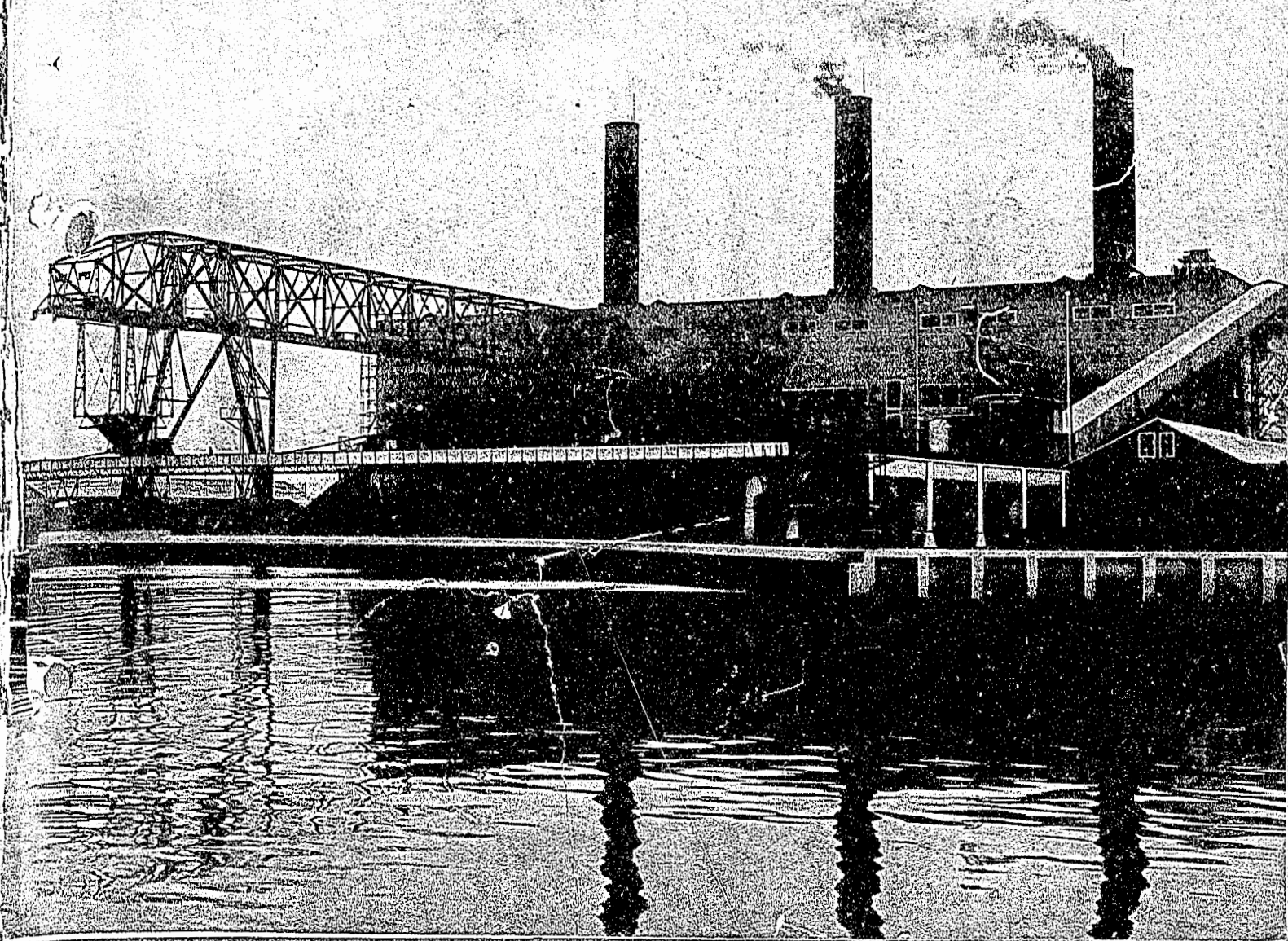


三菱電機

昭和九年 第十卷 第二號 二月

關西共同火力發電株式會社第一號 62,500 kVAタービン發電機に就て.....	13—20
關西共同火力第一發電所 21,000 kVA 主變壓器に就て.....	21—23
110 kV 2,000,000 kVA 油入遮斷器に就て.....	23—25
連應勵磁法と自動電壓調整器.....	26—30

三菱製第一號機 (62,500 k.V.A)
の据付を終つて送電を開始した
關西共同火力發電所全景

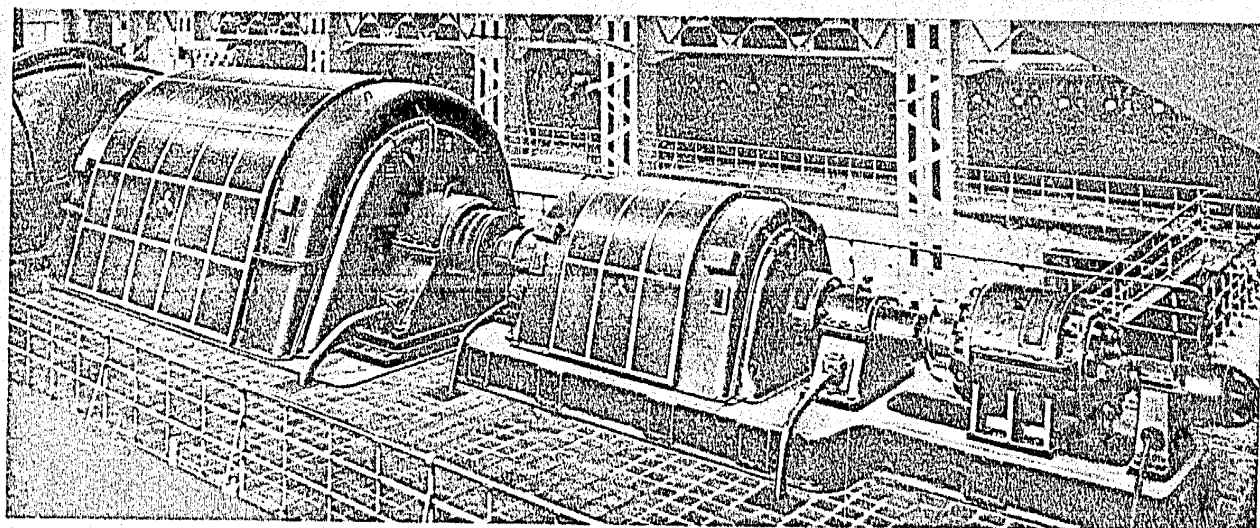


三菱電機

第十卷

昭和九年二月

第二號



關西共同火力發電株式會社第一號

62,500 kVA タービン發電機に就て

長崎製作所設計課長

石 黒 九 一

緒 言

タービン發電機製作の事業に着手して以來二十有餘年の貴重なる歴史と之れに伴ふ豊富なる經驗とを有する弊社は、近年火力發電所の異常なる勃興に従ひ新設或は増設さるべき此種發電機の御用命を殆んど一手に納め、何れも歐米一流品を凌ぐべき好成績を示し、多大の賞讃を博して居るが、關西共同火力發電株式會社の設立さるゝに當り其の第一號機製作の御用命を拜したのである。

本發電機は其容量 62,500 kVA でタービン發電機としてのみならず、回轉電機として東洋最大のものである。

昭和七年七月註文決定以來、計畫、製作、研究の全設備を活用して遂に約拾壹ヶ月の短期間に其工場運轉迄を完了し、直ちに之れを尼ヶ崎發電所に据付け、更に昨年十一月より試運轉を開始し、一回の支障もなく優秀な成績を以て十二月十八日逕信省の公式試験を完了し、本年一月十六日より營業運轉に入り、今日まで無停止の儘殆んど全負荷で運轉を繼續されて居る次第である。

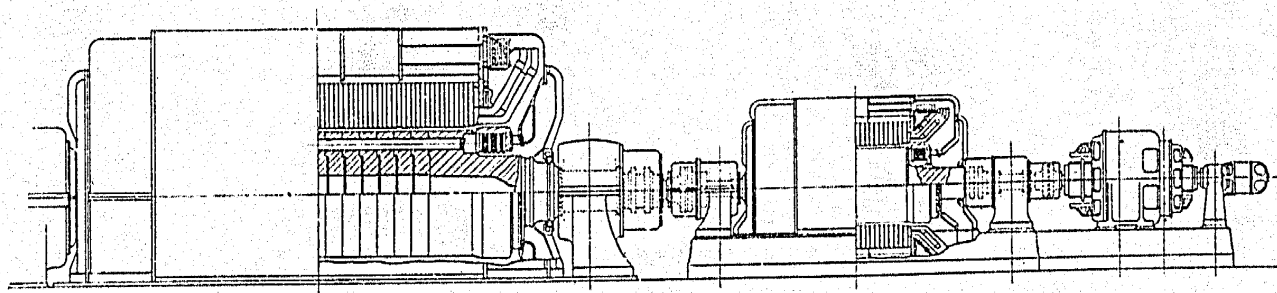
かかる記録的大容量の發電機其他設備一切を、比較的短時日の間に裝備、完成された事は、關西共同火力發電株式會社御當局各位の偉大なる御努力と其の優秀なる技術の然らしむるもの

として敬服措く能はざる所であるが、時局多端の際かゝる製品を見事完成し得たことは、弊社としても、邦家のため一臂の力を盡し得たものとして誠に欣快の情に堪えぬ所である。

要 目

主 發 電 機

型式	横軸 回轉界磁 空氣冷却器附密閉路通風式
最大連續出力	62,500 kVA
電 壓	13,200 V
力 率	80 %
回轉數	1,800 R.P.M.
周波數	60 サイクル
相 數	3 相



第2圖 62,500 kVA 13,200 V 1,800 R.P.M. 60 サイクル 三菱タービン発電機断面図

結 線 星形中性点抵抗接地

所内発電機

型 式 横軸 回轉界磁
空氣冷却器附密閉路通風式

最大連続出力 4,290 kVA

電 壓 3,500 V

力 率 70 %

回轉數、周波數、相數及結線

主發電機に同じ

勵磁機(主發電機用)

型 式 開放、他勵磁分捲式

出 力 180 kW

電 壓 250 V

回轉數 1,800 R.P.M.

勵磁機(所内發電機用)

型 式 開放、他勵磁分捲式

出 力 35 kW

電 壓 110 V

回轉數 1,800 R.P.M.

副勵磁機

型 式 開放、自勵、被捲式

出 力 3 kW

電 壓 110 V

回轉數 1,800 R.P.M.

計 畫 大 要

本發電機計畫上の主な特徴を挙げれば次の通りである。

イ、國產最大容量なる事

容量の點に於てはタービンと同様國產最大のものであつて、本機以前に於ける記録、弊社製 48,100 kVA、1,800 R.P.

M. を凌駕すること30%に及んで居る。

ロ、電壓の高いこと

大容量の發電機は送電線の關係上電壓の高いことは望ましいことであるが之は絶縁方式の進歩と並行すべきものであつて、國產機に於ては弊社製作になる 11,250 kVA、3,000 R.P.M. の發電機で 12,000 V が最高であつたが、本機に於ては更に高壓となつて居る。

ハ、通風装置の有効なこと

元來タービン發電機は高速度で機械的損失が大であるため、低負荷に於ては著しく能率が低下する。然るに本機に於ては回轉子軸に取付けられた内部送風機と、基礎上に据付けられた2台の外部送風機とを結合して用ひることにより、低負荷に於ける能率を著しく改善して居る。

ニ、組立式回轉子を採用したこと

本機の回轉子は實に 51 翅に及ぶもので、斯る大型の軸鋼を單一鍛鋼より得ることは今日の製鋼術の進歩の程度に於ては尙多少の不安があるため、本機に於ては、製品各部の製作が容易で検査を完全に爲すことが出来る點、信頼度の高い點等から特に組立式回轉子を採用して居る。

ホ、安定度の大きなこと

斯る大容量のものを、無用に形大なものとすることなく、且つ安定度を大ならしめることは相當考慮を要することであるが、本機は其の使用の性質上

特に安定度を大ならしめることとし、勵磁機は副勵磁機を用ひて速應勵磁式とし、尙自動電壓調整器としては感度の最も鋭敏な AJ 型勵磁機抵抗器型自動電壓調整器を用ひ、裝置全体としての安定度を大ならしめて居る。

ヘ、同期調相機としても使用し得ること

將來タービンより切離し、單獨に同期調相機としても運轉し得る様、カップリング及び軸受に其の準備工作をして居る。

其他本機には炭酸瓦斯自動消火裝置をも設けてある。

構 造

イ、安全なる組立式回轉子

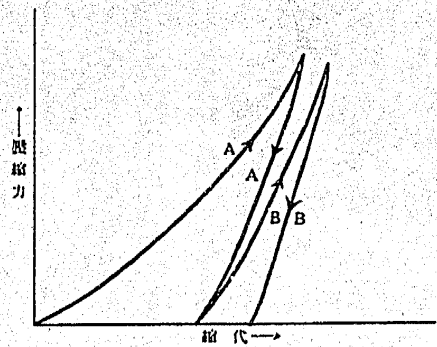
大容量の高速度發電機は現代科學の粹を應用する杓舞台である。之が高速度である點に於て先づ回轉子の構造及使用材料に種々面倒な問題が起る。現今のタービン發電機回轉子の構造を大別すれば單一鍛鋼式と組立式となる。前者は製鋼所から來た軋材にスロットを切つて線輪を納めさへすればよいので、製作は簡單である。然るに後者は製鋼所から來た素材を單一鍛鋼の程度となす迄に倣合せ面の仕上、ボルト孔の工作、ボルト製作、締付作業等の手間がかかるので、營利業者としてはかかる方法を採用するのは甚だ不得策である。それにも不拘、敢へて此の

方法を採用した理由は、製品の優秀を主眼とする弊社創立以来の不変の方針に従つた爲めである。以下簡単にその理由を説明する。

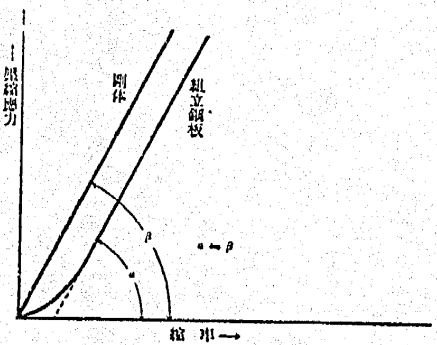
タービン発電機の材料で最も重要なものは軸材である。弊社多年の経験によれば大物の単一鍛鋼は熱処理に當り外部は内部よりも早く冷却するため、種々の悪い応力が内部に集中して所謂残留応力となる。又サンドマーク、パイプフロー、ヘークラック等の缺點が起り易い。之は一應は内部に孔を明けて検査すればよい様なものゝ、本機のように大型のものになれば回転子の直径も大きくなり、光學的、化學的或は電氣的等種々の試験方法を採用しても今日の所では之を充分明かにすることは出来ない。斯界の先輩たる外國製作者も大いに苦心した所であるが、製鋼術及びその試験方法が發電機の要求する程度迄進歩して居ないため、甚だ不安なものとなるのを免れ得ない。此の材質上の不安を征服したものが組立式である。

組立式は素人考へでは不安の様に思はれるが、現在の製鋼術の進歩程度と

材料力學の進歩程度とを考へ合す時には此の構造が不安でない事が納得出来るのである。本機に採用された構造は回転子鉄心部の13枚の鍛鋼圓板を2個の軸端の間に入れ、4本の強靱なボルトで締付けたものである。此の鍛鋼圓板は約200mm厚さの高張力炭素鋼の打物であつて、鍛錬もよく利き、熱処理も容易であるから、不均一冷却等による残留応力もなく、材料試験も甚だ容易である。従つて中心部には充分大きな孔を明ける事が出来るので、不良部分を除き、重量を軽減し且つ磁氣抵抗の均一なものを得ることが出来る等の長所がある。兩側の軸端も高張力炭素鋼であるが、之とても単一鍛鋼に比べれば遙かに小さいので、充分に材料を吟味することが出来る。而して之等を磁極中央に通された4本のボルトで締付けるのである。此のボルトこそは本構造の心臓とも云ふべきもので、材料は高張力ニッケルモリブデン鋼の優秀なものである。之は前者よりも尙形が小さいので、鍛錬といひ、試験といひ、充分に出来るので、何不足なき完全無缺の材料を用ふる事が出来る。加之そ



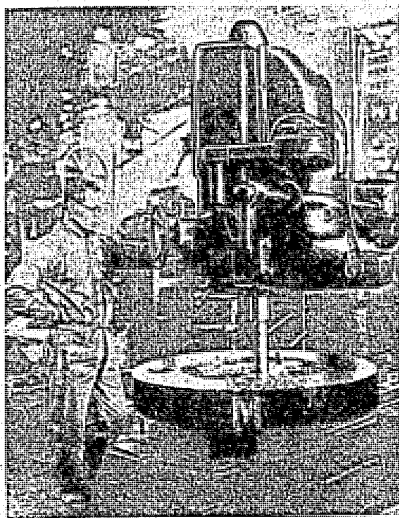
第5圖 組立式回転子の壓縮特性曲線



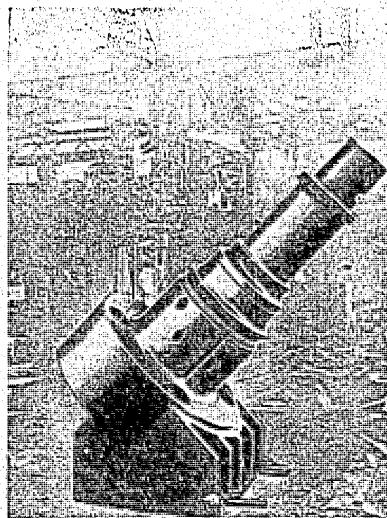
第6圖 組立式回転子の弾性係数

の工作に當つては優秀なる熟練工の腕前と、顯微鏡的に嚴密なる各段階の検査と、深遠なる理論に基ける締付と相俟つて、之等部分品が単一鍛鋼の形に組立てられるのである。

この圓板を組立てたものが単一鍛鋼と同様な性質を持つと云ふ基礎的理論を極く簡単に説明すれば次の様である。先づ重ね合はされた鋼板に荷重を掛けて壓縮變形せしめ、次にこの荷を輕じて零となせば荷重と壓縮との關係は第5圖Aのようになる。次に又壓縮して荷を取ればBの様になる。斯の如く繰返して荷を掛けければ第二回目以後の壓縮特性は殆ど類似して来る。この第二回以下のものが第一回のものに比して非常に異なるのは、鋼板の表面は仕上げであつても顯微鏡的に云へば凹凸があり、之が壓縮に依つて潰されて永久變位を起すからであつて、一度永久變位



第3圖 組立式回転子軸材の加工



第4圖 組立式回転子軸端の加工

を起せば壓縮特性曲線は第5圖Bの様になつて、その變形は殆んど負荷と比例する様になり、一塊のものと同様の特性を表はすので弾性系統は剛体のそれに非常に接近させることが出来る。

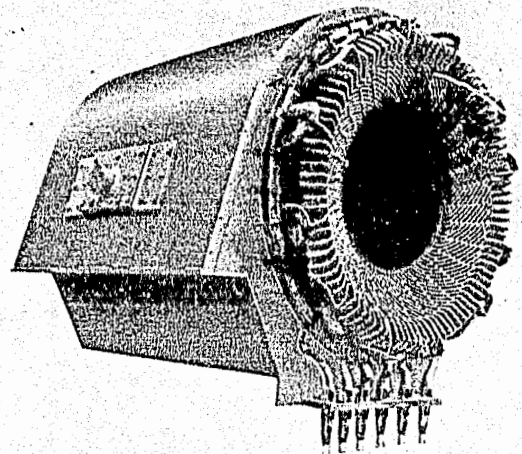
次に之をボルトで締付ける時は、このボルトの断面積と、圓板の接觸面積との割合が適當に撰ばなければならない。之は又ボルト及び圓板の性質をも考慮し、軸として出来上つた時之にかゝる彎曲應力の圓板及びボルトにかゝる部分を分析し、この彎曲應力と、締付けた力の關係をも考へねばならない。壓縮應力が彎曲應力よりも小となれば軸は不連続を起すから、この系統を剛体と考へる事は出来なくなる。併し組立圓板の場合はこの條件だけで満足することは出来ない。それは前記の弾性係数の問題があるから、この圓板間の壓縮力は上記條件以外に所要の弾性係数を出させる様な壓力を加へておかねばならぬ。而もこの圓板は後にはスロットを切られるのであるから、スロットが切られて線輪が納められ、既定の過速度試験がなされ、線路の故障で餘分の回轉力を受ける等總ての條件を考慮して、各部の寸法、材料、締付方法等が決定されるのである。斯くして出来上つたものは軸方向の單純な應力及び彎曲モーメントに對しても恰も鋼体の様に作用する事は力學的計算に

依つて明かとなる。此の點が單にボルトを通して外形だけ整へたものと力學的に根本的に異なる點である。

尚組立式は材料的には各部が詳細に試験が出来、技術者としても不安の影を全く一掃し得る特徴がある。斯くして組立てたものにスロットを切れば第7圖の様になる。

ロ、回轉子線輪—— アスベストスペークライトの端部絶縁

線輪は成形された軟鋼帶である。成形後には成形作業に依る各部の歪を取るため、よく焼鈍して抵抗の増加を防ぐ。スロット内では各層間及びスロット内壁とはマイカで絶縁して居るから高温に堪える事が出来る。通風孔の設計上、スロット内では冷却空氣が直接線輪に觸れる所がないので、スロット絶縁を簡単にし、空間を有効に利用する事が出来る。線輪端部は保持環で保護して居る。この保持環の内側絶縁及び線輪上部絶縁としては、アスベスト・ベークライトの型物を用ひてゐる。この絶縁物は線輪の遠心力による壓縮力を受けながら勵磁電流の變化により線輪自身が伸縮するために生ずる保持環との間の圧り力を受ける。故にこの絶縁は單に電氣的に優秀であるのみならず機械的にも之等壓縮及び圧りの合成力に堪え、且つ耐熱性を充分に有するものでなければならない。之に關し種々研究の結果採用されたものがこのアスベスト・ベークライト絶縁



第8圖 捲線を終つた固定子

物である。之は以上の諸點を完全に満足させる性質を持つてゐる。

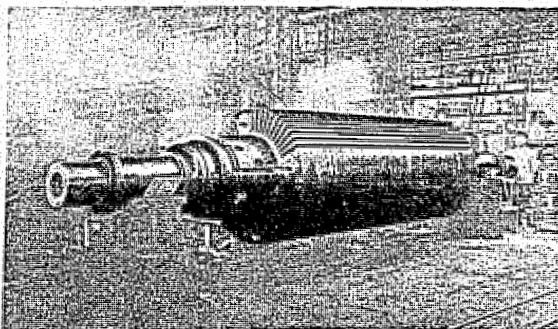
ハ、強力なる線輪保持環

回轉子端部線輪はスロットから自由に突出して居て、運轉中には大なる遠心力を受けるので、之に對し線輪を保護するには強力な保持環を必要とする。本機に用ひたものはニッケルモリブデン鋼の打物で、毎平方吋92ト以上の強さを有して居る。而してこの保持環は軸体に焼付けられ、而もこの部分は二段付きになつてゐるため、運轉中遠心力や、線輪の延びに依る圧りを受けても絶対に弛む心配がない。この取付方法は單に之等應力に對して強固であるばかりでなく、その良否は動的平衡の良否に關するものであるから細心の注意をもつて製作されてゐる。

端部の平衡環と保持環とは各々焼付けによつて回轉子鐵心部と一体となつてゐるが平衡環と軸とは間隙を有し、この間隙から回轉子冷却用の空氣が回轉子内部に進む様になつてゐる。

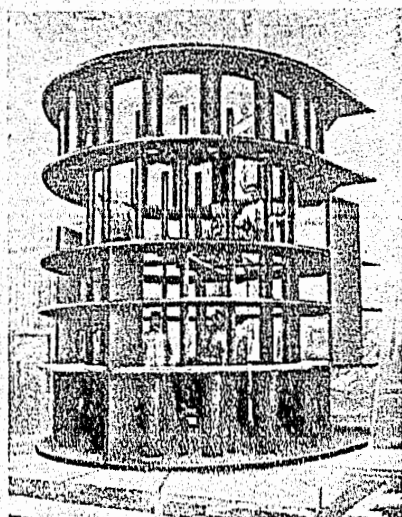
ニ、鐵心——各部の温度上昇均一なること

電氣鐵板は八幡製鐵所製の優良國産品であつて、打拔作業後周邊の應力を取るために充分焼鈍してあるので、原



第7圖 スロットを切つた組立式回轉子

材よりも鉄損を甚だしく減少し、能率もよくなつて居る。各鉄板間には充分な絶縁を施し、且つ之を複式放射通風式に数十部分に仕切つて積重ね、この背部を空気取入口、及び排出口としてゐる。



第9圖 鋸接中の固定子枠

斯くすれば鉄損を生ずべき發熱點が多くの部分に分たれ、又銅損による熱の通路が増し、空氣に觸れる部分が増大するのみならず、溫度の上昇し易い中央部に新鮮な冷却空氣を送るので、鐵心全長に亘つて溫度上昇が均一となる。

ホ、發電子線輪—絶縁力の大きな
ブラックボンド・マイカルタ
フオリウム絶縁

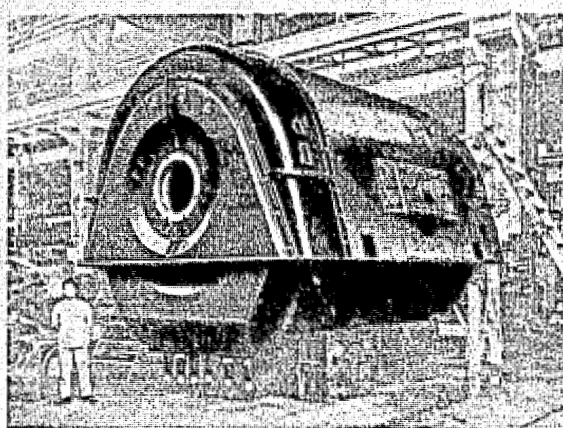
大容量の發電機で國産のものでは、弊社製日本窒素肥料株式會社延岡工場納 11,250 kVA、3,000 R.P.M. のものが 12,000V で最高であつたが、本機に於ては之よりも高く 13,200V であるため絶縁が重要な問題となる。

各導線は数十本の細分された銅帶より成り、之をマイカで絶縁して渦流損失を減少させてゐる。之等を適當に纏めて加熱して整形し、この外周に線輪としての絶縁を施す絶縁としては弊社獨得のブラックボンド・マイカルタフオリウムを用ひてゐる。從來マイカを用

ひて絶縁する場合マイカの接合劑として種々のシェラックが用ひられるが、在來のものでは固り方はよく休養は良かつたが、一度固つたものに少し無理が來るとゴロゴロになるとか、シェラックのみが固りすぎてマイカの方を割す事になつたりして、大型發電機用としては種々の缺點があつたが、このブラックボンドでは此等の缺點がなく、縮りが良くて膨れが無く、殊に大なる特徴とする所は誘電体損失が非常に少く、且つコロナが発生し難い事である之を均一に加壓しながら使用溫度以上の高溫で線輪に捲付けてゆくのである又本機之の如く高壓となれば絶縁外部のコロナ發生が甚だしくなるので、外部には半導体塗料を塗布してこの損失を防いでゐる。

ヘ、鋸接固定子枠

固定子枠は鋼板及び形鋼を鋸接して作つたもので、鋸物に比し重量軽く強度も大である。この枠の内部は長さの方向に5部に仕切られ空氣の出入口となつてゐる。鐵心をこの枠に取付ける



第11圖 完成せる固定子

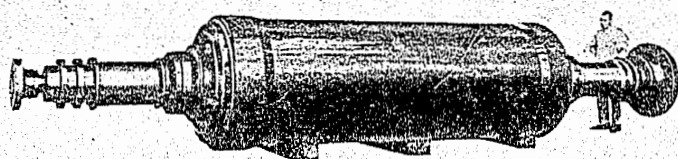
ためには鳩尾狀嵌合せを用ひず、簡単な丸棒を用ひて居るので、工作時間を非常に短縮する事が出来る。

ト、其他

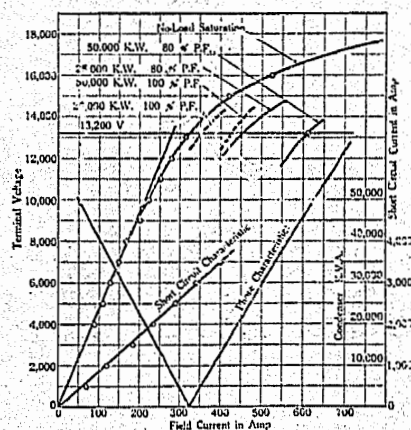
滑動環——滑動環の材質はクロームニツケル鋼で磨耗が少く、又此の表面には螺旋溝を切つて居るので冷却がよく、且つ整流が良好である。

鋸接送風機——同轉子鐵心の兩端に取付けた内部送風機はその翼を鋸接で作り、鋸接を廢した爲め、風の流れが整へられ、能率を良くする事が出来る

點檢ランプ——固定子の状態を運轉中點檢するため點檢窓を設ける事は一般に行はれて居る所であるが、本機の如き全閉型のものでは窓があり乍ら採光が不充分でその用をなさない事がある。本機は此點に對し運轉者の便宜を



第10圖 完成せる回轉子



第12圖 調相機としての特性曲線

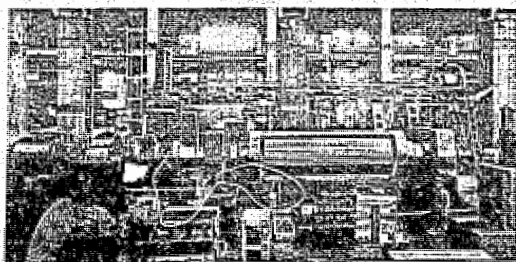
考へ側壁内に電燈を取付けて内部を明るくして居るので、運転中點検窓の外から内部の状態を容易に點検し得るので甚だ便利である。

チ、調相機として運転し得ること

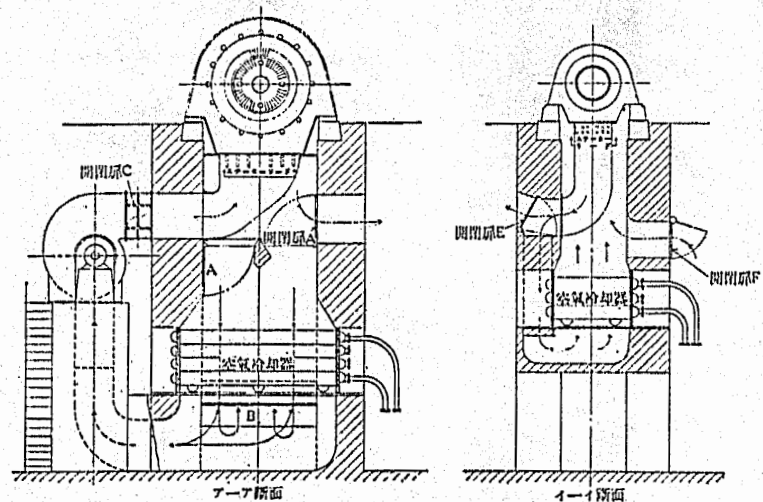
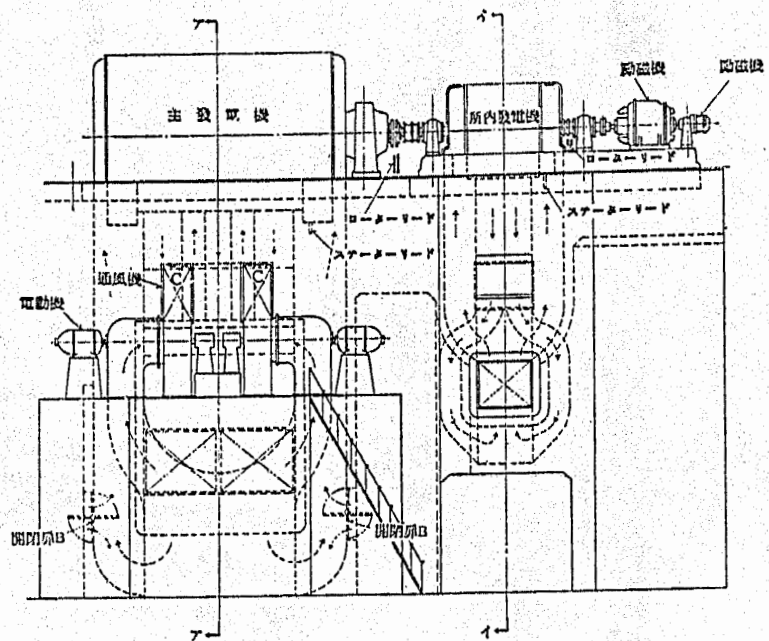
本機は將來調相機として運転し得るためタービンと發電機との間の接子は簡単に切離し發電機だけを單獨に運転し得る様になつて居る。尙此際起動を助けるため各軸受には高壓油を供給して回轉子軸を油膜上に浮き上らせ得る構造となつて居る。調相機としての特性は第12圖に示す通りである。

平衡調整及乾燥

回轉子が完成すれば先づ靜的平衡を調整し、尙假に動的平衡をも調整した上で乾燥運転を行ふ。乾燥運転に際しては速度を既定速度に保ち、回轉子線輪に電流を通じて之を熱し、その周囲の空氣溫度を實際運転時以上の高溫度に保ちつゝ線輪絶縁に用ひたヴァニッシュ等の揮發性或は液化性材料が充分外部に分散し終るまで連続する。かくすれば實際運転中、動的平衡の狂ふ恐れがない。かくして線輪や絶縁物が落付いた所で末廣久野式動的平衡調整機にかけて嚴密な調整をする。第13圖は調整中を示したものであつて本調整機は實に100,000 kVA の回轉子の動的平衡を調整し得る容量を有するものである。動的平衡の調整は高速發電機の生



第13圖 末廣久野式動的平衡調整機にかけて調整中の回轉子



第14圖 發電機通風方式

命線であつて、此の調整機によつて調整されたものは、現場に据付けて後も基礎工事の確實なる限り些少の振動をも起さないことは實物が雄辯に之を物語つて居る。

通風方法

イ、固定子の通風

固定子は前記の様に複式放射式を採用し、固定子枠内に二ヶ所の空氣取入口と、三ヶ所の排出口とを設けて居る。

こう云ふ風にすると固定子の溫度分布が均一になると共に、所要冷却空氣を送るべき壓力を減じ得るから通風動力を減じ能率をよくすることが出来る。

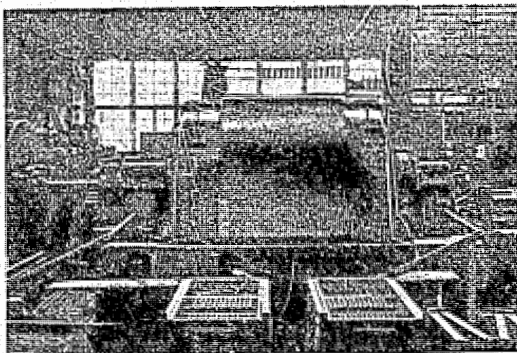
ロ、回轉子の通風

發電機の出力を左右する因子は種々あるが、タービン發電機では殆んど回轉子の溫度上昇が最大の因子となつて居る。故に回轉子の冷却方法の巧拙は發電機の性能に大なる関係がある。本機に於ては回轉子の冷却空氣は線輪保持環内に入り、此部の軸体に設けられ

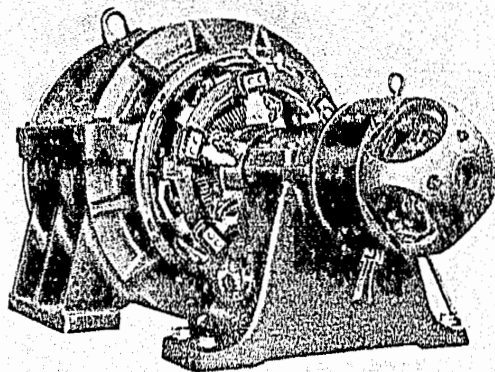
た孔から軸体内の中心孔に入る。此の中心孔は圓板の中心に設けたもので、各圓板の接觸面には齒に相當する部分に放射狀の溝があつて、中心孔の風は此の放射溝を通つて齒を冷却して空際に出る。又回轉子表面は空際を通る空氣に依つて冷却される。回轉子内に於ける冷却空氣の通路を有效適切に、且つ簡單に加工し得るのは組立式構造の特徴である。

ハ、送風機及び通風路

送風機は回轉子軸に取付けられた内部送風機と、發電機基礎外に設置された2台の外部電動送風機とから成り立つて居る。タービン發電機に於ては送風機による損失は全損失中の大部分を占めるものである。故に内部送風機のみによつて全負荷に對して必要な空氣を送り得る様にすれば、其の損失は負荷の如何に拘らず一定であるため低負荷に對する能率は著しく低下する故に此の缺點を補ひ、低負荷の能率をも良くするため、内部送風機は容量を小にして、負荷が約 20,000 kW 以下の場合に必要な空氣を送り得るに止めて居るから、低負荷に於てもその損失は小である。負荷が増して約 35,000 kW に達する迄は之に外部送風機を1台追加しそれ以上になれば外部送風機は2台共運轉する。



第15圖 所内發電機



第16圖 勵磁機

外部送風機は内部送風機と比べて能率がよいため全負荷に於ても送風損失を制限することが出来、且つ内部送風機を有する故、外部送風機故障の場合にも全然負荷を切つてしまふ必要がない。尙之等送風機の切換は負荷に應じて自動的に行ふ構造となつて居る。

次に通風路は第14圖に示す通りであつて、内部送風機の場合には外部送風機出口のダムパーは閉止されて居るので、固定子から出た空氣は空氣冷却器に冷却され、前後に分れて固定子側覆下部から吸込まれる。外部送風機が運轉すればこの通風路の他に冷却器に冷却された空氣の一部分は外部送風機によつて固定子枠下部から發電機内に送り込まれる。故に内外送風機は並列運轉をなすことゝなるから、各送風機の設計に當つては壓力の不平衡を起さない様注意を拂つて居る。

空氣冷却器を使はない時は、冷却器

吸込側のダムパーを閉ぢ、吐出側ダムパーを開く。吸込側ダムパーを閉ぢる事は同時に發電機から出た空氣の基礎外への排出口を開くことゝなり、冷却器下側の

ダムパーの口から吸込まれた空氣は直に外部送風機により側覆或は固定子下部に到り發電機内に入り之を冷却した後固定子下部に出て基礎外に出る即ち開路通風となる

所内發電機

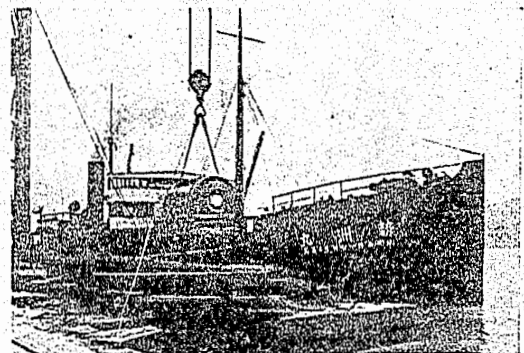
所内發電機の構造は大體に於て主發電機に類似し、固定子は鉚接枠を用ひ鐵心は複式放射型に積んで居る。回轉子は小さいため單一鍛鋼である。尚通風用の送風機としては内部送風機のみを用ひて居る。

勵磁機

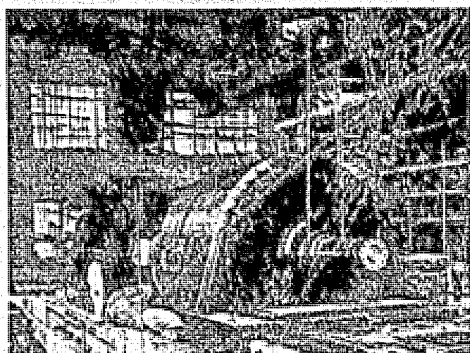
主發電機用及び所内發電機用の各勵磁機は場所を節約するため共通鐵轡を用ひ、此中に2組の界磁線輪を納め、發電子は共通軸上に2組の發電子を備へて居る。之等の界磁は何れも此の主勵磁機端に懸垂せる副勵磁機によつて勵磁されて居る。

特性

本機は昭和7年7月22日計畫を開始し、製作を進めつゝ翌8年6月12日無事工場運轉を終り、直ちに發送し現場の諸工事の進捗を待つて組立を開始し11月2日嚴かに修祓式を行ひ茲に初めて我國最初の 62,500 kVA 發電機は運轉を開始したのである。直ちに諸調整



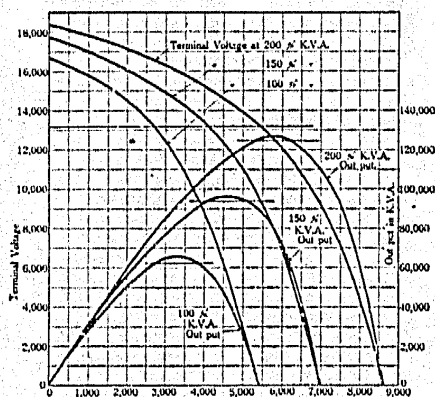
第17圖 船積中の發電機



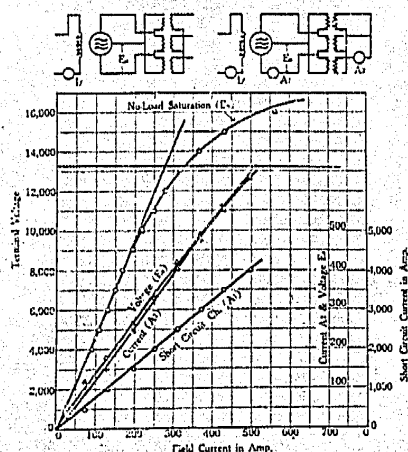
第18圖 現場搬付中の発電機

及び諸試験に取掛り12月18日無事逓信省立會試験を終了したのであるが主たる試験の結果を挙げれば次の通りである。

第19圖は無負荷、短絡及び負荷特性曲線であつて丸印は測定點である。V曲線は前記諸曲線より導かれたもので、調相機としての特性を示して居る



第19圖 100%、150%、200%負荷に於ける安定度曲線



第20圖 逓信省立會試験の際の特性曲線圖

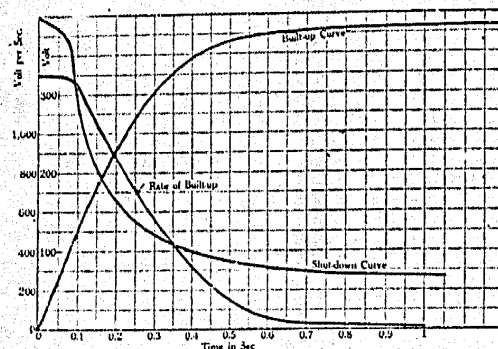
又第19圖は此の発電機の100%、150%、200%負荷に於ける安定度を示して居る。次に第20圖は逓信省立會試験の結果で装置の都合により圖示の様な結線に依つたものであつて前記以外の諸結果が出て居るので掲載したものである。

第21圖は主発電機

の電壓確立曲線で、確立度の大きな所では1,300V/secの値を示して居る。

尚各機は實際負荷によつて熱試験を施行され、何れも充分餘裕を以て終了することが出来たのである。

尚最後に現在弊社に於て製作中のタービン発電機を別記すれば次表の如く



第21圖 主發電機の電壓確立曲線

であつて、總台數 27台、總容量實に231,465 kVA に達して居る。此内31,250 kVA、3,600 R.P.M. のものは此の回轉數に於ける世界の記録を破るものであつて、斯界注目目的となつて居るものである。

弊社に於て目下製作中のタービン發電機一覽表

出力 kVA	力率 kW	電 壓 (V)	同 轉 數 (毎分)	周 波 數 (サイクル)
三 菱 タ ー ビ ン 發 電 機				
3,125	2,500	80	3,300	3,600
3,125	2,500	80	3,300	3,600
3,125	2,500	80	3,300	3,600
3,125	2,500	80	3,300	3,600
3,125	2,500	80	3,300	3,600
3,125	2,500	80	3,300	3,600
10,000	8,000	80	3,300-3,530	3,600-3,852
10,000	8,000	80	3,300-3,530	3,600-3,852
4,500	4,000	90	3,300	3,000
31,250	25,000	80	11,030	3,000
31,250	25,000	80	11,060	3,000
31,250	25,000	80	11,000	3,000
7,500	6,000	80	3,300	3,600
7,500	6,000	80	3,300	3,600
31,250	25,000	80	11,000	3,600
1,715	1,200	70	3,300	3,600

三菱ユングストローム・タービン發電機

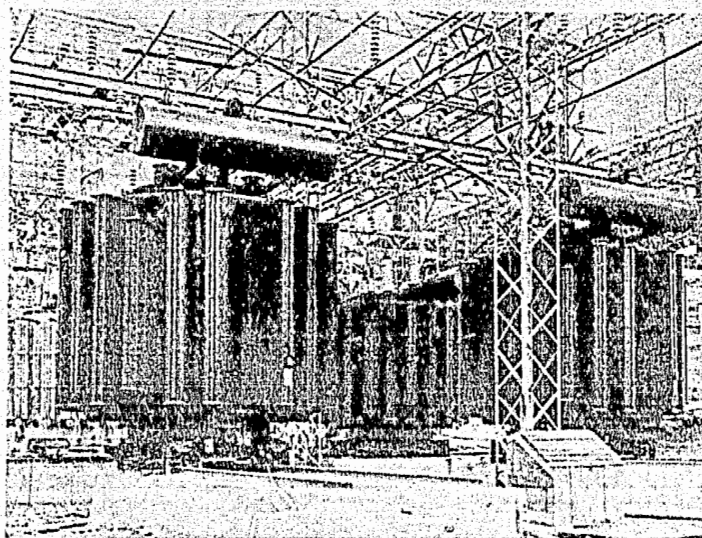
1,750	1,400	80	3,300	3,000	50
3,500	2,800	80	3,300	3,000	50
12,500	10,000	80	2,200	3,600	60
5,250	4,200	80	3,300	3,000	50
8,750	7,000	80	3,300	3,000	50
1,750	1,400	80	3,300	3,600	60
8,750	7,000	80	2,200	3,600	60
875	700	80	3,300	3,600	60
5,250	4,200	80	3,300	3,600	60
1,750	1,400	80	3,300	3,600	60
875	700	80	3,300	3,600	60

關西共同火力第一發電所

21,000kVA 主變壓器に就て

變壓器設計係

小 野 寛



第 1 圖 使用状態に於ける 21,000 kVA 變壓器

弊社は昨年關西共同火力發電株式會社の御注文で 21,000 kVA 主變壓器 6 台を納入し、尙目下同様のもの 3 台を製作中である。本變壓器は其の出力並に電壓に於いては特に記載す可き程のものでもないが、從來の大容量火力發電所用變壓器として普通殆ど標準と見做されて居つた屋內設置循環油冷式構造に依らず屋外設置の自冷式が採用せられた事、變壓器捲線絶縁と送配電系統の絶縁の高度を合理的ならしむ可く考慮の拂はれた事、並に變壓器能率を特に良好ならしめた事等に於いて多少の特徴を有して居る。以下主として之等の諸點に就いて記述することゝする。

冷却方式に就て

拾年昔の事を考へると大容量變壓器は殆皆水冷式或は循環油冷式即ち外部冷却装置を必要とするものが採用せられて居た。此の時代には製作側から見ると自冷式大型變壓器に是非必要な放熱器の製作費が相當高價であつたため自冷式變壓器と水冷式變壓器との値開は現代に於けるよりも遙に大きなも

のであつた。又變壓器を使用せられる電力會社の立場から見ると、此の時代には未だ變壓器の能率などは大した問題とはならず、又現場に、運轉に、配屬せられる技術員の數も相當多く、變壓器の監視なども充分に行き届いた時代で、強いて高價な自冷式變壓器を採用する必要は無かつたのであらう。

然し乍ら現在に於いては事情は變化した。變壓器運轉中の電力損失は、投下固定資本と同様に見做される様になつた。變電所配屬の技術員は最少限度に減らす事が必要な時代となつた。従て能率の良い又監視の必要の少い自冷式變壓器を採用する方が假令初めの建設費は多少高くとも、結局に於いては此の方が經濟的である。又製作者に於ても放熱器の構造が漸時標準化せられ大量生産に依つて製作費が著しく切り下げられたため、現代に於ては自冷式變壓器は水冷式變壓器に比較し昔程大なる値開きは無くなつたのである。

水冷式或は循環油冷式の如くポンプその他の外部冷却装置を使用する方式に於いては、之等の冷却装置に故障のある場合には、變壓器は全々負荷に堪

えず、單に回路に接続して置くだけでは鐵損に依つて過熱する。自冷式變壓器に於いては此の様な惧は全くない。

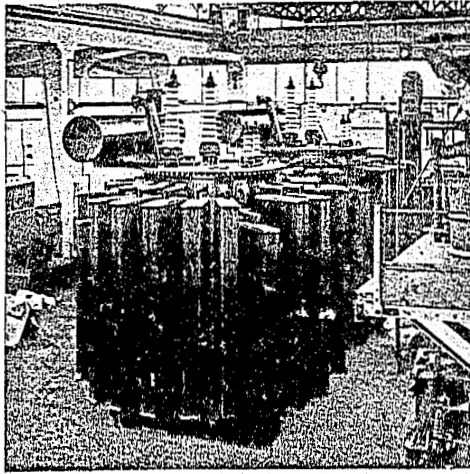
最近發達した放熱器送風式變壓器に於いて送風機を停止し、自然冷却としても尙全負荷の 70% 位迄の連続負荷に耐え得る。而して送風装置は變壓器の温度に依り自動的に制御せられるから此の冷却方式は監視の上に於いては普通の自冷式變壓器と同様のものと見做し得る。現在の標準放熱器に於いては變壓器の容量が 40,000 kVA を超過する様な大きなものになると、放熱器數が非常に増加し、可成り高價なものとなるから、此の場合には寧ろ放熱器送風式を採用する方が適當であるが、30,000kVA 以下位の容量に於ては是非單純簡明な自冷式を適當とする。

從來我國の代表的火力發電所に於いては主變壓器は淡水の得られる場合には水冷式とし、淡水の得られない場合には外部油冷却器を用ひて海水を使用する循環油冷式が採用せられて來たのであるが、關西共同火力株式會社第一發電所に於いては、種々研究の結果、主變壓器を屋外用として自冷式を採用

せられた事は定に意義ある事と思ふ。

第1圖は發電所現場に据附けられた
上記變壓器で下記定格を有する。

曝露せられるネジ類、ボルト等は眞鍮
或は鋼にカドミウム鍍金を施したも
のを使用した。



第2圖 工場試験中の21,000kVA變壓器

出力 2,100kVA 連続定格
單相 自冷式 屋外用
60サイクル
一次 12,500V (13,200Vに使用)
二次 84,000-80,500-77,000-
73,500V.Y.

第2圖は工場試験中の本變壓器、第
3圖は變壓器中身を示すものである。

潮風の影響

本變壓器は尼ヶ崎港の海中に突出せ
る埋立地に設備せられ、海水を多量に
含む潮風に曝露せられる關係上特殊の
考慮が拂はれた。

一次並に二次端子套管に就いては種
々試験の結果77,000V側には115,000V
標準套管を使用し、又13,200V側には
34,500V標準套管を使用した。之等の
套管の乾燥閃越電壓は夫々360,000V
及140,000Vである。第4圖は二次側
套管の外面を海水に浸した場合の閃越
試験の状態を示すものである。

外函並に放熱器の塗料には普通のオ
イルペイントは用ひず、特殊ラツカー
を使用して三回塗りとした。又外部に

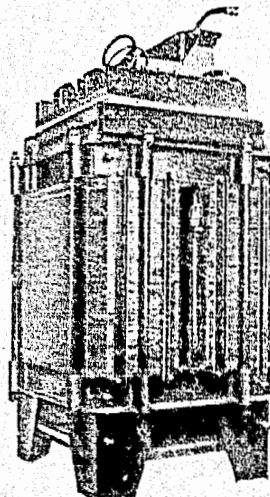
能率に就いて

變壓器の電力損失を投下固
定資本と同様に取扱ふこと
は漸時我國に於いても考究せ
られる様になつた。假令値段
は少し位高くても、能率の良
い、損失の少い變壓器を使用
することが結局に於いて經濟
的である。1kWの電力損失
が投下資本何圓に該當するか
といふことは、電力の單價負

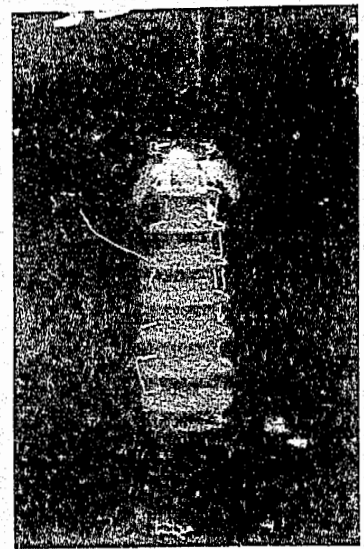
荷率金利等によつて計算せらる可きも
のであるが、概略200乃至500圓位の
固定資本に該當すると考へられる。

能率の良い變壓器を作るためには第
一高級鐵心材料を使用することが必要
であるが、我國の現状に於いては是非
國產材料を使用する關係上、米國の製
作者の如き飛切り上等の鐵心材料を使
用することは困難である。從而鐵損を
小ならしむるためには相當に低い磁束
密度に設計することが必要である。

銅損を小ならしむるためには電流密
度を低く設計する必要があることは勿



第3圖 21,000 kVA變壓器中身



第4圖

海水に浸された二次側套管の閃越試験

論であるが、同時に導體内の渦流損失
を減少せしめる様に線輪の配列並に銅
帶の寸法を決定することが必要である
第5圖はシェル型變壓器線輪の一部斷
面を示すものであるが、導體は所謂
Sub-divided Conductorと稱するもので
漏洩磁束と直角の方向に於ける銅帶幅
を小ならしめることに依つて、銅帶内
の渦流損失を減少する様特に銅帶を二
つに割つて各々に渦流を防止するだけ
の絶縁を施し、此等二本を合して後に
捲回間に厚い絶縁を施した構造である
此等導體の絶縁としては高級なマニラ
紙テープを使用し、特殊の工作機械に
依り緊密に銅帶に捲き付るものである
實際測定の結果に依る本變壓器の能
率は温度75度Cに於いて下記の値とな
つた。

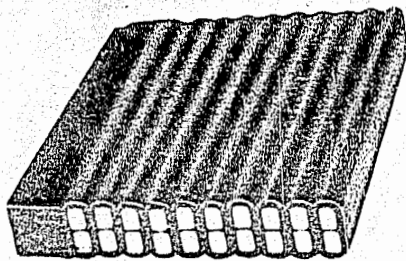
全負荷能率.....	99.34%
¾負荷能率.....	99.39%
½負荷能率.....	99.37%
¼負荷能率.....	99.10%

尚工場試験に於ける本變壓器の温度
上昇は全負荷連続試験に於いて抵抗法
に依り44度Cとなり、負荷耐量に於い

て綽々たる餘裕を示して居る。

絶縁に就いて

高電壓送配電系統に於いて絶縁を破



第 5 圖 線輪の一部断面

壊する様な高い異常電壓の値は、其系統に使用せられる線路碍子等の閃絡電壓に依つて定まるものと見做され、此の系統に接続せられる變壓器の衝撃電壓に對する絶縁高度は、變壓器外の全系統の絶縁高度よりも高い事が必要である。之が所謂 Co-ordination of insulation strength of the system と稱せらるゝもので、要するに送電系統に於いては變壓器捲線の絶縁を最高とし、次が變壓器套管、線路並に變電所構内

の碍子類の順序に絶縁高度を配列することが合理的である。

本變壓器に於いても發電所構内の碍子其の他器具並に送電線路碍子の絶縁高度より考へ、一次 13,200V 側捲線に於いては 34,500V の標準絶縁を施し、又二次 77,000V 側捲線には 92,000V の標準絶縁を施す設計とした。

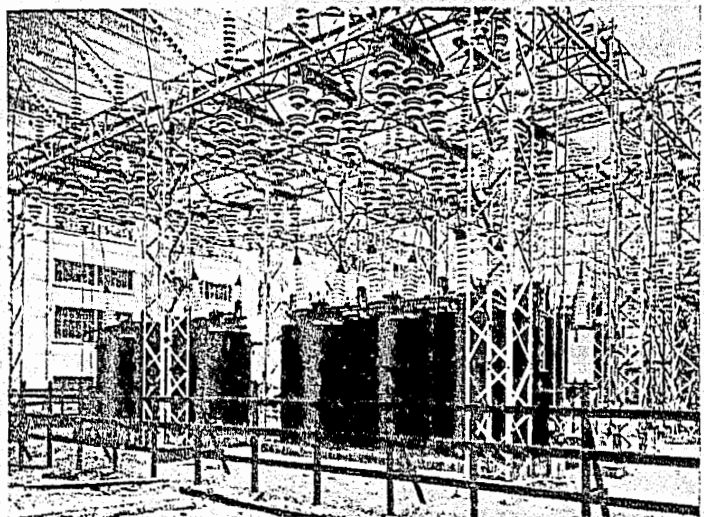
之等變壓器絶縁の合理化等に就いては尙稿を更めて詳細記載する事と致したい。

110kV. 2,000,000 kVA

油入遮斷器に就て

配電盤設計係

浅井 徳次郎



第 1 圖 關西共同火力發電所に据付けられた 110 kV 油入遮斷器

今回關西共同火力發電株式會社の御註文により、電壓 110 kV、電流 800A、遮斷容量 2,000,000 kVA の油入遮斷器 6 台を製作納入した。此の油入遮斷器は電壓 77 kV の回路に使用せられるものであるが、据付場所が海岸であるため、汐風の影響を考慮に入れて電壓 110 kV に耐え得るものを、又關西の大電力會社の電力系統が悉く此邊で連絡せられるため、一朝線路に短絡故障が起つた場合、非常に大きな電力を遮斷せなければならない立場から

2,000,000 kVA と云ふ實に記録的大容量のものとなつたのである。

以下本油入遮斷器 GO-3 型に就き其の原理及構造を記述することとする。

構 造

第 1 圖は此の油入遮斷器の外観を示すもので、3 個の獨立油槽と操作電磁石とから成り立つて居る。各油槽の内部には固定接觸部、可動接觸部及び之を動かす機構を含み、電弧遮斷時の瓦斯壓力に依る遮斷速度の減少を完全に

防止すると共に、防濕の目的を達して居る。而して之等の機構は回轉軸によつて連結管に連結せられ、連結管は 3 個の油槽をつなぎ、前面の電磁石兩に連結せられる。而して此の回轉軸機構のため、各油槽並に電磁石の間に油及び瓦斯の出入が無いのである。

油 槽

油槽は丈夫なボイラー型で、凡て電氣銲接で作られ、圓筒の上下に鏡板を取付た形であつて、夫々其の厚さを適當に選定し、各部の強さを均等ならし

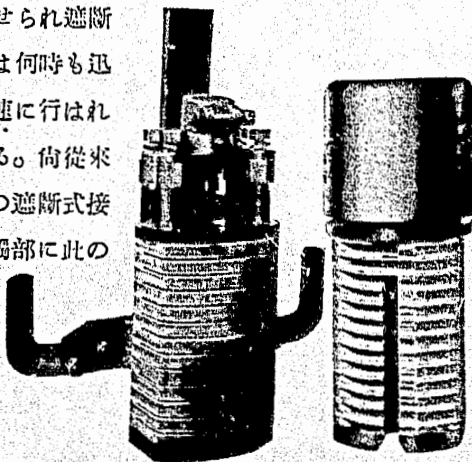
めて遮断時の内壓に對し充分耐え得る様にしてある。尚毎平方糎につき 10 疋の水壓で 10 分間の試験が施してある

接 觸 部

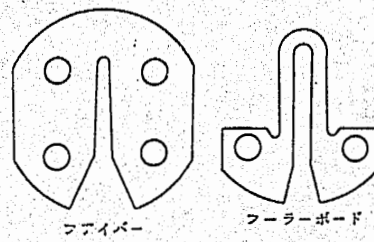
此の油入遮断器にはデアイオン・グリッド型の接觸部が取付けてある。之は弊社獨得のもので、固定接觸部と可動接觸部とより成り、前者は油槽の上蓋に或る傾斜を以て取付けられた套管の下部に取付けられ、油槽中適當な深さの位置に浸漬されて居る。之に對し可動接觸部は油槽上蓋の内側に取付けられたリンク機構部に連結されて油中に懸垂され、所定の行程を以て接觸部の開閉を司つて居る。

抑々交流用遮断器に於ける電弧電流の遮断の際の現象を調べて見るのに、接觸部が開放せられた時其の間の流体の絶縁耐力が回復する速度が、其の間は現はれた電壓の上昇する速度より早い程遮断は迅速に行はれる。而して此の電壓の上昇する速度は電氣回路の状態で定まり、又流体の絶縁耐力が回復する速度は使用せる流体の種類及遮断部分の構造で定まる。即ち消イオン現象が速かな程、遮断は迅速に行はれる

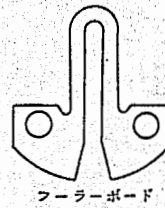
第 2 圖はデアイオン・グリッドを取付けた油入遮断器の接觸部であるが、之があるが爲に消イオン現象は益々促進せられ遮断は何時も迅速に行はれる。尚從來の遮断式接觸部に此の



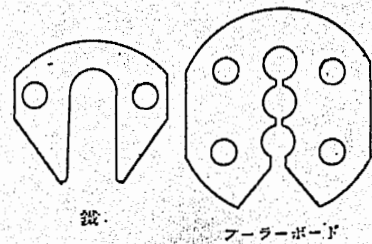
第 2 圖 デアイオン油入遮断器接觸部



第 3 圖



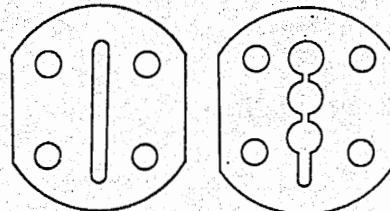
第 4 圖



第 5 圖

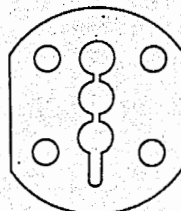
フーラーボード

第 6 圖



ファイバー

第 7 圖



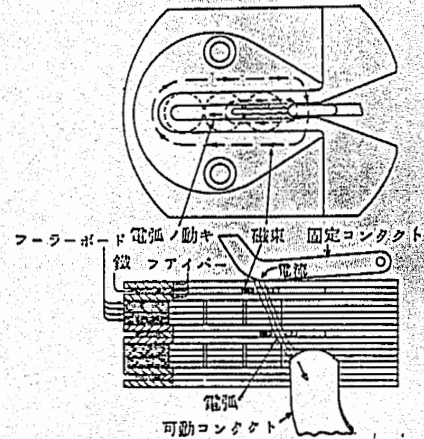
ファイバー

第 8 圖

デアイオン・グリッドを附加すると遮断容量は實質上數倍に増加する。

次にデアイオン・グリッドを附加した油入遮断器中で電弧の消る有様を述べて見ると、先づ電流の通つてゐる接觸部が開くとその間に電弧が発生する。従て其の周囲の油は熱の爲めに分解して瓦斯体となり、熱及び電氣のためにイオン化せられてゐる。斯くして出來たイオンは互に結合や脱出によつて少くなるが、電弧の絞いてゐる間は絶えず補充せられる。電流が零になつて電弧が消えるとイオンは急速に減少して瓦斯は絶縁物となるが、充分消イオンせぬ爲に、電壓がかゝると中央のイオンの密度の大なる所を通じて電流が流れるのである。此の状態を繰返して居ては容易に電弧電流を遮断しさうにもない。茲に述べるデアイオン・グリッドは電弧の出る所に溝のある絶縁物の板と鐵板とを具へ、磁氣作用によつて電弧を溝の中へ押込み上記瓦斯の消イオン現象を速くするのである。

デアイオン・グリッドは第 3

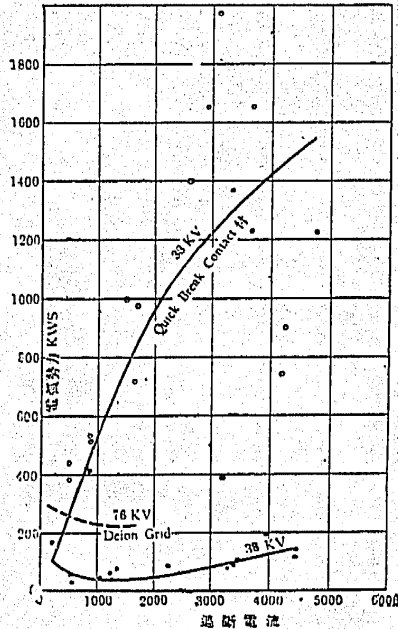


第 9 圖 デアイオングリッド構造圖

圖から第 8 圖に示す種々な形の板を第 9 圖に示す様に積重ねたもので、接觸部が開いて電弧が発生すると、電弧電流によつて生じた磁束から発生する磁力的ため左の方へ押され、瓦斯の中央にあるべき電弧が瓦斯の周辺に出て油に直接接觸するのである。従つて其所で絶えず新しい瓦斯が発生する。斯くして電弧が板の端、即ち絶縁物の壁に當つても板が多孔質であり、所々に凹みを設けてあるから其の部分の油が分解して新しい瓦斯が発生する。此の瓦斯が膨脹して右方出口へ脱出する時電弧を形成してゐるイオン化せられた瓦斯中を通り之を稀薄にして消イオンを行ひ、同時に結合する消イオン現象も促進せられるのである。

此の接觸部を從來の速切式又はその他の接觸部と比較して見て電弧継続時間はどうかといふのに、電壓 154kV、周波數 60 サイクルの回路に於ては從來 7乃至 12 サイクル位であつたものが、

本接觸部では3サイクル以内である。又電壓22kVの回路になると従来3乃至5サイクル位であつたのが、本接觸部では1乃至2サイクル位に減る。次に電弧勢力に就て比較して見ると、第



第10圖 デアイオングリッド型接觸部と早期遮断接觸部との電弧勢力の比較

10圖に示す通りデアイオン接觸部の方が他に比して遙に少い。而も他の式の様に亂雑でない。之は最も大切な事であつて、時と場合とによつて切れ方が變らぬから甚だ重大なのである。

此の外油壓瓦斯の復歸電壓、油の劣化度等を比べても何れもデアイオン接觸部の方が遙に勝れてゐる。

套管

第11圖は本遮断器に使用した套管の外観を示すもので、之はコンデンサー型ブッシングである。

由來套管はその任務の重要性に鑑み常用電壓のみならず突發異常電壓をも考慮して適度の安全率を與へ充分注意して製作してある。

今更云ふまでもなく、コンデンサー型ブッシングは設計が合理的であり、材料も強靱であるから、太さが細くて

も丈夫である。従つて套管型變流器も性質の良いものが出来、遮断器遮断の際生ずる大なる衝動に對して絶對安全である。

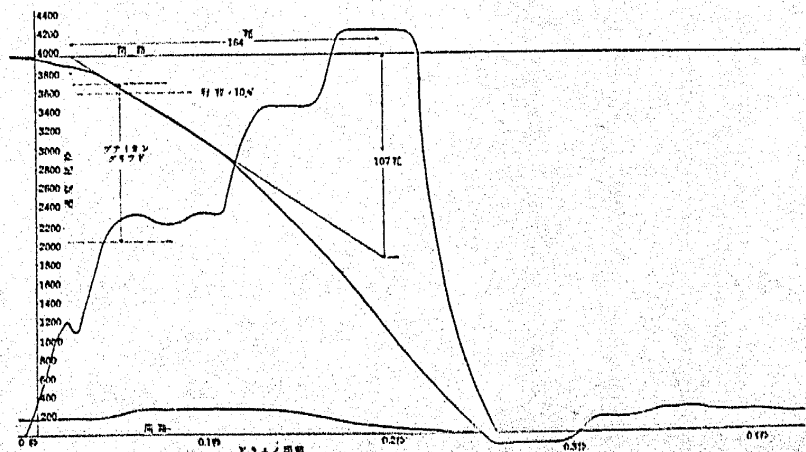
定格は110kV、800Aであるが、試験は乾燥状態で300kV、1分間、注水状態で275kV 10秒間の耐壓試験を行ひ、又閃越試験は360kVで行つたが何れも満足な結果を得た。

リフティング・ロッド

可動接觸部を吊つてゐるリフティングロッドはウツド・マイカルタと稱する高級絶縁物で作つてある。これまで木を油煮したものを使つてゐたが、これでは中に浸した油が水、又は空氣と入れ代つて絶縁耐力が減り故障の原因となつたことがあつたのである。之に反しウツド・マイカルタは木をベークライトで特別に處理したものであつて、電氣的にも機械的にも中分なく以上の如き故障は絶對にない。

電磁石操作機構

SA-6型、といふメカニカル・トリップ・フリーの機構を使つて居る。その上操作繼電器もトリップ・フリー式になつて居るから、故障のある回路に向つて投入しても如何なる場合にも直ちに遮断して故障線を確實に分離し得る様になつて居る。



速應勵磁法と自動電壓調整器

配電盤設計係

更 田 健 彦

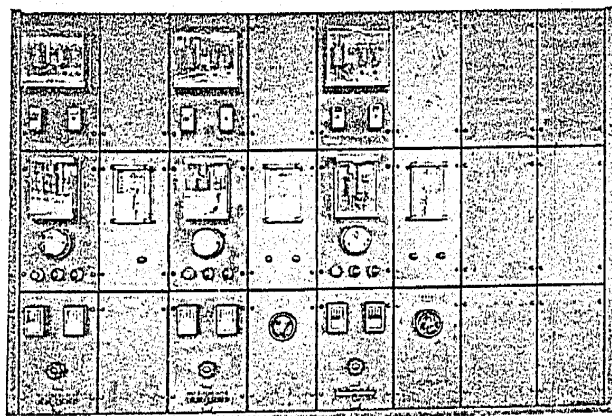


図 1 關西共同火力第一發電所納入自動電壓調整器盤

電力事業の發達に伴ひ次第に送電系統の信頼度が重要視せられ、殊に近年に於ては系統の安定問題が喧しく論議せられるに至つた。送電系統の安定度を増進せしめる方法としては種々の考案があるが、その一つとして同期機の速應勵磁法が採用せられる傾向が最近に至つて益々顯著に成つて來た。即ち從來の大容量の發電機並に勵磁機には短絡時に於ける故障電流の増加を恐れて比較的電壓の確立の遅いものが多く用ひられて居たが、近年に於ては安定度の見地から、故障電流の増加を犠牲にしても出来るだけ電壓の應動率の高いものを選び、發電機の負荷の急激な變化に際して可及的電壓の變動を少からしめ、之れに依つて同期機の脱調、即ち系統の安定度を増進せしめやうとする傾向がある。同期機の勵磁を急速に應動せしめるには、勵磁回路の速應率を増進せしめると同時に、極めて鋭敏にして而も確實に動作する自動電壓調整器を使用せねばならない。弊社が關西共同火力發電株式會社へ納入した 62,500 kVA ターボ發電機並に自動電壓調整器に於ては、上述の同期機の安定度と云ふ點に就ても特に深湛な考慮を拂つて設計を行つたのである。

同機は容量に於て既に東洋第一であると同時に、斯かる嶄新な設計が施された點に於ても大いに特筆に値するものと云ふ事が出来る。以下その概略を御紹介申上げ大方諸賢の御参考に供し度いと思ふ。

同機の詳細に就ては別項に記述されて居るが、特に勵磁系統の應動率を増進する方法として請ぜられて居る點を列挙すると

1. 主勵磁機の界磁線輪を 2 組の回路に分割し、各回路に調整抵抗器を挿入した事。
2. 主勵磁機の界磁線輪の電壓降下を可及的小にし、之れを補ふ爲めに大なる死抵抗を挿入した事。
3. 勵磁機の界磁束の飽和を減少せしめた事。
4. 補助勵磁機を設け主勵磁機は他勵磁式となした事。
5. 勵磁機の界磁鐵心に成層鐵板を用ひた事。

等である。

第一の界磁線輪を分割する事は夫れ自身に於ては何等回路の時定數を小ならしめるものではない。何となれば界磁線輪を 2 組に分割すればインダクタンスは四分の一に減少するが、之れに

伴つて抵抗も四分の一に減少し、その比である時定數には變化が無いからである。然し抵抗が減少すれば同じ勵磁電壓及び同じ界磁アンペア・ターンに對して界磁線輪の電壓降下は二分の一に減少し、その分だけ多くの抵抗を各界磁回路に入れる事が出来、結局回路全体としての時定數を小ならしめる事を得るのである。

第二の主勵磁機の界磁線輪の電壓降下を減少せしめるには第一の界磁線輪を分割するのも一方法であるが、又界磁線輪の導体に大なるものを用ひる事も必要である。界磁線輪の抵抗に依る電壓降下を小にすれば前述の通り界磁抵抗器の抵抗を大きくなさねばならぬから、界磁回路の時定數は小となり、大いに電壓の確立率を増進せしめる事が出来る。

第三の界磁束の磁氣飽和を小にする事が磁束の確立に有效な事は申す筈もない。

又第四の他勵磁式勵磁機が自勵磁式に比して電壓確立率の大なる事も明かであつて、即ち自勵磁式に於ては自己の發電子電壓が變化して初めて界磁電流が變化するのであるから、必然的に確立速度が小になる。

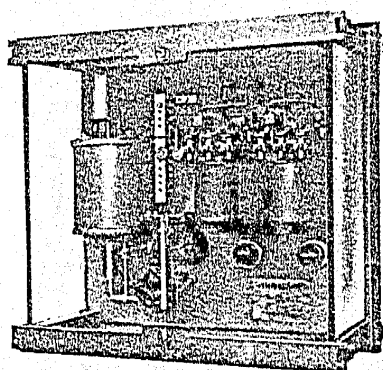
第五の界磁線論に成層鉄心を用いた理由は界磁束の變化に際して鉄心中に渦流を誘起し、之れが界磁束の變化を妨げやうと働くから、之れを成層鉄心に依つて極力防止しやうとする爲めである。

斯くの如き方法を講ずる事に依り界磁回路の電壓應動率を大いに増進せしめ得たが、之れと同時に自動電壓調整器に於ても特に連應勵磁に適合する様考慮されたものを使用せねばならない。

本機に使用した AJ 型勵磁機抵抗器型自動電壓調整器は特に此の目的を以つて設計されたものであつて、從來一般に使用されて居た振動型(チリル式)及び發電機抵抗器型の兩者の長所を兼ね具へた一段と優秀なものである。元來振動型は發電機端子電壓の變動に基いて勵磁機の界磁回路の實效抵抗を加減する事に依り調整を行ふ方式のものであつて、動作は鋭敏で而も勵磁回路の損失も少く、極めて優秀な自動電壓調整器ではあるが、餘りに構造が精巧であるために取扱に相當な熟練を要するのが欠點と云へば欠點である。之れに反して發電機抵抗器型は電壓の變動に應じて發電機の界磁調整抵抗器を自動的に加減するのであるから、動作は確實であるが稍々緩慢であり、且界磁回路の損失が大になる欠點がある。

AJ 型勵磁機抵抗器型では發電機端子電壓の變動に基いて勵磁機界磁調整器の抵抗を短絡、開放し、極めて敏速に電壓の調整を行ふ事は振動型と同一であるが、更に抵抗器型と同様電動機を以つて勵磁機界磁調整器の抵抗をも加減するものである。即ち電壓に變動を生じた時にのみ振動型として動作して電壓を可及的敏速に調整し、其の間電動機を以つて勵磁機界磁調整器を緩ろ

に加減し平定せしめるものである。従つて此の型の自動電壓調整器は鋭敏に而も確實に動作する事は明かである。又此の型を使用する時には補助勵磁機を設置する必要があるが、之れと同時に發電機の界磁調整器を省き、界磁線輪を直接勵磁機の端子に接続しても何等電壓に不安定を來す事なく、且勵磁回路の損失を輕減する事が出来る。即ち本自動電壓調整器の特徴を摘録すると次の通りである。



第2圖 AJ型勵磁機抵抗器型自動電壓調整器

1. 電壓の應動が敏速であるから同期機の安定度が著しく良好になる。
2. 同期機の界磁調整器が要らないから總合能率が非常によい。特に調相機に於て其の効果が著しい。
3. 電壓が變動した時にのみ振動するから極めて安定である。
4. 取扱が頗る簡單で、動作状態に入れる時は表示燈に依り電壓の合致するのを待つて開閉器を投ずる事が出来るから、同期機に衝動を與へる様な事が無い。

構造

第1圖は本自動電壓調整器を取付けた配電盤を示すものであり、第2圖は其の主要部分を、第3圖は其の内部結

線を、第4圖は本装置全体の結線略圖を示して居る。

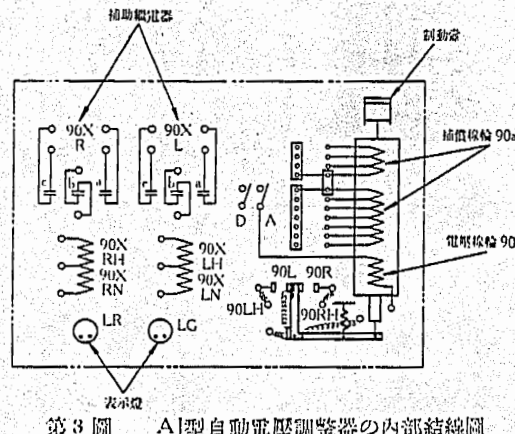
主なる器具に就て簡単に説明すると主電壓制御要素(90)は一種の平衡繼電器であつて、常規電壓に於ては平衡を保ち可動接觸片は左右の固定接觸片の中央に止つて居るが、電壓が上昇又は降下すれば可動接觸片は、右 90L 又は左 90R の固定接觸片に觸れて補助繼電器 90XL 又は 90XR を動作せしめる回路を形成するものである。尙電壓線輪に重ねて電流線輪が捲いてあるが、之れは横流補償作用をなさしめるためである。2 個の補助繼電器 90XL 及び 90XR は夫々 3 組の接觸子 a, b, c を有する多接觸繼電器であつて、何れも主電壓制御要素と同一の箱中に收められて居る。唯だ普通の繼電器と異なる處は動作を敏速にして且確實ならしめる爲めに保持、中和の二線輪を設け、此の内保持線輪は常に附勢せられ發條に打克つて可動鐵片を引き寄せ接觸子を開放して居るが、此の上更に中和線輪が附勢せられ保持線輪の磁束が打消せられると初めて接觸子が閉成する様な構造に成つて居る。主電壓制御要素と同一の箱中には青、赤の二種の表示燈が收められて居るが、之れは補助繼電器に依つて點滅せられ、主電壓制御要素が電壓を上昇せしめつゝありや、或は降下せしめつゝありやを表示するものである。

本装置に於て最も特異とする處は勵磁機界磁調整器であつて、本器には普通の電動機操作式の主電壓制御抵抗の外に固着抵抗、強磁抵抗、減磁抵抗の各抵抗が收められて居る。之等の目的に就ては動作の項中に於て詳述するが固着抵抗は前述の通り界磁線輪の抵抗降下を小にしたがために之れを補ふ死

抵抗であり、強磁抵抗は電圧を急速に上昇せしめる場合之れを短絡し、減磁抵抗は平常短絡されて居るが電圧を急速に下降せしめる場合には此の短絡を解放するものである。速動分路電磁接觸器 95R 及び 95L は夫々強磁抵抗の短絡、減磁抵抗の短絡並に減磁抵抗の挿入を掌るものである。又切換電磁接觸器 70R 及び 70L は前記の電動機操作式界磁調整器の電動機の操作を行ふものである。之等 2 組の電磁接觸器は何れも速動式で上下に 2 線輪があり、上部線輪が動作線輪を、下部線輪は更に二つに分れて一つは保持線輪、他は中和線輪を爲してゐる。其の動作は前記の補助繼電器と略ぼ同様で、中和線輪が保持線輪に依る磁束を打消し更に動作線輪に依つて接觸子が閉閉する構造に成つて居る。以上の外發條閉合電磁接觸器 95X なるものがあるが、之れは無勢の時に發條に依り其の接觸子を閉成するものである。又磁氣限時繼電器 90YR 及び 90YL はインダクタンスに依る遅れを利用した一定の豫定時限を以つて動作する直流限時繼電器であつて、電動機操作式界磁調整器の制御回路に使用して電動機の動作を確實ならしめるものである。

以上の外本装置に於て特記すべき點は主電壓制御要素を正相導線網を経て發電機端子電壓の正相對稱分に依つて附勢せしめた點である。即ち自動電壓調整器を三相交流發電機の任意の一相に接觸するとその相の電圧は常に一定に調整せられるが、他の二相に於て電壓の變動を生じてても何等調整力を與へない。又時に依ると其の二相の内一つに突發短絡を生ずると、電壓調整器の接觸された相の電圧は發電機反作用に依る同轉磁界の歪みに基いて上昇する

事さえる。従つて自動電壓調整器は斯かる電壓を上昇せしめる必要のある時に却つて降下せしめる事になるから發電機の立場から云つて甚だ望ましく



第 3 圖 AJ型自動電壓調整器の内部結線圖

ない。即ち安定度の見地から云へば發電機の端子電壓の正相對稱分を以つて調整器を附勢し、同期機に實際同期化力を與へる電壓の正相對稱分を一定に保つ事が肝要である。

尙此の外注意すべき點は本發電機は將來調相機として使用せられる様に設計せられて居る點であつて、本装置に於ても豫め斯かる場合に對する保護装置が考慮されて居る。同期調相機はその勵磁如何に依り進相電流又は遅相電流を線路に供給するから、之れを利用して系統の力率を改善し、又電壓を一定に維持せしめ得る事は周知の通りである。之れに自動電壓調整器を用ひれば之等を自動的に行はしめる事が出来るが、然し斯る自動調整器を用ひれば系統に如何なる状態に於ても電壓を常に一定に維持せんとするから、時に調相機に過負荷を生ぜぬとも限らない。従つて茲に適當な過電流制限装置を置く必要がある。本電流制限装置の主要素は第 4 圖の 90C であつて、その構造は主電壓制御要素と略ぼ全しく只だ電壓線輪と電流線輪とが反對に成つて居るのに過ぎない。而して電流が豫

定値を超過した時に於ては或る時限を経て初めて電流調整器として働くものである。

又本装置には過電壓に對する保護装

置も附してある。元來自動電壓調整器は常に電壓を一定に維持せんと動作するものであるから發電機に過電壓を生じてても之れが一種の過電壓繼電器として動作するので強ひて過電壓繼電器を附する必要は無いのであるが、萬一電壓調整器自身の故障の場合に過電壓を生ずる事を顧慮して本装

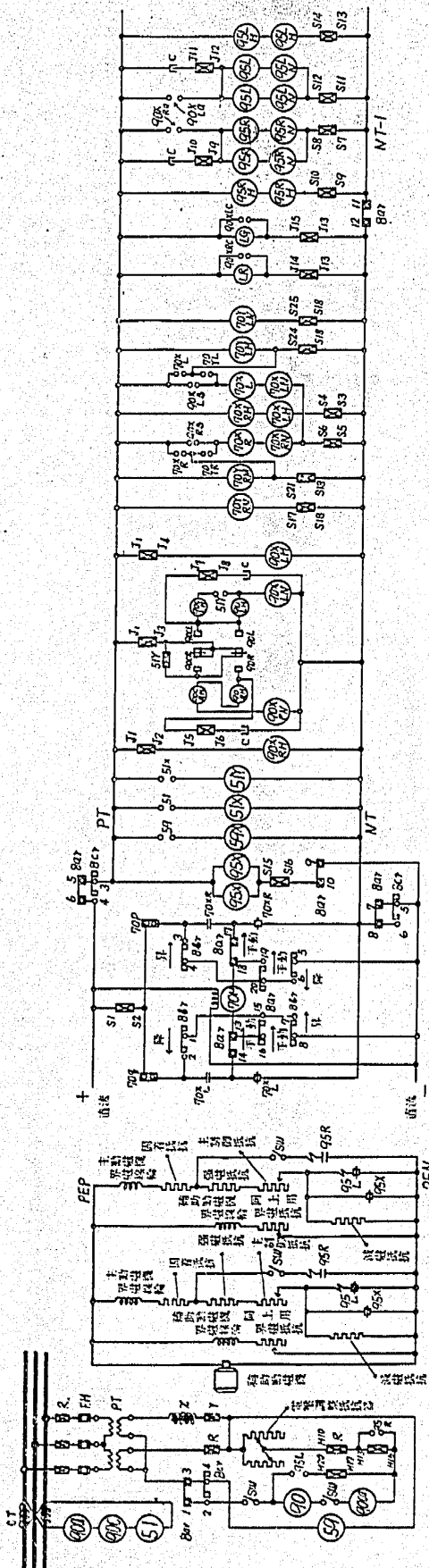
置を特に設けたものである。第 4 圖 5G は此装置の主要繼電器で、過電壓が生じた場合に之れが働き、或る時限を経て油入遮斷器を釋放する様に成つてゐる。

動作

扱て次に本器の動作に就き簡単に説明を加へよう。先づ最初自動手動切換開閉器 8ar は自動側に、手動制御開閉器 8br 及び表示開閉器 8cr は共に遮斷の位置に置かれ、且界磁用双型開閉器 SW は閉ぢられて居るものとする。

茲に於て若し發電機の端子電壓が調整器の調整電壓に等しければ、主電壓制御要素 90 の可動接觸片 90R 及び 90L は左右靜止接觸片の中間の位置に在り何れの接觸をも閉成しない。

又常規状態に於ては電流は電流制限要素 90C の整定値以下であるから 90CR は常に閉成して居るものと見て差支へ無い。従つて補助繼電器 90XR 及び 90XL は共に開放状態にあり、之に伴て速動分路電壓接觸器 95R 及び 95L 並に切換電壓接觸器 70XR 及び 70XL は何れもその保持線輪のみを附勢せら



第4図 A)22型励磁機抵抗器型自動電圧調整装置結線図

れ、上部接点子を開放し、下部接点子を閉成して居り表示燈は赤、緑兩燈共點火して居る。又發條閉合電磁接觸器95Xも8arが自動側に在る爲めに附勢せられ、其の接点子は發條に打克つて開放して居る。

斯の如き状態に於ては、勵磁機界磁抵抗器の内、固着抵抗、強磁抵抗及び主制御抵抗の一部は界磁回路に入つて居るが主制御抵抗の殘部及び減磁抵抗は短絡せられ、結局之等の界磁抵抗を以て發電機の端子電壓は調整器の調整電壓と等しく平衡を保つて居る事となる

次に何等かの原因によつて發電機の端子電壓が降下を生じたと假定すると主電壓制御要素90は平衡を失ひ左側の主接点子90Rを閉成する。90Rが閉成すれば補助繼電器90XRの中和線輪が附勢せられるから、其の接点子a,b,c.もが閉成する此の内90XRaの閉成に依つて連動分路電磁接觸器95Rの中和線輪は附勢せられその上部接点子を閉成し、勵磁機界磁抵抗器の内強磁抵抗、主制御及び減磁抵抗を全部短絡するから、勵磁機の電壓は極めて敏速なる速度を以て上昇し、發電機の端子電壓を回復せしめんとする。

95Xの閉成に伴ひ其の補助接点子は90の直列抵抗の

一部を短絡し、90には恰も電壓が回復したかの如く見せ掛けるが、之は同要素のハンチングを防止する爲めである而して端子電壓が常規値まで回復すれば、90は平衡状態に復り、之に伴つて勵磁機の界磁抵抗器の短絡は解放されるから端子電壓は再び降下し初める。

斯くして主接点子90Rは反復閉閉して端子電壓を一定に保たうとするのであるが、一方に於て90Raと同時に90XRbも閉成し、之は切換電磁接觸器70XRの上部接点子を閉成して勵磁機界磁抵抗器の電動機を操作して主制御抵抗を減少せしめようとする。従つて90Rは數回反復閉閉して行く間に界磁抵抗は次第に適當な値に近づき、遂に90Rが開放するも端子電壓が常規電壓に達するに到つて停止する。尙茲に於て90Rの閉成時間が極めて短い時は、界磁抵抗器の値が變化する前に90Rが開放する虞がある。斯かる時は90Rは徒に閉閉を繰返すのみで、容易に平衡状態に到達しない。即ち界磁調整用電動機は一度附勢せられると相當の時間だけ附勢されて居る必要がある。之が爲には限時繼電器70ZRが使用されるのであつて、此の繼電器は平常はM及びN線輪共附勢せられ、其の接点子70YRは閉成して居る。従つて70XRは90R及び90NRbとによつて閉成されると同時に、其の補助接点子70XR及び70YRを以て自ら保持し、電動機は90Rの閉閉に無關係に回轉する。而して70YRMは70XRの接点子の補助閉成によつて短絡されるが、此の繼電器の特性として或時間までその接点子を閉成して居るから、電動機は失れまで回轉を繼續し界磁抵抗の調整を行ふ。尙又70XRは無勢となれば直ちに閉ぢ70XRと共に電動機に電氣制動作用を與

へる。

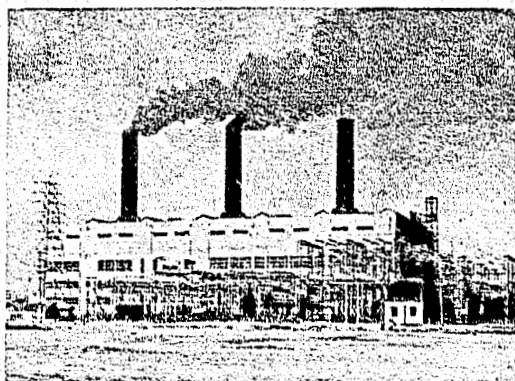
90XRa 及び b と共に 90XRc も閉成するが、之は表示燈の内赤色燈を短絡し、綠色燈のみを點火せしめ、端子電壓が降下し、自動電壓調整器が電壓を上昇せしめつゝあるといふ事を表示せしめるものである。

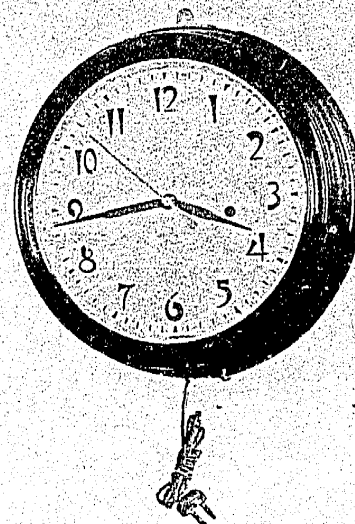
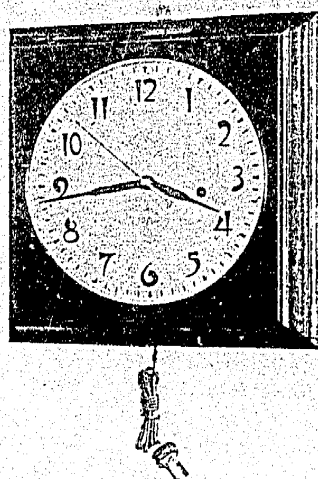
發電機の端子電壓が上昇した場合も下降した場合と略ぼ同様である。即ち主接觸子 90L の閉成と共に補助繼電器 90XL が動作し其の接觸子 90XL_a は連動分路電壓接觸器 95L を附勢して下部接觸子を閉成せしめ勵磁機の界磁抵抗の一部減磁抵抗の短絡解除するから端子電壓は極めて急速に降下する。

而して端子電壓が常規値に復歸すれ

ば 90L は開放し、之に依つて再び減磁抵抗は短絡せられるから、端子電壓は上昇し初め 95L は茲に反復開閉する。一方 90XL_a と同時に 90XL_b が閉成し、之は切換電壓接觸器 70XL を附勢して電動機を操作し、主制御抵抗を漸次増加せしめるから、90L が數回開閉を反復する間に界磁抵抗は次第に適當な値に近ずき、遂に 90L が開放するも端子電壓が常規電壓に達するに至つて停止する。又 90XRa 及び b と共に 90XRc も閉成するが、之は表示燈の内綠色燈を短絡し、赤色燈のみを點火せしめ、端子電壓が上昇し、調整器は電壓を降下せしめつゝありと云ふ事を表示するものである。

次に本發電機を調相機として使用して居る場合に於て負荷が増加し電流が過電流繼電器 51 及び電流制御要素 90C の整定値以上に達すれば、先づ時限繼電器 51X が豫定時限の後に動作し且 90CR は開放して 90CL が閉成するから、90XL が附勢せられ調相機の端子電壓は低下する。之が爲め 90R が閉成しても之と直列にある 90CR が開放して居るから、90XR は附勢せられず電流は益々減少する許りである。而して電流が整定値に達すれば 90CL は開放し再び平衡に復歸する。即ち電流が一定の整定値以下なれば自動定電壓調整器として動作し、之を超えれば自動定電流調整器として作用するのである。





三菱電氣時計

三菱電氣時計は交流電氣時計であります。

交流電氣時計は、周波數の正確な電源によつて、小型同期電動機を回轉させ、正確な時刻を指示せしむる時計であります。ラジオの普及によつて正確な時間を容易に知る事が出来てからは在來の時計と置換へられ様とする傾向になりました。

種類

文字板は12時で、角型と丸型の二種があります。モートルは100ヴォルトで、50サイクル用と60サイクル用の二種があつて共用にはなりません。

特徴

1. モートルは自己起動式であります。
2. 電壓の變化が相當あつても進み遅れがありません。80V—130Vの範圍ではモートルが同期速度を保持するので指示が狂ひませぬ。電力消費量が僅少です。
3. モートルが焼損する事はありません。

電 壓	サイクル	全負荷電 流	全負荷入 力
100V	50	0.035A	2 W
100V	60	0.034A	2 W

4. 停電標示装置があります。停電があつた時には自動的に赤い標示をして、指示が正確で無い事を示します。晝夜間線切換では停電標示が働きません。
- 上記の標示装置は4秒位の停電ならば動作しないので、晝夜間線切換の1秒の停電等には停電標示をする様な事はありません。
- 機械的故障で回轉子が停止しても電流は0.04Aを超過

しないので、線輪の温度上昇が21~22度に止まり、焼ける憂がありません。

4. 停電標示装置があります。停電があつた時には自動的に赤い標示をして、指示が正確で無い事を示します。晝夜間線切換では停電標示が働きません。

上記の標示装置は4秒位の停電ならば動作しないので、晝夜間線切換の1秒の停電等には停電標示をする様な事はありません。

昭和九年 三 月十六日 印 刷
昭和九年 三 月十七日 内務省納本
昭和九年 三 月廿一日 發 行

本誌 代價	定部=付金貳拾錢 郵 税 不 要
----------	---------------------

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市須磨區天神町五丁目五一
鈴 木 貢 一
大阪市東區兩替町 サン製版印刷所
久 保 專 治
大阪市東區兩替町一丁目一六
サン製版印刷所
神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神戸製作所