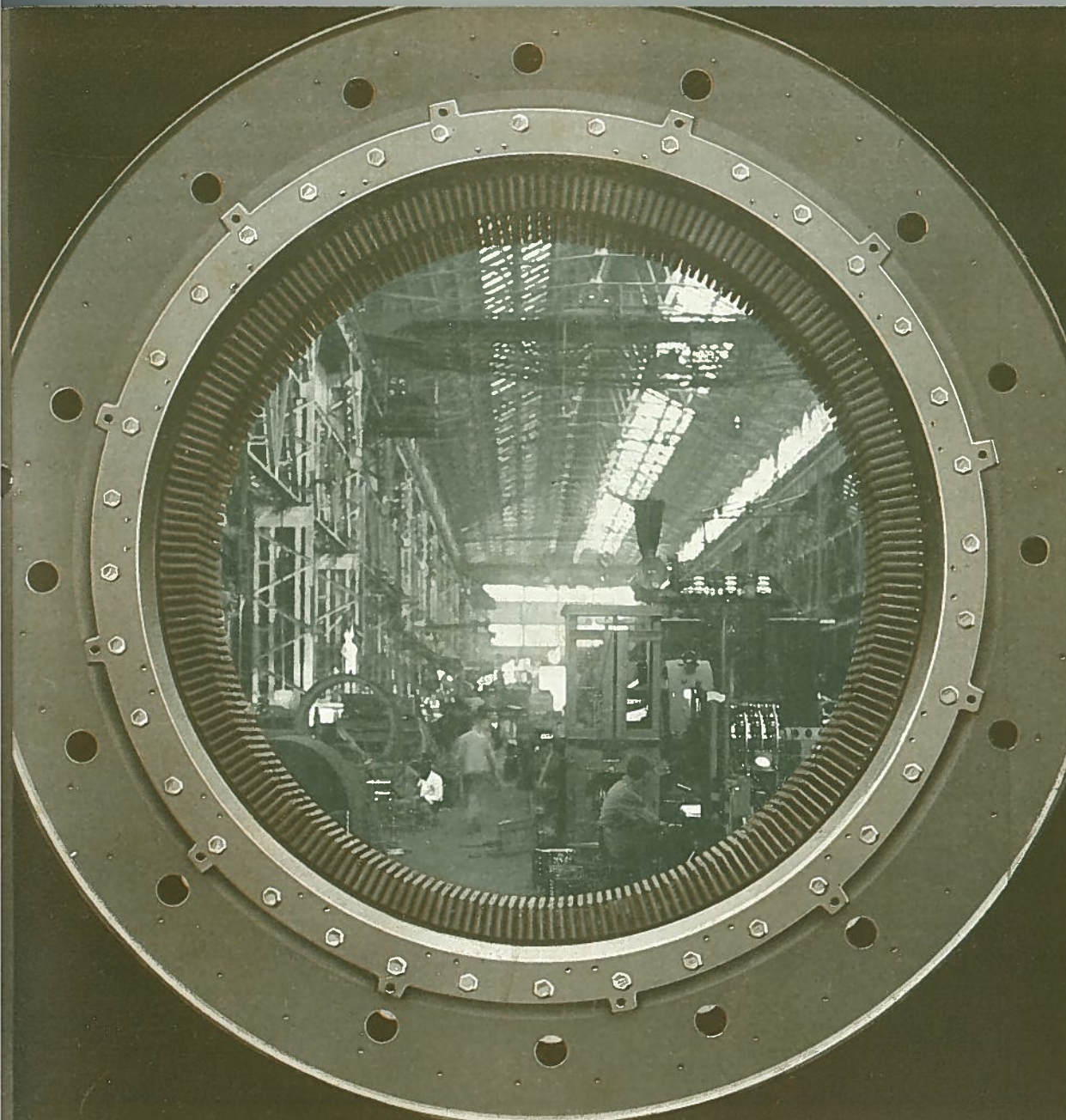


三菱電機

最近の鋼材鋸接型交流發電機	頁 40-44
日本海電氣會社黒部川第四發電所の 配電設備に就て	45-48
尾道發電所タービン發電機の 進相機代用に就て	49-52



故 三菱電機株式会社 取締役
工學博士 立原 任 氏



百日忌に際して我三菱電機の開拓者 故立原任博士を憶ふ

故三菱電機株式会社取締役工學博士立原任氏溘焉として逝いて既に十旬、故人が我等に示された溫情を偲び追憶の情轉々切なるものがあります。故博士は斯界の泰斗・スライム博士に師事され明治卅一年十一月歸來、直ちに三菱合資會社に入社せられたのでありますが、明治卅九年神戸三菱造船所電機工場の開設と共に其の業を督せられ、我三菱電機株式會社の礎を茲に根強く築かれたのであります。寫眞は故人が、神戸港を見下す和田岬の二階で鑛山動力の電化に必要な發電機、電動機的设计等に努力されつゝ而も日夕映堂の餘、研鑽を舍てず、交流發電機の電動變動率に關する独自の創見に基いて論文を草し、四十年十二月之に依つて工學博士の學位を得られた折の記念撮影であります。其後大正八年神戸三菱電機製作所長となり、十年三菱電機株式會社の創立に際して其の常務取締役に任ぜられ、後辭して昭和六年十二月十九日逝去に至るまで顧問及取締役として我社の爲めに努力された事は尠からざるものであります。故博士の百日忌を迎へるに當つて我等門弟として又下僚として景慕措く能はず、茲に我三菱電機の開拓者立原博士の肖像を載せて聊か故人の遺業を偲ぶ次第であります。

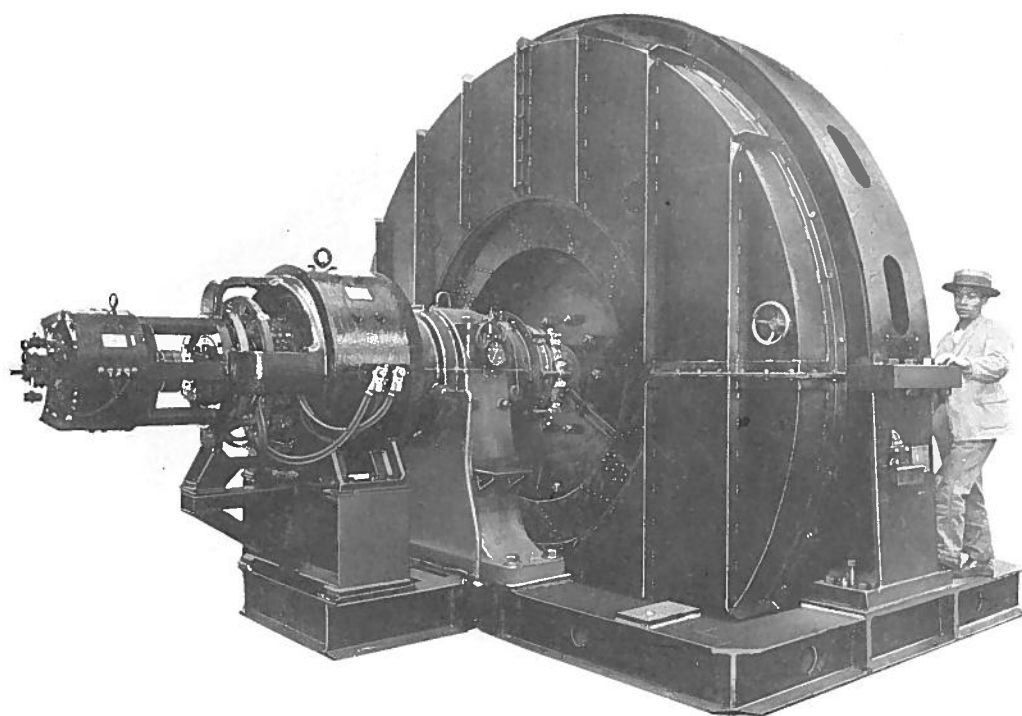
昭和七年三月廿七日 謹識

三菱電機

第八卷

昭和七年四月

第四號



最近の鋼材銲接型交流發電機

交流機設計係

楠 瀬 康 雄

不斷の努力により弊社水車直結發電機も次第に優秀なる成績を挙げ來つたのであるが、茲には最近の製作に成る日本海電氣會社納 4800 KVA 發電機を其の一例として之が説明を試みることにする。

定 格

容量 4800 KVA

(進相容量 3000 KVA)

力率 75 %

電壓 6600 V

周波數 60 サイクル

相 3

速度 360 RPM

極數 20

型 RM 型横軸水車直結

保證過速度 650RPM一分間

保證溫度上昇 60°C 固定子
(サーモカップル)

60°C 廻轉子

(抵抗)

40°C 周圍溫度

通風方式

開放型フレーム及びシングル・エ
ンクロージング・エンドベルに依
る半密閉式

保證能率

力率 75 % に於て

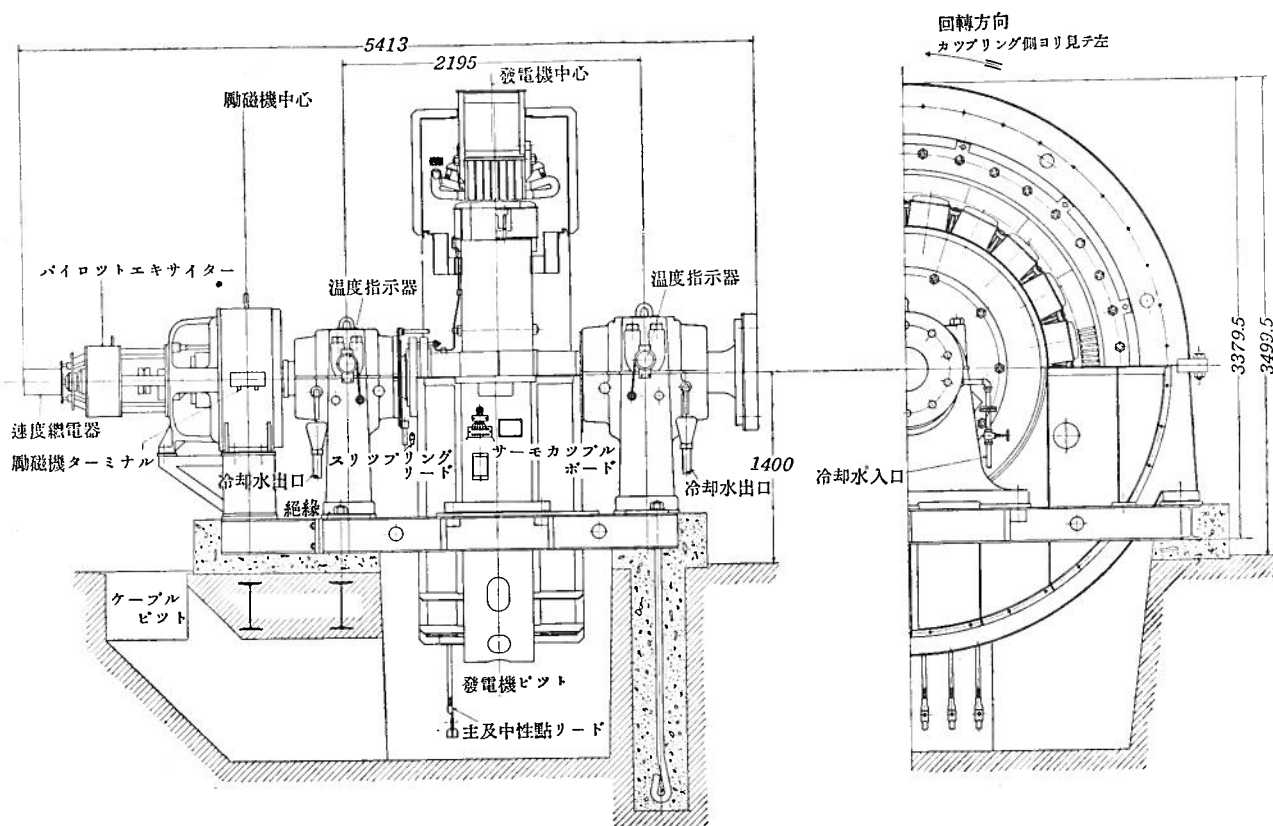
全負荷 95.2

$\frac{3}{4}$ 負荷 95.8

$\frac{1}{2}$ 負荷 94.1

力率 100 % に於て

全負荷 96.9



第 1 圖 4,800 KVA 發電機組立外形圖

3/4負荷 96.6
 1/2負荷 94.8
 廻轉子蓄勢輪效果 WR^2 にて
 380,000 封度呎²
 勵磁機 (主軸に直結)
 主勵磁機 50 KW. 125 V
 360 RPM 開放型分捲
 パイロット勵磁機 1.5 KW.
 125 V. 360 RPM
 開放型、複捲

構 造

第 1 圖は發電機全體の組立を示した

もので、發電機用のビット、ケーブル用のビット、端子の位置、基礎ボルトの位置等を示し、本機に必要な据付場所の大きさの大体を示して居る。發電機軸心と水車の軸心を合致せしめ、而も發電機として機械的安定を得るために臺床の周圍を頑丈なコンクリートで圍んで居る。

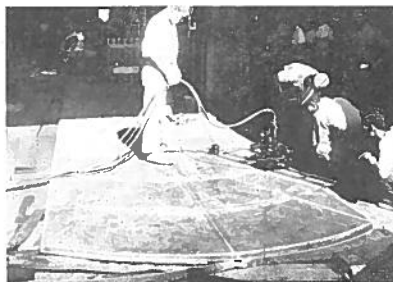
固定子

第 2 圖は固定子フレームを作る鋼材であつて、ホット・ロールの軟鋼板である。之等の材料はフレームを製作す

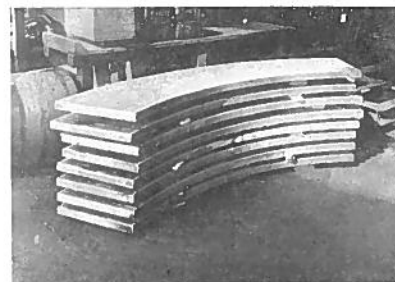
るに當つて豫めその有する歪を大きなロールにかけて全部取り去り、厚さの不同、板の曲り等を極度に少なくするのである。斯くして歪を取り去つた板を第 3 圖に示す通り自動式瓦斯切断器によつて正確にフレームの寸法に合せ而も最も經濟的に、扇形フレーム材として切り出す。此の切断は自動式によつて居るから瓦斯切断に有り勝ちな寸法の狂ひがなく、圓弧或は直線部分の寸法が正確に出てくるのである。出來上つた扇形のピース第 4 圖はフレーム



第 2 圖 固定子フレーム用鋼材



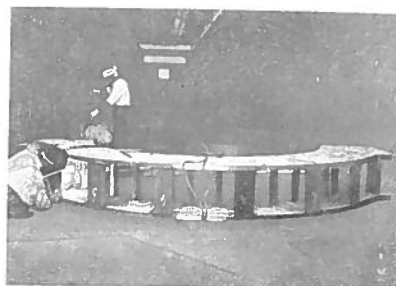
第 3 圖 自動式瓦斯切断器による固定子フレーム用鋼材の切断



第 4 圖 固定子フレーム用扇形ピース



第5圖 固定子フレームの電弧溶接



第6圖 同 左



第7圖 同 左

を組立てるに先立つて豫め寸法の検査を行ひ、尙材料の表面、溶接すべき部分等を充分研磨して完全な溶接を行ふ準備を整へるのである。

次に出来上つた扇形片を正確な定板の上に配列して溶接作業中にも熱のために板の曲り等が起らぬ様頑丈にクラムプして了ふ。(第5圖参照)

斯の如くにして準備の出来上つたものに對し順次電弧溶接を行ひフレームを構成せしめるのであるが、特にコア取付用ボルトの溶接に對しては極めて細かい注意が必要であつて、之等ボルトの取付に際しては特別のゲージ及治具を用意し、最も完全に溶接を行ふから、從て鐵心組立後に於ける鐵心内徑、鐵心溝部分の喰ひ違ひ等が極めて少い。(第6圖参照)

本固定子は輸送寸法の關係上二個の部分に分割されて居る。從て溶接に際しては半分宛を仕上げる様にして居る(第7圖参照)即ち個々に仕上つた半分は接續さる可き面を完全に仕上げた後、之をボルトで一體に締め合せ、然

る後大型のターニング・マシンに乗せて處要な部分を眞圓に仕上げるのである。(第8圖)前述の鐵心取付用ボルトはかくして一體となつた後、ゲージ及治具を以てフレームに取付けるのである。以上述べる所によつて御分りの様に鋼材溶接型のものは從來の鑄鐵製に比して仕上部分が非常に少い特徴を有して居る。

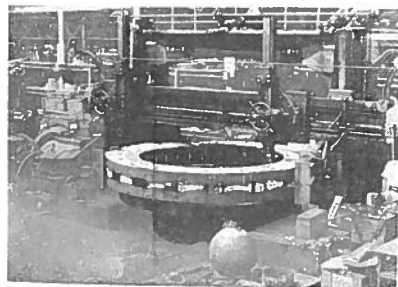
機械的仕上げの完了した固定子フレームは一體とした儘で之に鐵心を組立てる。(第9圖参照)即ち鐵心中の圓形の穴を、豫め取付けてある固定子のボルトに嵌めて行くのであるがエヤーダイトの位置、鐵心の厚味等が全體を通じて狂ひのない様に注意をする。即ち鐵心は一定の厚さを積む毎にプレスによつて之を壓縮し、順次全體を積み重ね、之を積み了つた後はフレームに弛みのない様、フィンガー・プレートを通して締付けて了ふのである。

斯くして出来上つた固定子に對して鐵心の内徑並に厚味、スロットの寸法

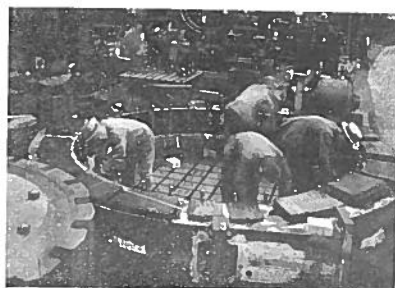
エヤー・ダイトの寸法等を充分に検査する。さうして極く僅かの寸法の狂ひがあつても必ず之を補正して完全なものとする。(第10圖参照)

斯く完成した固定子を締付ボルトを弛めて元の半圓に二分し、固定子捲線を施すのに必要なスロット・ライニング、コイル・サポート等を取付け、然る後固定子捲線を順次スロット中に納めて行き、適當なコイル間の接續を行ふのである。(第11圖 第12圖参照)但し兩半部の接續部分のコイル數個丈は之を嵌入せず、半完成の固定子を更に一體として後接續部分のコイルを入れて兩部分の接續を行ふのである。而して後コイル・サポート、リング・サポート、端子口出線、サーモカップル口出線等を完成するのである。

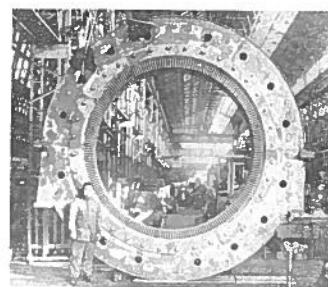
エンドベル——第13圖は半密閉式のエンドベルであつて弊社獨特の設計になるものである。即ち通風の際に於ける風壓の方向、通風による震動等を考慮して垂直の方向に其のリップを取付けたものであつて、本エンドベルによ



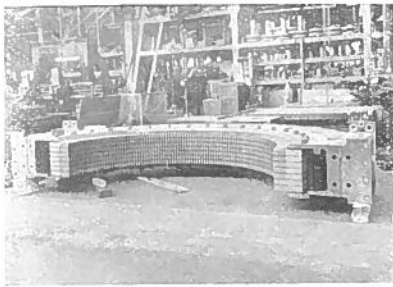
第8圖 固定子フレームをターニング・マシンにかけて眞圓に仕上げる



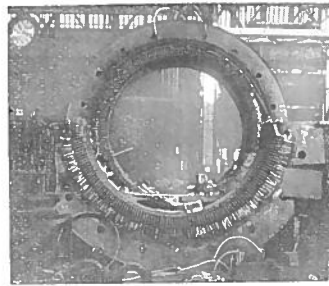
第9圖 固定子フレームの鐵心組立作業



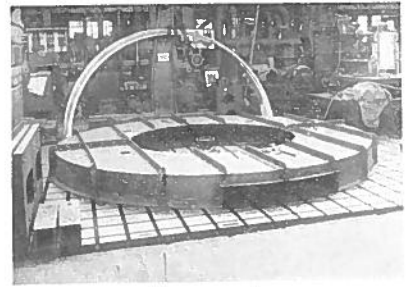
第10圖 鐵心組立作業の終つた固定子



第11圖 固定子捲線を行ふため
二分した固定子



第12圖 捲線を終つた固定子



第13圖 エンドベル

つてエンドベルの震動、従て発電機の音響を有効に減殺して居るのである。

廻 轉 子

廻轉子の主體を爲すスパイダー材料は約4吋の厚味を有して居るが、固定子鋼材料と同じくホット・ロールした鋼板である。従て材料の質の均一なこゝ強度の大なる事等から廻轉部分の材料として最も適當したものである。(第14 参照圖)

個々の材料は各々豫め規定の寸法に自動式の瓦斯切斷器で圓形に切斷する(第15 圖参照)

圓形に切斷した材料から更に瓦斯切斷機によつて磁極用ダブテール・スロット及び軸嵌込穴を切り取る。(第

16 圖参照)

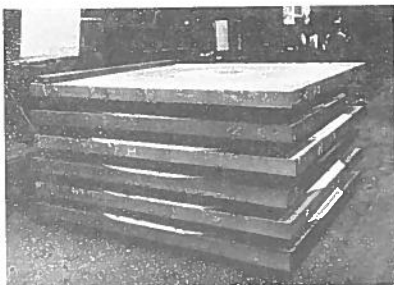
斯の如くにして出来上つた材料は瓦斯切斷による高温の爲めの歪並に材料夫自身の歪等を有して居るから之をターニング・マシンにかけて仕上げを行ふ。(第17 圖参照)

ターニングによつて其の兩面及びスロット軸穴等の概畧を仕上げたものを締付用ボルトによつて先づ積重ね締付けて完全に一體とし、各鋼板の間には絶対に個々がずれない様ノックを打込む。かうして之をスロットング・マシンにかけ完全なダブテール・スロット、外周、ボルト穴、キーウエー等を仕上げ、完全なスパイダーを作り上げるのである。(第18 圖参照)

シャフト

第19 圖はフォージしたシャフト原材料である。本機は水車ミの直結に當つて軸端をフランジとして接續する關係上、軸の火作りに對して豫めフランジを打出して居る。第20 圖は完成したシャフトであつて、キーウエー、油切り、スパイダー・フィット等を完成したものである。連結用のカップリングボルト穴は豫め試験用に作つて置いたもので、實際現場据付の場合にはタービンのフランジに接續した上、リーマを通してカップリングを行ふ。

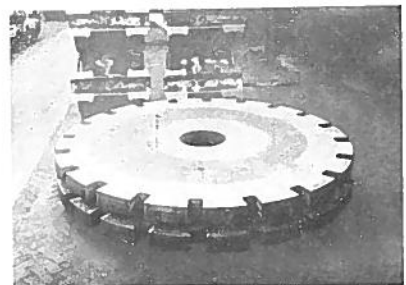
斯くして完成したスパイダーにシャフトを適合せしめ、然る後組立臺上に於て磁極捲線、磁極鐵心等を取付ける



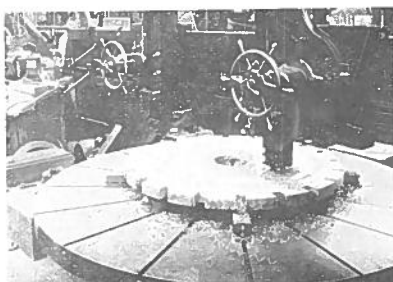
第14圖 スパイダー用鋼材



第15圖 自動式瓦斯切斷器による
スパイダー鋼材の切斷



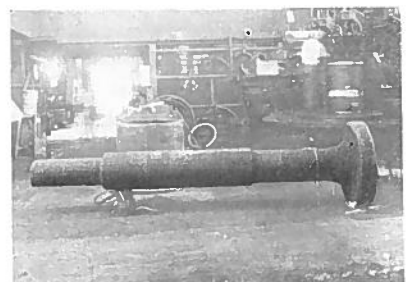
第16圖 ダブテールスロット及
軸嵌込穴の切取り



第17圖 ターニング・マシンによる
スパイダー鋼材の仕上げ



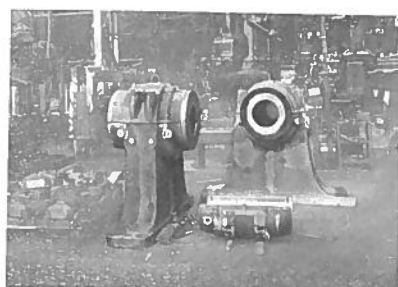
第18圖 完成せるスパイダー



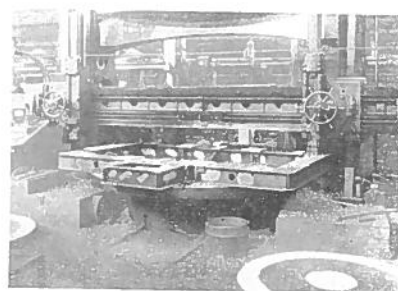
第19圖 シャフト原材料



第20圖 完成せるシャフト



第21圖 軸 承



第22圖 ベ ー ス

のであるが、此際特に磁極用コッターは最も注意を拂つて打込み、磁極のダブテール、或はスパイダーのダブテール・スロット等に過大のイニシャル・ストレスのかゝらぬ様、而も絶対に弛まぬ様打込むのである。然る後に磁極捲線の接ぎ、コレクター・リード、コイル・ブレース等を完成するものである。特に磁極の鉄心を締付けて居る兩側のクラムバーは鉄心として最も信頼し得るバナディウム・スチール鑄物である。

軸 承

軸承のハウジングは本機の有する唯一の鑄鐵部分である。軸承ブッシュは

水冷式であつて、パイプを埋設したものである。水冷式の缺點である水の漏洩等は充分考慮されて、完全なコーキングが施されて居る。

軸承メタルは錫ベースの良質のものであつて、ベヤリング面は下部のみであり、上部は軸との間に相當の空隙を有して居り、オイル・グループの形状大さ、上下兩軸承面の接續部分等はオイルリングによる給油を完全に行はしめる様になつて居る。(第21圖参照)

ベ ー ス

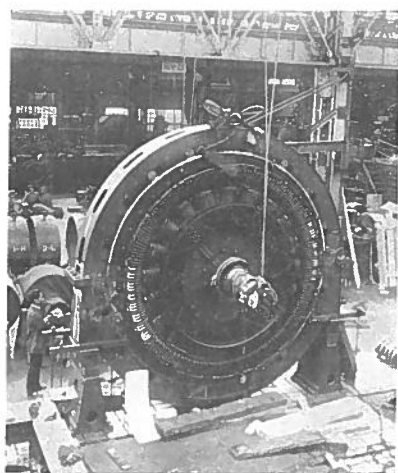
鋼材銲接型の代表的ベースであつて輕量に出来上つて居るが、然し据付コンクリート基礎と相俟つて極めて堅固

な基礎を形造るものである。基礎ボルトの位置、寸法等は第1圖を御参照願ひ度い。

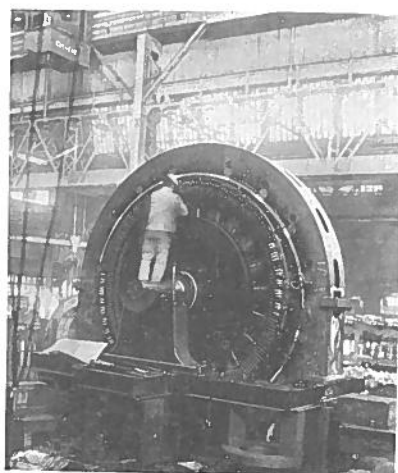
勵 磁 機

勵磁機は主勵磁機、パイロット勵磁機共銲接型のものであり、主軸と直結されて居る。何れも主機の安定した運轉に必要な特性を有したものである。

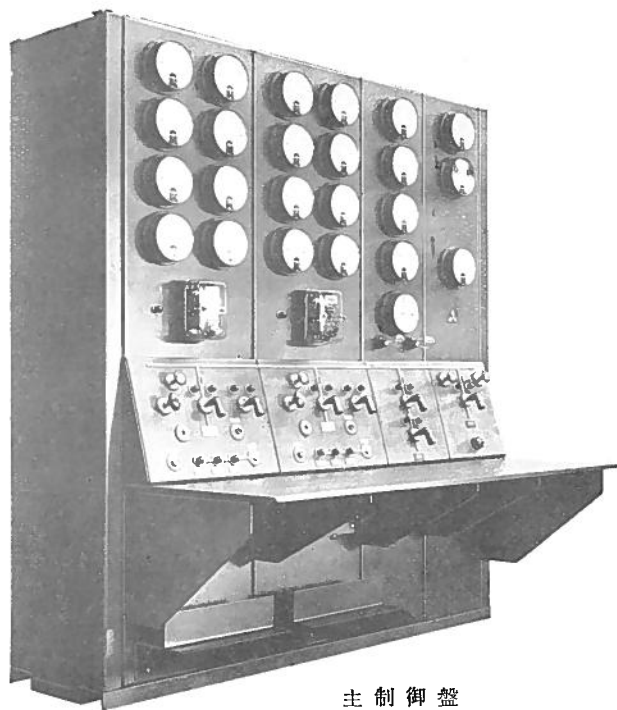
第23圖、第24圖は工場で試験を行ふ爲め組立中の本發電機で、23圖は固定子中に廻轉子を入れ、試験臺にクレーンで釣り上げる處、第24圖は試験臺上に組立てた本機で、固定子エンドベルを外して通風加減裝置を調整中のものである。



第23圖 工場試験を行ふために組立中の發電機



第24圖 通風加減裝置調整中の發電機



主 制 御 盤

日本海電気會社 黒部川第四發電所 配電設備に就て

配電盤設計係

井 上 八 郎

本發電所は我國溪谷の神祕境、黒部川に建設中のものであつて、4800 KVA、360 RPM 6600 V 60~横型水車發電機2臺を運轉し、之を3500 KVA 單相屋外用變壓器4臺(内1臺豫備)で昇壓して送電するものであつて總ての電気設備は弊社から納入したものである。

本發電所の制御装置は制御用机型配電盤に取付けた押釦によつて自由に起動及び停止を爲し得る押釦制御方式であつて、單に押釦を押す事によつて水車の主弁を開き、自動加速装置、自動電壓調整器等を働かして自動同期閉合を爲し、油入遮斷器を閉じ、自動水位調整器によつて自動的に負荷せしめるに到るまでの動作を行ふものである。

配 電 盤

配電盤には主制御盤、自動盤、界磁盤の三種がある。主制御盤及自動盤は弊社獨得の鋼鐵盤(Steel Panel)であつて、軽く、強く、美しい三大特徴を有して居る。

鋼鐵盤は厚さ3耗の歪の非常に僅少な特殊鐵板を、大型ベンダーで曲けて製作してあるから、非常に軽く、從來の大理石盤に比較すると其の重量は約五分の一である。強さに於ては大理石盤の脆く、破損し易いのに対し、強く破損の憂の全然無い事は云ふ迄もない。

計器及器具を取付け、裏面配線を完成した儘で運搬する事が出来るから据付ければ直ちに使用することが出来る。又荷造の許す範圍で鋼鐵盤を數面並立の状態で荷造り運搬することが出来るから、据付の費用を極度に節約することが出来る。

鋼鐵板はベンダーで曲ける際、各隅角部分で10耗の半径で圓味がつけてあり、各面をよく磨いて表面には配電盤用ラッカーを特殊の噴霧器で吹きつけてあるから、艶消黒塗の外観は非常に優美である。

鋼鐵盤の裏面配線の内、縦向きに走る電線は全部鋼鐵板の兩端を曲けて作つた溝形のワイヤー・ポケット内に入

れ、適當な蓋を施し、横向きの電線のみ裏面に現はれて居る。故に本制御盤の様な自動配電盤では裏面配線の數が多いため普通の裏面配線法では錯雜、複綜するが、此のワイヤー・ポケット式では整然として居るから點檢に便で其上電線が損傷を被る惧れない。

主 制 御 盤

主制御盤は第1圖に示す様に計器類は普通の机型配電盤と同様にメーター・セクションに取付けてある。然し制御用開閉器、押釦、信號燈、計器用開閉器、及模擬母線等はメーター・セクションと下部平面との間に作つた斜面の個處に取付けてある。平面は相當廣くその前に椅子を持つて來て發電所事務をさる事が出来る様になつて居る。之は御註文先の御要求によつて制御室の床面積を節減する爲のものである。

自 動 盤

自動制御装置の各種繼電器類を取付けた繼電器盤、自動同期器盤、自動電壓調整器盤、主變壓器の保護繼電器盤及

蓄電池盤より成り立つて居る。此内蓄電池盤はエボニー・アスベストスで製作され、其他は鋼鐵盤で製作されて居る。

界 磁 盤

普通の大理石盤であつて床面積を削減するために界磁遮斷器と自動電壓調整器用接觸器類を纏めて取付けてある裏面配線法は鐵板を溝形に曲げ、鋼鐵盤と同様のワイヤー・ポケットを作り之を大理石取付用と裏面配線のワイヤー・ポケット式とに兼用して居る。

起動順序信號燈

起動順序信號燈と云ふのは自動々作の進行に従ひ數個の信號燈を點滅し、オペレーターをして起動の進行の程度を一目瞭然たらしめると同時に、萬一起動時に故障のある場合、何れの段階に故障があるかを明示するものである。

a. 起 動 準 備

双形開閉器 #8a #8b, #8c #8d, #8e, #8f は通常閉路して置く。今第

一號機を自動起動せんとする場合は先づ第一號機用主配電盤に取付けられた自動手動切換開閉器 #43 を自動側に、自動電壓調整器用開閉器 #8ar を閉路側に閉合する。尙同期用開閉器 #SS を第一號機側に閉路する時は第一號機盤に取付けられた起動順序信號燈 R₁ が點火する。

b. 水車主弁の開く迄

起動押釦 #PB₁ を押す時は、閉鎖繼電器 #30 が動作して居らず、速度繼電器の停止接觸部 #14 が閉ぢ、油壓が充分にあつて油壓繼電器 #63n が閉路し、水槽水位が充分にあつて、浮子開閉器 #1 Fh が閉路し、勵磁機が發電して居らずに直流電壓繼電器 #53 が動作しない状態であり、且つ界磁遮斷器 #41、油入遮斷器 #52 が開路せる事を條件として主幹繼電器 #4 が働き自己の補助接觸子で作動状態を持続する。

主幹繼電器 #4 が動作すれば制御母線 AP₂ を勵磁するから、交流電壓

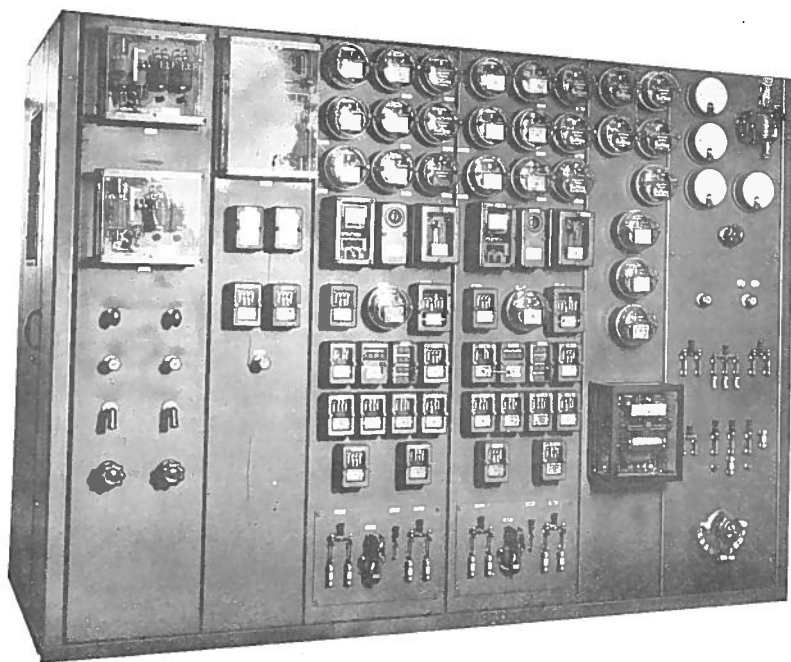
繼電器 #27 及び水車主弁用ソレノイド #65 は附勢せられ #65 は主弁を開き初める。此時起動順序信號燈 R₂ が點火する。

c. 水車が起動するまで

主幹繼電器 #4 が動作すれば调速機用補助繼電器 #15 L が作動する。#15 L は调速機用電動機 #15 M を減速の方向に廻轉させる。调速機が無負荷で規定速度となる様な設定位置迄廻される極限開閉器 #15 q を開き、補助繼電器 #15 qX の短絡を外して附勢すれば、曩に作動した #15 L の回路は開かれ、#15 L は無勵磁となり、調整用電動機 #15 M は停止する。而して #15 qX が動作し、勵磁機界磁抵抗器の極限開閉器 #70 M が閉ぢて居るのを條件として補助繼電器 #4 X が作動し、自己の補助接觸子で作動状態を持続する。#4 X が動作し、且つ水車主弁が全開するに、其の極限開閉器 #906 P が閉ぢるから、水車始動用ソレノイド #65 a を附勢し、導水弁を起動開度だけ開き、水車を起動する。此時起動順序信號燈 R₃ が點火する。

d. 發電機を勵磁する迄

補助勵磁機の界磁抵抗は勵磁機電壓繼電器 #53 のバック・コンタクトによつて一部分短絡されて居るから、主勵磁機は迅速に勵磁され、從て電壓上昇も極めて速いである。主勵磁機の電圧が上昇し、前記 #53 が附勢され、且つ水車の速度が増加して漸次同期速度に近づくと、速度繼電器 #13 が接觸して界磁遮斷器制御用接觸器 #41 X を動作し、其の主接觸子によつて界磁遮斷器 #41 を閉合する。此時起動順序信號燈 #R₄ が點火する。#41 が閉路すると補助繼電器 #41 Y を働



自 動 盤

かし、# 41 Y は前記 # 41 X を短絡して之を落すが、界磁遮断器は鉤によつて閉路状態を保持する。

e. 油入遮断器の開路する迄

界磁遮断器 # 41 が閉ぢるゝ自動速度揃整装置が動作して調速器補助継電器 # 15 L 及び # 15 R を作動せしめ調速機用電動機を制御し徐々に速度揃整を行ふ。又界磁遮断器 # 41 が閉ぢるゝ補助継電器 # 41 Z が動作し、自動電圧起動継電器 # 92 Z が引續き働いて自動電圧調整器は起動し、電壓制御は全く自動調整となる。

自動速度揃整装置 # 92 が起動し、限時継電器 # 92 X が働き、續いて補助継電器 # 92 Y が働けば自動同期閉合器 # 25 が動作し、發電機の周波数と母線の周波数の差が1秒間の約 1/4 サイクル以内に達した際両者が全く同相となる瞬間前に於て（即ち油入遮断器の開路に要する時間のアドバンス・タイムに於て）制御継電器 # 52 X を閉ぢる。# 52 X は直ちに油入遮断器閉路線輪を動作して本器を閉路する。此時制御盤上の綠色信號燈は消え、赤色信號燈は點火し、曩に順次點火した起動順序信號燈は全部消える。

發電機の停止方法

運轉又は起動中の發電機を停止するには普通停止と非常停止の二種がある。普通停止は黑色押釦 # PB₂ により、非常停止は赤色押釦 # PB₃ によつて行ふ。

a. 普通停止

普通停止用黒釦 # PB₂ を押せば、先づ補助継電器 # 65 X が働く。# 65 X が作動すれば調速機用補助継電器 # 15 L の回路を閉ぢ、且つ自動水

位調整器用空氣弁ソレノイド # 65 d の回路を開く。之によつて水位調整器を無負荷位置に復歸せしめると同時に調速機用電動機を減の方向に廻轉せしめて無負荷位置に來らしめ、其の位置で極限開閉器 # 15 q を開き、調速機用補助継電器 # 15 qX を働かし、油入遮断器の引外し線輪 # 52 T の回路を形成し、油入遮断器を開路する。油入遮断器が開路すれば續いて引外し線輪 # 41 T を作動せしめて界磁遮断器は開く。尙一方水車主弁は漸次閉路して其の全閉位置に至れば、極限開閉器 # 908 q を閉路し、主幹継電器 # 4 を短絡して之を落し、總ての動作せる継電器及接觸器類を落して水車を停止せしめる。

保安装置の内下記の故障は危急を要するものでないから、前記 # 65 X を作動して普通停止と同様にして發電機を停止する。

1. 交流側の電圧が一定限度を超えて低下した場合（# 27）
2. 發電機の固定子温度が規定値を超過した場合（# 49）
3. 水槽の水位が規定値以下に低下した場合（1 FL）

b. 非常停止

非常停止用赤釦 PB₃ を押せば、直ちに主幹継電器 # 4 を短絡して落し水車の各弁を急速に閉ぢ、主弁の全閉位置で極限開閉器 # 908 q を閉ぢ、油入遮断器を開放し、續いて界磁遮断器を開放して總ての機器を停止せしめる。此の停止方法は非常の場合に用ひるもので、水車はガバナー・テストを受けることとなり、發電機は急激に減磁せられるものであるから、故障の程

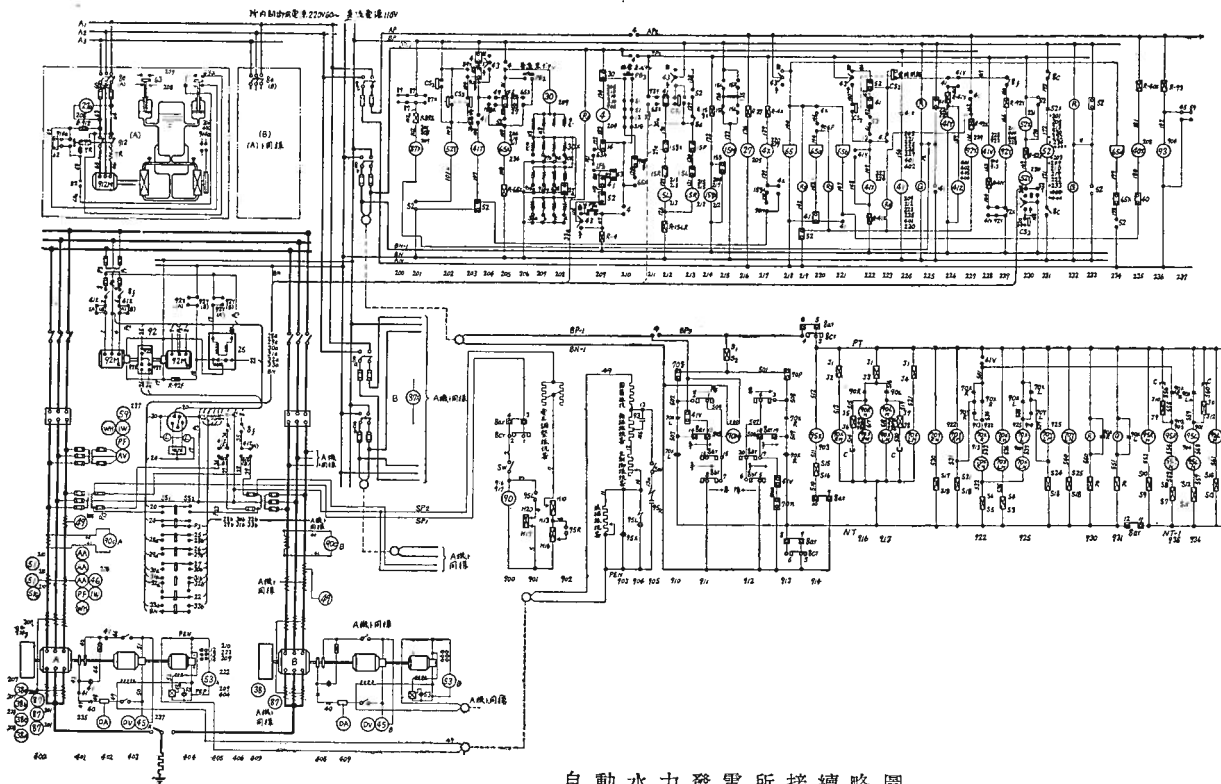
度は最小に制限せられるが、機器の各部は若干の衝撃を受けることを免れ得ないのである。

保安装置の内下記のものは急停止を要するから赤釦を押したのと同様、非常停止を行ふ。

1. 交流側の過電流継電器 # 51 が動作した場合
2. 交流側の接地継電器 # 51 G が動作した場合
3. 過速度継電器 # 12 が動作した場合

尙下記の故障が惹起した場合は閉鎖継電器 # 30 を働かして主幹継電器 # 4 の回路を開き、之を落して前記と同様の非常停止を行ふ。

1. 發電機の内部捲線の故障によつて差働継電器 # 87 が動作した場合
2. 發電機の内部断線、送電線の一線断線等によつて三相電流が不平衡となり、電流平衡継電器 # 46 が動作した場合
3. 界磁回線の断線等により界磁電流継電器 # 40 が動作した場合
4. 油壓ポンプ運轉用の調帯が切斷して其の制限開閉器 # 914 a が動作した場合
5. 調速機運轉用の調帯が切斷して其の制限開閉器 # 914 g が動作した場合
6. 油槽の油壓が低下して油壓継電器 # 63 が動作した場合
7. 油壓ポンプの電線が停電するか可熔片が切斷して電壓継電器 # 27 a が動作した場合
8. 軸承が過熱して軸承継電器 # 38a, # 38b, # 38c, # 38 d の何れかが動作した場合



自動水力発電所接続略図

番 號	型	名 稱	番 號	型	名 稱	番 號	型	名 稱
8a.8b.8c.	—	双 型 開 閉 器	41Y	MC-40	同 上 用 補 助 繼 電 器	914a	リミット スイッチ	補助水車調帯用リミットスイッチ
8d.8e.8f.	—	同 上	41Z	MC-40	同 上	914g	同 上	ガバナー調帯用リミットスイッチ
43	—	自動手動切換開閉器	41V	MC-42	同 上	15Pq	同 上	ガバナー用 リミット スwitch
SS1	—	同 期 用 開 閉 器	45	RV	直 流 過 電 壓 繼 電 器	抵 抗 管		
SS2	—	起 動 用 押 釦	46	CM	三 相 電 流 不 平 衡 繼 電 器			
PB1	—	普 通 停 止 用 押 釦	49	BA	熱 動 交 流 過 電 流 繼 電 器	符 號	抵 抗 値	大 サ
PB2	—	非 常 停 止 用 押 釦	51	CO	交 流 過 電 流 繼 電 器	抵 抗 値	大 サ	全 個 數
PB3	—	ガ バ ナ ー 制 御 用 開 閉 器	51G	CO-L	接 地 過 電 流 繼 電 器	R4	450 Ω	6"×1
CS1	—	界 磁 遮 斷 器 用 制 御 開 閉 器	52	O.C.B.	油 入 遮 斷 器	R4X	"	"
CS2	—	油 入 遮 斷 器 用 制 御 開 閉 器	52X.52Y	—	同 上 用 制 御 接 觸 器	R15LR	"	"
CS3	—	主 幹 繼 電 器	53	DM-71	勵 磁 機 電 壓 繼 電 器	R15qX	"	"
4	MC-61	同 上 用 補 助 繼 電 器	59	CV	交 流 過 電 壓 繼 電 器	R27	1000 Ω	"
4X	MC-40	同 上 用 補 助 繼 電 器	63.63a	—	油 壓 繼 電 器	R40X	"	"
13.14.15	PD	速 度 繼 電 器	65.65a	—	水 車 用 ソ レ ノ イ ド	R41V	450 Ω	"
15L	MC-42	同 上	65b	—	同 上	R41X	190 Ω	"
15R	MC-42	同 上	65d	—	同 上	R41Y	230 Ω	"
15qX	MC-42	同 上	65X	MC-41	同 上 用 補 助 繼 電 器	R52X	180 Ω	10"×1
15M	1/2 D.C モートル	調 速 機 用 電 動 機	87	CA-G	差 働 繼 電 器	R59	1000 Ω	6"×1
25	—	自 動 同 期 器	87X	MC	差 働 補 助 繼 電 器	R65X	450 Ω	"
27	CV	制 御 電 源 電 壓 繼 電 器	92	—	揃 速 装 置	R87X	"	"
27a	MC-21	同 上	92X	CV	自 動 同 期 装 置 用 補 助 繼 電 器	R92F	260 Ω	"
30	JL	閉 鎖 繼 電 器	92Y	MC-40	同 上	R92X	1000 Ω	"
30X	JM	集 合 故 障 表 示 器	93	FL-70	界 磁 電 流 變 更 繼 電 器	R92Y	450 Ω	"
38	—	軸 承 溫 度 繼 電 器	906P	—	ガバナー用 リミット スwitch	R93	100 Ω	"
40	KG	界 磁 電 流 繼 電 器	908q	MK	水車主兼用 リミット スwitch	R912	200 Ω	"
40X	CV	同 上 用 補 助 繼 電 器	912M	MK	油 壓 唧 筒 用 電 動 機			
41	CL	界 磁 遮 斷 器	912	EC-25N	同 上 用 接 觸 器			
41X	DM-70	同 上 用 制 御 接 觸 器						

尾道発電所タービン発電機の進相機代用に就て

広島電気株式会社

松 田 久

尾道発電所は尾道市外山波村に在り
広島電気株式会社山陽送電系統の東部
地方、即ち福山尾道兩市を中心とする
地方に對する湯水豫備であつて、ウェ
スチングハウス社製 3,500 KW タ
ービン発電機 1 臺（第一號機）及ブラ
ンボベリー社製 4,100 KW タービン
発電機 2 臺、（第二號、第三號機）を設
備してゐる。

送電系統圖で判る様に此の地方に於
ける水力発電所としては

棕梨川発電所 (980 KW)

河面 発電所 (1000 KW)

永野山発電所 (750 KW)

の三發電所があるが何れも出力僅少
であつて平水時に於ても當地方の供給
は殆んど広島地方からの受電並びに他
會社（中國合同電気株式会社並びに山
陽中央水電株式会社）からの受電に依
つて行はれてゐる。故に電壓調整が思
はしくなく進相機の必要を夙に感じて
居たのであるが長らくその實現を見ず
に居たのであつた。

一般に中國地方に於ける水力は冬季
の湯水が甚だしく、殊に上記三發電所

の如きは毎年數回その出力が殆んど零
に達する事がある。此の爲に比較的大
容量の湯水豫備汽力発電所が必要であ
る。此の豫備設備は平水時には全く使
用せず徒らに遊ばせて置くのみである
から、之を進相機に代用し得れば僅少
な投資を以て電壓調整を改善せらるゝ
筈であつて、早くから其の考へはあつ
たが、何分他に例の少い事であり、且起
動方法等も相當困難なものと豫想され
荏苒その機を逸してゐたのである。

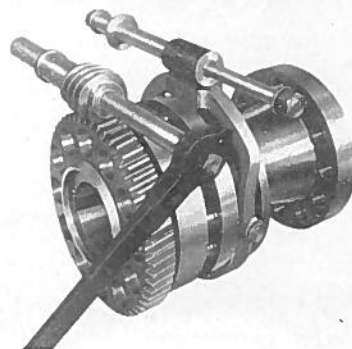
然るに曩に東京電燈株式会社に於て
タービン発電機を進相機に代用せられ
その成績は甚だ良好であつたこの發表
があり、之に刺激せられ、當社の計畫
も急速に具體化し、一切を三菱電機株
式会社に依頼して漸くその實現を見、
昨年五月無事試運転を終り、其後引續
き運転してゐるのであるが、参考迄に
その工事概要並びに試運転成績を述べ
て見るこゝとする。

工 事 概 要

タービン発電機を進相機に代用する
爲には先づカップリングを外して発電
機を單獨に運転出来る様にする必要が

ある。此の作業を容易ならしめる爲に
はカップリングの改造を要する。然る
に前述の様に當發電所には W. H. 社
製 1 臺及 B. B. C. 社製 2 臺の発電機が
あり、W. H. 社製の物は此の改造が極
めて容易であるが B. B. C. 製のものは
少々困難であるため最初の試みして先
づ W. H. 社製 1 臺のみを改造してそ
の成績を見る事とした。

又起動方法として起動用電動機を連
結するか起動用発電機を設置するか、
種々研究されたが結局最初の試みして
は出来得る限り経費を節減する事とし

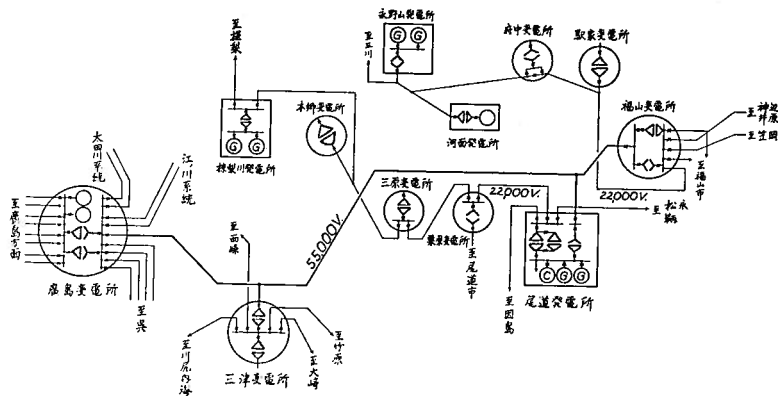


第 2 圖

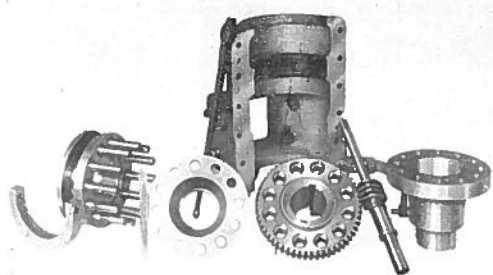
カップリング部分品の假組立

起動時には他の交流発電機を起動用發
電機として使用する案を採用した。依
つて改造工事は大體次の様になつた。

1. カップリングの改造 タービ
ンに直結して運転する時には従来通り
安全に廻轉力を傳へ、進相機として運
轉する時はタービンに發電機を全々
關係のない様に切離し得る事及びこの
離合操作も軸承蓋を取外したり、ボル
トを抜いたりする様な面倒な事をせず
外部から簡単に操作出来る事を條件と



第 1 圖 尾道附近の送電系統圖



第 3 圖

カップリング部分品

したので、三菱では既製品の構造及び組立の都合上、第 2 圖及び第 3 圖の様なピン型カップリングを採用せられたのである。

2. 軸承の改造 同期機殊にタービン発電機は自己起動能力が甚だ少ないので之を助ける爲にその廻轉子を起動の際軸承油膜上に浮き上がらせて起動抵抗を出来るだけ少なくしてやらねばならぬ。このためには起動時に軸承に高圧油を供給する必要がある。そのため既製軸承の一部がこれに適する様に改造された。

3. 高圧油ポンプ及び其油管類の新設 前記の高圧油を供給する爲め電動油ポンプ及びこれを軸承に送るべき油管を新設した。

4. 循環油ポンプ及び油管類の新設及び改造 発電機として運轉する時

には一般に循環油はタービン附屬のポンプから供給されるが、進相機として運轉する時にはタービンを用ひない爲め別の方法で給油する必要がある。その爲電動油ポンプを新設し、その油管もタービン・ポンプと電動ポンプとの二つの場合に使

用出来、逆流なきの不都合が起らぬ様一部は改造し一部は新設した。

5. 油冷却器冷却水ポンプ

もタービンを使用する時は一般にタービン・ポンプを使用されるが進相機として運轉するには電動ポンプを用ひねばならぬ。併し之は既設機があつたので新設の要はなかつた。

6. 起動発電機用界磁加減抵抗器

起動用発電機として使用するべき B. B. C. 社製発電機には界磁加減抵抗器がないので新設した。

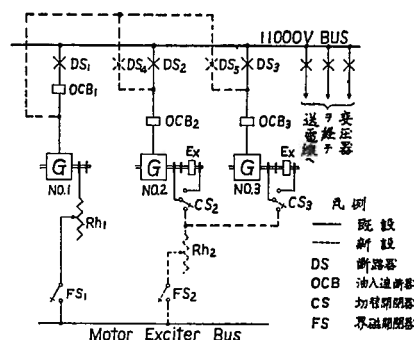
7. 起動用電動勵磁機

この方法では起動の最初から発電機及び進相機を充分勵磁して置く必要があるが、直結勵磁機では起動の初めには速度が充分でないから勵磁機も充分な勵磁電流を送る事が出来ない。そのため別に電

動勵磁機を設備する必要がある。併し此の場合では第一號機は他勵式でこの発電機 2 臺を同時に勵磁し得る容量を持つた電動勵磁機が附いてゐたので新設する必要が無かつた。

8. 起動用母線及びその附屬品

起動に際しては第二號機或は第三號機の何れからでも第一號機を進相機として運轉出来る様、第 5 圖の様に斷路器母線及び油入遮斷器を新設し、尙起動



第 5 圖

発電機の界磁を普通の発電機として働く時には自勵とし、起動用発電機として働く時には他勵し得る様開閉器を改造し、其他無効電力計等を新設した。

起 動 法

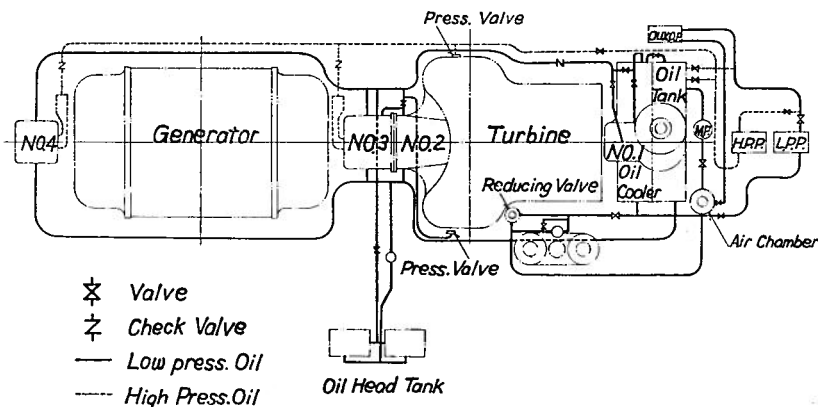
起動は前述の様に他のタービン発電機を使用するのであるが以下、第一號機を進相機とし第二號機を起動用発電機とした場合の電氣的操作順序を述べるこゝにする。(第 5 圖参照)

1. DS₁、DS₂ 及び OCB₁ を開き起動中発電機及び進相機を系統から切離す。

2. DS₄ 及び OCB₂ を閉じ兩機の發電機回路を系統に關係なく直接に接続する。

3. FS₁、FS₂、及び CS₂ を閉じ兩機に適當の勵磁を與へる。

4. かくして第二號機発電機に蒸汽を送り徐々に起動すれば第一號機は略



第 4 圖 第 1 號機油管系統圖

同時に起動し進相機として同期運転に入る。

5. 蒸汽を十分に増し兩機が規定速度に達すれば DS₁ を閉ぢ同期検定の上 OCB₁ を閉ぢて第一號機を進相機として送電系統に接続する。

6. OCB₂ 次に DS₄ を開いて起動發電機を系統から切離す。

勿論この間に高壓油ポンプの起動、停止及び循環油ポンプの起動等の操作も同時に行はねばならぬ。

此の起動法に對しては吾人は未だ全く無經驗で之を實行するに當り次の疑問を持つてゐた。

1. 勵磁電流は何程を以て最も適當とするか？

2. 從來の經驗上タービンを無負荷で起動する場合には主弁を開くと同時にその速度が急速に 500 R.P.M. 位迄に上昇する。進相機起動用として使用する場合果して之で圓滑に起動する事が出来るか？

3. 進相機は最初から同期運転をす

試験 番 號	進相機 磁 極 位 置	發電機界磁電流			進相機界磁電流			發電機 電 流 (最大)	起 動 狀 態
		定常	變 動 最大 最小		定常	變 動 最大 最小			
1	0°	75	100 60		80	95 50	155	發電機と略同時に起動、動搖なし	
2	//	75	86 75		80	100 70	150	//	
3	//	80	105 70		80	115 50	170	//	
4	//	70	110 35		70	150 0	300	起動せず	
5	//	90	122 66		90	140 50	240	發電機と略同時に起動、動搖なし	
6	10°	85	111 78		85	125 65	202	//	
7	-10°	85	120 70		90	132 50	190	//	
8	45°	82	96 82		85	115 77	150	//	
9	-45°	85	111 52		90	155 35	252	逆方向に 45° 動搖、後起動す	
10	90°	85	100 60		85	140 50	235	發電機と略同時に起動、動搖なし	
11	120°	85	110 55		90	160 40	280	逆方向に 45° 動搖、後起動す	
12	45°	68	125 42		70	150 15	300	發電機と略同時に起動したるも 22 サイクル後に脱調す	

オツシログラフより摘出せる表

るか、或は發電機を起動して若干電壓が発生した後初めて起動するものであるか、若し後者であるとするれば其の程度如何？

之等の疑問を理論的に解決することは大變困難であるから當社では最初から専ら試験に依る事とした。

起 動 試 験

試験は略試験もオツシログラフに依る試験との二様に行つた。略試験は計器としては配電盤のもののみを用ひ特

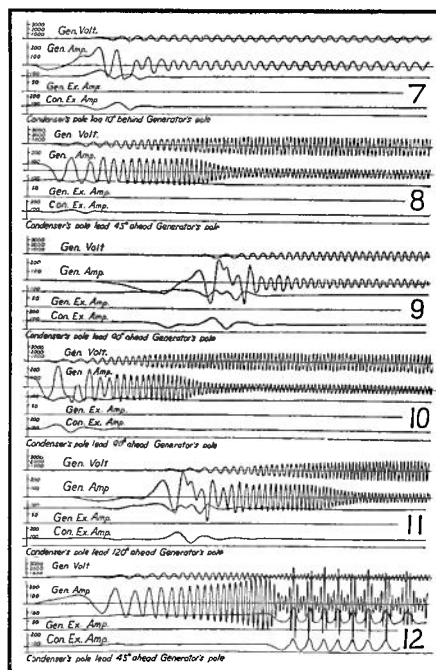
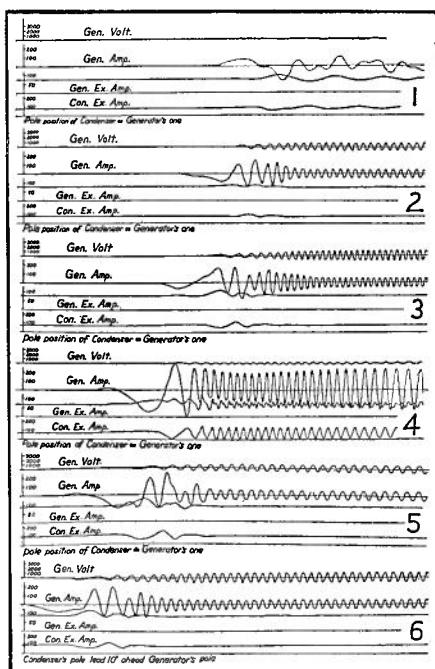
別の計器は使はなかつた。後に計器を更正した結果著しい誤差のあることを發見したので、此の結果は甚だ不正確なものであることが判つた。依つて此處にはその數値は省略し單に外觀上の結果のみを略述しよう。

最初試運転は發電機及び進相機の磁極關係を考慮せず自然の停止位置の儘で起動した。その結果勵磁電流 90 アムペア以上では確實に起動出來たが、80 アムペアでは不可能であつた。又

起動の初め進相機は二三回前後に動搖した。

次に磁極の關係位置を一致せしめて起動した處、一回の動搖も無く、最初から同期運転をなし、且つ勵磁電流も 80 アムペア迄は確實に起動する事が確められた。

又進相機の磁極位置を發電機のそれよりも進め或は遅らして種々の値を以て試験した所、進みの時は或る範圍迄は殆んど兩機の磁極位置を合はせた時に變りなく圓滑に起動出来るが、遅れの時は動搖を免れない。



第 6 圖 起動試験成績を示すオツシログラフ

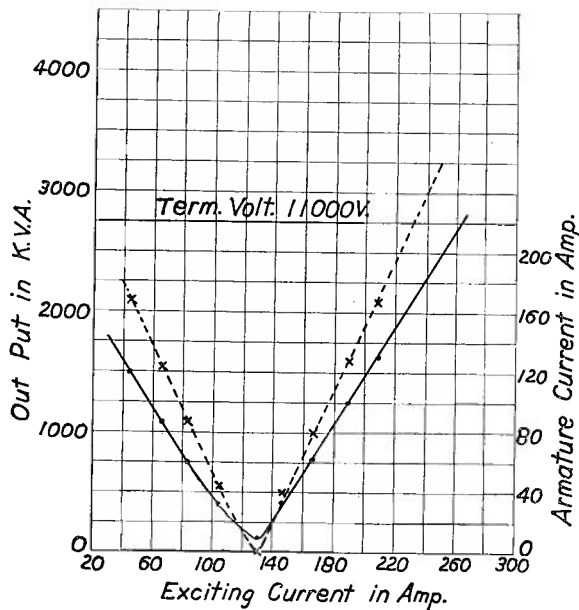
次にオツシログラフに依る試験成績を述べよう。第6圖1乃至12はそのオツシログラフである。此の中から數個を摘出して表示すれば別表の様になる。

此の結果から見るに起動は勵磁電流が80アムペア以上であつて進相機の磁極が發電機の磁極より0乃至45度進んで居る時が最も圓滑であることが認められる。又勵磁電流70アムペア以下では甚だ不安定で、起動不可能の場合が多く、例へ起動し得た

しても途中で同期を外れ結果に於て起動不可能となる。

進相機としての出力及び電壓調整

此の發電機を進相機として使用する場合最大幾何の出力を有するか、又幾何の出力で連續運轉に耐へるかは發電



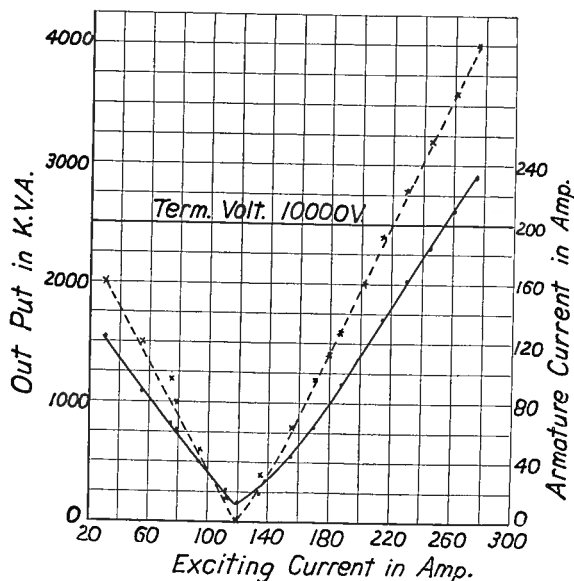
第 8 圖

機として諸資料がなかつたので不明であつた。依つて勵磁電流と出力との關係及び連續運轉に於ける温度上昇試験を行つた。第7圖及び第8圖のV曲線は出力と勵磁電流との關係、第9圖は連續運轉に於ける廻轉子の温度上昇

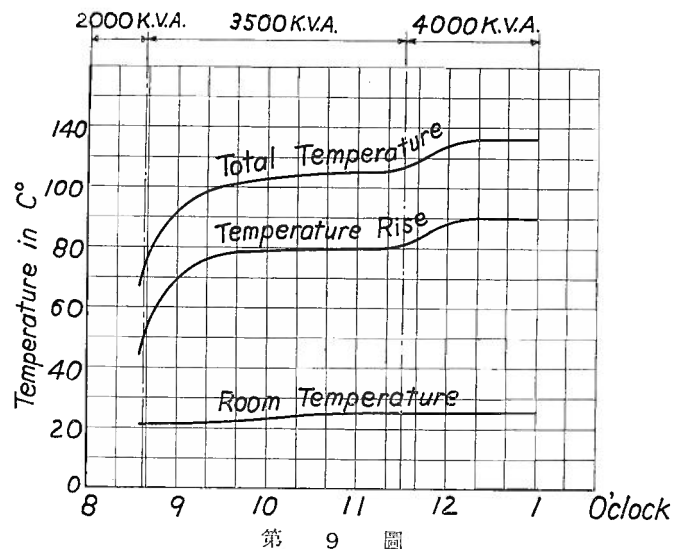
試験の結果である。此の結果により進相機は進力率 4.000 K.V.A. で使用する事になつた。此の出力に於て東西幹線の電壓調整は著しく改善せられ力率 70 %、3,400 K.W. 負荷の時その受電電壓は 48,400 V. より 51,100 V. に上昇した。

以上を要するに近來總ゆる事業に於てサービス改善問題のやかましい折柄、電気事業者もこれに後れず設備の改善或は營業の丁寧親切等を進んで實行されて居る。その一

として各電気事業者は何れも巨資を投じて進相機を設置して電壓調整の改善を計つて居るのであるが、然し經費の關係上その眞價は認められず、一朝一夕にして全系統に悉く進相機を置く譯にも行かない。此の際に當り遊んだ發電機を進相機として利用する事は甚だ有意義な事と思ふ。



第 7 圖



第 9 圖

昭和七年四月十五日 印刷
昭和七年四月十七日 内務省納本
昭和七年四月二十日 發行
本誌代價 壹部 金貳拾錢(郵税不要)

編輯兼發行者 神戸市須磨區天神町五ノ五一
印刷者 大阪市東區内久寶寺町三丁目
印刷所 大阪市東區内久寶寺町三丁目
發行所 神戸市湊西區和田崎町

鈴木 貢 一
長谷川 泰 三
工 文 社
三菱電機株式会社神戸製作所