、及 電氣的中性の位置 (Position of Electrical Neutral)

整流極 (commutating pole) は發電子反作用 (armature reaction) の影響を打ち消すに必要な磁束を生じ、以て整流極を備へざる直流機械に起るが如き無負荷と全負荷の間に於て其電氣的中性の移轉する事を防ぎ、尙整流作用を營む際發電子内の電流の逆向 (reverse) することを援くるものなり。規定の荷重電流が流れつつある時に上記の逆流を起さしむるには、或一定數のアンペアターンを要す。而して多くの場合、此整流極捲線のターン數には分數を帯びる事必要なるが、實際に捲線を行ふには其工作上 1 全回か若くは半回捲が出来るのみにして、任意の分數を得る事能はざる故、其整流磁界捲線 (commutating field winding) の間に 1 分路を連結し以て必要以上に超過したるだけの電流を分流せしむるやう試験に依りて調整し置くべし。其電氣的中性點は移動することなきを以て、無負荷中性點 (no-load neutral) に刷子 (brushes) を取付け、之を調整して後其取付位置を示すためロッカーアーム (rocker arm) に

調整を以て符號を印し置くを要す。刷子が此位置にある故、此機械は其整流極を低く勵磁し若くは整流極を不能に陥らしむべき状態に感じ易し。斯様な状態は、其中性點を移動せしめて刷子に悪性の火花を發生せしめ若くはフラッシュオーバー (flash-over) を生ぜしむ、500 ヴォルト若くは夫れ以上の機械の場合には殊に然りどす。

今實例として、300 キロワット、500 ヴォルト發電機が其整流極磁界捲線のターミナル間に大なる洋銀分路 (German-silver shunt) を有するものとす。此機械が若し短絡せられなば、整流極磁界線輪のインダクタンス作用のために、過荷重電流が無誘導の洋銀分路を通じて流れ、整流極磁界には發電子反作用を中和すべき勵磁が不足となり、従つて其電氣的中性點が移動して結局、整流作用を害するに至る。

誘導分路 (Inductive Shunt) 上記の故障を防ぐには其整流磁界捲線のターミナル間に 1 個の誘導分路を使用し、而して此機械が負荷せられ居る時は、其回路中に常に此分路が介在するを要す。此分路のインダクタンスは整流磁界捲線のインダクタンスよりも大なる故、若し短絡を生じたる場合には其磁界捲線を経て多量の線電流 (line current) を通せしめ、以て總ての負荷

状態に對して其補正作用を正しく續くるを得しむべし。

電壓 500 ヴォルト若くは夫れ以上、及正規の格定電流 400 アンペアー若くは夫れ以上の機械には總て誘導分路を使用す。整流磁界より此分路へ幾何の電流を分流せしめば宜しきかを正確に決定すべき試験が必要なる故、其誘導分路は整流磁界捲線よりも大なるインダクタンス及一層低き抵抗並に十分なる通電容量を有するやう設計せらる。必要上尙其上に附加すべき抵抗は如何なる値のものにても次ぎの如くして求めらる、即ち此誘導分路と直列に洋銀線を連結し、此機械が設計せられ居る負荷の全範圍を通じて實際上完全なる整流作用を與ふべき抵抗が得らるる迄其洋銀線の長さ従つて其抵抗を加減すべし。

電氣的中性の位置 (Position of Electrical Neutral) 整流極機械が無負荷の時に其電壓を規定の値迄高めたる後、無負荷中性の位置を定むるを得。之をなすには被試験機の炭素刷子 (carbon brush) と同大のファイバー刷子 (fiber brush) を作りて、之に 12 番線が適當に嵌まる程の大きさの孔 2 個を穿ち貫き、其孔と孔との間隔を、相隣れる 2 個の整流子片 (commutator bar) 間の距離に等しくす。此孔に通すべき電線は十分小にして、孔の中

を自由に通され得る程の大きさならざるべからず、若し然らずんば、孔に通す時、其電線は扭れて電線と整流子との接觸悪しくなるか若くはファイバーの中に割り込まれ、強く整流子を壓迫して之に疵を與へ整流子面を損すべし。被試験機の 1 個の炭素刷子を其刷子間柱 (stud) より取外して、其代りに此ファイバー刷子を入れ、其 2 本の導線を低讀電壓計 (low-reading volt-meter) 若くはミリヴォルトメーターに結ぶべし。被試験機を無負荷及規定電壓となし置き、此計器の針が既に零點を通過し終る迄ファイバー刷子をして整流子上を移動せしめ、夫れより逆戻りして計器が再び零を指す迄ファイバー刷子を動かし行き、以て實際の零點が見出されたることを確むべし。此ファイバー刷子の移動を示すため其位置をロッカーアームの上に鉛筆にて印し置き、後若し必要ならば、ファイバー刷子を次々の刷子間柱の刷子軸 (brush holder) に取付けて、前の如く零の讀みを得る迄之を移動せしめ、各間柱に對する零點の位置をロッカーアームに鉛筆にて記し置くべし。斯くして諸間柱に對する中性點を求めたるファイバー刷子の移動範圍に差異ある場合には、其刷子は他の總てのもの平均位置 (average position) 迄移動せしめざるべからず。刷子を此平均位置に取付け、誘導分路を適當に連結し

て規定負荷を與へ其整流作用を視るべし。規定負荷及格定過負荷(rated over-load)の際に若し其整流作用が實際上無火花(sparkless)ならざる時は、荷重及磁界勵磁を除き去りて整流磁界捲線のターミナル間に洋銀分路を連結せよ。被試験機が若し誘導分路を必要とせば、其洋銀分路と誘導分路とは、之等を直列に連結すべし。此分路の總抵抗を規定荷重の10パーセント以下の電流を分流せしむるに十分なる程の値となし置きて全負荷となし其整流作用を視るべし。必要なる荷重の全範圍を通じて始終最良の整流作用が行はるるやう調整が出来上る迄、其洋銀線の長さを變更し、以て整流作用を試験すべし。此分路に1個のアンメーターを入れて、其中を通ずるアンペアを讀み、之を記録せよ。満足なる整流作用が遂に得られざる場合には、其結線、捲框(spool)の組合せ、磁極並に刷子の間隔、空隙、極性、均壓環(equalizing ring)の間隔等を委細に點檢し、若し其等が悉く正しき事判明せば、再び彼のファイバー刷子を用ひて各刷子間柱(stud)の全負荷中性を試験すべし。而して其相隣れる2個の整流子片間に若し可なりの電壓が現はれなば、零電壓が得らるる迄其ファイバー刷子を注意して移動せしめ、又整流磁界に跨れる分路を再調整せざるべからず。此分路調整が出来得

る限り最良にし置き、各刷子間柱に就きてファイバー刷子を用ひて試験し、又分流せらるる電流及此刷子を無負荷中性より幾何程移動せしめしか記し置くべし。

若し1個若くは1個以上の刷子間柱の全負荷中性が他の刷子間柱の全負荷中性よりも可なり相違するを知らば、整流極間隔、刷子間隔、及此問題たる中性に影響を有せる之等の磁極及刷子間柱の空隙を慎重に照査せざるべからず。

200 キロワット若くは夫れ以上の任意の整流極機械にては、其最終調整が出来上りたらば、各刷子間柱に就きてファイバー刷子を使用し、其全負荷の時の結果を記録せよ。

一般に整流磁界より分流する電流は、各刷子間柱の負荷中性點を其無負荷中性點より同一距離だけ移動せしむ。僅少の電流を分流せしむる時は、總ての中性は無負荷中性點の方へ移るべし。能ふべくんば諸刷子を無負荷中性點に置いて總ての調整を行ひ、而して其刷子を永久的に其點に保持すべし。此最終の調整成りたる時は整流極機械の總てのロッカーアームに刷子位置を鑿盤にて明瞭に印し置くを要す。

満足なる整流作用を得たる時、大なる荷重を急に掛けたら切つたりして、其結果生ずるところの整流作用

及機械の一般働作を観察し、之等を記録せよ。若し其機械が誘導分路を有し、荷重を掛けたり切つたりする事に因りて甚しき火花を生せば、其誘導分路の空隙の調整を試むべし。其鐵心に或一定の捲線を施しある場合には、其空隙を變更して其分路のインダクタンスを加減するを得て、以て分路と整流磁界捲線の關係的インピーダンスは斯様に調整せらるべし。若し其遮斷器 (breaker) を開きて多量の負荷を一時に切り去りたる時、此分路の電流が急に零迄降下し、又は刷子に火花を生せば、此誘導分路のインダクタンスが餘りに小なるに因るものなるべき故、其空隙を減少せしむべし。此空隙は被試験機が非常に變化する荷重を負ひて運轉しつつある時に火花が最小になる様調整し置くを要す。

**整流子乾燥 (Commutator Baking)** 整流極機械の整流子を乾燥せんとするに、負荷の儘にて刷子を移動せしむる時は、火花及熱を發生するを以て、負荷の儘にて刷子を動かすは宜しからず。常に無負荷の時に刷子を移動せしめて、無負荷整流 (no-load commutation) の安全極限を決して超ゆること勿らしめ、以て負荷運轉中に若し其荷重が急に取り去られたる際にもアークオーバー (arc-over) を生ぜざるやうにすべし。整流子を乾燥せ

んとする時、アーマチュアを短絡するには、其短絡回路中に整流極捲線を含ましむべからず、何となれば若し斯くせば、大多數の機械は直捲發電機を構成して、其アーマチュア電流を制限すること能はざるに至るべきを以てなり。

## 第十一章 直流定置電動機

### (D. C. Stationary Motor)

電動機の總ての配線 (Wiring) 及接續 (connection) を注意して検査し、殊に其磁界に對する關係を善く吟味するを要す。起動の際には、廻轉計 (tachometer) を用ひて其速度に善く注意し、若し其速度が規定以上に達したる場合には電路遮斷が直に開くやう装置し置くべし。

其電路遮斷器を閉ぢ置き、起動抵抗器若くは水抵抗箱を其 "OFF" (開き) の位置に置いて、此抵抗器若くは水抵抗箱の各兩方のターミナルを、今開きある主幹開閉器に跨りて取付け、而して其抵抗を次第に切り去り速度が正しくなりたらば主幹開閉器を閉ぢよ。

被試験機が若し規定速度以上に廻轉せば、其配線を注意して調べ、磁界が果して此電路に跨りて連結せられ居るかを視るべし。時としては其磁界が誤りて主幹開閉器に跨り居ることあり、此の如き場合には起動



抵抗を切り去るや否や其磁界電流が急に降下して電動機は過度の速度上昇を來すべし。不正結線を調ぶるために起動中に其磁界電壓を讀むに、磁界の接續が若し正しからざる時は、起動抵抗を切り去るに従ひて、磁界電壓は降下すべし。

若し並列捲電動子 (parallel-wound armature) を有する電動機を發電機として運轉して其電動機の電壓曲線を求め得ざる場合には、次の方法に依りて電動機電壓曲線を求むるを得。

被試験機を電動機とし自己勵磁を以て運轉し、其磁界電流を不變に保ち、整流子には只相隣れる2個の刷子のみを用ひて電動子に不變電壓を與へ、其速度を注意して讀み取るべし。次に今使用したる1對の刷子を去りて次ぎの1對の刷子間柱 (studs) に於ける刷子を整流子上に置き、前と同様の電壓及磁界電流にて再び速度を讀め。斯くて順次相隣れる刷子間柱の各對に就きて上記の手順を繰り返すべし。

直流發電機に就きて若し其電壓曲線を求めんと欲せば、前に述べたる如く、其速度を電壓に比例して變化せしめざるべからず。此方法にては、廻轉計を十分正確に讀むこと甚困難なる故、被試験機を發電機として運轉する能はざる場合の外は此の方法を採用すべからず。

らす。

被試験機が全負荷の時、其速度が規定速度以下規定値の5パーセントより少からず、又規定速度以上規定値の2パーセントよりも多からぬ様に刷子を移動せしめ置きて、無負荷規定電壓及全磁界 (full field) に於ける速度を讀み取るべし。此速度試運轉の終りに其機械に負荷し、若し必要ならば其刷子を移動せしめて整流作用を視るべし。

複捲電動機 (compound motor) に於ては、其直列磁界 (series field) に跨れる分路を調整して、格定負荷に於ける正當の速度の數パーセント以内の速度を出すやうにせよ。又此直列磁界を開き置きて速度曲線及無負荷運轉 (running-light) を取るべし。而して無負荷運轉は、熱時全負荷速度 (hot full-load-speed) の時に之を取らざるべからず。

整流極電動機 (Commutating Pole Motor) 整流極電動機の電氣的中性は、同一の磁界電流の値を以て、兩廻轉方向に同じ速度を得る迄刷子を移し置きて之を決定し、其時の刷子位置をロッカーアームに印し置くべし。二様の速度を有する此型の電動機にては、其高速度の時の中性點を求むるを要す。

此種の機械は其整流磁界が全勵磁なる時に往々亂

調 (hunting) を生ずるを以て、之に妨げられて其中性を求むる能はざる事もあり。斯る場合には、假令其整流作用は多少影響を蒙るにせよ、其磁界電流を少しく分流せしめざるべからず。此の如き不安定なる状態に於て善良なる整流作用を得ることは殆稀なりとす。

各個々の機械單位として送り來り、其廻轉方向が未知なる電動機の試運轉に於ては、兩廻轉方向に同じ速度を出すべき刷子位置が見出さる迄、無負荷の時に刷子を移動せしめて其電氣的中性點を定めざるべからず、但此際はファイバー刷子法を用ゆるを可とす。此試験を至急に遂行せんには、其直列及分岐回路 (shunt circuit) に夫々轉極開閉器 (reversing switch) を使用すべし。又其刷子位置を移すに際し、被試験機が過度の速度上昇をなして危険に近づくことなきやう注意すべし。

全整流磁界勵磁 (full commutating-field excitation) に對して適切なる位置へ刷子を移動せしめたる後規定負荷を與へて整流作用及速度を觀察すべし。負荷を與へたる時若し速度の降下を生ずるか若くは整流作用が火花を發せば、其整流磁界に跨りて洋銀分路を使用し之を調整して整流作用を直すべし。

而して其分路を變化せしむる毎に、之に對する速度

に注意し、以て負荷のために速度が減少しつつありや否やを確めざるべからず。此分路の最終調整が出来上りし時に速度曲線の讀みを取り、又無負荷、全負荷及必要なる總ての過負荷の下にて兩廻轉方向に於ける速度及整流作用を觀察し之を記録せよ。

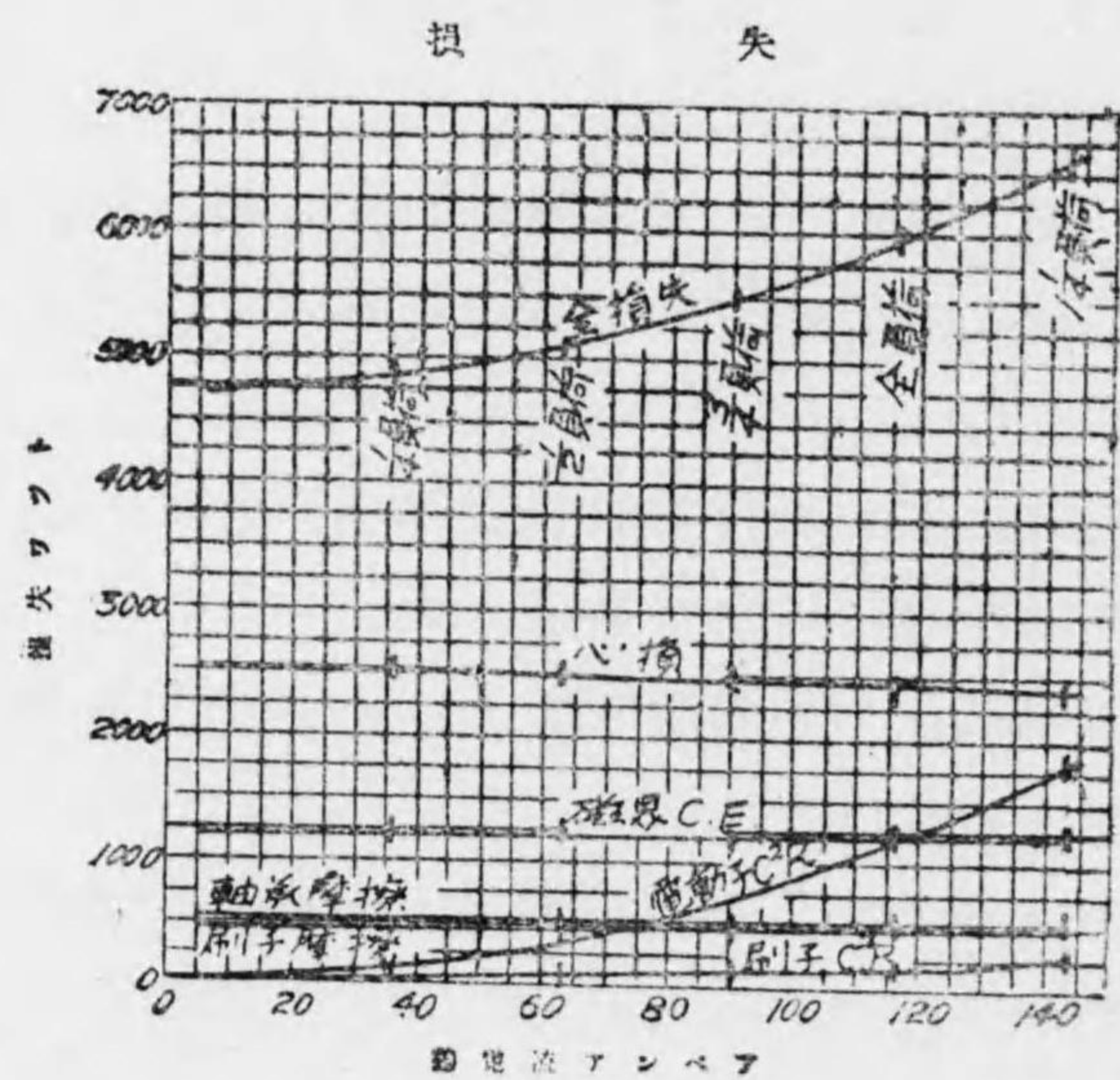
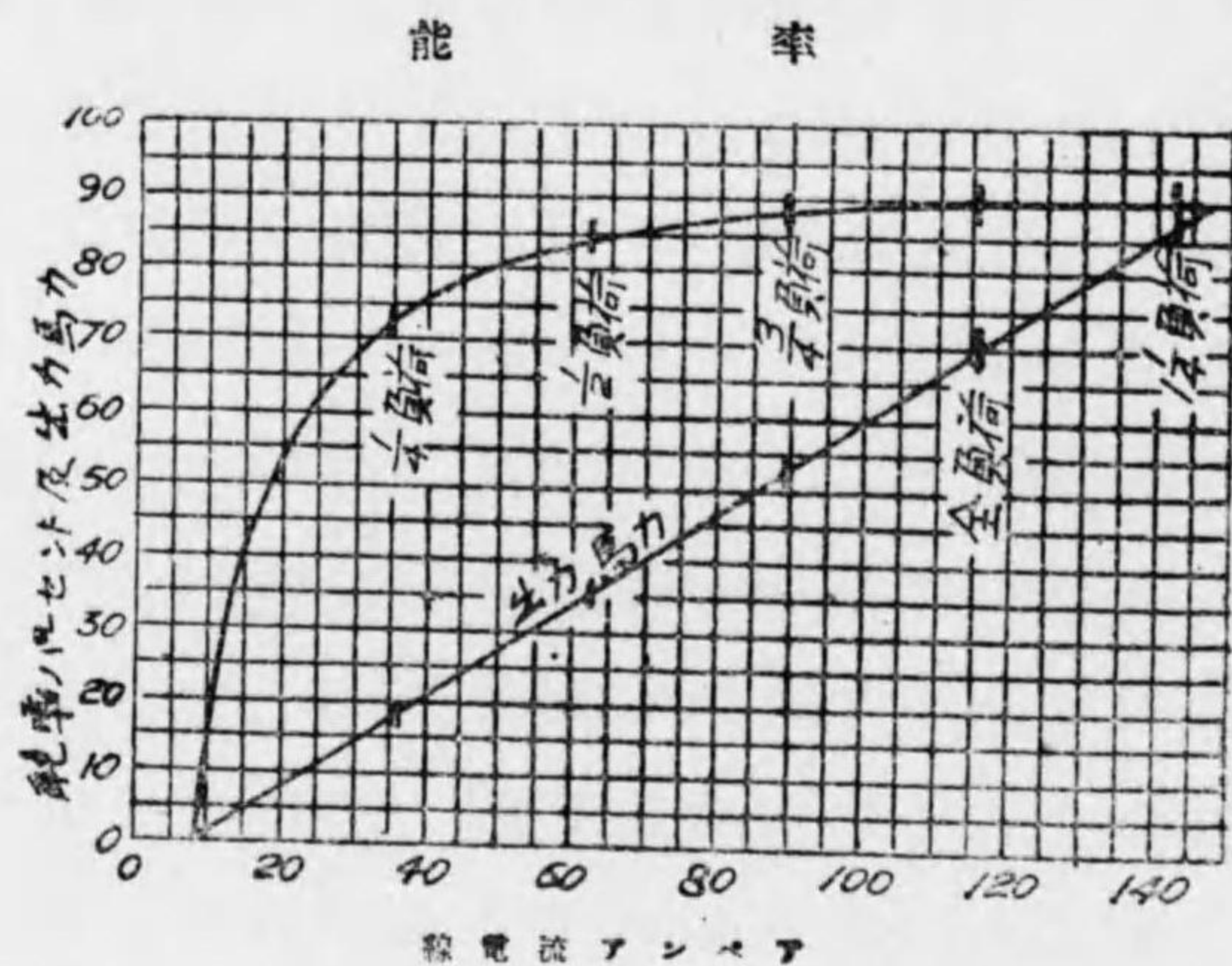
冷時速度曲線 (cold-speed curve) を取りたる時と同じ荷重の全範圍に亘る熱時速度曲線 (hot-speed curve) を必要なる總ての試験の終りに於て機械が未だ暖かなる間を取るを要す。二様速度機械 (double-speed machine) の場合には、其等の兩速度に對して上記の曲線を求めべし。加之、全磁界勵磁の時の無負荷及全負荷に於ける讀みをも取るを要す。若し速度が降下するか若くは不變にして、整流作用も亦満足なる時は分路を設くるの必要なければども、若し然らずんば整流極に跨りて分路を設け、以て降下若くは不變速度を求めざるべからず。

可變速度整流極電動機の整流極磁界の分路は、之を其最高格定速度に於て調整し置くべし。而して其最高及最低速度の兩極限に於ける速度曲線及無負荷運轉試験を行ふべきものなり。

分捲可變速度電動機の刷子は其速度の最高及最低兩極限の時の整流作用に對して之を調整し置くべし。

第二十三圖

70馬力、500ヴォルト 60極、850廻轉毎分 直流電動機の能率及損失



而して速度曲線及無負荷運轉は、之等の兩極限速度の時に取りべきものとす。

複捲可變速度電動機には示來、無負荷運轉をなきものとして設計せられたるものもあり。夫れ故に之等の機械を起動せしむるに先だち、設計上定められたる荷重を確むるを要す。種々なる速度に於て整流作用を調整して直列磁界の讀みを取り、又其速度を慎重に記録すべし。種々異りたる速度に於て速度曲線を求め、又其直列磁界を開き置きて無負荷運轉を求めよ。

上圖中の「磁界 C.E.」は磁界電流 C と磁界電壓 E の相乗積を示すものなり。

標準能率試験(Standard Efficiency Test) 損失法 (loss method) に依りて標準能率試験を行ふ(但能率試験の損失法に就きては第九章、直流發電機の「標準能率試験」を参照せよ)。今、

$C_a$  = 電動子電流 (armature current)

$C_s$  = 分路磁界電流 (shunt field current)

$C_{sc}$  = 直列磁界電流 (series field current) =  $C_a \frac{R_{11}}{(R_s + R_{11})}$

$C_{sl}$  = 洋銀分路電流 (German-silver shunt current) =  $C_L - C_{sc}$

$C_{10}$  = 整流極磁界電流 (commutating pole field current)

$$= C_{11} \frac{R_{11}}{(R_9 + R_{10})}$$

$C_{11}$  = 整流極洋銀分路電流 (commutating pole German-silver shunt current)

$C_L$  = 線電流 (line current)

$V_L$  = 線電圧 (line voltage)

$R_4$  = 電動子の熱時抵抗 (hot resistance of armature)

$R_5$  = 刷子接觸抵抗 (contact resistance of brushes)

$R_6$  = 分路磁界の熱時抵抗 (hot resistance of shunt field)

$R_7$  = 直列磁界の熱時抵抗 (" " " series field)

$R_8$  = 直列磁界の洋銀分路の熱時抵抗 (hot resistance of the German-silver shunt of series field)

$R_{10}$  = 整流極磁界の熱時抵抗 (hot resistance of commutating pole field)

$R_{11}$  = 整流極磁界の洋銀分路の熱時抵抗 (hot resistance of the German-silver shunt field)

但し總て電流はアンペアーを、電圧はヴォルトを、及抵抗はオームを、何れも其單位とす。

$$\text{總 } CR \text{ 降下} = C_4 R_4 + C_5 R_5 + C_6 R_6 + C_7 R_7 + C_{10} R_{10} + C_{11} R_{11}$$

$W_1$  = 心損曲線より求めたる心損ワット、但し各負荷の時の  $(V_L + CR)$  に相對するものなり。

$W_2$  = 心損試験より求めたる刷子摩擦損ワット、但し試

験より求めたる此値が信頼せられずと思ふ時は  $W_2$  の値を次式より算出せよ。

$$W_2 = \frac{F \times N \times B \times L \times \mu \times 746}{33000}, \text{ 此處に } F \text{ は整流子の周}$$

圍(呎)、 $N$  は毎分廻轉數、 $B$  は刷子の數、 $L$  は刷子壓力(封度)、 $\mu$  は刷子摩擦係數なりとす。

$W_3$  = 心損試験より得たる軸承摩擦。

$$C_4 = C_L - C_6 \quad \text{入力ワット} = W_a = C_L V_L$$

然る時は、複捲電動機に取りては、

$$\begin{aligned} \Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + C_4^2 R_4 + C_4^2 R_5 + C_6^2 R_6 + (C_6 V_L - C_6^2 R_6) \\ + C_8^2 R_8 + C_9^2 R_9 + C_{10}^2 R_{10} + C_{11}^2 R_{11} \end{aligned}$$

$$\text{(出力ワット)} = W_b = W_a - \Sigma W \quad \text{及} \quad \text{能率 } E = \frac{W_b}{W_a}$$

電動機の出力は常に馬力數にて格定せらる、故に

$$\text{(出力馬力 H. P.)} = \frac{W_b}{746}$$

若し直流發電機の場合の如く、只無負荷運轉のみを取りて、之を直列磁界及整流極磁界の抵抗器の損失と合併せしめんと欲する場合には、

$$\Sigma W = \text{無負荷運轉} + C_4^2 R_4 + C_4^2 R_5 + C_6 V_L + C_L^2 R_{SF} + C_L^2 R_{CF}$$

但し  $R_{SF}$  及  $R_{CF}$  は夫々直列磁界及整流極磁界の抵抗にして  $R_{SF} = R_7 + R_8$  及  $R_{CF} = R_{10} + R_{11}$  なり。

分捲電動機の場合には

$$\Sigma W = \text{無負荷運轉} + C_1^2 R_1 + C_2^2 R_2 + C_3 V_L$$

刷子摩擦、刷子接觸抵抗及熱時抵抗の計算並に他の總ての能率計算に關して直流發電機の所に示したる諸注意は、此電動機の場合にも適用せらるるものなり。

第二十三圖は線電流を横軸とし、パーセント能率及出力馬力を縦軸としたる電動機能率曲線なり。此馬力曲線は無負荷運轉の線電流の點にてX軸に交るやうに作られざるべからず。

規定負荷發熱運轉 (Normal-Load Heat-Run) 此試運轉に於ては被試験機を規定負荷の下にて運轉して、之が不變速度に達したる時、被試験機の溫度を記録すべし。總ての直列磁界分路 (series-field shunt) は、要求せられたる電壓變動率を與ふるやう、指定せられたる荷重に於て調整するを要す。

過負荷發熱運轉 (Over-Load Heat-Run) 被試験機を規定溫度に達せしめて後、要求せられたる過負荷を與へて指定の時間内繼續運轉し、後其溫度を記録すべし。

## 第十二章 直流軌道用電動機

### (D. C. Railway Motor)

軌道用電動機は直捲電動機中の主要なる型なり。

然れども他の型の直捲電動機も捲上用、空氣壓搾器用、唧筒用及其他の用途に對して製造せらる。而して之等の電動機は總て間歇的の運轉に用ゆるやう設計せられ居る故、此種の機械の發熱試験は特に指定せられざる限り、其刷子を中性點に置きて、1時間だけ全負荷運轉を行へば可也。直捲電動機にては其電動子回路を開きたる後に非らざれば、決して其負荷を取り去るべからず、若し電動子回路が未だ閉され居る際に負荷を全く取り去る時は、其機械の廻轉速度が急進して遂に逸走 (run away) するに至るべし。之と同様の理由により、直捲電動機は常に、之に荷重をかけ置きて起動せしむべし。従つて此種の機械の無負荷運轉は、總て其磁界を他勵して行はざるべからず。

軌道用電動機の試験は少しも遺漏なきものにして、之に用ゆる一般的方法は何れの直捲電動機にも適用せられ得る故、此所には軌道用電動機の諸試験に就きて多少詳細に述べんとす。軌道用電動機の熱時及冷時抵抗を測り、又此電動機が冷え居る間及熱し居る間に夫々高電壓試験 (high-voltage test) を行ふべし。

一般的試験 (General Test) 一般的試験は、新に製作せられたる機械が果して正しきか否かを認定するために行ふ豫行試験 (preliminary test) なり。此豫行試験

は僅かに數種にて足ることもあり、又少しも遺漏なき、或は特種の試験を含む場合もあるを以て、此題目に示したる一般的試験を的確に定義する能はず。例へば特種の要求に應ずるため、或標準機の設計及構造に少しく變更を加へて製作するの要あるべし。而して之等の變更を施したる場合には、斯して新に製作せられたる電動機が果して要求條件に適合するか否かを確むるために特種の試験を施すべき筈なるが、之等の試験は尙一般的試験に屬するものなり。而して若し試験を完了したる後、夫等の結果が満足なる事を知りたる時は、此問題たる機械の製作に就き工學上の是認を與ふべきなり。

完結試験(Complete Test) 完結試験は特種試験(special test)、熱特性(thermo characteristics)、整流作用(commutation)及入出力試験(input-output test)等より成る。整流作用を除くの外、他の諸試験は此題下に於て別々に考究すべし。

軌道用直捲電動機の整流試験は被試験機に其規定電壓を保ちて、之を負荷運轉し、其負荷を規定の $33\frac{1}{3}$ パーセントより同 200 パーセント迄變化せしめよ。

直捲整流極電動機に就きては其負荷の中斷試験(interrupting test)を行ふべし。此試験の要領は、被試験

機を種々なる負荷及種々なる速度にて運轉して、其電動機電路を遮斷したり閉鎖したりするに在り。此被試験機は其規定電壓の 125 パーセントの電壓にてアークオーバー(arc over)を生ずることなく、能く試験に堪へざるべからず。又其負荷は規定の 125 パーセントより 200 パーセント迄變化せしむべし。礦山用電動機にては種々なる値の負荷の儘にて、其廻轉を逆向せしめて試験し、以て其整流作用の良否を見るべし。

新作試験(Development Test) 此試験は一般的試験及特種試験より成り、全く新型の機械を作りたる時に行はるべきものなり。

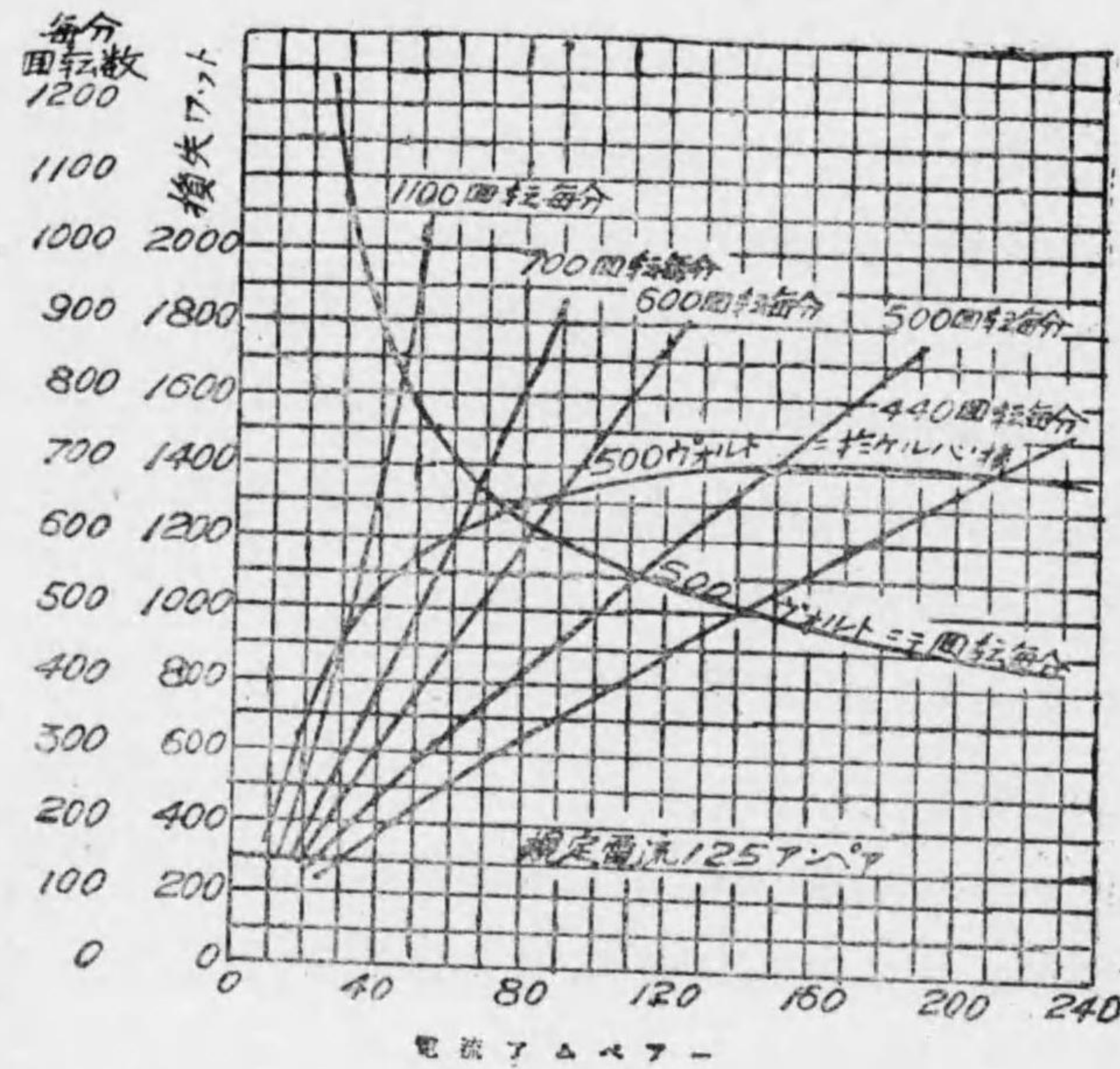
特種試験 此試験は速度曲線、心損及飽和試験より成る。

速度曲線を求むるには、同様な 2 個の機械を 1 個の試験臺上に据え、其各機の小齒輪(pinion)は一つの軸(shaft)に取付けられたる同一齒車に噛み合せ、其内の 1 電動機を他勵發電機として他の一つの電動機にて運轉し、此電動機が攝氏 50 度だけの温度上昇をなす迄、負荷運轉を繼續すべし。是に於て此電動機が或一定方向に廻轉する時の速度曲線を求め、次に他の方向に廻轉する時の速度曲線を求めよ。而して此試験中は其電壓を常に不變に保つこと必要にして、又此曲線を

求むる前後に各 1 回宛、アーマチュア及磁界の抵抗を測定するを要す。

第二十四圖

50 馬力 500 ヴォルト 軌道用電動機の心損及速度曲線



心損は他の機械に於けるが如く「調帯運轉法」(“belted” method) に依りて求めらるべし(第二十四圖)。

而して其最低速度は、全負荷アンペア(速度曲線より得たる)の約 175 パーセントの時に相當するやうにし、最高速度は全負荷速度の約 200 パーセントならざるべからず。被試験機は、其試験中他勵せられざるべ

からず。

直流電動機に於ても他の機械に於けるが如く、其磁界を他勵して飽和曲線を求む。同一機械に於ける種々の速度に對する飽和曲線は、其心損試験中に求めたる既知數 (data) より求めらるべし。

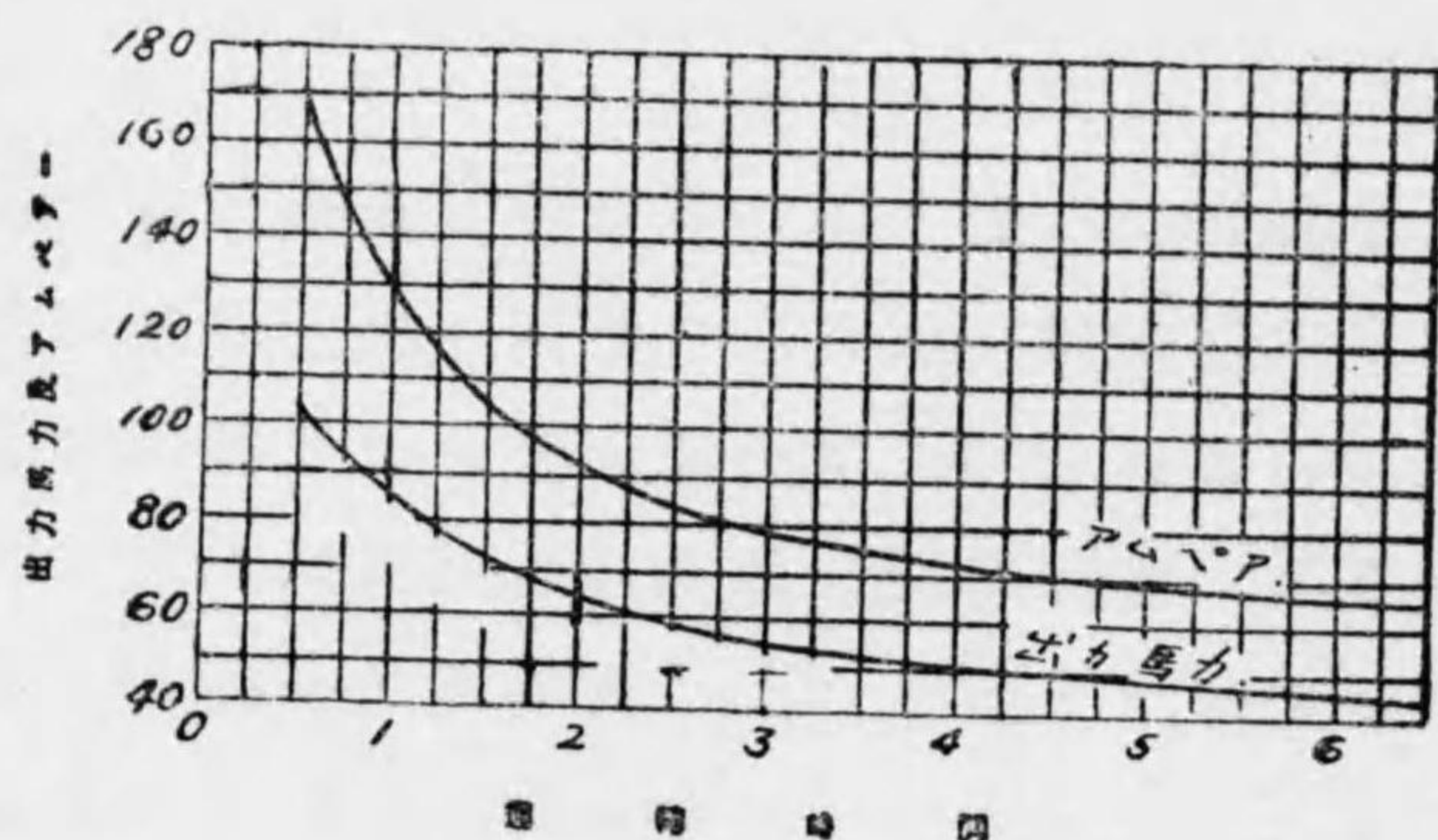
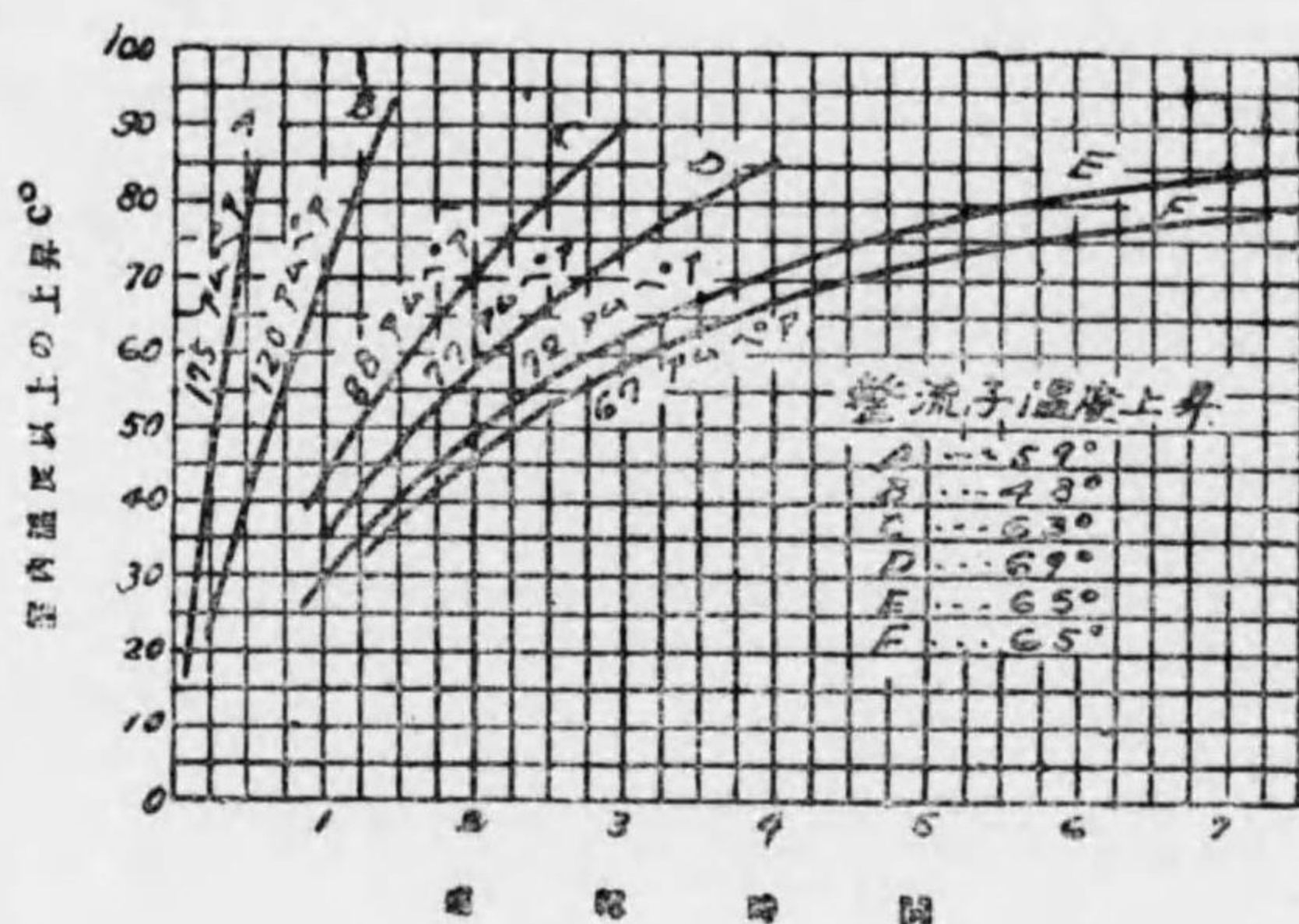
此速度曲線、心損及飽和曲線は前に説明したる如く之を計算するを得。之等の速度曲線及心損は、線アンペアを横軸とし、毎分廻轉數及ワットを縦軸に取りて同一紙上に曲線圖點を打つべし。之等 2 組の曲線より任意の速度又は電流に於ける其電動機的心損を示すべき他の曲線を誘出するを得。

熱特性 (Thermo Characteristics) 熱特性は種々なる値の電流にて、攝氏 75 度迄溫度上昇をなすに十分なる時間の間引續きて數回行ひたる發熱運轉より求めらる。凡て此試験は不變なる同一電壓にて之を行ひ、運轉に用ゆる電流は規定の 50 パーセントより 150 パーセント迄之を變化せしむべし。若し十分多數なる同級、同型及同形の電動機に就きて、十分なる程幾回も發熱運轉が既に行はれ居らば、半時間運轉乃至連續運轉迄の任意の長さの運轉時間に取りても、其攝氏 75 度に對する馬力格定が求めらるべし。發熱運轉を始むる前に冷時抵抗及冷時溫度 (cold temperature) を測定し置くを

要す。被試験機の總ての蓋覆 (cover) を取り除き、又總ての開口 (openings) を邪魔せずに、電壓及電流を不變に保ちて指定せられたる時間内連續運轉をなしたる後運轉を停止して其機械の熱時抵抗を測定し、又總ての

第二十五圖

750 馬力 軌道用電動機の熱特性  
600/1200ヴォルト



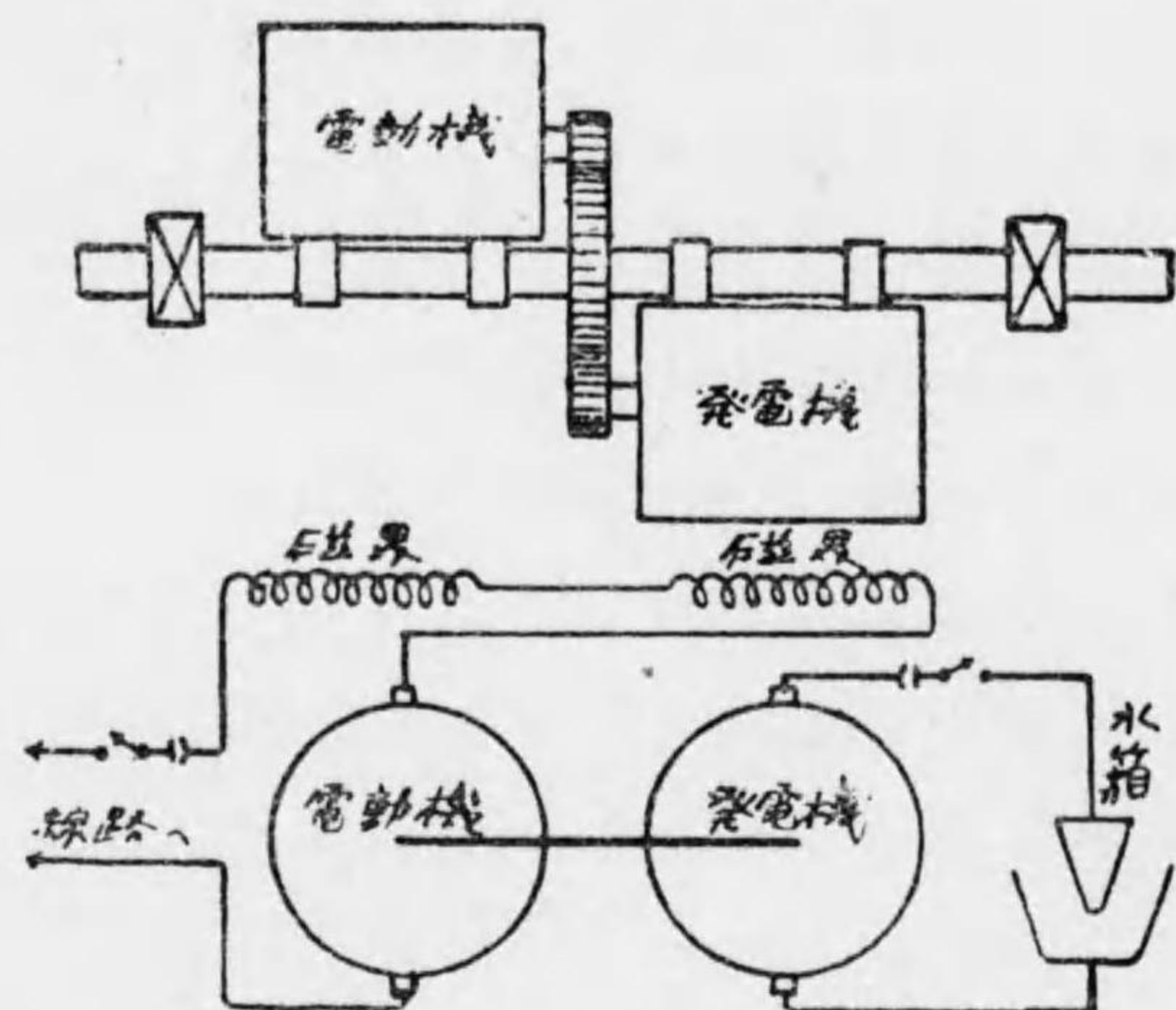
溫度を讀め。此熱特性を求むるために行ひたる發熱運轉の結果は、時間を横軸に、攝氏上昇溫度を縦軸に取り、電動子の分と磁界の分との2曲線に描くべし。零點及異りたる種々の負荷に相應して取りたる諸點を通じて數條の線を引け、然れば之等の諸線と攝氏75度上昇の線の交點は、此電動機が其負荷に依りて75度(攝氏)上昇をなす迄の時間を示すべし。之等の曲線より時間を横軸とし、負荷アンペアーを縦軸とせる他の一つの曲線を作ることを得。之は即攝氏75度上昇のアンペアー時曲線 (ampere-hour curve) なり。此アンペアー時曲線と同一紙面上に、時間を横軸とし馬力を縦軸とせる1曲線を描くべし、但此馬力は標準攝氏75度特性曲線より計算したるものなり。

負荷試運轉をなすには上記の速度曲線試験に於けるが如く、2電動機を同一軸に齒車連結とし、其1機を格定電壓及全荷重電流にて電動機とし、之に依りて他の1機を他勵發電機として運轉せしむ。

此發電機の他勵磁界は電動機磁界と直列にし、以て全負荷勵磁 (full-load excitation) を與ふべし。此發電機の發電子は、之を一つの水抵抗箱に連結し、電動機が全負荷となる迄其水箱の抵抗を加減し、1時間連續運轉して後、溫度を取るべし。



第二十六圖



軌道用電動機の負荷試運転接続圖

此試験を始める前と試験が済みたる後とに抵抗を測定し、又高電圧を加ふる事及兩方向の廻轉速度を検するを要す。總ての型の電動機に於て各種中50個の内より1個を取りて1時間負荷試運転を行ふべし。總ての600 ヴォルト整流極電動機は此の1時間運轉試験を受くるものの外、各方向の廻轉を以て10分間宛負荷試運転をなすを要す。

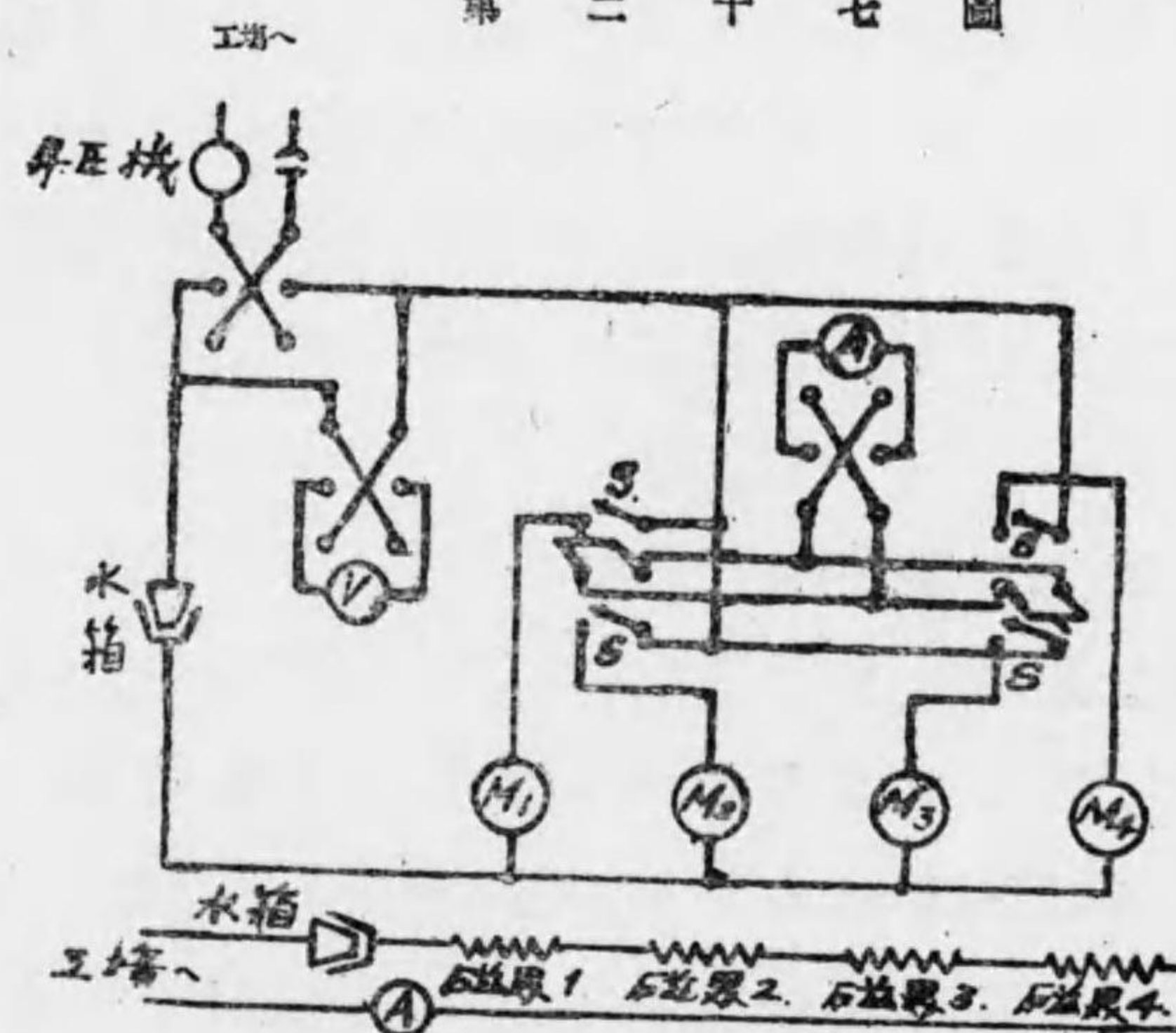
其特性が工合善く出來居る他の電動機には商用試験を施すべし。

商用試験 (Commercial Test) 商用試験は被試験電動機を短時間無負荷運轉することなり。實際上にては

4個の電動機を並列にし、其總ての磁界を悉く直列にして、之を此電動機1個の全負荷電流に等しき電流を以て他勵し運轉すべし(第二十七圖)。

被試験機の電動子ターミナル電壓を規定の値にして之を不變に保ち、廻轉の各方向に10分間宛無負荷運

第二十七圖



軌道用電動機の無負荷運轉接続法

轉をなし、速度、電動子及磁界のアンペアーの讀みを記録すべし。

被試験電動機の電壓を格定電壓の値にし置きて、遂に規定速度の約2倍の速度に達する迄磁界を弱め、此状態にて廻轉の各方向に5分間宛運轉し、前と同様の讀みを取るべし。

上記の試験の前後に於て、夫々抵抗測定をなし、又此試験後に高電圧試験を行へ。

攝氏25度に於ける抵抗及速度が既に述べたる指定の制限内に在らねばならぬ事は注意すべき事項なりとす。

軌道用電動機を除くの外、總ての直捲電動機に就き損失法に依りて標準能率試験 (standard efficiency test) を行ふ。而して其能率の計算は他の任意の電動機に於けると同様なり。但此場合、電動子アンペアーは線電流に等し。

入—出力試験 (Input-Output Test) をなすには2個の電動機を齒車連結として、負荷發熱試験をなすが如くに結線し、以て其常用運轉温度になる迄普通1時間運轉して其軸承を善良なる状態にならしむべし。負荷を與ふる前に電壓降下法にて被試験機の電動子及磁界抵抗並に發電機の發電子抵抗を慎重に測定すべし。之等の抵抗測定は夫々其規定電流の値に近き三つの異りたる値の電流を以て三たび之を行ふべし。

被試験機の電壓を規定の値となし、之を不變に保ちて、其電動機が其軸承より上方へとび上る傾向を示す方向に廻轉せしめ、之に出来る限り低き負荷より規定負荷の150パーセント迄の範圍内に於て、其分量を異

にせる12乃至15段の負荷を與へ、以て其各負荷の場合に於ける電動子のヴォルト及アンペアー、電動機回轉數及發電子のアンペアー及ヴォルトを読み取るべし。次に廻轉方向を前と反對になし、速度及アンペアーに就きて多數の照査點 (check points) を取り、其後機械を停止して熱時抵抗を測定せよ。

第十表

100馬力 600ヴォルト 軌道用電動機 の 速度牽引力及能率

入 ヴォルト	力 アンペアー	C <sup>2</sup> R パーセント	心 損 パーセント	齒車損 + 摩擦損	能 率 パーセント	33吋車の 毎時哩數 齒車比	牽引力
600	60	2.5	4.1	14.0	79.4	35.4	407
600	80	3.3	3.4	9.0	84.3	29.6	687
600	100	4.2	3.0	7.5	85.3	26.2	984
600	120	5.0	2.6	6.5	85.9	23.8	1310
600	140	5.9	2.3	5.7	86.1	22.5	1615
600	160	6.7	2.1	5.0	86.2	21.3	1960
600	200	8.4	1.8	5.0	84.8	19.5	2630
600	240	10.0	1.5	5.0	83.5	18.1	3350
600	280	11.7	1.3	5.0	82.0	17.2	4040

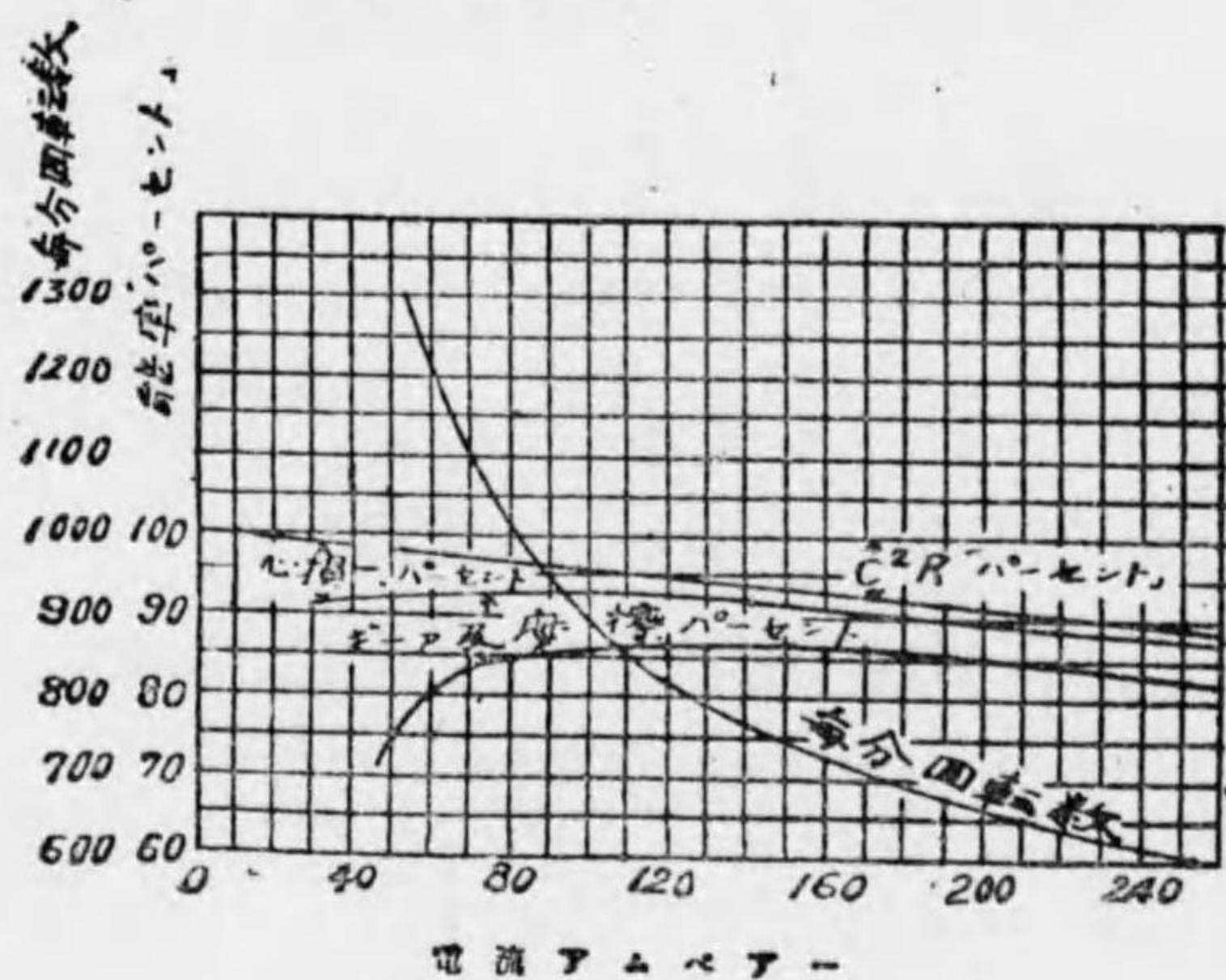
75°C. の 時 の 抵 抗 (オ - ム)

電 動 子	0.107
勵 磁 界	0.076
整 流 磁 界	0.050
刷 子 接 觸	0.017
	<u>0.250</u>

第十表及第二十八圖は、前述の入—出力試験より求

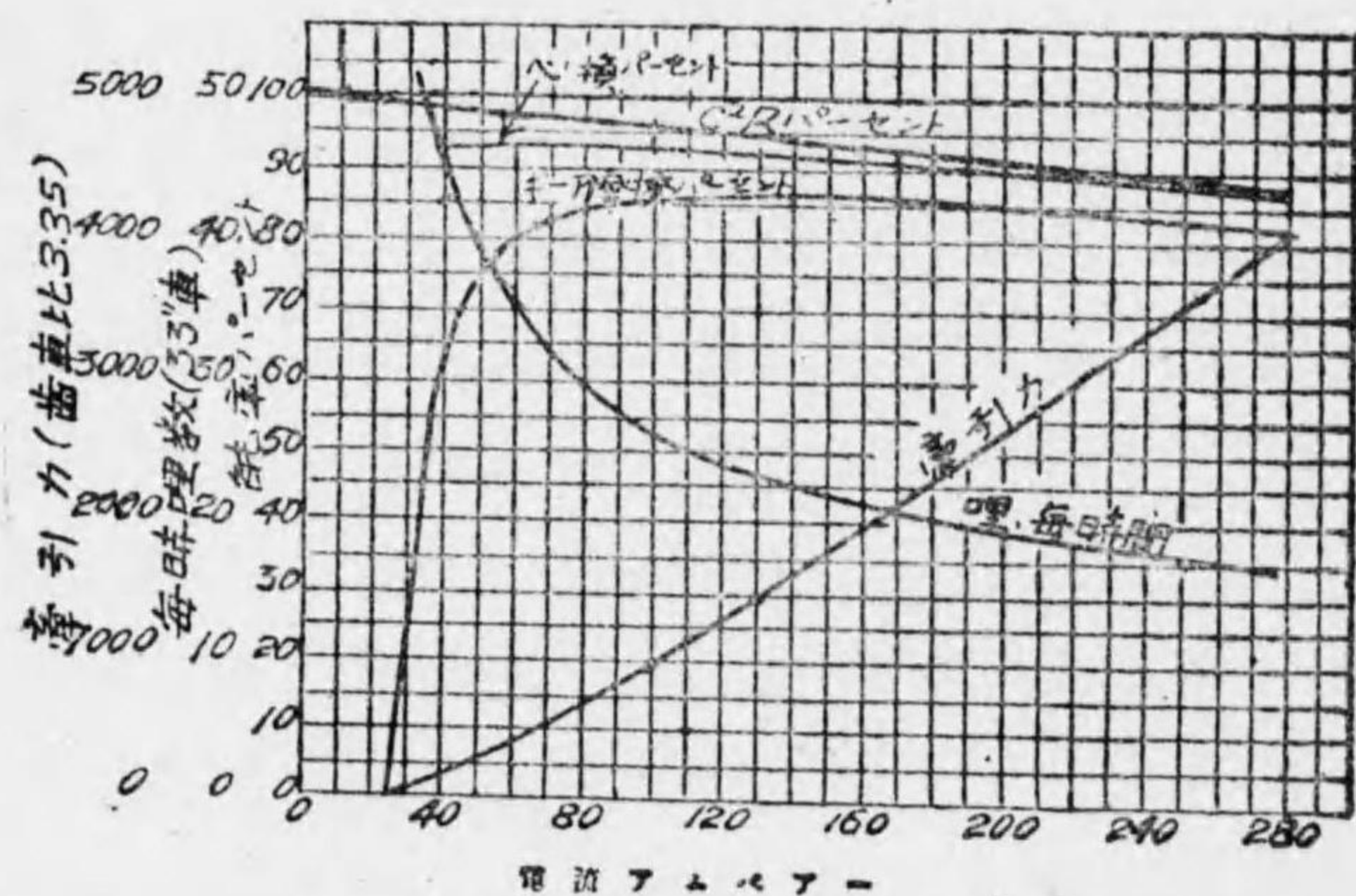
第二十八圖

75馬力、600ヴォルト  
軌道用電動機の入—出力曲線



75馬力、600ヴォルト  
軌道用電動機の速度、牽引力、能率曲線

第二十九圖



めたる既知數 (data) を表示し及其作圖法を示す。特に指定せられぬ場合には 33 吋車 (33 inch wheel) に對して其牽引力及毎時哩數を計算す。而して之に用ゆる公式は次の如し。

$$(\text{毎時哩數}) = \frac{(\text{毎分廻轉數}) \times (\text{車の直徑吋}) \times \pi}{(\text{齒車比}) \times 1056}$$

$$(\text{牽引力}) = \frac{(\text{アンペア}) \times (\text{ヴォルト}) \times (\text{能率}) \times 252}{(\text{毎時哩數}) \times 500}$$

但此齒車比は齒車と小齒輪 (pinion) の比を指す。

之等の諸特性より第二十九圖に示す如き一つの新しい特性曲線を定むるを得。此曲線は C<sup>2</sup>R を攝氏 75 度上昇に對して更正し、又齒車損失を全負荷の時 5 パーセントと假定して作られたるものなり。

若し試験にて求めたる齒車比が、全負荷の際に變更せらるべき必要ある時は、其曲線の全體を通じて之と同一の割合を以て齒車損失を變じ行くべし(第十一表を見よ)。

第十一表

100 馬力 600 ヴォルト  
軌道電動機の入—出力

(電動機)

ヴォルト	600	600	600	600	600
アンペア	60.5	94.0	134	178	249
毎分廻轉數	1216	985	790	700	610

入力ワット	36300	56400	80400	106800	149200
電動子 $C^2R$ + 刷子 + 勵磁界 + 整流磁界	935	2260	4590	8100	15800
$(A) = (\text{ワット}) - (C^2R)$	35365	54140	75810	98700	133400
$(A) - (\text{心損} + \text{摩擦}) = \text{出力}$ 能 率	29382	48180	66410	90755	123150
	80.9	85.4	86.4	85.0	82.5

## (發電機)

ヴォルト	602	592	580	551	522
アンペア	385	70	105.5	142.5	203
ワット	23150	41400	61150	79400	106000
發電子 $C^2R$ + 刷子 + 整流磁界	248	820	1860	3410	6900
$(B) = (\text{ワット}) + C^2R$	23398	42220	63010	82810	112900
$(A - B) \div 2 = \text{心損} - \text{摩擦} (\text{一機分})$	5932	5960	6400	7945	10250

## (抵抗)

部 分	電 動 機	發 電 機
アーマチュア	0.1082	0.1015
勵 磁 界	0.0792	—
整 流 磁 界	0.0522	0.0492
刷 子 接 觸	0.0170	0.0170
合 計	0.2566	0.1677

冷却試験 (Cooling Test) は、被試験機の覆を取り除き、全負荷にて1時間運轉したる後被試験機を停止し、機械が次第に冷却し行くにつれて其温度を読むことなり。被試験機を停止して後の最初の1時間は15分間毎に、次に示せる各部分の温度を読み取るべし、即電動子、整流子、磁界、フレーム、電動機内部の空氣及室内等なり。此最初1時間内の読みを取りし後は、其機械の

最高温度の部分が、周囲の温度よりも攝氏25度以上多からぬに至る迄は30分間毎に上記各部の温度を取るべし。

此冷却試験の結果は時間を横軸に、又攝氏温度を縦軸に取りて曲線に作り、アーマチュア、磁界、整流子、フレーム、電動機内部の空氣等の曲線も亦之と同一紙面に描くべし。

## 第 十 三 章

## 廻轉變流機 (Rotary Converter)

豫行試験 (Preliminary Test) 廻轉變流機の冷時抵抗は之と其聚電環 (collector ring) の間に於て次の如くに測定す、即ち、

三相機にては聚電環 1-2, 1-3, 2-3 の間にて、

二相機にては聚電環 1-3, 2-4 の間にて、

六相機にては聚電環 1-4, 2-5, 3-6 の間にて。

同一機械の異なる種々の相の抵抗は皆相等しからざるべからず、又それ等の聚電環の番號は之を内側より數ふるも、若くは外側より數ふるも、差支なし。

無負荷運轉試験 廻轉變流機の無負荷運轉試験をなすときは、被試験機を其直流側より運轉し置くべし。被試験機の刷子を其中性點に置きて直流電壓を不變

に保ち、分路磁界 (shunt field) を加減して遂に其格定速度に至らしめ、磁界及アーマチュアの電流を讀め。廻轉變流機のアーマチュア反作用は甚小なる故、之を起動する前に刷子を其中性位置に取付け置きて可なり。然れども時としては其刷子を中性點より極めて僅かに移動せしむれば整流作用が一層善くなる事も屢々あり。整流作用が満足に行はれざる時は、其刷子を試みに移動せしめよ、然れば之等の機械中には刷子を前方へ移動せしむべきものもあるべく、又後方へ移動せしむべきものもあるべきに因り、之を確めて適當に移動せしむるを得べし。

交流と直流の電壓比を決定することは廻轉變流機に取りて甚大切なる故、十分に注意して正確なる結果を得るやう力むべし。變流機は之を其交流若くは直流の何れの側より起動せしむるも可なり。試験用計器の正確度を檢するため常に、2個の交流ヴォルトメーター、2個の試験用變壓器及2個の直流ヴォルトメーターを使用すべし。此試験中は被試験機の直流電壓を不變に保ちて、二相機 (two-phase machines) には其1と3との聚電環 (collector ring) の間、六相機 (six-phase machines) には其1と4との聚電環の間に於ける交流電壓を讀め。

被試験機が無負荷の時と全負荷の時とに、夫々其直流と交流の電壓比を取れ、但し其機械が若し交流端 (a. c. end) より運轉せられつつある時には、其直交兩電壓の比は次に示す如き値を有せざるべからず、即ち

直流電壓の交流電壓に對する比

相	無負荷	全負荷
單相	76.5	73
二相(直徑上にて測定す)	71.5	73
三相	61	62.5
六相(直徑上にて測定す)	71	73
六相(調整環(regulating ring)に於て測定す)	35.8	36.5
六相(交番環(alternating ring)に於て測定す)	61	62.5

上記の比は其機械の極面弧 (pole-face arc) の長の如何に因りて變ずることあるべし。

廻轉變流機が適當なる磁界勵磁 (field excitation) を以て運轉しつつありや否やを知るに容易にして且正しき方法は其機械の交流の直流に對する比を見るに在り、而して其比は下記の如くならざるべからず、即ち

三相交流と直流とは實際上相等し

二相交流は直流の  $\frac{3}{4}$  に等し

六相交流は直流の  $\frac{1}{2}$  に等し。

均壓タップ (Equalizing Taps) 廻轉變流機の組立を終るや否や直ちに、又他の諸種の試験を行ふに先だちて

其均壓タップ及聚電環 (collector ring) へ行くタップの間隔 (spacing) を慎重に照査すべし。之等のタップには往々不正結線あるがため、若し之を試運転前に直し置かざる時は、1個若くは1個以上の均壓導線 (equalizing lead) が過熱せられて悪しくなり、又は焼損せらるることもあるべし。

不変比 (Constant Ratio) 標準分巻廻轉變流機 (Standard shunt-wound rotary converter) に於ては、其交流の直流に對する比が不変なるを以て、供給せらるる交流電圧が僅かに動搖しても、其影響は、送り出さるる直流電圧に直に現れ來るべし。而して其負荷に斯様な變動あらば、其機械は不満足なるものと認められん。

此標準機械に於て、其直流電圧を變化せしむる必要ある時は、加へられたる交流電圧を加減すべし。之をなすには一般に圓盤開閉器 (dial switch) を備へたる變壓器を使用して其變壓比を變化せしめよ。

此標準機械に1個の直列磁界巻線 (series-field winding) を附加しあらば、其回路にリアクタンスを入れて、若くは或場合には、其饋電回路 (feeding circuit) に固有なるインダクタンス及抵抗を用ひて、負荷が急激に變動する際にも實際上其電圧を殆ど不變に保ち得べし。蓋し誘導回路 (inductive circuit) を通ずる交流は若しそれが遅れ

の電流 (lagging current) ならば電圧を減少せしめ、若し進みの電流 (leading current) ならば電圧を増加すべきを以てなり。

同期電動機として運轉する廻轉變流機は、其アーマチュアに最小の入電流 (minimum in-put current) を與ふるため、或一定の磁界勵磁を要す。而して其勵磁を任意の方向に變化せしむれば、アーマチュア入電流が變化する故、其變流機に電力を供給する交流回路に十分なるリアクタンスを使用し、其磁界電流を増加若くは減少せしめ、以て其變流機のターミナルに於ける交流電圧を増加若しくは減少せしむるを得ん。複巻機械 (compound machine) が其全荷重電流の25パーセントとなる無負荷遅れ電流 (no-load lagging current) を出す様に其の機械の分路磁界勵磁 (shunt field excitation) を又同機が其全負荷の際に僅かに遅れたる電流を出すやうに其直列磁界勵磁を、何れも調整して、無負荷の時に加へられたる電流を自働的に降下せしめ、又全負荷の電流を自働的に増加せしむべし。故に實際上、總ての負荷に於て不変なる直流電圧が送り出さるるに至る。

可變比機械 (Variable-Ratio Machine) 分割磁極廻轉變機 (split-pole rotary) の通常の廻轉變機に異なる點は、其各相の磁極が互に無關係に分たれたる2部分より成り、而

して其各部分が夫々自身の線輪を有するに在り。此補極 (auxiliary pole) は其機械の運轉状態の如何に應じて主要磁界 (main field) の先頭側 (leading side) 若くは後方側の何れにか置かる、即ち若し此機械が純然たる廻轉變流機として働かすべきものならば其補極を主要磁界の後方側に、又若し其機械が電路上に浮働 (float) し居りて、荷重の動搖起りし時に蓄電池を経て働かし、従つて前と逆に作用すべきものならば其補極を主要磁界の先頭側に置くべきものなり、蓋し其先頭側に補極を置く時は、直流電圧を調整すると共に整流作用に影響し、又若し補極が無勵磁の時の直流電圧にて此機械が逆轉するにせよ、其補極は整流作用に對して正しき極性を有すべきを以てなり。

分割磁極廻轉機の試験に用ひらるる變壓器は總て確實に同様のものなるを要す。若し1個の一次線より勵磁せらるべき2個の二次線を有する變壓器を用ひて試験を行はば最良の結果を得べし。之等の變壓器より聚電環 (collector rings) に至るケーブルの長さ及横斷面積が不同ならずや、又は之等の回路中にある總ての開閉器の接觸面は磨紙 (sand-paper) を以て十分に磨きありやを善く視察するを要す。之等の諸注意は、此アーマチュア<sup>(a)</sup>の外端にある交流回路中の電流の不

平衡を防ぐに必要なりとす。

此試験指導書 (test instruction) には次の諸項即ち變壓器の一次及二次結線法、相對應せる聚電環の間に保つべき交流電壓、及補極に依りて變化せらるべき直流電壓の範圍等を示し置くべし。

又次に示せる種々の事項につき無負荷の時の讀みを取れ、即ち

1. 每相の電流(平衡し居るを要す)。
2. 無負荷相特性 (no-load characteristics)。
3. 主要磁界のみの時の相隣れる聚電環間の電壓。
4. 交流アンペア<sup>(a)</sup>の讀み一組、但し之は主要磁界を最小出力 (minimum out-put) の時の値にし、交流電壓を不變に保ち、其全範圍に對して最良の整流作用が得らるゝやうに刷子を移動せしめ置きて、直流電壓を補磁界に依り電壓の全範圍に亘りて變化せしめつゝ、其間に於て讀取るべきものなり。
5. 補磁界に依りて直流電壓を其全範圍に亘りて變化せしむる間の一組の讀み、但し直流電壓の各變化に對して最小入力 (minimum in-put) を與ふるやう主要磁界を調整し置くを要す。
6. 全負荷比 (full-load ratio) 及每相電流、但し之は最小入力に對するものにして、只主要磁界のみを用ひたる

場合に於けるものなり。

相特性 (Phase Characteristics) 次の三種の全負荷特性を求めよ、即ち

第一、只主要磁界のみを使用し、交流電圧を不変に保つ。

第二、直流電圧の最低極限に於て。但此時は交流並に直流電圧を不変に保ち、補磁界が零の時、丁度中位の電圧に対する格定出力を與ふるやう補磁界を調整し置くべし。

第三、直流電圧の最高點に於て。但し第二の場合と同様の状態にて行ふべし。

心損 (Core Loss) 異なる運轉状態に於て三種の心損試験を行ふを要す。

第一、補磁界を勵磁せず、只主要磁界のみに依りて直流電圧を變化せしむる間の心損。

第二、主要磁界の勵磁を丁度其中位の直流電流を出すやうなる値に不変に保ち、補磁界を加減して直流電圧を變化せしむる間の心損。

第三、補磁界を加減する毎に主要磁界を適當に變化せしめて、以て交流電圧を不変に保ちながら、直流電圧を其全範圍に亘りて變化せしむる間の心損。但此時其力率は1なり。

他の總ての試験は、標準廻轉機の場合に於けるが如くに之を行ふべし。

逆働變流機 (Inverted Converter) 廻轉機が其交流側より運轉せらるる時は、其速度は、之に供給する線路の周波數に依て決定せらる。同一の機械が逆働變流機として交流を送り出す場合には此機械は直流電動機として運轉せらるるものにして、此時の速度は其磁界勵磁及負荷に關係し、交流側の周波數は不定となる(複捲機の場合には殊に然りとす)。複捲機が逆働運轉する時に、若し其荷重の一部が誘導荷重 (inductive load) ならば、其直列磁界は、例令全部ならざるも其大部分を短絡せざるべからず、何となれば、遅れ電流は其磁界を弱めて速度を増加せしめ、時としては機械の逸走 (run away) を醸すことあるべきを以てなり。されば廻轉變流機を逆働に使用する際には速度の過度上昇を防ぐに十分なる分路磁界勵磁が得られ居るかを注意して觀察すべし、特に他の機械が廻轉變流機として、逆働廻轉機より運轉せられ居る時には一層の注意を要す。

交流端よりの起動試験 自ら過負荷せらるる事無しに被試験機を起動せしめ得べき十分の容量を有する1個の交流發電機に其被試験機を連結せよ。若し正しき電壓を得るために數個の變壓器が必要なる場



合には、其等の變壓器をダイナモメーター盤 (dynamometer board) と此發電機の中間に置くべし。

廻轉變流機が其交流端より起動せらるる時は、其廻轉機的作用は變壓器的作用と同様にして、即ちアーマチュアは變壓器の一次線に相當し、捲線多き磁界は變壓器の二次線に相當す。故に此磁界に誘起せらるる電壓は甚高くして、時には 3000 ヴォルト若くは 4000 ヴォルト内外に達することあり。故に總ての場合之等の電壓を安全なる制限内に保つために、2 箇所若くは 3 箇所にて其磁界結線を開き置くを要す。1 個若くは 2 個の磁界捲框 (field spool) に跨りて 1 個の試験用變壓器及びヴォルトメーターを連結して磁界の誘起電壓を讀むやうにし、又其讀みに含まるる極數を記録し置くべし。

起動試験 (starting test) は、被試験機の磁界と其アーマチュアの種々なる關係的位置より、之を行はざるべからず。被試験機のアーマチュアの上にて其長さが聚電環 (collector ring) のタブとタブ間の距離に相當する一つの尺度を描きて、それを 5 等分せよ。又一つの對照點 (corresponding point) を磁界上に記し之と對向するやうアーマチュアの符號點の位置を定め、以て次ぎ次ぎの起動の位置を決定すべし。

アーマチュア上の第一點を磁界上の對照點と對向の位置に持ち來し置きて、交流開閉器を閉ぢ、試験用交流發電機の勵磁を増加して、遂に規定負荷の  $\frac{1}{2}$  電流が被試験機を経て流るるに至らしめ、以て種々なる相の電壓及電流を讀むべし。

又起動中に總ての相の讀みを悉く一度に讀む事は實際上困難なる故、最大電流を示す相にアンメーターを、又最高電壓を示す相にヴォルトメーターを入れ、以て起動の際に於ける夫等の最大の讀みを求むべし。被試験機のアーマチュアが廻轉し始むる迄、試験用發電機の勵磁界 (exciting field) を増加して、其時の入電流 (input amperes) 及入電壓 (input volts) 並に磁界に於ける誘起電壓を讀むべし。聚電環間の電壓は、其廻轉機が同期に達する迄、之を不變に保ち、起動の最初より同期に達する迄に要せられたる時間を記録せよ。廻轉機が同期になりしや否やを見定むるには種々の方法あり。其一法は磁界の電壓が零に降下する事實に依りて、又他の方法はアーマチュアに跨がりて結ばれたるヴォルトメーターが或一定の讀みを示すことに依りて定むるものにして、若し廻轉機が未だ同期以下にある場合には、此ヴォルトメーターの讀みは負より正の間に變動すべし。

被試験廻轉機が同期に達したる後、總ての相の電壓及電流を讀め。然る後機械を停止して、其アマチュアを第二點に持ち來し、前の如く試験を繰り返し、又同様に彼のり點の總ての位置に於ける起動試験を行ふを要す。而して之等の試験を終りたる後其聚電環の間に $\frac{1}{2}$ 電壓を加へて、被試験廻轉機が同期になる迄に要する時間を測るべし。

直流端よりの起動試験 廻轉變流機を其の直流端より起動する時には、之を十分なる容量を有する直流發電機に電氣的に連結せよ。被試験廻轉機は(若し全磁界となすべきことを特に指定せられざる時は)最小入電流 (minimum in-put current) の時の無負荷に對する磁界電流に等しき値の電流を以て之を他勵し、アマチュアが廻轉し始むる迄、試験用發電機の磁界を増加し、以て約1分間にて其廻轉機を規定速度に達せしむべし、但し此磁界増加の割合は試めしに依りて求めらるべく、而して一旦之を求め得たる時は、上記の試験を尙一二度繰り返して行ひ、以て其結果を確實ならしむべし。

相特性 (Phase Characteristics) 無負荷 此相特性試験を行ふに最も満足なる組合せ方は、直流損失供給機 (D. C. loss-supplyer) にて逆働運轉 (inverted running) せら

れつつある他の一つの廻轉機に依りて、被試験機を廻轉變流機となし運轉せしむるに在り。而して此逆働廻轉機 (inverted rotary) の磁界及損失供給機の電壓を加減して、被試験機の速度及電壓を夫々不變に保つべし。遅れの電流は逆働廻轉機の速度を増加せしむる故、其電流が遅れ居る間は常に機械の監視を怠るべからず。此廻轉機に許し得べき最低限まで廻轉機の勵磁を減じ置きて、交流アンペア、線電壓、直流アンペア及磁界電壓を讀め。被試験機の速度及電壓は、上述の如く此試験の終始一貫して不變に保たる。被試験機の磁界を少しづつ増加して、上の如く讀取をなすべし。其交流入電流は最小入 (minimum in-put) の點に達する迄急に減じ、此點に到りて再び増加すべし。是に於て入電流が被試験機の全荷重電流の少くとも半分の値になる迄其磁界勵磁を増加せざるべからず。

全負荷 全負荷特性は無負荷特性と全然同様の方法にて求めらる。被試験機の直流電壓は其の正規格定 (normal rated) の値に、又其の出電流は全負荷の値に、何れも之を不變に保ち、其磁界勵磁は前に無負荷特性を求むるに用ひたるものと出来る限り相同じき範圍に亘りて之を變化せしむべし。此試験に於て讀取るべき事項は、交流側のアンペア及ヴォルト、直流側のア

マチュアのヴォルト(之は不變に保たる)、出電流アンペアー(不變に保たる)、磁界のアンペアー及ヴォルト等なり。而して速度は不變に保たれ居るを要す。

**リアクタンスを有する複捲機の試験** 急激に變動する荷重の下にて、廻轉機が自動的に不變なる直流電圧を出すやうにせむと欲する場合には、其廻轉機と供給電路(supply circuit)との中間に置かれたる一定のリアクタンスを有する複捲機を用ふ。

此の如きリアクタンスは、之を附屬せしめて用ゆる様設計せられたる機械と共に試験せらるべきものなり。リアクタンスの中を交流が通する時は、若しそれが進みの電流ならば電圧を高め、又若し遅れの電流ならば電圧を低くすべきを以て、リアクタンスを適當に用ひなば、之に依りて電圧を不變ならしむるを得べし。無負荷の時に約20パーセントの遅れの電流が流るるやう被試験機の分路磁界を調整すれば、全負荷の時僅かに進みたる電流を出すやう其直列磁界の強さを加減するを得て、以て直流電圧を不變に保つ。其回路にリアクタンスを有して働作する複捲廻轉機(compound rotary)は直流發電機と同様に複捲せられざるべからず。特別の指定なき時は、被試験廻轉機を運轉する試験用交流發電機を速度を不變に保ち、被試験機が正當の無負

荷電圧を生ずるやう其分路磁界を調整し置きて後は磁界抵抗器(field rheostat)に觸るることなく全負荷を與へ、直流電圧を讀むべし。若し被試験機が過複捲(over-compound)せられたらば、其直列磁界は強きに過ぎて餘りに多くの進み電流を生ずべし。此の如き場合には其直列捲線の兩端のターミナル間に1分路(shunt)を設け、電流の1部を分流せしむるやう調整せよ。斯様なる複捲試験(compounding test)に於ては直流發電機の場合に於けるが如く、其無負荷調整が出来たる後は磁界抵抗器に觸るることなくして總ての讀みを取り、又他の總ての調整を行ふを要す。

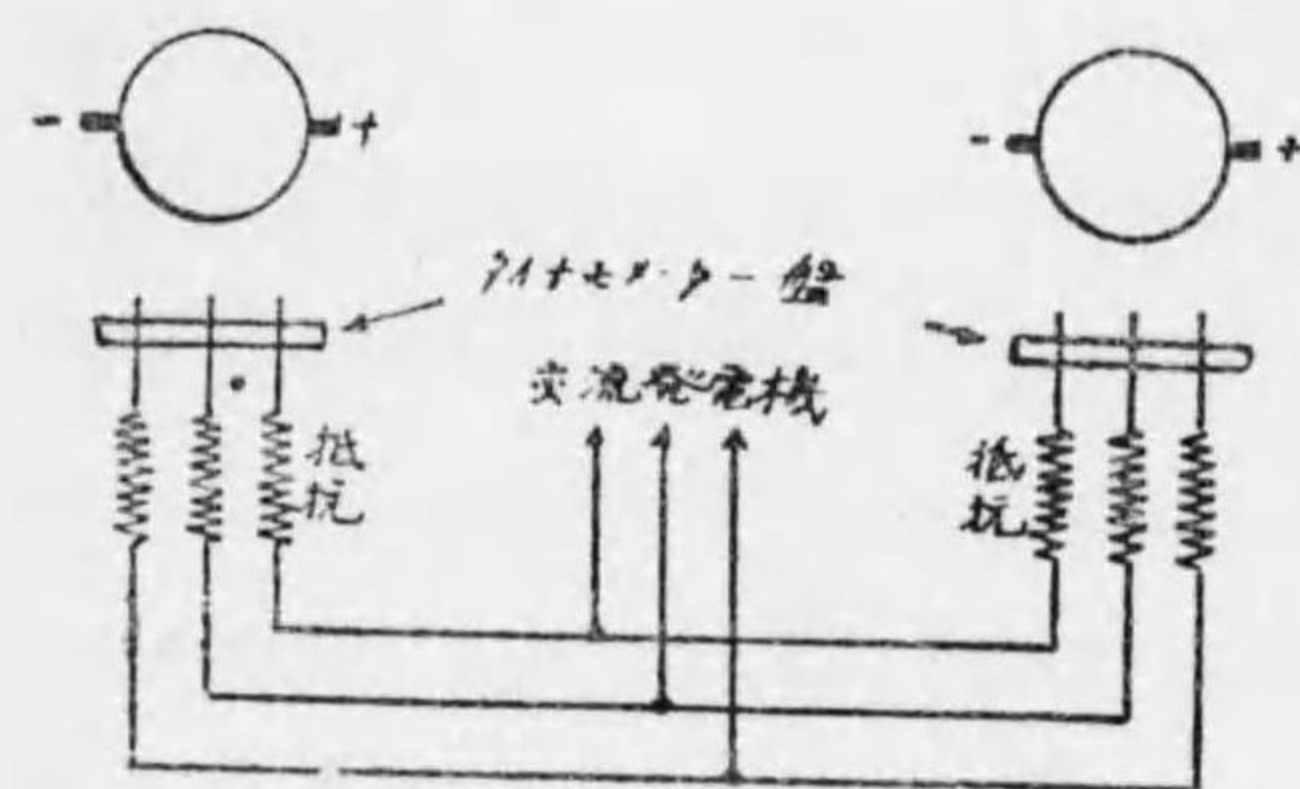
**脈動橋(Pulsating Bridge)** 廻轉變流機の廻轉力(torque)は、只其機械的損失に打ち克つを要するのみなる故、此機械は電路状態の變化即過度の線路電壓降下(line-voltage drop)若くは原動機速度變化等に甚感じ易し。多くの場合其線路電壓降下のみのために廻轉機の脈動(pulsation)を惹き起し、而して一旦脈動發生せば、それは一般に急に益々烈しく成り行きて其廻轉機は遂に全く調子外づれになり、若くはアークオーバー(arc-over)を起すに至らん。脈動を防ぐため、銅又は真鍮橋を磁極間に橋亘し置かば、之等は短路せられたる二次線として作用し、其アーマチュアー入電流の急激な

る變動を防止するを得む。新規に設計せられたる廻轉機にては、其被試験機自身と原動用發電機との間に於て各相に一定の抵抗を入れ、脈動に對する試験を行ふを可とす。此抵抗内に於ける電壓降下は恐らく實際上にて起るべき線路電壓降下に相等すべきものなるべし。普通此降下を15パーセントと假定し、其降下を生ずるに必要な抵抗は次の公式にて之を求むべし、即ち

$$\frac{(\text{交流電壓})^2}{(\text{キロワット}) \times 1000} \times (\text{パーセント降下}) = \text{抵抗}$$

若し2個の廻轉機が一緒に試験せらるる時には各

第三十圖



廻轉變流機の脈動試験接続法

十圖を見よ。

此被試験兩機が自勵を以て同期運轉をなし、又此機械の入力が最小となるやう其の磁界が調整せられ居

被試験機夫れ自身と試験用交流發電機との間に於て15パーセント、及此兩廻轉機相互間に30パーセントの降下あらしむべし(第三

る時、此兩機の直流ヴォルトメーターを見よ、如何に僅かなる脈動にても直ちに此ヴォルトメーターに現はれ來るべし。之等兩機中の1機の直流電壓は此試験中始終それを不變に保つを要す。さて1機の磁界を其最小入力の時々の値に保ち置きて、他の1機は其最小入力の時々の値の約 $\frac{1}{2}$ になるやう其磁界電流を減すべし。

斯くて若し少しの脈動も現はれざる時は、前の1機の磁界電流を最小入力の時々の値の約 $\frac{1}{2}$ に減せよ、然れば兩機共に多くの遅れの電流を取るに至る。之等兩機の脈動を監視しつつ兩機に對する總ての讀みを取り、又之等の状態の下にて此試験に必要な全組の讀みを取るべし。第一機の磁界を最小入力に相當する値に再び調整して讀みを取り、又其脈動を注視せよ。此磁界を最小入力に相當する値に保ち置きて、第二機の磁界を最小入力の時々の $\frac{1}{2}$ より其2倍の値迄變化せしめ行き、前の如く讀取と觀察とをなすべし。然る後第一機の磁界を規定の値の2倍となして讀取を行ひ、又各機に於ける多量の進み電流の効果を觀察せよ。次に何れか一方の機械の磁界を過勵磁(over-excitation)の儘にし置きて、他の一機の磁界を最小入力を與ふる迄弱め、以て總ての讀みを取れ。之等の極端なる状態の

にて其線路電壓降下が大なりとも、若し少しの脈動をも生ぜずんば之等の兩機は満足なるものと認定せらるべし。

入—出力能率試験 (In-put—Output Efficiency Test) 小さな機械(約300kW以下)の入—出力試験は、被試験機を廻轉變流機として運転し、水抵抗箱に死荷重(dead load)を掛けて之を行ひ、大なる機械にては被試験機2個宛組合せ、其内の1機より一つの電氣的損失供給機を有せる他の1機に送還(pump back)せしめて試験を行ふ。之等の被試験機は送還發熱試験(pumping-back heat test)若しくは循環電力發熱試験(circulating-power heat test)に於けると全く同様に配線せらる、但し交流及直流の何れの側の回路にも不平衡を生せぬやう其配線に注意せよ。廻轉機として運転する機械には、それと變壓器との中間に於て其交流端に數個のワットメーターを連結し、又直流アーチ、アー及磁界の電壓と電流とを讀むべき装置を施し置くべし。之等のワットメーターと共に變流器の抵抗及インダクタンスのために不平衡を惹き起すことなからしむべし。

被試験機が其格定速度及無負荷にて同期に運転し、又總てのメーターが連結せられ居る時に、此廻轉機に加へられたる電壓を不變に保ち、總ての計器の讀みを

注意して讀み取るべし。各相に於ける電壓及電流を讀みて、總ての相の配線の正否及平衡状態を検せよ。又總ての計器が遊磁界(stray field)の影響を受け居らざるかを檢定し、若し其影響を蒙るものあらば、それを鐵の覆にて保護するか若しくは其位置を變更せざるべからず。計器が少しにても遊磁界の影響を受くる時は、其讀みは不正確なるものとなり、從て試験結果に大なる誤差を生ずる故、全負荷を以て此遊磁界を幾度も繰り返し試験するを宜しとす。其無負荷最小入力時の磁界電流を不變に保ち置きて、ワットメーターの示す交流入力を讀み以て無負荷損失を検すべし。

能率は普通、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 、1 及  $1\frac{1}{4}$  全負荷に於て指定せらるるものなる故、之等の負荷の時注意して之を測定せざるべからず。而して其負荷が變化せらるる度毎に、其負荷に對する最小入力の値になるやう此廻轉機の磁界を直すべし、但し此讀みは其機械に用ひたるワットメーターの讀の和が其キログ、ルトアンペア入力に正に等しき場合に示さるるものなり。斯様な状態を得るには數度の試めしを行はざるべからず、從て普通長時間を要する故、此能率試験法は損失分離法にて行ふ能率試験よりも不經濟にして、且生じ得べき誤差も亦大なる故、廻轉機の能率を求むるには、此方法は其全

負荷の場合の外不満足なるものと知るべし。

標準廻轉變流機の能率を計算する方法は交流刷子の C²R 及摩擦損失が附け加はる外、直流発電機の場合と同様なり。此電動機及発電機電流の中和作用あるが故に、其廻轉機のアーマチュア C²R 損失を計算するには、其計器に示されたる電流の幾割かを用ふべし、而して其の用ひらるゝ割合は機械の種類に因りて次の如く異り。

- 単相.....147%                      三相.....59%
- 二相.....39%                        六相.....27%

廻轉變流機の交流刷子の接觸抵抗を計算するには其アーマチュア内を流るゝ電流を測定するを要す、但し其電流は機械の種々なる型に因りて異なるものなり。次に示すは其機械の交流を求むるために直流の値に乘すべき常數なりとす。

- 単相.....1.00                        三相.....0.943
- 二相.....0.72                        六相.....0.472

交流刷子の接觸抵抗を知るには、直接にそれを測定せんと企つるよりも、交流刷子抵抗曲線を参照するを宜しとす。總ての場合に於て每環の接觸抵抗を計算し之に環數を乘じて其總損失を求むるを得。

每環の接觸面積 = 刷子の幅(吋) × 接觸弧(contact arc)

第十二表

300キロワット、600ヴォルト 4極 25サイクル 三相廻轉變流機の能率及損失

パーセント負荷	0	25	50	75	100	125	150
線電壓ヴォルト	600	600	600	600	600	600	600
線電流アンペア	0	125	250	375	500	625	750
分路磁界アンペア	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
直流アーマチュア -・アンペア	2.65	127.6	252.6	377.6	502.6	627.6	752.6
交流アーマチュア -・アンペア	-	122.5	242.5	362	482	602	722
心 損	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760
直流刷子摩擦	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134
軸承摩擦	2654	2654	2654	2654	2654	2654	2654
{アーマチュア の C²R (0.585) × 直流 C²R 直流刷子の C²R	0	267	1046	2340	4140	6450	9300
分路磁界の C²R	900	900	900	900	900	900	900
抵抗器の C²R	690	690	690	690	690	690	690
交流刷子の C²R	-	17	73	161	286	446	575
交流刷子摩擦, C²R	211	211	211	211	211	211	211
總 損 失	10349	10788	11808	13491	15735	18525	21944
出力キロワット	-	75	150	225	300	375	450
入力キロワット	10.3	85.7	161.8	288.5	315.7	393.5	471.9
能率パーセント	0	87.4	92.7	94.3	95.0	95.3	95.4
刷子密度 {交流 直 流	-	10.45 8.5	19.9 16.9	29.8 25.2	35.6 33.6	49.5 41.9	59.2 48.2
刷子接 {交流 觸 抵 抗 {直 流	-	0.00123 0.0062	0.00123 0.00534	0.00123 0.00451	0.00123 0.0038	0.00123 0.00326	0.00110 0.00304

直流端アーマチュア抵抗 25°C. に於て 0.0243 オーム  
 同 上 65°C. に於て 0.0280 オーム  
 分路磁界抵抗 25°C. に於て 1113 オーム

- 同上 65° に於て 128.0 オーク
- 刷子の寸法..... $1\frac{5}{8}$ "  $\times$   $1\frac{7}{8}$ " アーク(arc) (交流)  $\frac{8}{4}$ "  $\times$   $1\frac{1}{4}$ " (直流)
  - 刷子間柱 (studs) 数.....4直流/12交流
  - 每刷子間柱の刷子数.....8直流/1交流
  - 刷子接触面積、片側 } 75 平方吋(直流)
  - } 122 平方吋(交流)
  - 每刷子の刷子壓力 2 封度
  - 摩擦係数 } 直流.....0.2
  - } 交流.....0.12

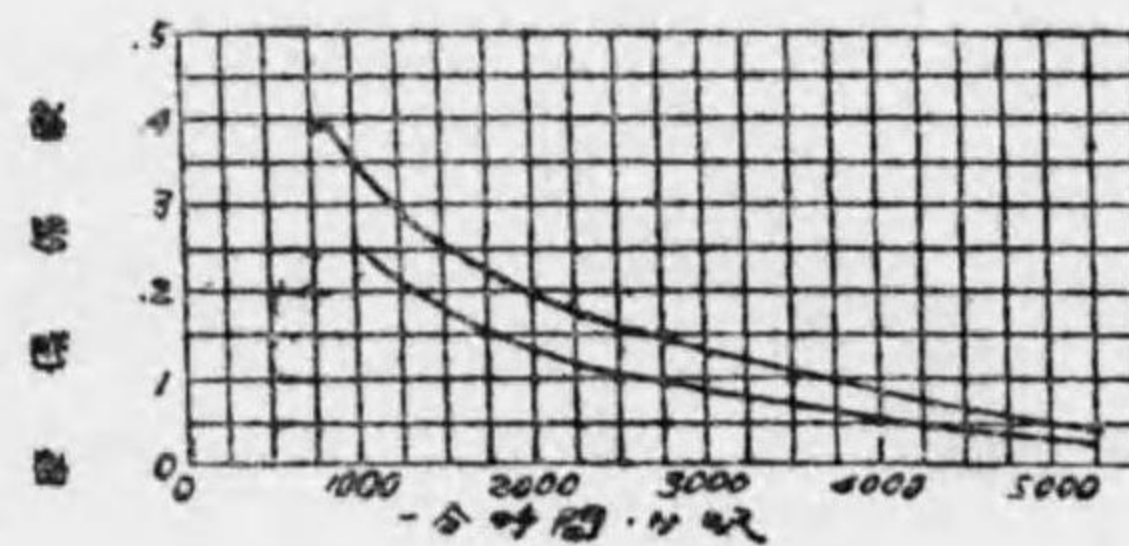
の長さ(吋)  $\times$  刷子数

$$\text{每環の刷子電流密度} = \frac{\text{交流アンペア}}{\text{每環の刷子接触面積}}$$

此の刷子電流密度に相當する刷子抵抗を曲線より求めて、それを每環の刷子面積にて除したるものは每環の接触抵抗なり。

交流刷子摩擦は其摩擦係數(friction co-efficient)を一つの曲線(第三十一圖を見よ)より求めて、直流測定を行ふ時と同一の方法にて計算すべし。

第三十一圖



交流刷子の摩擦係數

一つの曲線(第三十一圖を見よ)より求めて、直流測定を行ふ時と同一の方法にて計算すべし。

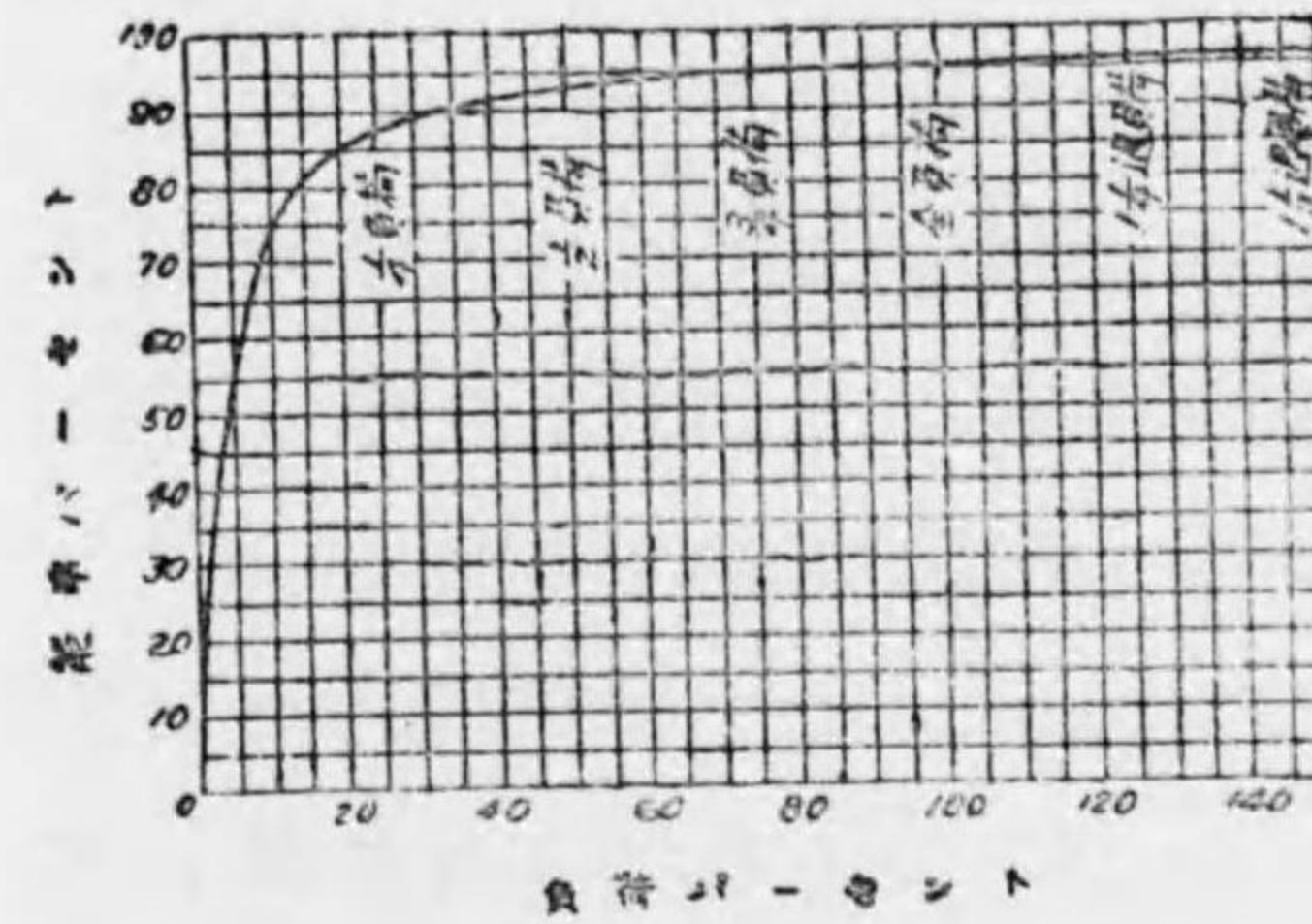
第十二表及第三十一圖

(a)(b)は夫々廻轉變流機の能率の計算及作圖の形式を示す。

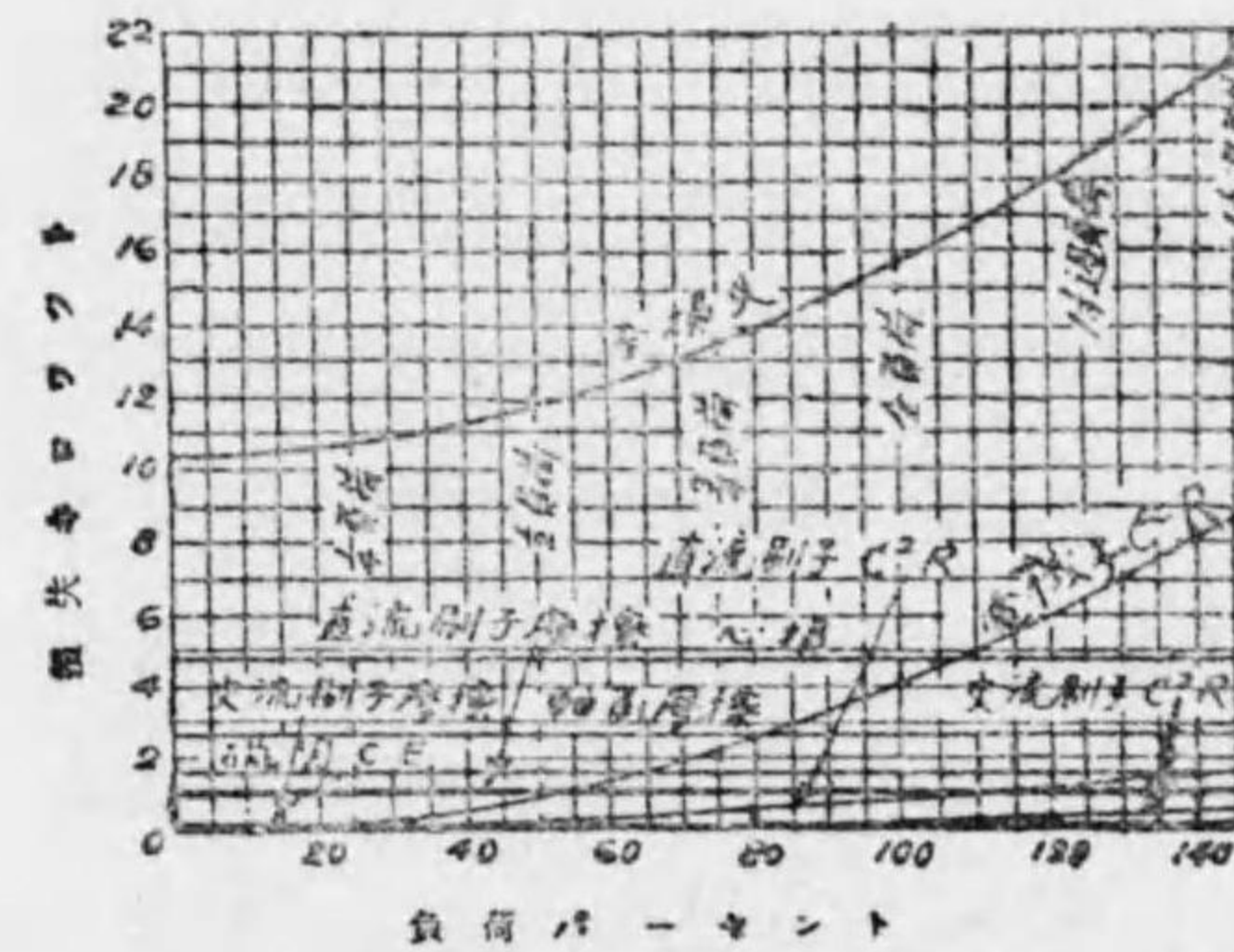
第三十一圖

300 キロワット、600 ヴォルト  
750 廻轉毎分、25 サイクル

三相廻轉變流機の能率及損失  
(a) (能率)



(b) (損失)



左圖中の磁界 CE は磁界の電流 C と電壓 E の相乗積なりとす。

規定負荷發熱運轉 (Normal-Load Heat Run) 廻轉變流機より抵抗箱に負荷する時には變壓器よりダイナモメータ一盤 (dynamometer board) 迄並に其機械の交流環に到る迄の總てのケーブルが果して同長又同容量なるか、及び總て

の接觸點が磨かれ居るかを、結線前に注意して點檢すべし。斯くて每相の抵抗を等しくし、此アーマチュア外部の交流回路に於ける不平衡を防ぐべし。直流回路、直列磁界及其分路を配線中より除外せよ。廻轉變

流機の配線をなすに當りては總て他の高電流の機械の場合に於けるが如く其兩側の回路を互に接近せしめて配置せざるべからず。

其機械の軸承若くはフレーム等の如き又は其他の鐵が少しにても其回路のループ(loop)中に含まれ居るは不可なり、何となれば其中に含まれたる鐵が磁化せられて機械及計器の作用に甚しく影響するを以てなり。其分路磁界は「開放開閉器」(break-up switch)を以て少くとも4箇所にて開放し置くを要し、又被試験機を交流端より起動せしむる間は其開放開閉器を常に開放し置くを要す、何となれば其磁界及アーマチュアーの變壓作用並に其捲線數の關係に基きて、起動の際磁界に高電壓を誘起するを以てなり。被試験機の正(positive)の環は之を1個の遮斷器(breaker)を経て水抵抗箱の刃(blade)に連結し、負(negative)の環は之を直接に此の水抵抗箱の他方の刃に結ぶべし。水抵抗箱は適當なる數だけ並列にして1個の箱に對する最大電流を400アンペアーに制限するを可とす。又次の諸項を読むための装置が必要なり。即ちアーマチュアーの交流アンペアー及ヴォルト、アーマチュアーの直流アンペアー及ヴォルト、磁界ヴォルト及アンペアー、交流發電機の速度等を読むやうにすべし。

被試験機を起動せしむるには、交流線路開閉器、及原動用交流發電機の磁界開閉器を閉ち、其發電機の磁界を増加しつつ交流線路の電流を監視すべし。被試験機が愈々廻轉し始むる前に其線電流が既に規定電流の150パーセントに達せば、其配線を検査するを要す。

被試験機が若し不正なる方向に起動廻轉せば、其變壓器の導線中2本だけを互に取替へて逆に結び替へよ。機械が起動したる後、線電流が其最小値迄降下し(之は機械が同期になりしことを示すものなり)、又交流電壓が規定の値に達するや否や直に磁界の「開放開閉器」を閉ちよ。而して若し此分路磁界の開閉器を閉ちて後刷子が火花を出し始むるならば、そは起動の際に誘起せられたる電壓のために生じたる磁極中の殘留磁氣が不正の極性を帶ぶるに因るものならん。

之を直すに二方法あり、即ち第一は其アーマチュアーに關して其磁界を逆にする事、第二は試験用交流發電機の磁界回路を開き、次で此回路を再び閉ちて廻轉機を同期運轉に復せしめ、若し必要ならば、其磁界が正しき方向に成立する迄上記の手續を繰り返し行ふことなり。而して第二法にては配線の變更をなすに及ばざるにより、第一法よりも便利なり。

更に試験を進行せしむるに先だち、各相の電流を讀





を一緒に試験する時に常に使用せらるべき標準の起動パネル (standard starting panel) を示す。

被試験廻轉機例へば第一號機を起動せしむるに其分路磁界開閉器 (shunt field switch) 及開閉器  $K$  を閉ぢよ、但し  $K$  なる開閉器は損失供給機を短絡するものなり。兩機の分路磁界は其心損を供給する回路に跨りて接続せられ、又此心損供給回路は順に起動パネルの母線  $B$  及  $C$  に結ばれ居り、兩機の直列磁界は開かれたる儘なり。開閉器  $A$  を左方に入れ、水抵抗箱の抵抗を漸次徐々に減じ行きて、遂に其水抵抗は實際上短絡せらるる迄になし、其時開閉器  $S$  を閉ぢよ。是に於て水抵抗箱の及を其水中より引き出し、開閉器  $A$  を右方に入れよ。之と同様に第二號機を起動せしむべし。

然る後各機の磁界の強さを兩機共遂に其規定速度にて運轉するに至る迄減すべし。次に若干の白熱電球を直列に連結して、其一連の電球の格定電壓の和が環  $a a'$  の間の機械の電壓換言すればダイナモメーター盤上の開閉器に跨れる電壓に等しくならしめよ。斯様な電球の組合せを二組だけ作りて、其中の一組は此開閉器の一つに跨りて取り付け置き、他の一組は他の開閉器に交番に取り付けらるるやうにす。若し其一組の電球が他の一組の電球に對して關係的に時間上

遅れて電壓の上昇若くは降下を示さば、此の二つの相は互に反對になり居るべきによりて、それを直すべし。總ての相が同時に電壓の昇降を示さば、其の兩機の相 (phase) を一緒に併合するを得べく、又之等兩機中の1機の磁界を加減して其速度を同じからしむるを得べし。此電球に現はるる電壓の上昇と降下との合間の時間が5秒又は5秒以上の周期になりたる時、總ての開閉器を同時に閉ぢよ。然る時は其電球は暗くなるべし。

二つの被試験機を起動せしめ又其相を合はしむる期間内は加減壓機 (booster) の磁界を開き置き又其アーマチュアを短絡し置くべし。此兩廻轉機が同期になりし時に加減壓機のアーマチュアに跨れる開閉器を開き、而して其磁界勵磁を弱くして第一號機の線路のメーター (line meter) を視よ。若し第一號機が廻轉變流機として荷重を取りつつあらば、其メーターの讀みは電動機荷重の讀に對して逆にならざるべからず。加減壓機の磁界勵磁を逆となさば、何れの機械をも、それを廻轉機として運轉せしむるを得ん。

各相を平衡せしめて後、此逆働廻轉機 (inverted rotary) の磁界を加減して速度を不變に保ち、又加減壓機に依りて其負荷を不變に保ち、以て全負荷特性を求めよ、但

し此逆働廻轉機の分路磁界を其全範圍に亘りて變化し、其入電流を讀むべきものとす。次に全負荷電壓比を取り、其後、發熱試運轉を行ふべし。

此直流回路の各側に一つ宛の線分路 (line shunt) を設くべし、然らざれば、或線は他の線よりも大なる抵抗を有するにより、之等を通ずる諸電流は相等しからざる値となり、其不平衡電流は之等の機械の兩方の交流端を経て返り來るべし。之等の線電流は、其讀みの低き方の線の抵抗を減じて平衡せしむるを得。而して直流は交流よりも先きに平衡せしめざるべからず。

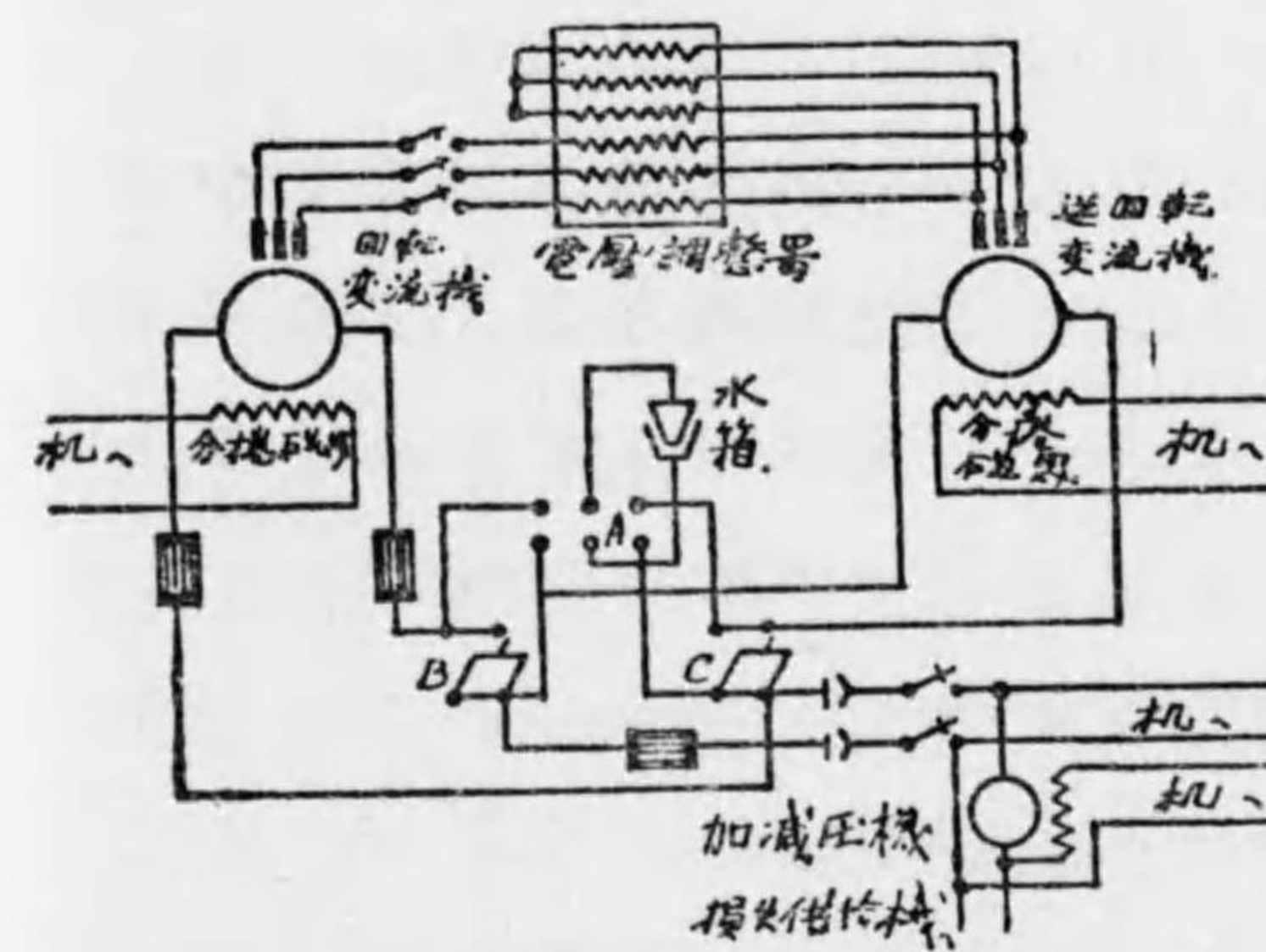
送還運轉 (pump back run) を行ふ時には、兩機の電壓の間に一組の CR 降下に等しき僅かの差異を生ず。此逆働廻轉機の磁界は最小入力に必要な値よりも小なるべし、而して其磁界中には心損を供給するに必要な附加電流 (additional current) が流るべし。

加減壓機より CR 損を供給する方法に於ては、(小き廻轉機試験の場合の外) 稀に見る程の大きなる低壓の昇壓機を要するものなり。

交流回路中に加減壓器を用ゆる法 廻轉變流機の全負荷發熱試運轉をなすに用ゆる送還法の第二は、第三十三圖及第三十四圖に示すが如く被試験機の交流側に誘導電壓調整器 (induction voltage regulator) を用ゆ

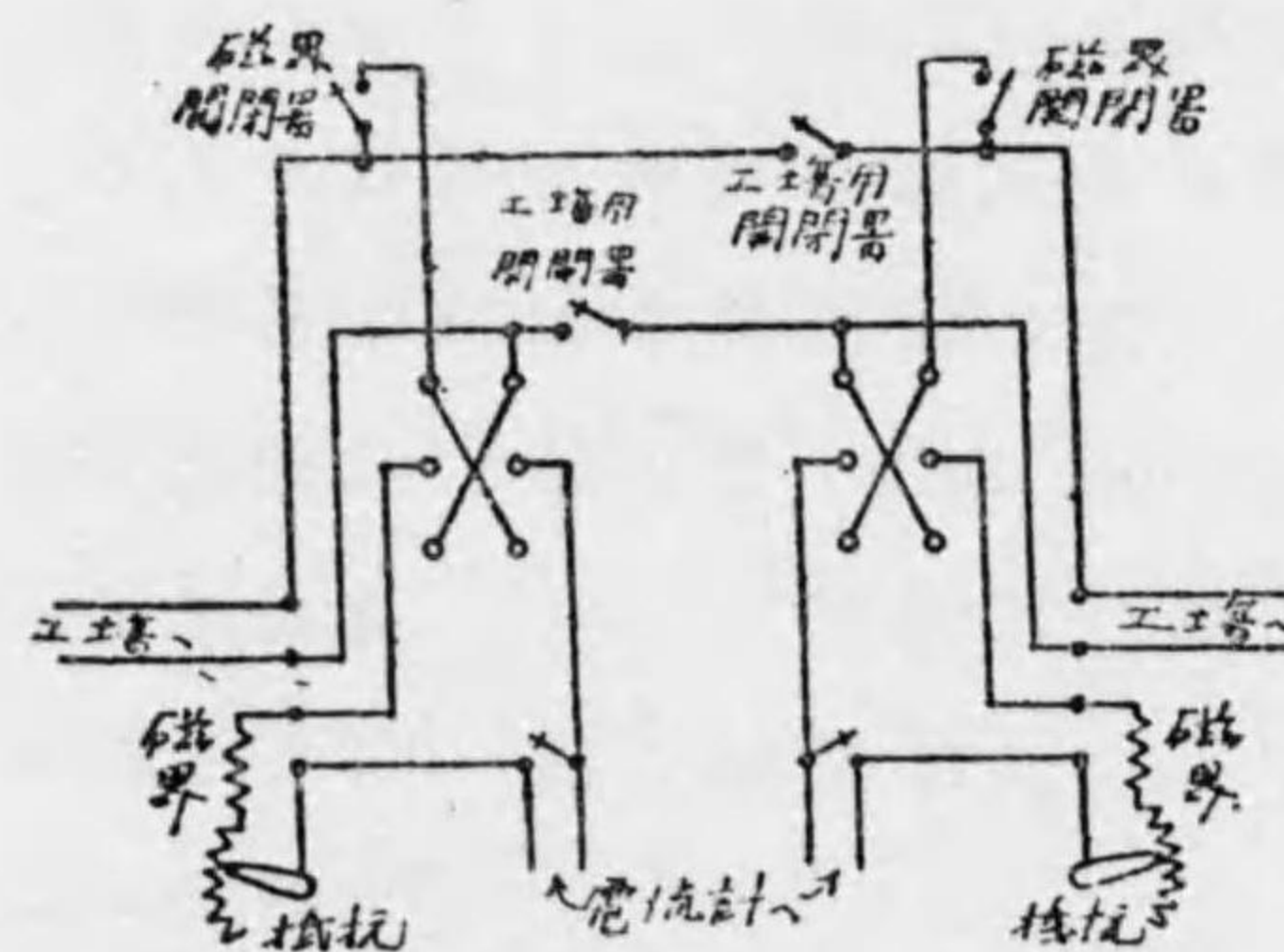
ることなり。此調整器は、其二次線を交流線路と直列に、又其一次線を逆働廻轉機の交流ターミナル間に連結すべきものにして、同器を其逆働廻轉機とダイナモメーター盤との中間に結ぶをよしとす。又此調整器

第三十三圖



廻轉變流機(調整器付)の送還法結線

第三十四圖



廻轉變流機送還法の机上結線 (table connection)

は前述の方法に於ける加減壓機の役をなすものにして、CR を供給するには甚結構なりとす。

此方法に於ても機械の起動、相廻轉の検査、相を合はすこと及既に前に述べたる諸種の手續を繰り返すべし。又機械の相を合する前に此調整器の鐵心が其無加減壓點 (no-boost point) に置かれ

たるかを常に確め置くべし、若し然らずんば、諸開閉器を閉づる時、同器に荷重が加はり來ることあるべし。

調整器の鐵心を昇壓の方向に動かして負荷を増加し、同時に第一號機のアンメーターを注視し居るべし。若し其讀みが電動機荷重に對して逆になれば、第一號機は廻轉變流機として作用しつつあることを知るべけれども、若しそれが逆にならざる時は、調整器を前と反對方向に動かすべし、但し此際調整器がそれに示され居る記號に對して不正に結線せられ居ることを知る。されど其の結線を變更せざるも差支なし。

交流損失供給機を用ゆる法 前法に於けるが如く、若し被試験機の損失が直流電源より供給せらるるに非らずして、1個の交流發電機が逆働變流機と調整器の中間に於て交流線路に跨り連結せられ居らば、被試験機の損失は交流端より供給せらるべし。此所に使用する交流發電機が被試験廻轉機を起動せしむるに十分な容量を有する時は、直流端の配線は甚簡單なり、即ち起動パネル (starting panel) を省略し、其分路磁界は其機械の接續圖に従ひて結線すべし。負荷するには前の如く調整器を用ひ試験は既に述べたる手續に依りて行はる。

若し試験用交流發電機の容量小さくして被試験機

を起動せしむるに足らざる時は、被試験機を一つ一つに其直流側より起動せしめ、兩機の相を合せ、而して後交流發電機を此兩廻轉機と同期になすべし。

若し此發電機に依りて1個の廻轉機を起動せしめ得る場合には、之を以て1機を起動せしめて其速度を同期以上僅かに上昇せしめ置き、急ぎ總ての開閉器を開きて只其機械自身の運動量に依りて廻轉を持続せしめ置き、其間に第二號機を起動せしめよ。而して試験用交流發電機の磁界より其勵磁を取り去り、第一號機の諸開閉器を閉づべし。是に於て再び其交流發電機の磁界を勵磁し、被試験兩機の速度を一緒に上昇せしめよ。斯くて之等の機械が一旦起動せられたる後は、交流發電機より過度の電流を取ることなく、此兩期の速度を高めざるべからず。

## 第十四章 交流發電機

交流發電機試験には特種試験と温度試験とあり。

特種試験 (Special Test) には飽和試験 (saturation test) 及同期インピーダンス試験 (synchronous impedance test) を含み、又之等より次の方法を以て其機械の電壓變動率 (voltage regulation) を計算す。

今  $V$  = 規定の線電壓 (normal line voltage)

C = 線電流 (line current) とす、然る時は、

三相機に於ては  $C = \frac{(\text{キロワット})}{\sqrt{3} \times (\text{ヴォルト})}$

二相機に於ては  $C = \frac{(\text{キロワット})}{2 \times (\text{ヴォルト})}$

發電子内の電壓降下は

三相機に於ては  $C_1 R_1 = \frac{\sqrt{3} CR}{2}$

二相機に於ては  $C_1 R_1 = CR$

今又  $a_1$  = 磁界電流、但し  $V + C_1 R_1$  に相當する飽和曲線の點、

$a_2$  = 磁界電流、但し C に相當する同期インピーダンス曲線上の點とすれば、被試験發電機が全負荷にて正規の格定電壓を發生するに必要な磁界電流は

$a_3 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$

$a_3$  に相當する飽和曲線上の電壓 =  $V_1$  とす、然る時は

其電壓變動率 =  $\frac{V_1 - V}{V}$

若し此機械の或力率に於ける變動率を計算する必

要ある時は、線電流は  $\frac{C}{\text{「パーセント」力率}}$  となり

$a_3 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \sin \theta}$ 、但し  $\theta$  は此パーセント力率が

其 cosine に相當すべき角度なり。

入-出力試験は所謂入-出力法に依りて行はる。而して標準能率試験の計算は、それを次の如く行ふべし。

今  $V_L$  = 線電壓 (line voltage)

$W_o = \text{出力} = \sqrt{3} V_L C_L \dots \dots \dots$  (三相機に取りて)

$= 2 V_L C_L \dots \dots \dots$  (二相機に取りて)

$C_L$  = 線電流 (line current)

$R_1$  = 發電子の熱時線間抵抗 (hot resistance between lines)

$C_1$  = 磁界電流

$R_2$  = 磁界の熱時抵抗

$W_1$  = 心損曲線上の  $V_1 + CR$  に相當する開路心損 (open-circuited core loss)

$W_2$  = 短絡心損曲線上の  $C_L$  に相當する短絡心損

$W_3$  = 心損試験より求めたる摩擦及風擦 (windage) 損

$C_1$  は變動率を求むる試験に於けるが如く各負荷に對して計算すべきものなり。

$CR = \text{發電子内の電壓降下} = \frac{\sqrt{3}}{2} C_L R_1$  (三相機に取りて)

$= C_1 R_2$  (二相機に取りて)

$\Sigma W = W_o + \frac{1}{3} W_2 + W_3 + \frac{3}{2} C_L^2 R_1 + C_1^2 R_2$  (三相機に取りて)

$$= W_1 + \frac{1}{3} W_2 + W_3 + 2C_L^2 R_1 + C_1^2 R_2 \quad (\text{二相機に取りて})$$

$$\text{入力ワット} = W_a = W_b + \Sigma W$$

$$\text{能率} = \frac{W_b}{W_a}$$

若し其機械がベース(base)、シャフト(shaft)及軸承を添付せずに送り届けられたる場合には  $W_3$  を考ふるの必要なし。

上記の能率計算法は、被試験機が 1 なる力率を以て運轉する時に用ひらるるものなり。

若し或任意の力率にて其能率を計算せんと欲する時には、次の如くすべし。

$$C_L = \frac{(\text{キロワット})}{V_L \times \sqrt{3} \times (\text{パーセント力率})} \quad \text{及}$$

$$W_b = \sqrt{3} \times V_L \times C_L \times (\text{パーセント力率}) \quad (\text{三相機に取りて})$$

$$C_L = \frac{(\text{キロワット})}{V_L \times 2 \times (\text{パーセント力率})} \quad \text{及}$$

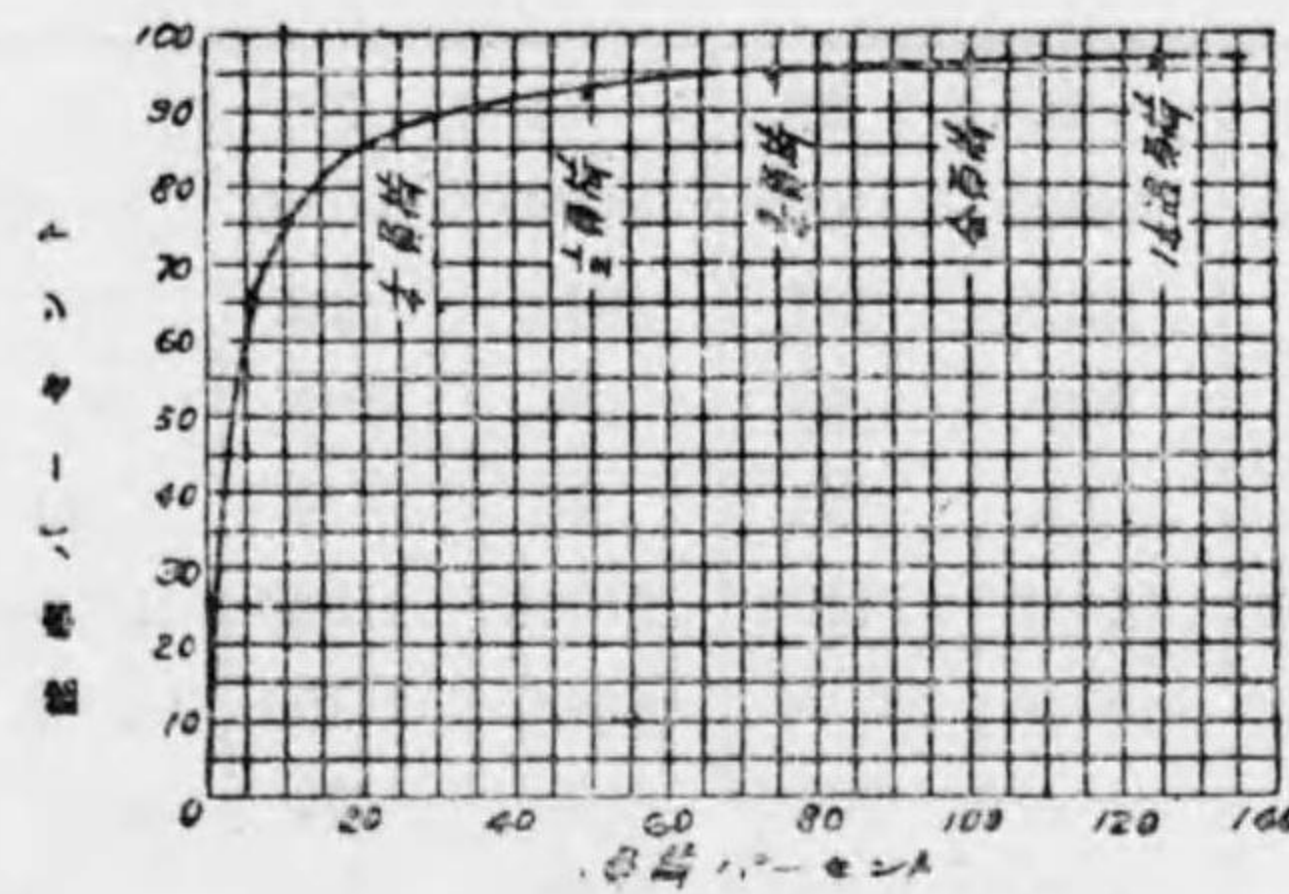
$$W_b = 2 \times V_L \times C_L \times (\text{パーセント力率}) \quad (\text{二相機に取りて})$$

$C_1$  は變動率の所にて述べたる如く種々なる力率に就きてそれを計算せざるべからず。

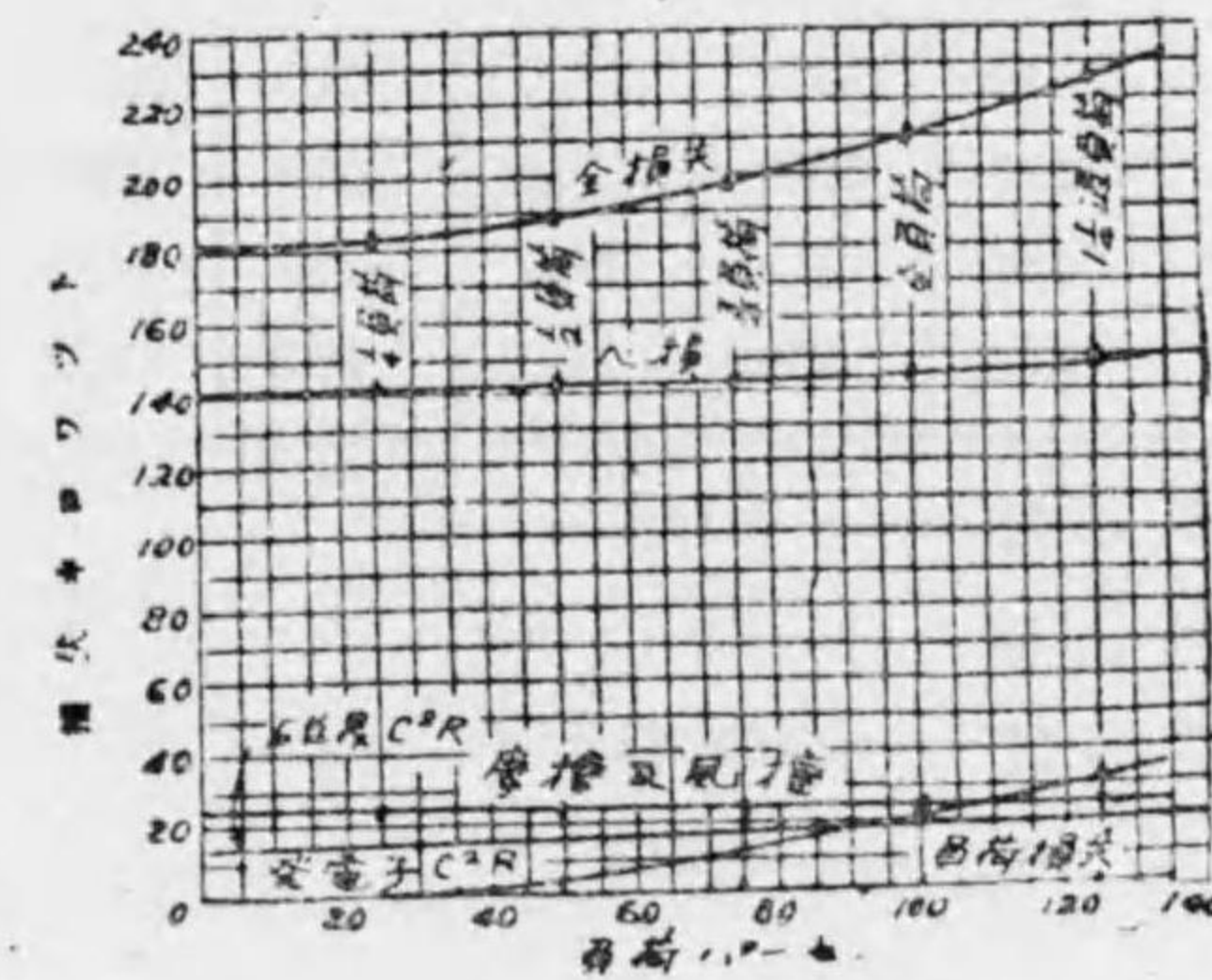
線電流の變化は  $C_1$ 、 $W_1$ 、 $W_2$  及發電子の  $C^2 R$  に影響す。第三十五圖及第十表を見よ。

第三十五圖

5000 キロワット 三相交流發電機の能率及損失  
11,000 ヴォルト



(a) 能率曲線



(b) 損失曲線

無誘導規定負荷發熱試運轉

(Non-Inductive Normal-load Heat Run) をなす時には、被試験機に力率 1 にて規定負荷を與へ、其機械が不變温度に達する迄それを運轉せしめて、其最終温度を記録し、力率 1 の時の電壓變動率を求むべし。

無誘導過負荷發熱試運轉をなす

には被試験機を初め規定負荷温度に達せしめ置き、それに力率 1 なる過負荷を與へて、指定せられたる時間内繼續運轉し、其最終温度を取るべし。又力率 1 に對する變動率を求めよ。

力率發熱運轉 (Power-Factor Heat Run) 規定負荷及

第十三表

5000キロワット、11000ヴォルト  
28 極 60 サイクル 三相発電機の能率及損失

パーセント負荷	0	25	50	75	100	125
線電圧	11000	11000	11000	11000	11000	11000
線電流	0	65.5	131	196.5	262	317
磁界電流	220	224	228	235	245	257
CR	-	12	24	36	48	50
(V+CR)	11000	11012	11024	11036	11048	11050
心損	143000	143000	143100	143600	144100	147000
短絡心損	-	-	200	580	1300	2500
発電子C <sup>2</sup> R	0	1380	5320	12000	21300	31100
磁界C <sup>2</sup> R	14500	15000	15600	16600	18005	19800
摩擦	25000	25000	25000	25000	25000	25000
総損失	182500	184330	189220	197700	209700	225400
出力キロワット	0	1250	2500	3750	5000	6250
入力キロワット	182.5	2434	2689	3940	5210	6475
パーセント能率	0	87.3	93.0	95.0	96.0	96.5

発電子(線)抵抗 25°C. の時.....0.1927 オーム  
 同上 熱 時.....0.207 "  
 磁界抵抗 25°C. の時.....0.2795 "  
 同上 熱 時.....0.3005 "

過負荷に於ける力率發熱試運轉は前に説明したる規定又は過負荷無誘導運轉と同様の方法にて行はる、但し特に指定せられたる力率を以て被試験機を運轉するを要す。而して其力率はヴォルトメーター並にアンメーターと共にワットメーターを使用して容易に決定せらる、即ちワットメーターの読みを W (キロワット)、ヴォ

ルトメーター及アンメーターの読みを夫々 V (ヴォルト) 及 A (アンペア)、又其力率を cos θ とすれば

$$\text{力率 } \cos \theta = \frac{W \times 1000}{V \times A}$$

第十五章 同期電動機  
(Synchronous Motor)

同期電動機に就きて行ふべき豫備試験 (preliminary test) は捲框 (spool) に於ける電壓降下、空隙、抵抗測定、相電壓 (phase voltage) の平衡、相廻轉 (phase rotation) 及無負荷運轉の最小入力 (minimum input at running light) 等なりとす。

完結試験 (Complete Test) は特種試験並に規定及過負荷發熱試運轉より成る。

特種試験 (Special Test) は起動試験、開路及短絡心損、飽和、同期インピーダンス、無負荷及全負荷相特性及波形試験より成る。

相特性 (Phase Characteristics) を求むる方法は第八章に於て既に述べたり。

起動試験 (Starting Test) は、其被試験機が若し新規の型にして新に格定せられ又新に据付けられたる時に行はるるものにして、若し補償器 (compensator) を用ひて

起動せしむるやう設計せられたる機械ならば其補償器を取付けてそれを用ひて試験し、及其補償器を用ひずして起動せしむる試験を行ふを要す。若し其の電動機が一組となり居る電動発電機の1部分を成し居るものならざる場合には、其電動機を1個の発電機に調帯にて連結し、起動の際其電動機には若干の荷重が既に加はり居るやうにせよ。

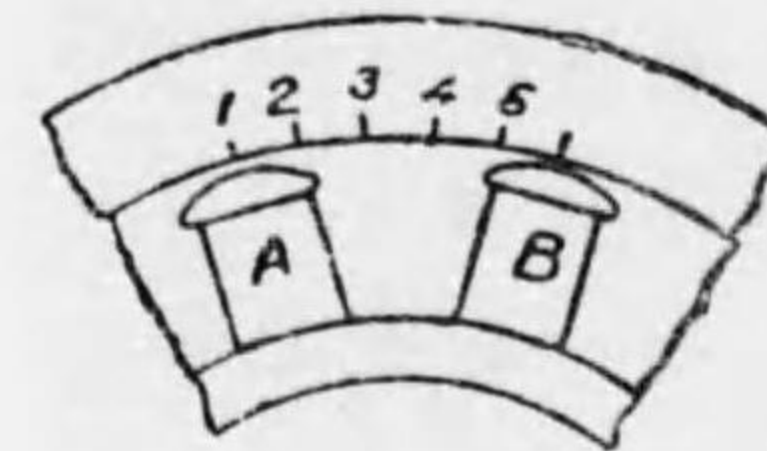
最初には補償器無しにて被試験機の起動試験を行ふべし。被試験機の1磁極の中心線を其フレームの中心線と一直線上に置き、此電動機の頂端に於ける此線を起點とし時計の針の方向に電氣的180度の點に記號 (mark) を附せよ。而して此尺度 (scale) の全長は三相機に於ては其相隣れる2極の中心線間の距離の $\frac{2}{3}$ 又二相機に於ては同じく $\frac{1}{2}$ 及六相機に於ては同じく $\frac{1}{3}$ なるを要す。

此尺度を4等分に區劃し、其各分割線に番號を付すべし。之等の尺度區分の各線上に、記號を附したる磁極の中心線を置き、電動機を起動せしめよ。斯様にしつて様の起動試験を行ひ、以て其電動機は何れの位置に於いても滞りなく始動する事を確むべし(第三十六圖を見よ)。

磁極Aを1の所に置いて機械を静止せしめ置き、多

くの相の電壓、電流及磁界の誘起電壓が無理せずに讀み得らるるに十分なる電流を被試験機の電動子を経て送るべし。磁界の誘起電壓は變壓器及ヴォルトメー

第三十六圖



ターを用ひて、それを讀め、然らば何れの相が最大電流又は最高電壓を出すかを、其等の讀みに依りて知るを得ん。

此試験に用ゆるヴォルトメーター及アンメーターは、夫々最高電壓及最大電流を出せる相に入れ置き、電動機が愈々起動する迄其電動子電流を増加せよ。

而して其電動子のヴォルト及アンペアー、並に磁界の誘起ヴォルトを同時に讀むべし。斯くて其電動機が愈々同期 (synchronism) に達する迄、其起動電壓 (starting voltage) を不變に保ち、又同期になる迄に要したる時間を記録するを要す。此機械は其磁界の誘起電壓が零に降下したる時に同期速度に達したるものなり。是に於て被試験機を停止し、更に他の各位置に就きて同様に起動試験を繰り返し行ふべし。

被試験機が若し其半速度 (half speed) の點に停滯する傾向を有する時は、被試験機が其半速度を破りて同期になる迄交流電壓を増加せよ、而して斯くするに要



したる電圧は、其機械が愈々全速度に達し又其記録が済む迄、之を保ち置くべし。

若し補償器附にて試験する必要ある時は、被試験機が最大電流を取るを得、又其油が軸承より外へよく押し出され終る迄少くとも6時間は其位置に留め置くも差支なき場所に被試験機を其磁界と共に据付けざるべからず、蓋し通常運轉の際起り得べき最悪の起動状態に於て試験するを得しめんがためなり。而して被試験機を此補償器の最低タップに連結し、其線路に規定電圧を保ちて補償器の起動用開閉器を閉ぢよ。斯くて若し電動機が始動せざる時は直ちに開閉器を開きて電圧を去り、補償器の次ぎのタップに結線を移し、電動機が起動するに至る迄此手續を繰り返すべし。而して被試験機が未だ静止し居る時に、其起動位置に於ける補償器の各タップの電圧を讀み、以て各タップの電壓比を決定せよ。之等の試験は、被試験機の磁界を開き置きて之を行ひ、又各試験の合間 (interval) には相當の休止時間を置きて、其補償器を冷却せしむべし、蓋し此補償器は元來只間歇的の使用に設計せられたるものなるを以てなり。第十四表を見よ。

入一出力能率試験(Input-Output Efficiency Test) は入一出力法に依りて之を行ふ、但其方法は交流發電機の場合

と同様なりとす。

標準能率試験は損失法に依りて之を行ふ。前の交流發電機の場合に用ひたると同様の符號を用ひて能率計算をなすに。

$C_1$ は相特性曲線より求むるを得べく、又は交流發電機の場合と同様に計算するを得。

$$\text{入力ワット} = W_a = V_L C_L + C_1^2 R_2$$

第十四表

425キロワット、11,000ヴォルト 8極 25サイクル 三相同期電動機起動試験

	線電圧			線電流			毎極の誘起電壓	起動位置	同期迄の時間秒
	1-2	2-3	1-3	1	2	3			
静止	1340	1430	1480	15	17.5	15.2	52	1	66
同期			2650		35		90.7		
静止	2650	2650	2650	9.2	9	8.9		2	70
同期			2560		30		88.3		
静止	1255	1340	1340	15	16	13.6	47	3	70
同期			2560	9.5	9.3	9.2			
静止	1155	1300	1320	15	14	12.7	45	4	68
同期			2380	29.5			84.7		
静止	2380	2380	2380	10	10.2	10		5	64
同期			1248				44		
静止	1248	1260	1165	15	12.8	13.8	44	5	64
同期			2590	33			80.8		
静止	2590	2590	2590	9	9.2	9.5		5	64
同期			1400				49		
静止	1400	1308	1302	15	13.9	16.2	49	5	64
同期			2620				87		
静止	2620	2620	2620	8.9	9.1	9.3		5	64
同期									

半速度にて停滯せんとする傾向の有無……無し。

出力ワット =  $W_o = W_a - \Sigma W$

能率 =  $\frac{W_o}{W_a}$

$W$  = 心損曲線上の  $V_L - CR$  に相當する開路心損 (open-circuited core loss)

第十五表

1070 馬力、13,200 ヴォルト 6 極 25 サイクル 三相同期電動機の能率及損失

Table with 8 columns (load percentage) and 18 rows (electrical and mechanical parameters like voltage, current, losses, efficiency).

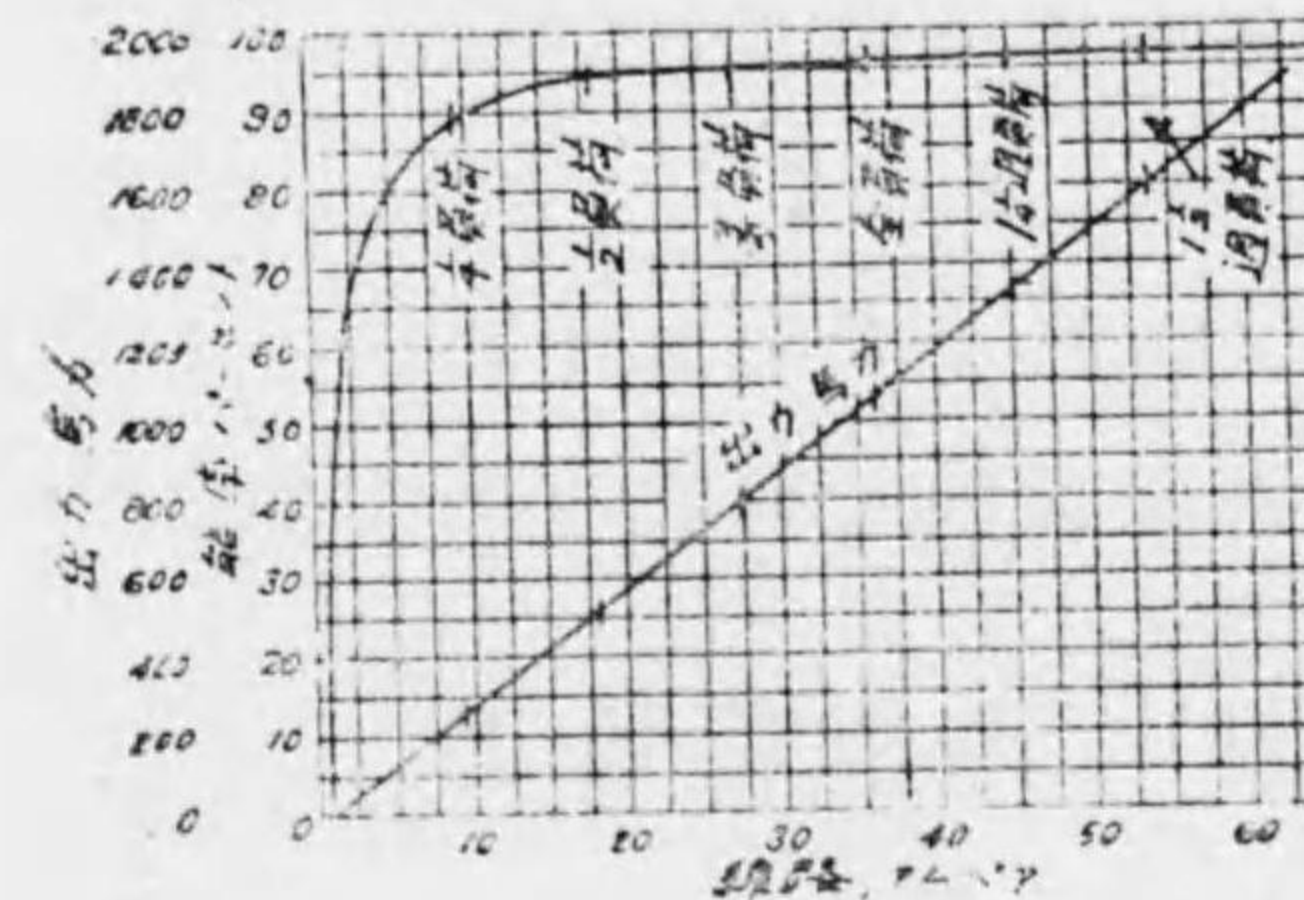
電動子(線)抵抗.....25°C の時.....3.86 オーム
同 上.....47°C. の時.....4.18 "
磁界抵抗.....25°C. の時.....1.34 "
同 上.....40°C. の時.....1.42 "

出力馬力 =  $\frac{W_o}{746}$

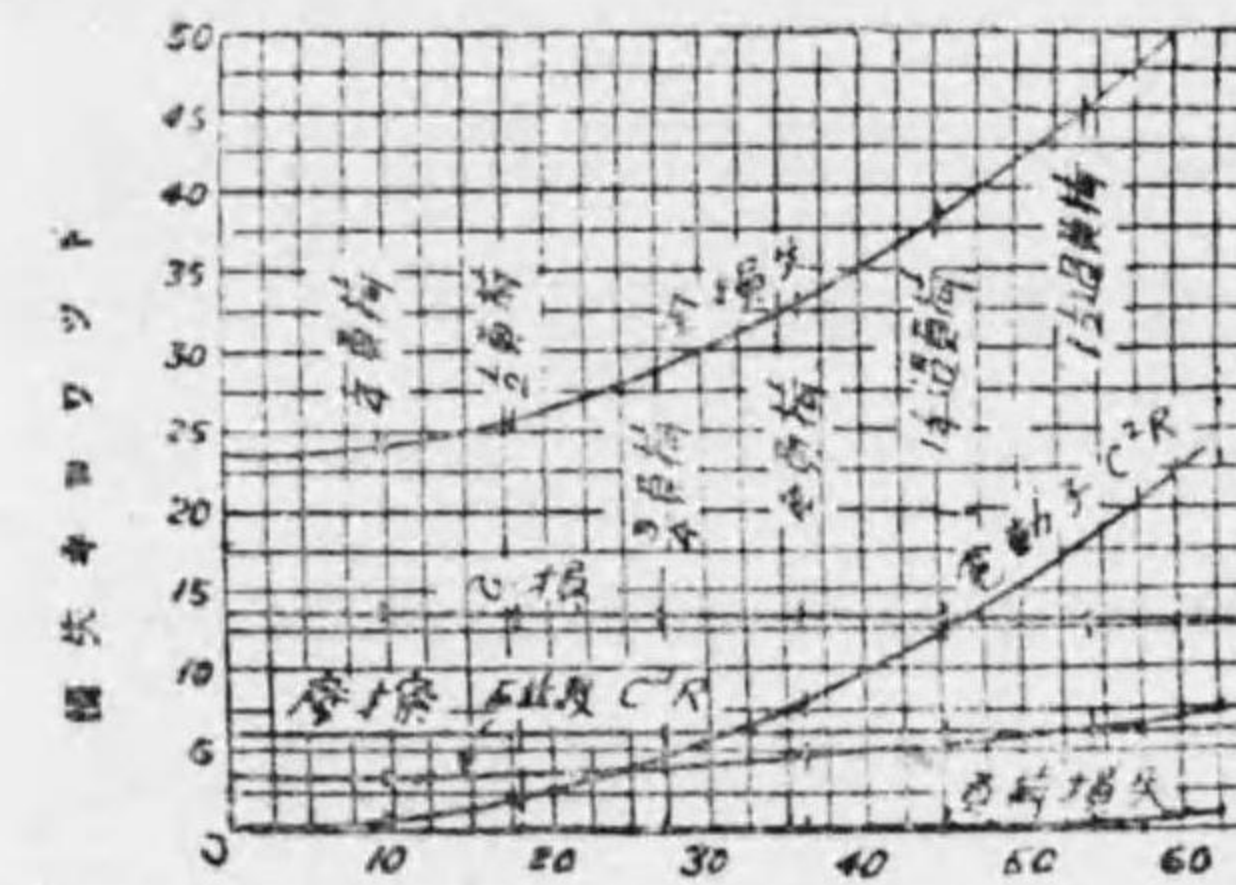
第十五表及第三十六圖を見よ。

第三十七圖

1070 馬力 13200 ヴォルト 三相同期電動機の能率及損失



(a) 出力及能率



(b) 損失

無誘導負荷發熱 運轉 (Non-Inductive-Load Heat Run) は之を次の如く行ふべし、即ち被試験機に力率 1 なる負荷を與へて不變温度に達する迄之を繼續運轉して後其温度を記録せよ。又規定負荷及無負荷に於ける電壓變動率及全負荷相特性 (full-load phase characteristics) を求めるを要す。

無誘導過負荷發熱運轉をなすには、被試験機を先づ全負荷温度になし置き、更に指定せられたる時間内だけ過負荷運轉

して温度の記録を取り、又力率 1 なる場合の變動率を求むべし。

規定負荷力率運轉 (Normal-Load Power-Factor Run) は指定せられたる任意の力率を以て試運轉をなすべきことの外は規定負荷無誘導運轉に同じ。此場合には交流發電機の所にて述べたる通りワットメーターを用ふべし。

過負荷力率運轉は其力率を 1 よりも小ならしむることの外は過負荷無誘導運轉と同様なりとす。

## 第十六章 誘導電動機 (Induction Motor)

豫備試験 誘導電動機の豫備試験には空隙、ベアリング及エンドプレー (bearing and end-play)、滑り (slip) 及抵抗の測定並に起動試験、無負荷運轉、勵磁、スタチック・インピーダンス等を含む。

ベアリングプレー (bearing play) は其頂端、底部及各側面の空隙を測りて之を求むべし。被試験機の回轉子 (rotor) が其固定子 (stator) に對する關係的位置を同一にし置きて、換言すれば回轉子を動かすこと無しに此電動機を四分圓の各區分點たる 4 箇所の位置に回はして、何れも同様に其空隙を測定せよ。斯くて此機

械の空隙に影響する軸承の缺點を發見するを得。

起動試験  $K^*$ 型電動機の起動試験をなすには低き電壓に於て開閉器を入れて、被試験機を線路に連結した後、其電動機が愈々起動する迄其電壓を高め、以て其點に於ける電壓及電流を記録すべし。而して其起動電流は規定電流の 200 パーセントを超過すべからず。此試験は時としては補償器 (compensator) を附屬せしめて行はるることもあり。

$L$ 型の電動機にては其回轉子の内部抵抗全部を回路中に入れ置きて、之に其全線電壓 (full line voltage) を加へ、以て起動電流を記録せよ。而して此起動電流は其規定電流を超過すべからず。

$M$ 型電動機にては其總ての外部抵抗を回轉子回路中に入れ置き、全線電壓を加へて之を起動せしめ其起動電流を記録すべし、但し此起動電流は規定電流を超過すべからず。 $M$ 型電動機の聚電環 (collector ring) を短絡して  $K$ 型電動機の場合の如く電壓を減少して起動試験を行ふことも往々あり。

\* $K, M, L$  は誘導電動機の三種の型を示す商標にして、 $K$  は籠型電動機 (squirrel-cage motor) の、 $M$  は滑動環 (slip-ring type) の、 $L$  は其巻線回轉子 (wound rotor) に段々に切り去らるべき内部抵抗を有する電動機の型なりとす。

滑り (Slip) は普通、全負荷及無負荷に於て滑動指示器 (slip indicator) を用ひて測定せらる。此試験中は原動用交流發電機を速度を不變に保ち、又被試験機に於ける電壓を不變に保たざるべからず。

電燈法 (Lamp method) にて滑りを測るには被試験機を運轉しつつある回路中に1個の弧光電燈 (arc lamp) を連結し、被試験機の軸端 (shaft end) に該機の極數と同數の白と黒との扇形を有する一つの圓盤 (第三十八圖) を取付くべし。交流電源より此電燈に點火する時は其中を通ずる電流波は各其1周期中に2度宛零の點を通過す。而して其零なる瞬間には其電燈の光は最小なり。



今6極、60サイクル、1200廻轉毎分即20廻轉毎秒の電動機に就きて考ふ。然る時は1秒間に  $20 \times 6 = 120$  の黒扇形が其圓盤の周圍上の一定點を通過す。而して其周波數60毎秒なる故電燈に起る最大の照らしは1秒間に120回起ることとなる。故に其各最大の照らしの時には、彼の黒扇は理論上常に同一の位置を占むべきなり。されど此誘導電動機に常に起る滑りのために、其黒扇片は其前の最大照らしの時に占めたる位置よりも、今度は少しの角度だけ遅くるに至る。

此の如き位置の差異が連続して起る時は、扇形は恰も後方に向つて廻轉するが如く見え、肉眼にて能くそれを追視するを得べし。斯くて其電動機の滑り即ち其實際速度と同期速度の毎分の差を數ふることを得。

被試験機の冷時及熱時抵抗を測定するを要す。

無負荷運轉をなすには被試験機の固定子に規定電壓を加へ、其入電流 (input current) を讀むべし。

スタチックインピーダンスを求むるには、被試験機の回轉子が動かぬやう之を締付け置き、其固定子に全荷重電流を生ずべき程の電壓を加へ、各相脚 (phase leg) の電壓と電流とを讀むべし。被試験機が若しL型のものならば、其捲線回轉子 (wound rotor) 附屬の抵抗を全部入れ置き、又次にはそれを全部切り去り置き、之等兩場合に於けるインピーダンスを求むるを要す、但し何れの場合にも其固定子に跨りて與へられたる電壓を同一に保たざるべからず。此方法にては最良の結果が得らるべし。

エンドプレー (End play) は被試験機の固定子に電壓を加へ置き、又は電壓を加へずに、之等二つの場合を試験するを要す。而して任意の誘導電動機に就きて此試験を行ふ際は、其回轉子が完全に平衡し居るや否やに特に注意すべし。

L型電動機の内部抵抗を切り去りたる時に其起動用開閉器を閉ぢ、火花及其他の缺點の有無に注意せよ。此抵抗と其刷子(brush)の接觸は總ての點に於て善良なるを要し、又其開閉器が餘りに働き易き時は、抵抗の切り去らるること餘りに迅速となり過ぐるを以て此開閉器の働きは左程容易ならざるを可とす。

M型電動機にては、其刷子は其聚電環に完全に適合せざるべからず、何となれば、此型の電動機試験が工合善く行くと否とは其刷子と聚電環の接觸の良否に關係すること少からざるを以てなり。M型電動機の固定子に電壓を加へ、其回轉子を開路(open circuit)し置きて環間の電壓を測定し、回轉子と固定子の電壓比を求めべし。此際固定子のアンペアー及ヴォルト並に回轉子の環間ヴォルトを讀みて記録するを要す。

二様速度 一個の電動機に於て二様の速度が求められる。そは1個の開閉器と結線盤(connection board)とを使用して其固定子結線を變更すれば、結局其電動機の有効磁極數を變ずるに至り、前と異りたる速度が得らるるものなり。此回轉子は適當なる數のスロット(slot)を有し、又固定子のスロット數と回轉子のスロット數が適當なる比をなし居ることを要す、然らざれば或起動位置に死點(dead point)を生ずるやも測られず、若くは低

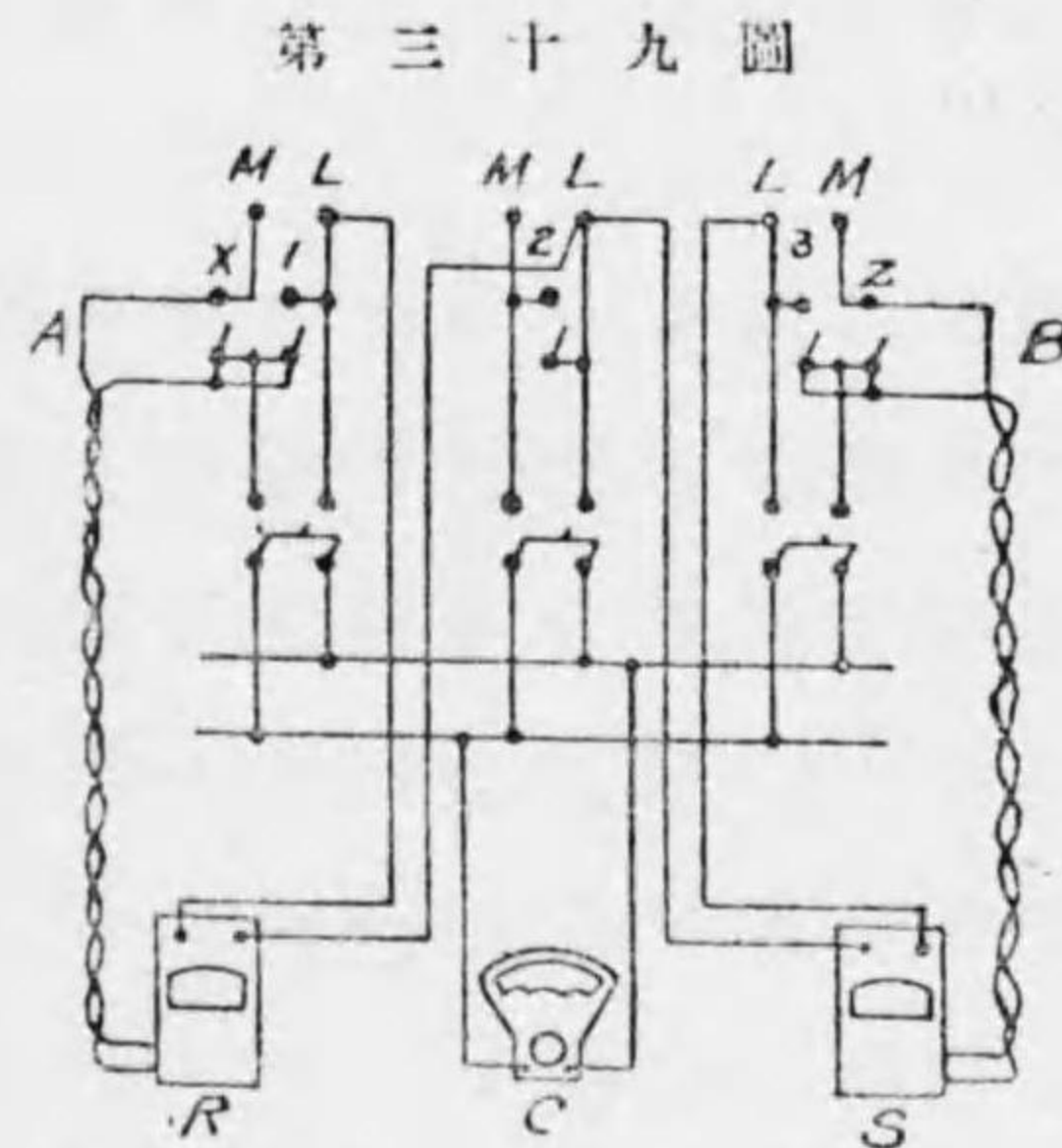
同期速度(low-synchronous speed)にて廻轉するやも知れざるべし。此機械は普通、其試験中、低き方の速度にて運轉すべし。

勵磁(Excitation) 勵磁及インピーダンスを求むる試験は大切なるものなり。之を行ふには總ての場合に次の諸注意を遵守すべし。誘導電動機の特性曲線の計算は全く試験結果に依るものなるを以て正確なる測定をなすやう心掛くべし。

試運轉中は其試験に影響又は關係を有する諸種の條件が終始一貫不變なるべき位置を選び、又全速力にて廻轉する時振動を生ぜざる堅固なる基礎上に被試験機を据付くべきこと肝要なり。又試験用機を何れの遊磁界(stray field)の源にも接近せしむべからず。原動用交流發電機は被試験電動機容量(キロワット)の少くとも $\frac{3}{4}$ なる容量を有すべし。此交流發電機が若し其飽和曲線(saturation curve)上の餘り低き點に於て運轉せば、満足なるワットメーターの讀みを得る能はざる故、試験用の變壓器及其他の器具を適當に接續して、此交流發電機が能く規定の諸條件の下にて動作するやうにすべし。變壓器を使用したる場合には、それ等の變壓器は能く平衡し居るを要し、又其電壓範圍を超えて無理に昇壓せしむることを避くべし、然らざれば正確

なる結果を得ることを期し難し。

此試験用机には第三十九圖に示されたる如く、其三相中の二相に連結せられたる特種のワットメーター開閉器(wattmeter switch)を設け、以てワットメーターを置くに便ならしむ。圖中A及Bは其ワットメーターの電流導線(current leads)を結ぶためのターミナルにして、X



第三十九圖  
勵磁試験用ワットメーター接続法

及Zは同じ導線の短絡開閉器なり。今之等の各相を1-2-3と稱することとす。然れば相1はワットメーターRの電流線輪にAにて接続せられ、其ワットメーターの電圧線輪は相1と2に

同様に他のワットメーターSの電流線輪はB點に於て相3の上に、又其電圧線輪は相2と3の間に在り。  
若し其電壓甚高くして、ワットメーターを直接に用ゆること能はざる時には、倍率器(multiplier, 抵抗の既に知られ居る無誘導線輪)又は變壓器を此ワットメーターと電圧線の間結ぶべし。

20馬力以下の電動機の場合には、其計器用變壓器に

到る電線は、電源よりダイナモメーター盤の頂上に來る電線の發電機側に取り付くべし。若しそれを此盤の頂部に於て電動機側に取り付くるか若くは其電動機のターミナルブロック(terminal block)に取り付け置く時は、變壓器の勵磁電流がワットメーターを通過すべし、而して此電流は小なりと雖、而も小さき電動機に取りては其勵磁電流に比し可なりの割合となるべし。是に於て誤差を生じ、又變壓器の變壓比を變ずる毎に勵磁曲線(excitation curve)上の點は不意にとび離れたる所に到り、從つて其曲線は滑かに連續すること能はざるべし。大なる電動機の場合には、變壓器の勵磁電流は、此電動機電流に比して甚小なる故、上述の如き偶發の誤差は省略せらる。前記の事柄は倍率器には適用せられず、何となれば倍率器(multiplier)は變壓器とは異りて無誘導なるを以てなり。

大なる電動機の場合に於ては、諸開閉器及机より電動機に到る導線内の電壓降下を除かんがため、測定器の電圧導線を此電動機のターミナルブロックに取り付くべし。各相のワットメーターに到る電流導線は夫々2本宛其全長に亘りてそれを撚り合せ、以てループ(loop)又は鋭き屈曲をなすことなきやう、ターミナルより直にアンメーターに連結するを要す。

又總ての結線の接ぎ目を堅くし、及それを清潔に保たざるべからず。

試験を始むる前に被試験機の空隙測定をなすべし。

500 ヴォルト以上に於ては總ての計器が多少の靜電的の帯電 (static charge) を有すべきにより之を放電せしめ、ワットメーターの電流ターミナルと之に最も接近し居る同器の電圧ターミナルとを一小可熔線 (fuse) を以て連結せよ。計器用變壓器の二次線を接地すべからず。

機械の配線を終り起動の準備成るや否や直ちにダイナモメーター盤上の諸開閉器を閉づべし、(而して何時にても其磁界電流を變化せしむる際には常に此2個のワットメーターの開閉器が閉され居ることを見届け置くを要す)。

然る後其勵磁機の開閉器を閉ちて、被試験機が規定速度に達する迄徐々に電壓を上昇せしめよ。又此機械を點檢して之が果して規定速度にて運轉し居るかを見届けて後異なる種々の相の電壓及電流を読み若し之等に不平衡あらば、それを直し若くは其原因を發見すべし。

此回轉子 (rotor) は常に其フレーム (frame) 内の中心に在りて運轉すべきものなる故、次に其電動機のエン

ド・プレーイ (end play) を試験すべし。エンド・プレーイの片側に僅かなる壓力が加はりても、摩擦ワットが變化し又其心損が不正確なる値に陥る原因となる。

愈々試験に着手する前に其摩擦を不變となさんがため、小さき電動機は約  $1\frac{1}{2}$  時間若くはそれ以上、又大きな電動機は  $2\frac{1}{2}$  時間若くはそれ以上、何れも豫め運轉し置くを要す。若し此回路中にワットメーターを連結したる際其針が目盛の逆方向に振れ切ることあらば、其メーターの電流ターミナルの導線を互に交換して取付くべし。負荷せられたる1個の機械の二相回路にては、ワットメーターは2個共に正の讀みを示すべきものなりとす。

三相機の無負荷運轉 (running light) の讀みを取るには其メーターの讀みの正負を決定せざるべからず、何となれば、此場合に於て其勵磁曲線 (excitation curve) の上部にありては一方のワットメーターは負の讀みを示すべきものなるを以てなり。若し兩つのワットメーターが何れも正の讀みを示す時には、1個のワットメーターの電流線輪を含む相の一つを開き、他の一個のワットメーターを観察するに、後者の針が零以下に降下せば此メーターは負の讀みとなり、又若し其針が零以下の或點迄降下して止まらば、其讀みは正となるべきもの

とす。尙此手順を繰り返して以て他のワットメーターの讀みの正負を決定すべし。

此試験中は原動用交流發電機を速度を不變に保ち規定電壓の約 130 パーセントの電壓を用ひて發電機及電動機双方のヴォルト、アンペアー、ワット及速度等の第一回の讀みを取れ。是に於て其電壓を段々に減じて遂に規定電壓の 10 乃至 15 パーセントに至り、其間に於て曲線上の 20 乃至 25 點を求めよ。此最下端に於ける諸状態は長く安定なる能はず、負の符號を有するメーターは他のメーターよりも少き讀みを示し、且より多く迅速に降下して漸次減少し遂に零に至り又次で其符號を變す。而して之が正となる時に其電流導線を交換せざるべからず。

此試験にて求むる曲線の起點より規定電壓の點迄其電壓を減少せしめたる後、試験結果を照査 (check) するため 2 相の脚 (leg) に就きて其規定電壓及規定電壓の上と下との 3 點に於て 3 度だけワットメーターの讀みを取り、又別のヴォルトメーター及アンペーターを以て、若干の照査用の讀みを取るを可とす。

單相勵磁電流は理論上三相式に於ける値の 1.73 倍及二相式に於ける値の 2 倍にして、此電動機に取りては單相なるも多相なるを問はず其キロヴォルト・アンペ

アー (kilo-volt-amperes) は相等しき値を有するものなり。實際上にては單相電流は嚴密に三相電流の 1.73 倍ならずして 1.6 乃至 1.7 倍なり。四相機に取りても之と同一の比を保つ。只心楨のみを考ふる場合には此勵磁ワットは、單相若くは多相に對して同一なるものにして、單相ワットが多相ワット以上となれる過剰の分は其多相  $C^2R$  に等しきなり。例へば三相勵磁が 1000 ワットを要し其三相  $C^2R$  が 100 ワットなりとせば、之に相當する單相勵磁は 1100 ワットなるべし。

被試験機を全く停止せしむるに先だち、ヴォルトを横軸とし、ワットの代數的和を縦軸とせる曲線を描け。

斯様なワットメーター用法にては、善良なる状態の下に於てのみ正確の結果を得能ふものにして、一般には多少不精密なるを免れず。原動用交流發電機に編接調帶 (laced belt) を用ゆる時は、其編まれたる部分が發電機調車を打つ度毎に、それに應じてワットメーターの針は安定なる脈搏をなして動搖するが故に此發電機には縦目無調帶を用ふべし。試験用機の附近にて運轉しつつある總ての調帶上にある靜電的の帶電は接地線に依りて之を除去し、又變壓器の函 (case) は總て互に連結して之を接地するを要す。原動用交流發電機の 3 相は悉く此机上にて連結せられ、又二つの計



器が接觸し居る時は1相を短絡すべきを以て、高壓の場合にはワットメーターの取扱に注意を拂ふべし。

一つの勵磁曲線上に於て最重要なる2點は、規定電壓に於けるワットと摩擦ワットとなりとす。之等の諸點は、其電動機のパーセント心損を決定するものなり。規定電壓の上下各方に於て僅かに數ヴォルトを隔てたる諸點の讀みを取り、又此曲線上の他の數點に於て異なる多くの相の電壓及電流を慎重に讀取り、之等を記録して此電動機の平衡を照査する用に供せよ。此曲線の最下點即ち摩擦の讀みが近くに從ひて多數の讀みを取るを要す。多くの實例に徴するに低き電壓に於ては機械が亂調 (hunting) を始むる故、此部分は其曲線の位置を定むるに困難なるが大なる電動機の場合には殊に然りとす。電動機が加速しつゝある時に取りたる讀みの値は、それが安定なる時に取りたる讀みの値よりも大なり。

亂調 (hunting) となりたる時は、其メーターの針に遲緩なる脈搏的の動搖を生せしむ。而して其動搖の範圍は其電動機の大小及亂調の程度によりて相違するものなり。一般には悪性の亂調を生ずることは甚多からずして一つの動搖と其次ぎの動搖との合間に於て信頼するに足るべき讀みを取るを得べし。試験を

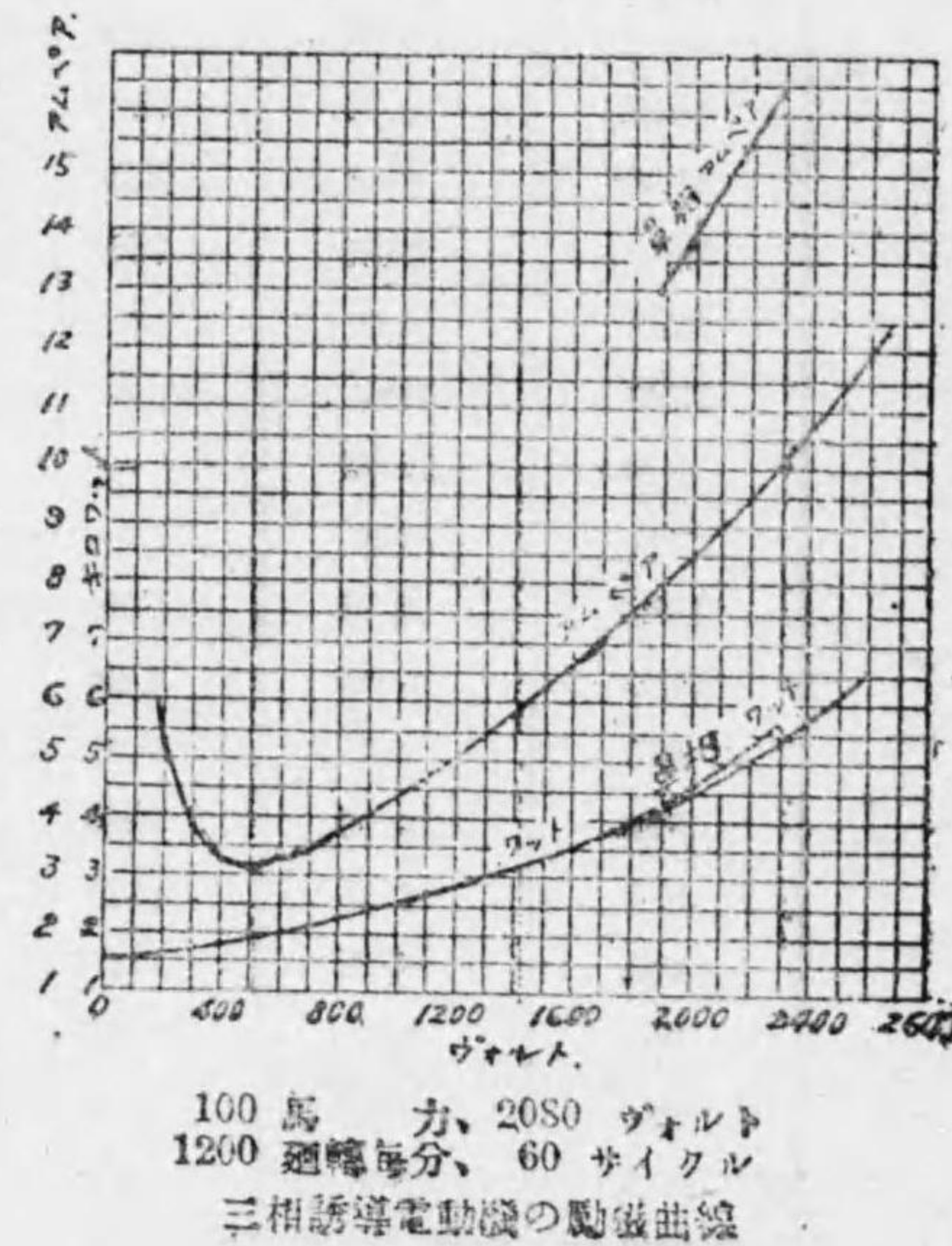
満足に行はんには、原動用交流發電機を速度を不變に保つを要し、其速度が正當に調整せらるゝ迄は何等の讀みをも取るべからず。而して此試験に用ゆる廻轉計をば慎重に照査し置くべし。

勵磁試験は總ての型の誘導電動機に於て皆同様なり。

M型電動機は其外部抵抗を接続せしむるために數個の聚電環 (collector rings) を備ふ。之等の諸環は其刷子軸 (brush holder) ターミナルに於て之を短絡し、其刷子は聚電環に正しく適合する迄、磨紙を以て之を磨き置くべし。

第四十圖

誘導電動機勵磁試験の計算 試験に用ひたる總ての計器の諸常數及び比に對して總ての讀みを更正するを要す。ワットメーターの讀みには其本來正當なる符號を與へ、之を誤ることなきやう特別の注意をなすべし。第十六表



は一つの勵磁試験結果を計算するに用ひたる形式を示し、第四十圖は其作圖法を示す。此の機械の摩擦及風擦 (windage) ワットは、此ワット曲線を零電壓の點迄延長

第十六表

100 馬力、2080 ヴォルト  
6 極、60 サイクル 三相誘導電動機の勵磁

ヴォルト	アンペア	ワット (+)	ワット (-)	總ワット
2510	11.5	18300	12150	6150
2370	10.4	15500	9900	5600
2175	9.5	12900	8000	4900
2105	9.2	12090	7380	4710
2075	8.5	11470	6920	4550
2020	8.6	10870	6370	4500
1830	7.7	9060	5060	4000
1610	6.76	6950	3450	3500
1440	6.03	5740	2670	3070
2160	15.4	5150	—	—
2070	14.6	4750	—	—
2000	14.2	4550	—	—
2070	14.6	—	4950	—
2200	15.85	—	5140	—
2235	15.9	—	5540	—
1366	5.78	5440	2310	3130
1185	5.08	4390	1540	2850
988	4.3	3185	685	2500
816	3.75	2550	178	2372
585	3.35	1670	380	2050
485	3.25	1370	580	1900
292	3.9	1200	644	1844
244	4.85	1210	673	1883
176	5.8	974	500	1474

して、以て此勵磁曲線より求むることを得。

**インピーダンス** (Impedance) 回轉子に對稱(symmetry)なる捲框 (spool) を有する電動機のインピーダンスは固定子と回轉子とが互に如何なる關係的位置を取るも常に同一なり。

捲線回轉子 (wound rotor) を有する電動機にては、第一に其位置曲線 (position curve) を求むべし。三相機にては相隣れる 2 磁極間の距離の  $\frac{2}{3}$  又四相機にては同じく  $\frac{1}{2}$  の點を何れも其軸承ブラケット (bearing bracket) の上に印し置き、其間を約 8 等分に區劃せよ。1 個の指針 (pointer) を此電動機の軸若くは調車に取付け、其指針の外方尖端が此區劃點の上を掠めて通過するやうにし、然る後之を符課 1 の上に置き、又回轉子が此位置より動くこと能はざるやう其回轉子を締付け置きて後開閉器を閉ぢ、次で加へられたる電壓を殆ど規定電壓になる迄増加すべし。3 相の總てのヴォルト及アンペアーを讀みて之を記録し、不平衡なきことを確むべし。次に其指針を 2 の位置に移し、1 の位置の場合と同一の電壓を保ちて前の如くアンペアーを讀め。次ぎ次ぎの符課の各位置に對して此手續を繰り返し、以てアンペアーと指針の位置の關係を示す 1 曲線を描くべし。次に此電動機を、之等の電流の平均値に等しき電

流を出す位置に締付けよ、但し K型の誘導電動機にては、それを何れの位置に締付くるも可なり。

次に規定電流の 150 パーセント迄電流を増加し、其アンペアー、ヴォルト及ワットを讀取るべし。又勵磁試験の初めに於けると同方法にてワットメーターの讀みの符號を決定するを要す。零電流及規定電流の 150 パーセント迄の間に於て 6 回若くは 8 回の讀みを取れ。されど此の讀みを取る必要以上に長く電動機に電流を通じ置くべからず。

各讀取をなしたる後次ぎの讀取りの準備成る迄は其勵磁機の磁界を開き置くべし、然らざれば此電動機は過熱せらるゝに至らん。之等の讀取を終るや否や直にヴォルトを横軸とし、ワットの代數的和及アンペアーを縦軸として曲線を描け。斯くて得たるアンペアー曲線は一直線をなすべし、但時としては其曲線の上部分が極めて僅かに屈曲することなきにしもあらず。

ワットメーターを含める 2 相に就き規定電流及規定電流の上と下との都合 3 點に於て單相としての照査讀 (check readings) を取れ。

此單相インピーダンス電流は其三相(線)の値の 86.5 パーセントにして、又單相インピーダンスワットは三相ワットの約  $\frac{1}{2}$  なるべし。四相電動機に於ての單相イン

ピーダンスは、此 2 相中の 1 相のインピーダンスなり。

M 型電動機のインピーダンスを求むる際は、其聚電環に於ける接觸抵抗が炭素刷子 (carbon brush) に因りて變化するものなる故、金屬刷子若くは金屬條片 (metal strap) を以て聚電環を短絡すべし。此電動機の一次と二次電壓の比は其二次側を開き置きて側定すべきものなり。

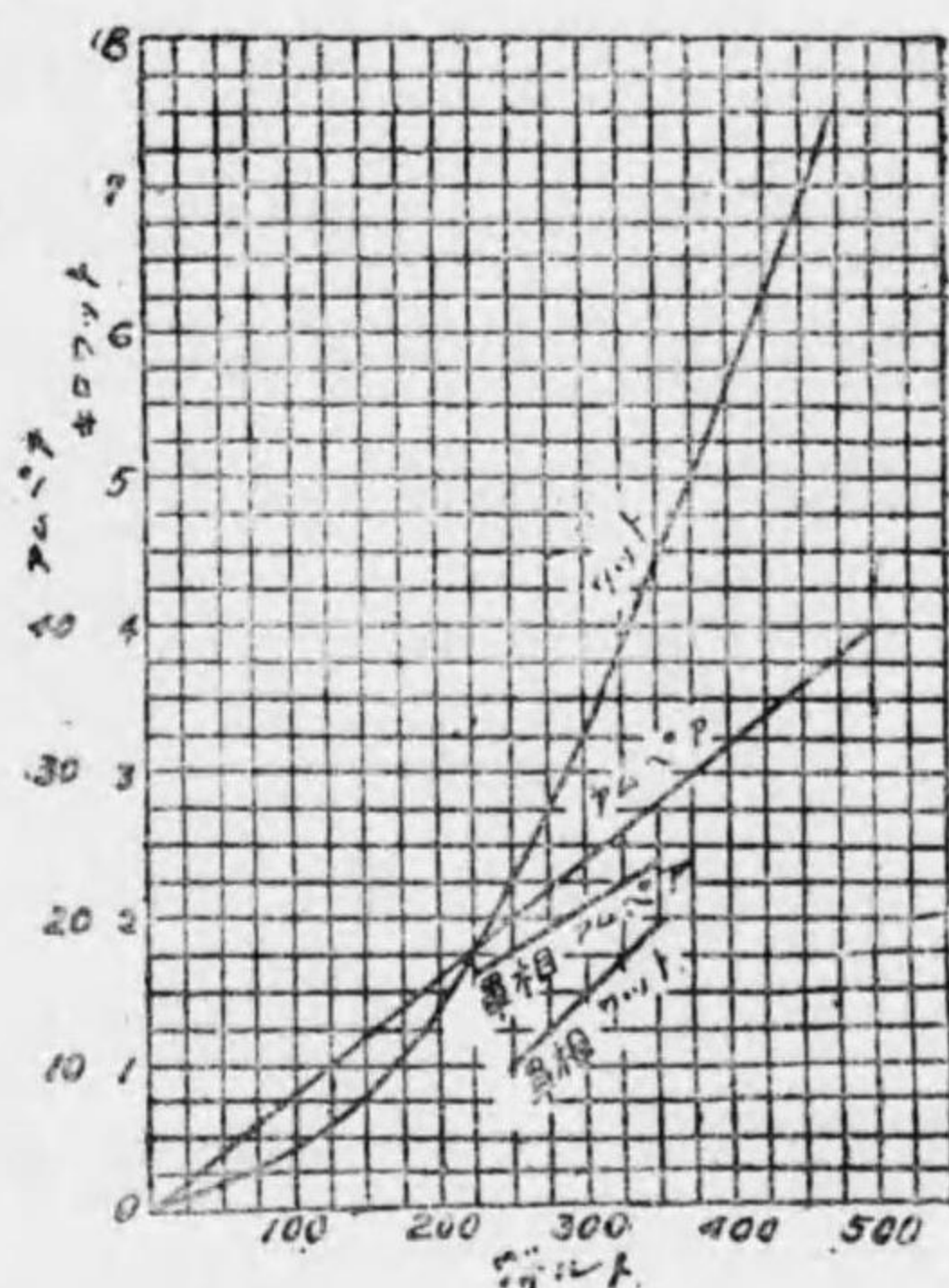
第十七表

100 馬力、2080 ヴォルト 6 極、60 サイクル 三相誘導電動機のインピーダンス

ヴォルト	アンペアー	ワット (+)	ワット (-)	總ワット
146	11.9	1230	445	785
188	15	1870	660	1210
220	18	2825	1080	1745
263	21.5	4060	1455	2575
301	24	5260	1930	3330
355	28.5	7255	2845	4410
384	30.7	8360	3190	5170
410	33	9450	3710	5740
455	36	11680	4450	7230
297	20.6	—	1460	—
272	19.1	—	1190	—
322	22.2	—	1680	—
273	19	1255	—	—
297	20.5	1500	—	—
322	22.2	1720	—	—

誘導電動機のインピーダンス試験の計算 第十七

第四十一圖



100 馬力、2080 ヴォルト 三相誘  
導電動機、1200 廻轉毎分、60 サイクル  
導電動機のインピーダンス曲線

表はインピーダンス試験の計算に用ひたる形式を示し、第四十一圖は其作圖を示す。

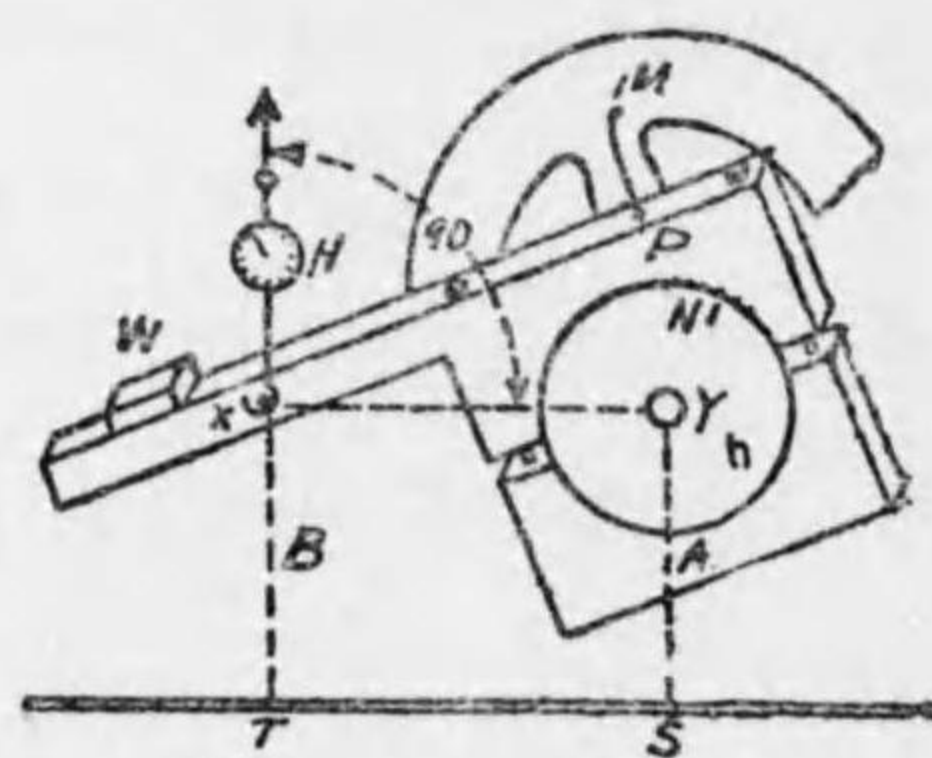
廻轉力 (Torque) 誘導電動機の廻轉力を測るには彈條衡 (spring balance) を用ゆると又特種の廻轉力指示器 (torque indicator) を用ゆるとの 2 法あり。

彈條衡を用ふる方法

にては第四十二圖に示すが如く 1 個の木製の制動用槓杆 (brake lever) を調車を圍んで取付くべし。

此槓杆の長さは被試験機の太さに関係するものなるが、夫を決定するには使用する彈條衡の  $\frac{1}{2}$  若しくは  $\frac{2}{3}$  を此槓杆に於ける最大の讀とするやうにすべし。今槓杆の X 點に彈條衡を取付け、此槓杆臂 (lever arm) の長さを X

第四十二圖



廻轉力測定之彈條衡法

Y に等しとす。又被試験電動機のフレーム上の M 點に一つの符號を印し、又 P 點に於て槓杆に一つの指示器を取付くること圖に示すが如くせよ。是に於て距離  $XT = YS$  ならしむる迄槓杆を上げ指示器の M の上に來らしむ。若し其槓杆自身の重量が機械の軸承摩擦に打ち克ちて其槓杆端が床面に觸るゝ迄回轉子を廻はすに不十分なる時は W に於て重りを附加せよ。

今若し彈條衡を上方へ引上て指示器 P が M の上に來りたる時は XY は TS に平行になり、X を引く力の方向は此機械の軸の中心線と 90 度の角をなすべし。此位置に於て總ての讀みを取れ。ダイナモメーター盤 (dynamometer board) 上の總ての開閉器を開きて交流發電機の殘留磁氣 (residual magnetism) を消去せしめ、指示器が M 點を通過する迄此槓杆を彈條衡上にて垂直に引上げ、而して指示器が M 點を通過する瞬間に彈條衡の讀みを取るべし。而して此讀を  $W + F$  とす。次に指示器が M 點を超えて若干の距離に達する迄槓杆を上昇せしめ、然る後又槓杆を低め槓杆が再び M 點を通過するに當りて衡を讀むべし。而して此讀みを  $W - F$  とす。善良なる讀みを得んには槓杆を出来る限り不變速度にて又寧ろ徐々に且安定に動かし、指示器が M 點を通過する度毎に衡の讀みを取らざるべか