

# 三菱電機

昭和15年12月

第 16 卷

第 12 號



12

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 特輯發刊をきいて .....            | 331 |
| 輪西中央發電所建設に就て .....        | 332 |
| 22,000 kW 蒸氣タービン .....    | 342 |
| 汽 罐 .....                 | 348 |
| 補助機械 .....                | 353 |
| 27,500 kVA タービン 發電機 ..... | 359 |
| 所内補機用電機裝置 .....           | 367 |
| 配電諸設備及配電盤 .....           | 373 |

# 三菱電機

第十六卷

昭和十五年十二月

第十二號

## 特 輯 發 刊 を き い て

日本製鐵株式會社 工務部長 理事 櫻 井 秀 三

22,000 キロのターボ發電機、120 瓩の汽罐と云つても敢ておどろかぬほど、日本の電機々械製造業がすゝんできたこともうれしいが、今度「三菱電機」が輪西製鐵所の中央發電所の設備に關する特輯をだされるときいて、私は大變意義のあることと考へてゐる。それは技術の世界といふものは、百とか二万とかの數字だけで片付けられるほど、簡単なものではないからである。

およそ機械にはそれぞれ異つた要求條件があり、設計はそれを満足させるやう進められ、設計者も常に同一でなく、また學問と云ひ技術といつても、それらは日に前み月に進む。それ故本特輯のやうに、完成した設備につき、夫々の擔當者が、記述されたものを輯録することはその間の消息を窺ひ得るよすがとなり、一貫してしかも総合的な解説を行ひ、その上從來のものと或は他の製作者のものと比べて、どれだけ違つてゐるかなどを明かにする結果となる譯で、かやうなものは機械を使ふ側にとつても、製造業者としても無上のよき參考資料が、提供せられる事になる。

更にまた考へてみれば、日本の學校教育では、かやうに一つの發電所に就て一貫綜合した講義などは、おそらくないと云つてもよからう。それだから卒業にのぞみ或は就職後自ら計畫をする段になると、一寸取付く島もないといつた有様のことが多いのではあるまいか。従つてこの種の特輯に教材としても適切であらうし、志あるものは實地を見その説明をきくところまで行くならば、そのもたらす利益は決して尠くないと考へられる。

ともかく私としては、先年三菱が八幡製鐵所の 20,000 キロターボ發電機をわが國最初の大型機としてデヴューさせたことも想ひあはせて感慨一層深いものがある。

## 輪西中央發電所建設に就て

日本製鐵株式會社  
輪西製鐵所

動力課長

石

田

稔

10月15日 秋晴の美しい朝、折柄上京中の私を尋ねて、郵船ビル5階、大通りに面した日鐵本社の出張員室に入つて來られたのは中央發電所の機械一式のお世話を願つて、あきる程の顔なちみ、三菱商事の吾郷、坂の兩氏であつた。

“丁度手紙が行違ひになつて”と云つて三菱商事田中電機課長より私宛の手紙の寫を示された。“雑誌「三菱電機」中央發電所特輯號に係る件”と云ふ標題で愈々中發の特輯號を發刊する方針が決定したから、時局柄關係方面の諒解を得たく併せて私に寄稿せよとの申出である

兩氏にとつては製作者側として、又私にとつては、建設側として、眞に血のにじむ様な苦心の過去二年有半を知るが故に、此の光輝ある紀元二千六百年の秋、中央發電所の竣工式を舉行、今室蘭なる白鳥灣を壓する輪西製鐵所新工場の中央に、其の偉容を誇り、鐵鋼生産の原動力として遺憾なく其の威力を發揮し得るに至つた事はお互に感慨無量なるものがあり、いまこの特輯號が正に發刊せられんとする事は、此上もなき欣びであつた。

大小の差こそあれ深淺の度は變れども、この發電所の完成に寄與せる人々の数は蓋し尨大なものがあつた。一億一心と云ふがこの發電所に關與せる目的を同じうし、心を一つにせる人々の力と汗と誠との結晶が、今逞しき大電力となつて、日本北方の一大製鐵所に生命をふきこみつゝあるを思へば、思はず目頭が熱くなるのであつた。

發電所計畫直後、支那事變勃發し、急激なる鐵鋼の需要に迫られたる日鐵が擴張諸工場の建設に全精力を打込んだ事は當然の事であつたが、吾社の社は“天業翼賛”を奉じて製鐵奉公の熱意を以つて終始せられし三菱の關係各位に對しては特に萬腔の感謝と敬意とを表する處である。

この意味に於て私は進んで“中央發電所建設に就て”と云ふ寄稿を御引受した次第であつた。

然し時局柄種々の點に於て、表明を差控えねばならぬものが多々あり、不必要に遠慮しすぎる程度にしか物語れないかも知れないがこれは諒として戴きたい。

本中央發電所設立の儀は「昭和〇〇年早春日鐵〇〇〇擴張計畫」實施を當輪西に決定せられしとき、確定せられたもので、製鐵所に於て、多量に發生する熔鑄爐並にコークス 瓦斯の餘剰量を利用して自家發電をなし、製鋼一貫作業たる當所所要全電力を自給自足せしめんとするにあつた。

即ち、2月20日〇〇〇擴張計畫第一回協議會が本店に於て開催、建設局長景山常務取締役以下關係者列席、製鐵工場の擴張計畫の全貌が發表せられ、無から有を生ぜしむるかの如く此處に一大製鐵所を完成せしめようといふのであつた。

從來にその比をみぬ程な計畫であり、又性急な大擴張でもあつたので、痛快には相違ないが、各部門擔當者としては實に重大な責任を感じ覺悟をきめ腹を据えて掛らねばならぬ次第であつた。

最近全國的な電力不足が物を言つて、漸く電力問題が脚光を浴びて デビュー し人々の注意を喚起して來たが從來は電力會社以外に於ては、動力問題はそう重要さの割合には忘れられ勝で、先づ必要なる動力設備が一番後に出來上つたり、すぐ容量が足りなくなつて作業に行詰りを生ずると云つた矛盾が兎もすれば全國の各工場に於て繰り返され勝であると聞くが、當所の場合はその逆を行き埋立工事及擴張工事に相當の電力が至急入用となる關係上、最初から發電設備完成を第一に急ぐべき事を命ぜられた事は、動力部門を擔當する私にとつては本懐至極であつた。

其の後行はれたる數回の建設協議會に於て發電所の全出力〇〇〇〇〇kWが決定したので、之を内容づけた“日鐵〇〇〇擴張計畫に依る輪西新工場概要並に發電所新設

に就て”を携げて、4月下旬逕信省に参り關係當局に自家發電の儀を陳情致し、又技術課に於ては、内容に就ての御教示を仰いだが、汽罐の汽壓及蒸氣の過熱溫度其他に就て、當時の後藤火力課長の御親切な御教示を得て感銘した次第であつた。

何れにしろ製鐵所獨自の特色ある發電所なので種々検討の結果、同年8月漸く注文仕様書成り、本店購買を通じて國內一流製作所に照會する運びとなつた。本仕様書は百餘頁に及ぶ廣範圍なもので、左記の五章より成り立つてゐる。

#### 第一章 汽罐設備仕様書

#### 第二章 主發電機用 タービン 設備仕様書

#### 第三章 背壓 タービン 設備仕様書

#### スチームコンバーター 設備仕様書

#### 第四章 發電機變壓器設備仕様書

#### 附屬電機器具設備仕様書

#### 第五章 配電盤及附屬電氣設備仕様書

設備内容は本特輯號に、明細に紹介せられる筈であるから省略するが、本發電所機械注文仕様書中の二つの根本方針と二、三の特徴に就て申述べたい。

根本方針の第一とは機械は總て國産品たるべき事であつた。従つて汽罐の壓力は鋳打ドラムによつて制限せられる結果となり、當時の状況よりして最高を34氣壓とし其の過熱溫度は攝氏425度を撰擇する事となつた。

即ちタービン入口に於て30氣壓、410度は國産品採用方針に依つて決定されたものであつた。

第二の根本方針は完成を急ぐ爲に、納期短きものを選ぶ事であつた。主發電機の出力は22,000 kWである故に、之に直結するタービンは高壓及低壓の二汽笛とするのが普通であるが、長崎造船の設計と技術とに信頼して單氣笛を選定するに至つたのも、1ヶ月餘の納期短縮を約束せられたに他ならなかつた。

1ヶ月はおろか、1日でも完成を急がねばならなかつたこの方針は、日支事變の勃發によつて切實なものとなつたが、之に反して國內事情はあらゆる方面に於て建設促進に逆行する事情が、日に月に加速度的に加はつた事は周知の事實であつた。

次に特徴の第一は、汽罐の燃料が熔鑛爐瓦斯及コークス瓦斯を使用する事である。此の瓦斯燃焼装置は兩瓦斯併用も可能であり、又夫々單獨にても充分の効果を有する

ものでなければならず、又爐況の變化、不時の故障をも考慮して補助として燃料微粉炭燃焼装置を併置することにした。

熔鑛爐瓦斯とコークス瓦斯とは、熱量が著しく異なるので仲々面倒な條件であり、又燃焼状態に於て、此等瓦斯と微粉炭とは同様な性質を有するが故に、之等の燃焼装置は、同一箇所に取付くるを理想とするも、之は不可能の事にて、微粉炭の方を犠牲にせざるを得ぬ等、技術上厄介な問題が尠くなかつたのである。

然し當所は、當時吾國では最初の瓦斯燃料専用の特徴ある第三發電所（三菱重工業神戸造船所及三菱電機神戸製作所納入）を過去に於て完成し、既に數年の経験を有するが故に、今回の大容量汽罐に對しても、資料も充分にあり自信を持つ事が出来た。

汽罐の容量は120 吨で、○罐中2罐は100%、1罐は50%の微粉炭装置を備へ、他の○罐は將來設備なし得るも現在は設備せぬ事にした。

これは自家發電の許可は瓦斯利用に理由があると云ふ逕信局の方針に遵つたものであつた。

特徴の第二は背壓タービン及蒸氣交換装置を有する事である。製鐵所はコークス瓦斯より多種多様の副産物を吸収するが、此の際加熱及保温用として相當の低壓蒸氣量を必要とする他、熔鑛爐・コークス爐・平爐及壓延工場其他にも不尠ざる蒸氣を所要するので之が爲に、獨立の低壓汽罐を設置するは、不經濟なるのみならず作業能率上よりするも面白からざるを以て、本計畫に於ては、本發電所汽罐の蒸氣を背壓タービンに導き、11 缸として更に蒸氣交換装置に導き、7 缸の生蒸氣を發生せしめて工場用として配給する事にした。

蒸氣交換装置は3組で各容量1時間30 吨、背壓タービンは4,000 kWである。

特徴の第三は汽罐壁に露出水管型を採用した事である。大型汽罐と申せばベレウオールと相場は決してゐるが、當所の燃料は主として熔鑛爐瓦斯であり、その熱量は1 立方米930 カロリー程度であるから、燃焼室の溫度は微粉炭やメカニカル ストーカー 汽罐の夫れの如く昇らぬのみならず、瓦斯中の塵汚量は、1 立方米中に0.05 互程度の比較的清淨なものなる故、露出水管とした。

もつとも微粉炭を使用する機会が多ければ困るが、平常状態では瓦斯専焼であるから思ひ切つて露出型とした

わけであり、これによつて汽罐の値段も引き下げる事が出来た。

因に第三発電所に於ける汽罐の燃焼室は、ペレウオールも露出水管も使用せず空気冷却型耐火煉瓦壁であるが、数年の使用に立派に耐えて居る次第である。

特徴の第四は、発電所内に熔鑄爐送風用ターボローワ 4 組を並置せる事である。

此等ターボローワ直結タービンの容量は各 6,100 kW 合計容量 24,400 kW 常用 3 台として 18,300 kW であるから、本発電所出力 48,000 kW に之を加へ 66,300 kW が実際の総出力となるわけであり、汽罐は各容量最大 120 瓩であるから、常用 4 瓩、豫備 1 瓩となる。

特徴の第五は、電気関係であるが所内変圧器は勿論、配電用変圧器をも所内に設置せる事である。

本発電所の所在は、電力配給上工場の中央に配置し且燃料瓦斯の關係上熔鑄爐とコークス爐の中間に位置を決定せるを以て室蘭地方の定期風たる、東南風及西北風の交流によつて、或は炭素粉・鑛石粉其他電氣の絶縁には好ましからざるものゝ交替來襲をうけ、一般発電所の如く、屋外に変圧器や油入遮斷器を置く事は出来なかつたので、之を屋内に無理に収めたのであつた。

従つて通風の爲に排風機を設くる他、之等屋内用大型自冷式変圧器の搬入や點檢手入等を考慮したる結果、タービン室のスパンが出力に比して稍々贅澤の感じがしないでもないのである。

發電機の高電圧は 11,000 V であり之を 22,000 V に昇壓して配電電圧とした事は、〇〇〇萬坪に及ぶ廣範なる地域に散在する各方面の工場に配電する爲、銅節約の立場よりして當然であり、且つ室蘭地方の唯一の電力會社室蘭電燈株式會社御崎發電所との連絡は 22,000 V であるが故に、22,000 V を以つて配電電圧として同じく構内〇ヶ所の變電所及第〇發電所にもつなぎ、何れも SL 鋼帶鍍装ケーブルを使用して地下のコンクリート樋におさめたのである。

一般發電所に比し配電盤面が多く、引出ケーブルの輻輳せる事も工場用自家發電所の特徴の一つであらう。

此等の成案を盛つた仕様書によつて見積照會を致す一方、關係圖面一式をどうやら作成して正式に逓信省に自家發電の儀を願出たのは同年 11 月 6 日で、輪席第 821 號自家用電氣工作物施設變更認可申請書がこれであつた。

一方見積照會中の三菱・三井・日立よりの見積書は押しづまつた 12 月 29 日から 1 月 10 日の間に辛うじて提出さるゝ有様で、實際氣が氣ではなかつた。

然し事變勃發直後の事にて諸工場が相次で擴張を計り、従つて火力發電所の引合が頗る増加した秋であつたし、當所の仕様廣範圍なりしのみならず、鋼材支給契約なりし爲、之等の調査が相當難事であらうから見積側としては相當の努力であつたのには相違なかつた。

此の年 8 月 1 日當所は新工場敷地に於て、盛大なる地鎮祭を行つて擴張工事の完成を天地神明に誓つたが、當時は全く渺茫たる砂原と葦原と、海とがあたかも奇蹟を夢みつゝある者の如く、夏の陽照りの下に、靜かに眠つて居たに過ぎず、埋立用の浚渫船の咆哮のみが、大工場建設を告ぐる豫言者の雄叫びにも似て、建設者達を鞭打ちつゝ海を陸に變するにすぎず、バラックの建設、軌道、道路の延長、資材の累積のうちに、擴張第 1 年たる昭和 〇〇年は暮れていつた。

明くれば 〇〇年酷烈なる寒波に虐げられた北海道が、春風を迎へて全道を蔽ふ白雪の衣をその南方の海邊より靜かに更へつゝあつた春 3 月末、自家發電の儀は逓信省當局の御努力のうちに審査を終了、25 日附にて認可せられ、又この間に總ての討議を盡し、手續萬端を終了して發電設備一式は擧げて三菱商事株式會社に依頼する事と決定したのであつた。

此の間に於て三菱の關係者と、提出された見積書や仕様書の内容について、前後數ヶ月に亘つて色々と審議し折衝もしたが、責任者田中課長は勿論であるが、その幕僚として此の面倒な交渉連絡に直接當られた小林・坂兩氏の御骨折は蓋し大變だつた事と察せられる。此の間の協議事項や打合せ内容、金額變更の書類は即戰即決的に正確に而も鮮かに處理せられ、その書類は蓋し契約金額が巨額であつただけに、甚大なものであつた。

正式契約日附は 4 月 28 日である。三菱商事が本發電所の機械一式の爲めに、三菱重工業及三菱電機の優秀なる設計と技術とを傾注せられ、更に短期製作の件をも熱誠を以て引受けられた事は、單に日鐵輪西の欣びに留まらず、實に今日の時局に際し、顧みて邦家の爲慶祝に耐えぬ處である。

かくて機械一式が三菱と決定したので、その各部門の設計の進捗と相呼應して發電所上家の根本設計を急ぎ、

機械器具装置配列を決定して、基礎及上家の設計を内藤事務所に依頼、基礎及上家一式の建設は大倉土木株式會社に落札、同年7月8日同社と正式の契約が成立した。

工場設置願は同年7月15日北海道廳に提出、翌日附を以て許可せられたるを以て間もなく發電所敷地たる砂地に最初の鉄入れが行はれ基礎工事が初まるに至つた。

此の建物設計決定に至る7月上旬迄には、實に3月1日以来日鐵建設局並に當所關係者、三菱・内藤事務所間に於て毎月數回の打合せをなす一方、建家設計の完成をまたずして、片端より鐵材の準備をなす等、實に當初より突貫工事の面目を遺憾なく發揮したもので、前述の如く機械一式の契約が三菱に正式決定した4月下旬より、僅々2ヶ月餘を経たる7月には現地土木工事を初むるに至つたのである。

かるが故に、機械設計の進行に伴ひ、當然生すべき變更の事ある度に、建家にも亦變更を加ふる必要を生ずるに至り、一方に於ては待つたなしの突貫工事に馬力をかけつゝ、又他方に建家の變更打合せをなしつつ進行速度を落さしめざる様、仕事の段取りを常に工夫し、且つはなだめすかしつつ工事を進めしめたる建築現場監督の苦心は、一方ならざるものあり、その熱意には實に敬服すべきものがあつた。

就中此の建家に要する骨材 3,600 吨を鋼材不足の折柄之を集め、東京地方のシャリツ工場にて之を切らし、鐵工場にて組立てしめ現場の工事進捗に則應せしめた建設局建築擔當者の努力は、實に涙ぐましいものがあつた。

宜なる哉、その技術と熱誠とは建物面積 9,000 平方米、横 110 米、縦 87 米、高さ最高 37 米に及ぶ巨大なる鐵骨スレート張、及鐵筋コンクリート並用の建家をして、各種資材の不足なりし期間に、而も工賃暴騰の折柄、僅々1年9ヶ月、即ち昭和〇〇年7月上旬に契約して昭和〇〇年二月下旬に立派に落成せしむるに至つた次第であつて、大倉土木の現地監督者に、その人を得たと共に、前述の建設局と現地に於ける監督者に人を得て、而もピッタリと意氣が合ひたる結果に他ならぬ。總て如何なる事業にても、人が根本だと云ふ平常よりの私の信念を實際に體驗する事が出來た次第であつた。

建家に要した主なる資材中の概略數量を参考に掲げやう。

鋼材 3,600 吨 割栗 2,300 吨

丸鋼 2,000 吨 砂利 11,600 吨  
セメント 9,200 " 豆利砂 17,000 "  
採石 2,200 "

本建築工事に要した大倉土木の延人員は約 223,000 人にて、之を此の期間即ち1年9ヶ月を600日として1日平均 339 人に當り、その多き日は實に 1000 人を越ゆる事さえあつたのであるが、現場に於ては眼につく程の多數には見えぬ程、此の建物は廣さと變化と仕事の分野とがあつた。

斯くして建家建設工事が7月より土工を起し基礎杭の製作から着手して進行する一方、翌春よりポッポッ搬入さるべき機械の据付の緩急に對處すべく、建家工事を進めしむる爲に、7月以降同年末迄に現地或は東京にて綜合協議會を開きしこと實に 16 回に及び、同年末迄に海水導入暗渠、基礎及電氣室の鐵筋コンクリート工事等は大いに進捗した次第であつた。

又据付工事は發電所完成上重要な要素であり、竣工期限の長短も亦、運轉後の成績も、据付技術の如何に大に影響せらるゝところあるが故に、慎重に準備を進め、設計内容及圖面の整備するを待つて、同年秋増成動力工業株式會社東京支店に指命請負はしめた。

同社との正式契約は同年11月24日であつた。これで機械、建物及据付の三要素全部が軌道に乗り、本發電所の建設を目ざして三者何れも驀進を開始するに至つたのである。

春以來、機械一式に關する打合せは、或は東京に、或は長崎に又神戸に、現地に屢々行はれ、機械設計の進捗と共に、次第に細い處迄着々決定する運びとなり、從つて其の打合せ記録、及相互往復文書は相當量を重ねるに至つた。

尙發電所内にありて、三菱より納入範圍外の諸機械器具、たとへば天井走行起重機、蒸汽弁・給水弁及び材料等も夫々春以來註文手配を済ませ、燃料瓦斯管、海水取入口等發電所附帶設備の諸準備も並行に進捗せしめた事は勿論であつた。

特筆すべきは、三菱に支給すべき鋼材及鉄鐵合計約 6000 吨の手配であらう。

註文決定後三菱に於ては超特急にて各種各様の鋼材方法を設計に應じて調査し、當所にては之を分類整備して6月末には 5000 吨餘の鋼材及鉄鐵の所内分譲手續を完

了せしめたが、これは相當な仕事であつた。

鋼材配給状態は今日の如き切符制度にこそなつて居らなかつた當時ではあつたが、既に事變勃發一周年にもなつた時の事とて、日鐵としても外部で想像する様な樂な状態ではなく、日鐵の建設に使用する鋼材の如きは、極力切詰めしめ且之の製作は日鐵部内各製鐵所に分擔せしめ、且發生品を利用してやり繰りする等の有様であつたので三菱で要求する様な大小各種各數量の鋼材を請求の期限に遅れぬ様、長崎へ或は神戸へと送り込む事は實に並大抵の事ではなかつた。

大部分は八幡であつたが兼二浦・大阪或は釜石等にて夫々分擔製作するので、本店へは勿論、各製鐵所にも人を派し又三菱よりも八幡に再三出向いて折衝せられた次第であつた。

特に汽罐用鋼板の製作に就ては、八幡當局の努力によつて、12月より長崎への搬入を開始する運びとなり、汽罐の納期を確實ならしむる事となつて、愁眉を開くなど、多事なりし昭和〇〇年も生みの悩みの中にも亦、人事を盡して天命を待つ者の心を乗せつゝあはたゞしく暮れていつた。

かくて、愈々日鐵に取つて待望の年は明けた。

「今秋新工場第〇熔鑄爐に火入を爲す」

と日鐵が天下に公約した、昭和〇〇年は寒氣と降雪を序曲として、その嚴肅な姿を表はした。

建家工事はこの嚴寒を押切つて、基礎及コンクリート工事を押し進めた。機關車を現場に常置して、其の蒸氣を利用して砂利を洗ひ、保温をなすつゝコンクリート工事を支障なく行はしめたのもこの頃であつた。

又東京宮地鐵工所にて加工中の、建築鐵骨工作も鋼材の入荷不足に悩みつゝも、追々進捗して行つた。

一方三菱に於ても、時局の影響を痛くうけて、山積する受註機械處理に對するその苦惱は、蓋し甚大なものがあつたであらうが、當所の機械納期に對しては非常な責任を以て約束せられたるが故に、製作工程着々進捗し、納入品のトップを切つて、5月1日待ちに待つた第1號汽罐のドラム2箇が遙々長崎から指定の特別2台連結車で現場に到着するに至つた時の喜びは忘れられない。

〇幾廻り百足の走る春の旅

これは商事田中電機課長より、同日私に送られた記念すべき電文であつた。

もつともこのドラム陸上輸送は、輸送期間を短縮する爲の特別方法ではあつたが、ドラムが約束の納期より5,6日短縮されて入荷したので、据付工程は大いに助かつた次第であつた。

引續いて同月11日3本目のドラムが又同じ方法で、途中輸送無事到着した。

長崎造船の久米倉庫係主任が、この巨大な百足と共に、6日夜終列車にて長崎を立ち、途中大里・幡生・米原・青森・函館・東室蘭と、彼と起居を共にしつゝ列車切替の都度世話をなすつゝ11日未明當所に来られ、三浦營業主任よりの「久米主任は貴所納入ドラム護送の爲め貴所迄出張云々」の紹介状を見た時は涙の出る程嬉しかつた。

〇北國の春に又逢ふドラム哉

折柄道南の櫻も蕾ようやくふくらみ、草の緑のやはらかさがさそう春の感傷を駄句に托して、田中氏と三浦氏とに謝辭と共に電報した處、折返して長崎三浦氏より返句に接した。

〇聖戰下花よりドラムと急ぎけり

前年來幾百千通にのぼりし打合せ電報の中に、正に紅三點 “その氣持わかるです” と云ふ處であつた。

直徑1.4米、長さ14米、重量23噸と云ふ巨大なるドラムが地上に横たわつてゐるのを撫でつゝ……

“あのねドラちゃんわしやかなわんよ”と感心した人々が多かつた。

このドラムの先行に引續いて6月中旬より第1號汽罐を形成する五百數十噸の製作品が六百數十箇に分類荷造りされて、船便にて到着するのを手始めに月を追ふて各汽罐の分も漸次入荷するに至つた。

何しろ同一型の汽罐の事とて、どの汽罐の分か判明なし難いので、各汽罐共夫れ夫れペンキで、赤・白・黄・緑・黒の5色に色別して貰つたので、各罐混合して送られても混同する事は無かつたが、相當の容量、風袋のものが大部分なので廣い地積を用意しておいたが、すぐ満員になつて後から、本据付の際引込むのに一苦勞も二苦勞もした。

然し、船より發電所迄の運搬状況は、小物は當所の假岸壁荷揚場より、又大物は隣接日本製鋼所の埠頭より荷揚なし、當所の貨車で發電所前置場或は發電所内迄運搬の上、移動起重機で整頓した次第であつて、何の設備も

ない野原に建てられるのと違つて、この點は恵まれて居るとは申せ、全工場一勢の活動故、運搬、其他は仲々おいそれとは簡単に運ばせられない状態であつた。

第1號罐の立柱式は、6月11日未完成の上家の下で舉行した。

一方新第○熔鑄爐は同月7日、爐築造修祓式を取り行ひ、煉瓦積方を初むれば、コークス 爐も亦、煉瓦の築造に取掛つて、新埋立地には、あちこちに立体的な建造物が、雨後の筍の如く日一日と威勢よく延びて行くのが見えて心強かつたが、それ丈に自己分擔の仕事の出來方が重大な問題となるので、一步の足踏みも出來ない状態の中に、月日のみは情容赦もなく過ぎて行つて何時しか春は夏を経ずして秋に入つてゆくかの如き感があつた。

此種大型汽罐の組立には、最少5ヶ月を要するとの増成の工程よりすれば、6月11日立柱式をなすも11月の中旬でなければ乾燥出來ぬ豫定故、之の汽罐に依つてターボローを運轉し、新熔鑄爐に送風し、爐の乾燥をなして後、初めて本物の熔鑄爐火入れとなる順序となるので、結局汽罐の完成が火入れに重大な関係を有する事になつた許りでなく、全工場の擴張工事用電力の増加、及之の配電上發電所電氣室を至急完成せしむる必要もあり大倉の建物と増成の据付との合理的融和が實に困難な問題となるに至つた。

一方が建物の鐵骨を組立て、鋸を打ちつゝあるとき、一方はその下で据付組立てを行はざるを得ぬのみならず、機械の搬入を増成が行はんとすれば、それは大倉の建物工事の進捗に差支へが生ずる等の問題が日々に而して事々に生じたが、此の間關係者の眞摯な、そして同一目的に向つて突進する者の持つ協和の氣持が、建設工事の中心に脈々として流れてゐたので、流血の慘事もなく何とか纏つて行つた事は欣ばしかつた。

然し之には陰に眞の男同志の腹と腹の力が潜められてゐた事は勿論である。

幾度が重要な會議が行はれた。

三菱各方面からも關係者が來所され助勢された。

銅不足、労働時間の制限、カーバイトの缺乏、關東、關西の電力不足、熟練工の應召、職工引拔の現象、輸送關係の不圓滑等、種々の惡材料は、全國的に深刻な問題となつて、三菱、其他の納入品の納期の上にも、その相を表はし、關係者の苦慮は實に想像に餘るものがあり、東

奔西走、總ゆる努力がこの打解に注がれたのであつた。

私も現場を離れて、幾度か神戸に使し、又再三上京し各方面への連絡、陳情等に當つた。

特に銅問題では、唯に發電所のみならず各發電所及工場内配電全体の死活問題であつたので、全く腹を据えてかゝつたが、某方面の援助によつて救はれ、日鐵建設途上最大の危機が救はれたのは、唯感謝感激あるのみであつて、今猶顧みて感激あらたなるものがある。

神戸に於ては、三菱電機の山口所長には随分無理な納期の繰上げなどのお願を再三致したが、嫌な顔もされず、關係の方々と一緒に心配して下さつた事は感謝の他なかつた。此の間に於て學友藤田氏、後任の石川、中村兩氏の並々ならぬ御苦心を銘記する次第である。

#### ○ 野は緑りッ聯の山の頂きに

入道雲の覗くひるかな 石井漢

之は同年9月8日、上京の車中にて適々寢台を隣り合はせた同氏が、私のノートに書いて呉れた皇軍慰問行脚中、滿ッ國境にての咏吟であつた。

かくして秋10月を迎へ、建設工事は第1熔鑄爐火入れを重點とする關係工事の仕上げに最後の拍車をかけ、更に寒風しきりなる11月に入つて、荒天に屈せず晝夜兼行の作業は工場隨所に起り、新工場の夜は作業場を照らす光芒と、ニューマチックハンマーの轟との交錯に更けて行くのが常であつた。

發電所第1號罐は全工場待望の中に10月25日嚴肅なる火入式を行ひ、11月匂々蒸氣を發生し、同發電所内第1號送風機に蒸氣を供給する最初の使命を達成する事が出來た。

熔鑄爐及コークス 爐の爐体乾燥は、前者は9月12日、後者は8月16日に開始し、此等の附屬設備も11月末迄に大方試運轉を完了した。

其他海水唧筒・水道設備・配電設備も準備全く整ひ、12月8日新工場第○コークス 爐は先づ操業を開始、吹雪に明けた12月15日新工場第○熔鑄爐には莊嚴な火入式によつて、不滅の火が點ぜられたのであつた。

昭和○○年8月工を起してより、○年○ヶ月、直接現地建設工事に所要した延人員は220餘萬人であつた。

此の記念すべき日、官民有力者百餘名の來駕を得て火入式に引續き、新工場操業始式が舉行せられた。

當日官民代表より寄せられし、數多の祝辭中、土居室



輪西中央発電所竣工式

蘭市長の寄せられし、日鐵の大擴張と室蘭地方の状況を寫し得たる名祝辭の一節を紹介したい。

顧レバ本工場附近一帯、昨ハ錦鱗潑刺タリシ〇〇今ハ悉ク〇〇ラレテ各種ノ建築林立シテ大偉觀ヲ現出シ廣漠寂寥タリシ輪西原頭忽チ變ジテ大市街トナル。御社ノ隆々タル躍進ニ伴ヒ市勢俄然勃興シ人口日ニ日ニ激増シテ所謂日鐵景氣ヲ謳歌セラル誠ニ同慶ニ堪ヘザルナリ。

今ヤ諸般ノ設備成リ國策ノ第一線ニ向ツテ活躍ヲ試ミラレントス大日鐵ノ前途寔ニ旺ナリト謂フベク窃カニ創業當時ヲ回顧シテ轉タ隔世ノ感ニ堪ヘザルモノアルナリ。

而シテ本工事ノ着手後偶々支那事變ノ勃發ニ遇ヒ物資ノ缺乏勞力ノ不足等工事ノ進捗ヲ阻害スルモノ甚ダ多カリシニ拘ハラズ社長以下關係職員ノ劃策宜シキヲ得タルト北村所長ノ献身的努力ト本所關係職員ノ不眠不休ノ活動ト請負業者ノ奉仕的作業ニ依リ總ユル苦難ヲ克服シテ本日ノ成果ヲ學ビ感激已マズ滿腔ノ敬意ヲ表スルト共ニ更ニ來ルベキ全工事完成ノ曉ヲ想望シテ欣快ノ情禁ジ難キモノアルナリ冀クハ各位邦家ノ爲自重自愛這般ノ經驗ニ基キ一層勇奮精勵セラレ榮アル大擴張ノ完壁ヲ期セラルト共ニ御社社運ノ愈々隆昌ナラシコトヲ祝福シテ已マザルナリ。

市長の所謂「日鐵景氣」とは〇億〇〇萬圓の總工事費中、當地方に落ちた其の幾パーセントの金が主として下請負業者及び労働者群の其の自由奔放な荒費ひとなつて捲きおこした消費ラッシュであつて、あまねくバラ撒かれたる紙幣の奔流は、室蘭市内の景氣を飽屑を燃やすが如く瞬間的ではあるが、眩しい程の光芒を放つて燃焼せしめ、遂に地方的局部的悪性インフレの傾向が室蘭値段なる特別高度の値段を、こゝに生ぜしめた事をさすものであつた。

之が因をなし、果を生んで労働賃金の昂騰となり、家賃、地代の値上げとなり、土地ブローカーの跳梁となつて、坪、數錢の野地すら遂に數十圓の高値を生み、慾は欲を生みその波濤は次第に郊外隣接地區へと次第に及ぼしていつて、果は小工場の創設を阻み、社宅・住宅の土地買収を困難ならしむるに至つた。

かゝる状態は労働者を多數使用する請負者にとつては、苦痛多き次第であつて、甲の組より乙の組へ、少しでも収入の多い方に、無節操に流れゆく労働者を留め置く爲に、結局は支給額を増す結果となり、又擴張工事が突貫工事となり、多數の人数を要する場合は、遠く内地諸方面迄募集に出かけて、多額の費用をかけても全國的人員拂底の際とて集まらず、これが又労働者の賃金増加の結果を招來して、留まる處を知らぬ有様であつた。

この状勢の中にあつて、増成動力工業が第2号汽罐の据付を年内に果すべく、10月中旬工を起し、僅々2ヶ月有半にして据付を完了せしめたる突貫工事は斯界の驚異的記録として、特筆大書せらるべきものであらう。

其の第2号汽罐の火入式は押しづまつた12月30日の夕刻、未完成の建家に吹込む粉雪に潔められつゝ行はれた。

かくして3度建設途上に於て、意氣と頑張りの思ひ出を盛りし年を、感慨深く送つたのであつた。

昭和〇〇年中最大の光榮は7月8日、當製鐵所は畏くも朝香宮同姫宮殿下の御台臨を辱うした事である。

兩殿下には親しく新工場を御視察遊ばされ、激勵の御言葉さへ賜りたるとの事にて、一同恐懼感激、粉骨碎身を誓つた次第である。

又動力部門としての特筆すべき事項は、5月25日より引續き3日間「輪西新工場動力設備協議會」を開催した事であつた。

「愈々當所新工場熔鑄爐操業も數ヶ月後に相迫り、之に必要な動力設備一式の完成は、之に先んじて完成すべき事と相成り居り、納期又は据付等の期日短縮の爲、先年來再三御依頼申上置候處、今般當所に於て綜合動力會議を開催したき重要事項に付協議致度候間、御多忙中とは被存候得共萬障御繰合せ關係の方々を御派遣相成度此段得貴意候也

#### 記

5月25日 主に發電所に關する協議會

同 26日 "

同 27日 主に變電所及配電に關する協議會  
協議事項（内容省略）

1. 新工場新工程表の議

2. 支給材料に關する議

3. 運送に關する議

イ、持込時期並に施數調書

ロ、風袋並に重量の最大分の大さ調書

4. 保管倉庫に關する議

5. 工事用地並に工事現場に關する議

6. 圖面に關する議

7. 其他

以上の趣きを5月5日附にて、三菱商事始め、全國關係各社38社に送達し、32社55名の代表者の参加を得

て、本店よりは大橋動力課長、當所よりは所長以下關係者總出動して、華々しくも有意義なりし動力會議を開催、諸般の打合せ連絡を各社各擔當者の方と充分に討議懇談する事が出来た事は、非常な効果を後に來る建設工事進捗の上に齎した次第であり、銅問題の解決と共に、昭和〇〇年度最大なるヒットであつたと信ずる次第である。

その動力會議に参加されたる、三菱商事の坂氏に托されて、三菱電機の間常務から

“よろしき古語と存じ敢て供御叱覽申候”

とて左の古語を示され、建設工事のみ没入する技術者の心に脈々たる高風を傳へられた事は、感謝すべき思ひ出の一つである。

大其心容天下物

虚其心受天下善

平其心論天下事

潜其心觀天下理

定其心應天下變

かくて輝く紀元二千六百年の新春を迎へ新工場の操業は順調にして出銑量も日に増し大さを加ふると共に、第〇熔鑄爐、第〇コークス爐及各副産物工場の完成と、製鋼、壓延工場の進捗とを目標に全員の緊張裏に諸般の工事は引續き進められたが、中にも我が中央發電所の建設は一際目立つて工程大いに進捗し、嚴寒2月建家先づ完成して堂々たる白亜の外容を工場中央に示せば、第3号汽罐は正月勿々着手して5月中旬乾燥を開始し、第4号汽罐も2月中旬に着手、7月中旬には火入式を行ひ、最後の第5号汽罐は5月中旬着工、去る10月中旬工事擔當者全員の感激的萬歳に祝福されつゝその嚴肅なる火入の儀を終了した。

又昨秋10月以來、着工中の蒸氣交換裝置3基も順を追ふて相次いで完成し、3月末には最後の第3號機の据付を完成するに至つた。

一方長崎造船所及三菱電機長崎製作所にて、製作を急ぎつゝあつたタービン及發電機中の第1號機たる4,000kW背壓タービン及同發電機は先陣を承つて、3月7日工場試験を完了、之を中央發電所に移し替へて、6月勿々より試運轉を開始し、慎重なる所内試運轉及開放検査を施行して待期、7月4日より3日間に亘り、札幌逓信局電氣課・酒井・磯山・兩検査官の嚴格なる検査に、無事合格

して日支事變第3周年の記念日たる7月7日發電を開始するに至つた事は意義深き次第であつた。之の排氣を利用して蒸氣交換装置を経て工場への低壓蒸氣を配給するに至つた。

此の4,000 kW發電機の竣工検査に際し第1號汽罐の検査は勿論、工場内地中送電線路、變電所設備等の一部も検査を受けた次第であつたが、兩検査官には早朝より夜更けまで検査せられ、4000kWの負荷試験の際には、當所の都合より遅れたるに不拘、曉をつぐまで立會せられた次第であつたが、これ皆、操業中の工場運轉に支障を少なからしめ、且次に來るべき建設諸工事の進捗の爲の御取計ひであつて、當局のこの熱意に對し深甚なる謝意を表せざるを得なかつた。

本發電所の主役たるべき22,000kWタービン第1號機の試運轉及同發電機テストは4月19日春既に暑き長崎に於て施行、同日午前11時50分無事終了した。

引續きお隣りの三菱電機に参り、石黒所長の如くスマートにして、而も三木總務課長にも似てどつしりした見事な發電機を眺めてうれしかつた。

テストも勿論目出度終了、久々に佐野營業主任の朗かな笑顔をなつかしんだ次第であつた。

この日タービンの前に立ちて緒方副長・吉田造機設計部長・其他の方々との記念撮影に於ける私は、欣びに燃えて意氣軒昂たるものがあつたが、歸途中中高熱を發して、博多に下車入院の止むなきに至り、八幡日鐵病院長の來診を受くるなど、内外多數の皆様の御親切な御配慮を賜り恐縮に耐えなかつた。

御蔭様で病も奇蹟的に快癒、惡靈退散して、十數日の後歸所直ちに活動を開始出來た事は感謝の他なく、失禮乍ら誌上に於て特に三菱の方々に御禮申上ぐることを御許し願ひたい。

主機たる第2號機は引續いて翌5月27日無事工場試験を終了した。工場側の方々の満足も察するに餘りあるものがあつた。

主機第1號機及附屬品一式は、5月中旬入荷、8月下旬据付完成、所内試運轉諸事順調に進んで、9月17日より3日間、電氣廳の飯塚技師、札幌逓信局の東海林氏の立會の下に逓信省検査も無事終了、本發電所の主力は19日より、その逞しき威力を發揮するに至つた。

既に第2號機も一部を除いて全部入手、据付も大方完

了し、汽罐据付も亦前述の通り大方完成したので、9月21日の佳日を卜して三菱關係代表諸氏其他關係諸氏の参列を得て嚴肅なる輪西中央發電所竣工式を舉行した。

實に商事と契約以來〇ケ年有半、計畫事初めより〇年有半であつた。

顧みて感慨無量、而して感謝の念あるのみであつた。當日三菱を代表して寄せられた三菱商事服部常務取締役の祝辭を掲げよう。

## 祝 辭

時維レ皇紀二千六百年九月二十一日、日本製鐵株式會社輪西製鐵所中央發電所第一期建設工事就リ茲ニ盛大ナル竣工式ヲ舉ゲラル慶賀ノ至リニ堪ヘズ謹シテ願ルニ日本製鐵株式會社ガ本發電所建設ニ着手セラレタルハ昭和〇〇年四月ナリ時恰モ支那事變益々擴大スルノ時ニ當リ、土木建築各種機器資材ノ確保ハ愈々困難ノ度ヲ加ヘ人力亦不足ヲ來シ爲ニ本工事所定ノ期日ニ完遂スルヲ疑ハシメタル事一再ナラザリキ然ルニ輪西製鐵所當局ハ一到ノ精神ヲ以テ此等萬難ヲ克服シ今日アルヲ得タリ今茲ニ本發電所ノ壯觀ニ接シ其機構案配ノ斬新卓拔ナル將ニ現今世界各火力發電所ノ白眉タルベキ事ヲ知ル當局ノ欣快蓋シ察シテ餘リアラン始メ日本製鐵株式會社ガ本發電所建設計畫ヲ立ツルヤ其ノ所要機械一切ヲ舉ゲテ三菱重工業株式會社並ニ三菱電機株式會社製品採用ヲ決定セラレ三菱商事株式會社ヲシテ之ガ供給契約者タラシメラル三菱各社ノ光榮何物カ之ニ過ギン上下感激兩來二年有半各々相戒メテ事ニ當リ責務ヲ遂行ニ努メ所有ル困難ヲ排シ漸ク其ノ責任ヲ果スヲ得タリ、吾等此ノ式典ニ列スルノ榮ヲ蒙リ靜ニ思フ過去ニ致シ聊カ感慨ナキ能ハザルナリ然レドモ是レ資材ノ配給工程ノ督勵等日本製鐵株式會社ノ懇篤ナル配慮ノ賜ニシテ感謝措ク能ハザル所ナリ今ヤ我國神武開關以來未曾有ノ國運ニ際會シ製鐵事業ノ緊急愈々其度ヲ加ヘ輪西製鐵所ノ機能ノ擴充ハ國ヲ舉ゲテ囑望スル所此秋ニ當リ本發電所ノ完成ハ極メテ意義深キモノアリト信ズ謹シテ祝意ヲ表スル所以ナリ一言以テ祝辭トス

昭和十五年九月二十一日

三菱商事株式會社

常務取締役 服部 一郎

尙此處に本發電所据付工事一式を引受けた増成動力の社長始め、松本支店長以下の誠意と努力とに深甚なる謝意を表する次第である。

増成にて使用したる工数は、汽罐・汽機・電機を合計して多きは1日1000人に垂んとする事さへあり、去る昭和〇〇年4月以來、本年10月末までに大約26萬人の延工数を累計するに至つたが、その大約内譯工数左の如くであつた。

汽罐据付關係 191,000 工數  
 汽機 " 11,000 "  
 電氣配線關係 55,000 "

又増成にて直接所要せる材料も相當數量にのぼつたが、  
 の主なる材料の大約左の如きものであつた。

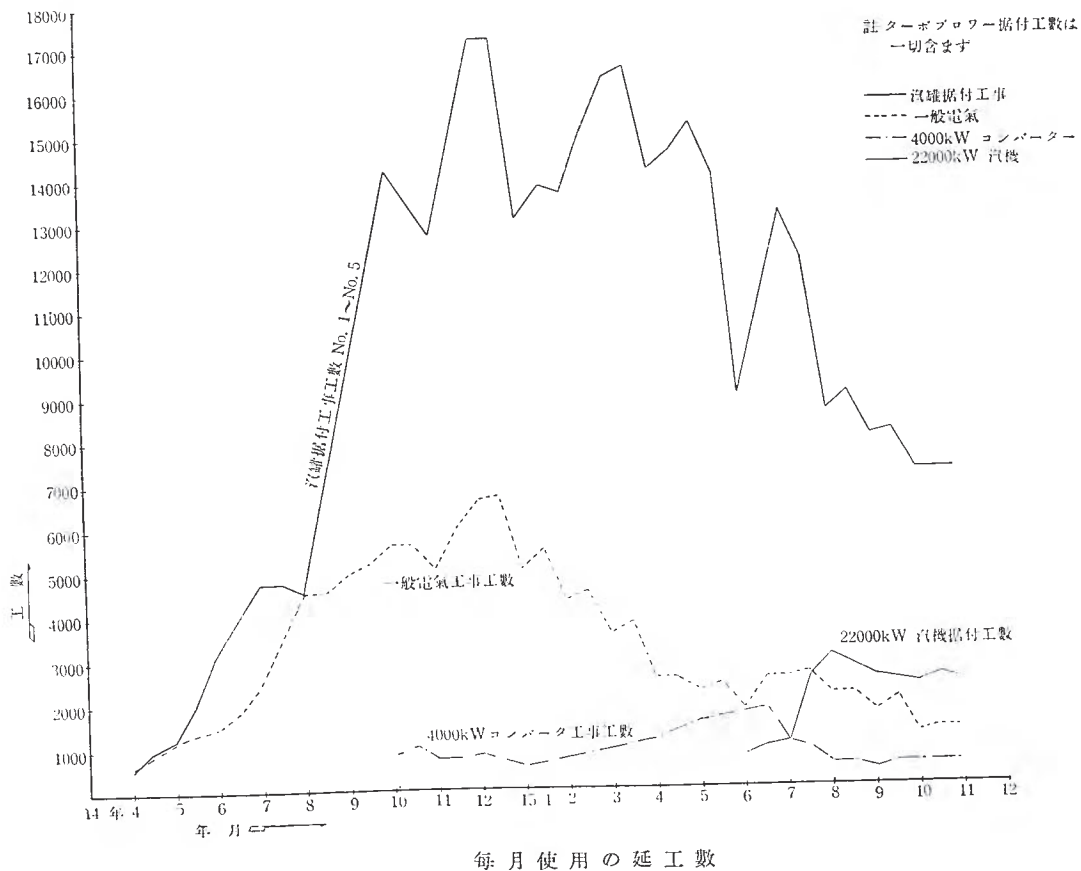
鋼材各種 480吨（銑鐵10吨を含む）  
 パイプ及フランジ 950吨

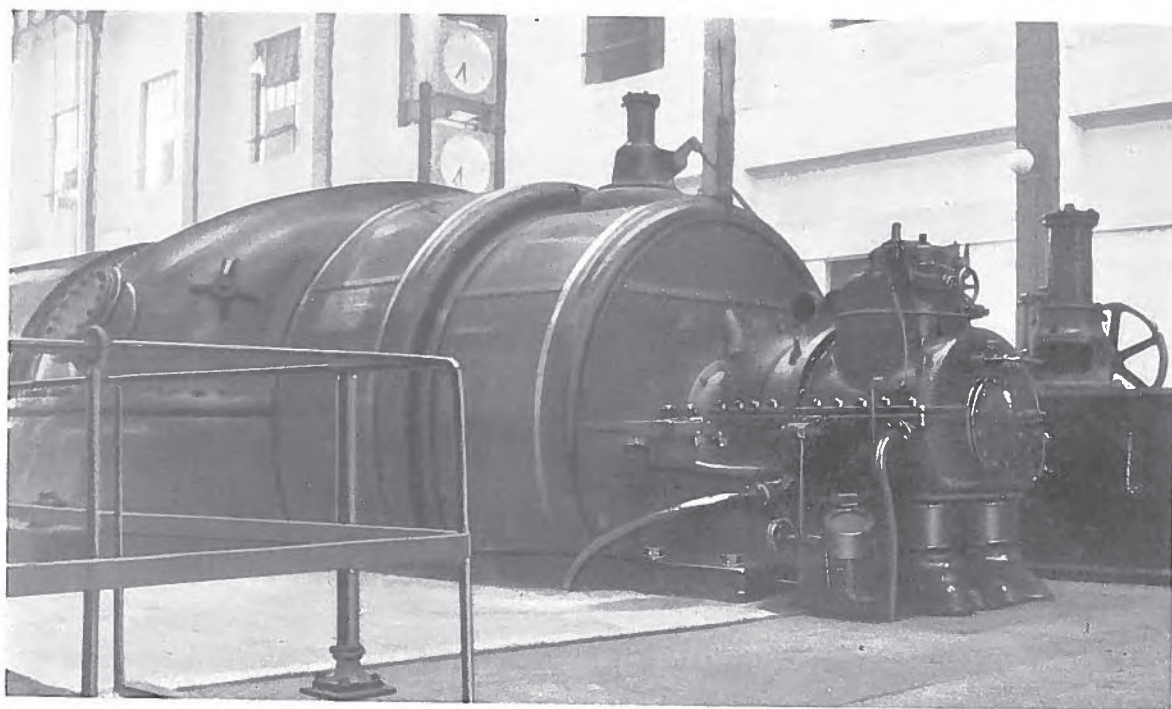
赤煉瓦 170,000個  
 耐久煉瓦 1,400,000個  
 アスベスト 纖維 10吨  
 アスベストヤーレロープ 21,300米  
 アスベストシート 500平方米

× × ×

削骨茲に〇年有半

營々として黙々として戦ふ産業戰士の總力は凝つて一丸となり、その熱意は火と燃えて此處に複雑多岐なる高度綜合機械藝術を完成せしめ、今や光輝ある紀元二千六百年奉祝の秋、北方日本に樹立せんとする一大製鐵工場の心臓に豊なる生命力を與へ、製鐵奉國の使命を達成するに至りたるは、誠に意義深き事にして、本發電所完成に絶大なる御援助を賜りし、官民各位に對し謹みて深甚なる謝意を表する次第であります。





第 1 圖 22,000kW 蒸 氣 タービン

## 日本製鐵株式會社輪西製鐵所中央發電所

## 22,000kW 蒸氣タービン

三菱重工業長崎造船所參事 武 藤 美 一

## 緒 言

吾等は皇紀二千六百年の光輝ある歴史を今や歡喜を以て顧みる幸福を味ひ得た。吾等の前途には更に耀かしき未來が展開せらるゝであらう。夫れは、然し未だ確約されたものではない。今や全世界は世紀に渡る舊体制を脱却し、新秩序を建設すべき段階に到達した。驚歎すべき巨大なる力が相寄り、相反しつゝあらゆる角度に激動してゐる。此の巨大なる力は我國に對しても種々なる体形を取り深刻に作用しつゝある。今こそ吾々は内に潜勢力を養ひ、忍ぶべきは忍ぶも、反撃す可きは反撃し、東洋に永遠の平和を確立し、引いては八紘一宇の大理想を顯現すべく一大努力を致すべき時である。茲に高度國防國家の急速なる建設が絶対であり、此の目的完遂には實に製鐵擴充計畫こそ目下の最も重要なる企畫の一つであら

ねばならぬ。此の重大時局に際し、日本製鐵株式會社輪西製鐵所の一大擴張計畫の一部が完成を見たるは誠に欣快に堪えぬ處であつて、當社に於ては此の擴充部分に動力を供給すべき發電裝置一式、即ち 22,000kW ターボ發電機〇台、4,000kW 背壓ターボ發電機〇台、毎時 45 噸の蒸氣交換器〇台並に此等に要する蒸氣發生裝置として傳熱面積 1,800 平方米汽罐〇台の御下命を受け、鋭意設計製作に精進したる結果既に大部分は納入し、過日非常なる好成績を以て公式試験を完了し、今や製鐵能力に一大貢獻をなしつゝある事は當社の最も光榮とする處であつて、且つ日鐵御當社の日頃の御愛顧に些か報ゆる處ありと思惟する次第である。茲に此等納入品の全般に涉り解説を試みる事にする。之が一般當事者の御參考ともなり、引いては國產機械の發達に寄與する處あらば幸ひである。

## (I) 主 タ ー ビ ン

三菱重工長崎造船所造機設計部

青 木 徳 太 郎

## 計 画 の 大 要

最近我國に於ける蒸氣タービンの發達は高回轉大容量機が目覺しい出現である。即ち 50 サイクル、3,000 回轉機としては容量 50,000kW 以上のものが既に當社によつて數台製作され、好調に運轉を繼續して居る。尙容量 75,000kW のものも、同一回轉を以て既に基本設計を完了し、確信を以つて推奨出来る状態にあり、遠からず實現の機會あることを期待するものである。

しかし斯の如き大容量タービンの設計に當つてはタービン低壓部に於ける排汽分流數の増加即ち2分流又は3分流式を採用する事により單機出力の増加を計るのが普通とされて居り、現在1分流に對する出力は25,000kW程度を限度として居る。従つてタービンの型式は2汽笛又は3汽笛となり、複雑且高價なものとなつて來る。

ここに述べる 22,000kW 機はその容量の點では勿論發電機製作能力上の制限以内のものであり、その採用し

た蒸氣條件も特に高壓高温と云ふ可き程のものでも無い併し構造の最も簡単な單汽笛單排汽型タービンの出力としては前述の大容量機の1分流に相當する出力に匹敵するものであり、且この型式、この回轉數に於ては現在我國最大容量のものである。

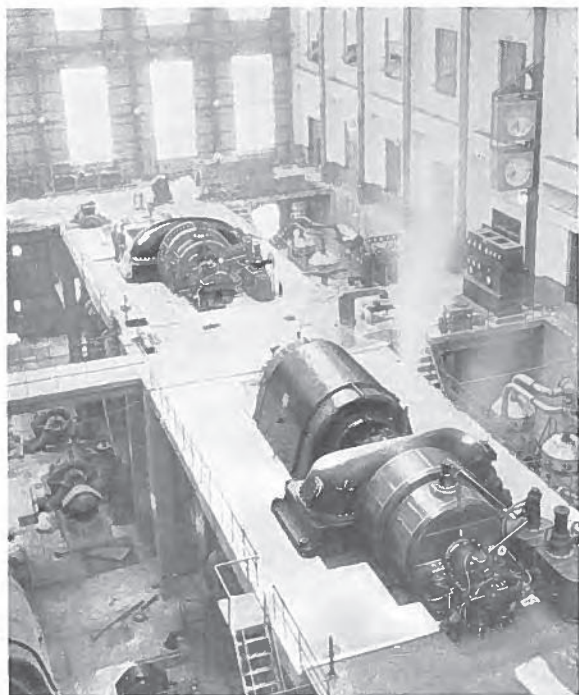
本機は既に去る9月好成績裡に官廳試験を終了し、實際運轉に入つて居る。我々は茲に絶好の一段階を劃して更にこの經驗を基礎とし、この型式を以つて限度容量を一層増大せしめ得ると云ふ自信を得たと同時に、資材節約に對する要求の益々切實になりつゝある現在、本機のように輕量で且廉價な大容量機の完成は國策上意義あるものと考へる。

## 要 目

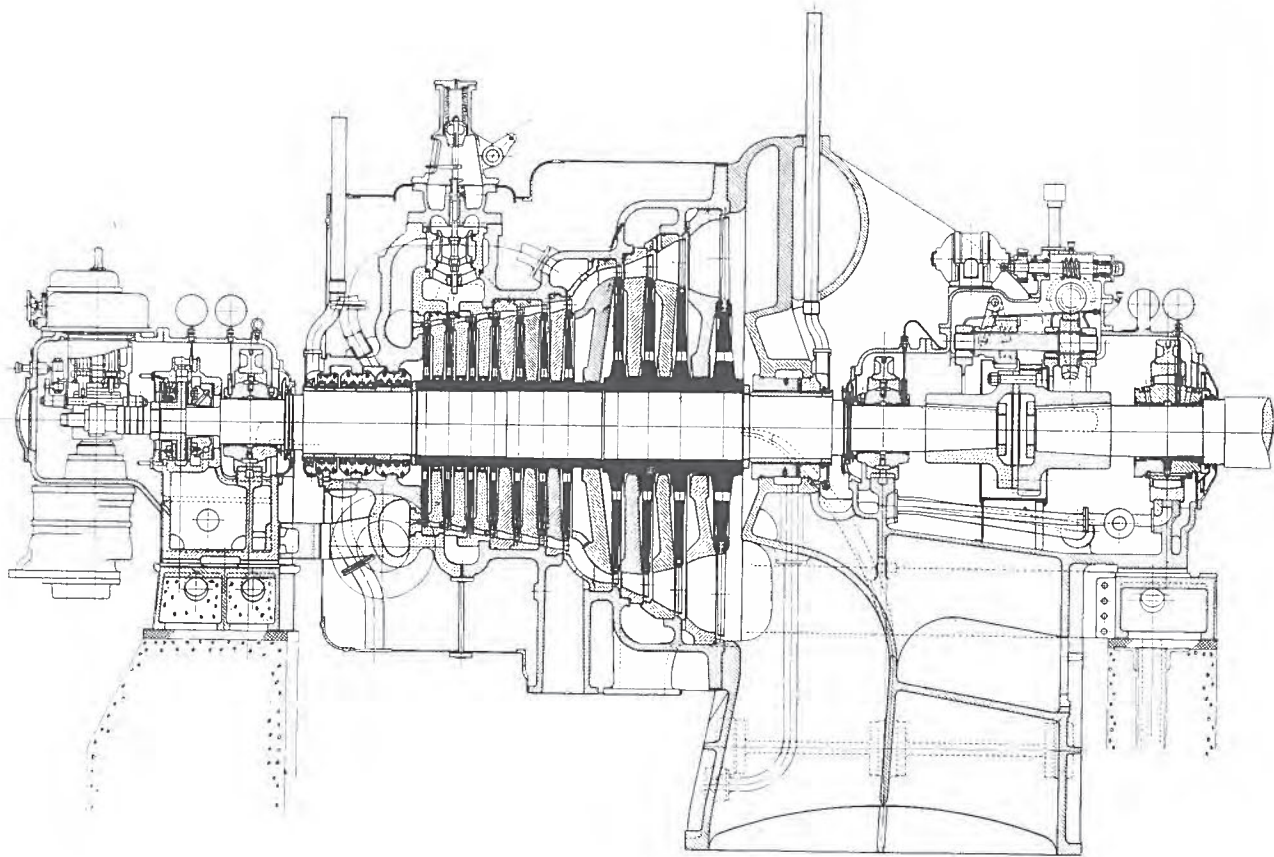
|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| 型 式            | 三菱 ツェリー・インパルス 單汽笛單排汽型   |
| 台 數            | 〇台                      |
| 經濟出力(發電機端にて)   | 18,000kW                |
| 最大連續出力(同上にて)   | 22,000kW                |
| 回 轉 數          | 3,000r.p.m.             |
| 蒸氣壓力(調速弁前にて)   | 30kg/cm <sup>2</sup> .g |
| 蒸氣溫度(同上にて)     | 410°C                   |
| 眞 空 度(復水器頂部にて) | 730mm                   |
| 給水加熱抽汽段數       | 2                       |

## 概 説

**製作費** このタービンの重量及び長さを、當社で去る昭和9年製作した2汽笛2排汽型25,000kWタービンの實例と比較して見ると、その重量は58%に減少し、全長は60%に短縮されて居る。この比較は兩者の出力が稍相異なるから必ずしも妥當とは稱し得ぬ點もあるが、これによつて汽笛數及び分流數の減少による材料の節約が如何に著しいかと云ふ事實を大體窺ひ知る事が出来ると思ふ。タービンの重量の減少に附隨して、加工費、運搬費の低下並に据付面積の縮少による基礎、建物用材料の



第2圖 發電所全景



第 3 圖 22,000 kW タービン 断面圖

節約を考へると本タービンの經濟價值の大なる事は充分了解出來ると思ふ。

**運轉・取扱** 單汽笛型タービンは一般に汽笛が大型となり、始動時暖機に幾分長時間を要する傾向はあるが、本タービンの如く工場用動力源として、長時日に亘り連續運轉を行ふものは、水力補給發電所用の如く發停を頻繁に繰返すものとは事情を異にして居り、又特に高壓高温蒸氣を使用するので無いから、その起動時に於ける難易の差は多汽笛に比し極く僅かで、經濟上の利點を犠牲にして迄も汽笛を分割する必要は認められない。

尙單汽笛であるために運轉、保守上の利點としては、潤滑油消費量の減少、開放點檢、運轉中の諸注意の簡單等を伴ふ事となる。

將來に對する運轉の安全信頼性に關しては強度上より見れば主として回轉部の機械的應力とそれに対する使用材料の採擇如何によるが、既に過去の大容量 3,000 回轉機の實績からも立證されて居り、充分なる確信を以て居る事は勿論である。

**能率** タービン段落数は全部で 11 段あつて、パソンス常

數は約  $1,900 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{kcal} \cdot \text{sec}^2}$  である。容量に比し、一見段落數が少い様に見えるが、段落數を増加する事は回轉部の大きさに影響し、軸徑大となり、翼車應力増大し、特に單汽笛型であるから運轉取扱上より言つても好ましくないのみならず、軸衛帶部の徑大になる事は蒸氣漏洩損失を増し、段落數の増加による能率上の利益を滅殺する結果となる。且本發電所は熔鑄爐其他の廢瓦斯を利用すると云ふ特種條件があるので、僅少なる能率上昇を計る爲に製作費を徒に高めることは得策で無いと考へて段落數はこの程度を採用する事とした。

段落數と翼列平均直徑との關係は、高壓部では蒸氣の全周導入を行つても尙過小ならざる翼高を與へ得る程度を主眼とし、低壓部特に最終段落では翼及び翼車應力の許容する限度内で成可く大徑とし、翼の流路面積を大にし、排氣の退去損失を輕減する様計畫した。

### 主要部の構造概要

動翼には凡て不銹鋼を使用した。最終段落は老大な排汽を處理するため翼長が大になり、翼尖端周速度は 347

m/secに及び莫大な遠心應力を受けるから、翼車植込部は二重の段付特異型とし翼有効部附根から尖端に行くに従ひ、勾配を附し次第に厚さ及び巾を減じて遠心應力の軽減を計ると同時に、翼中央に バインディング・ワイヤー を通し、又翼尖端と縁抑との接合部は鋳縮の上銀鍍付によつて補強し、充分堅牢な構造とした。

高圧部噴口は不銹鋼材から削出し、動翼と同程度に精密に仕上げた小型噴口片を鑄鋼製仕切板に嵌込み、低圧部はニッケル鋼板を特殊鑄鐵に鑄込んだ鑄込式とした。噴口の形状はツェリー型を使用し、噴口と動翼との関係位置及び噴射方向を巧に調節して兩者間隙に生ずる損失を減少させて、蒸気エネルギーの利用を合理的にして居る。

車軸は強力なニッケル鋼を使用し、翼車はその應力及び温度によるクリープ・リミットの低下度合を考慮して、高温部第1〜4段落及び遠心應力大なる低圧部第8〜11段落は抗張力80kg/cm<sup>2</sup>以上のクロム・ニッケル鋼、中圧部第5〜7段落は抗張力60kg/cm<sup>2</sup>以上のニッケル鋼製とした。

タービン 前部車室は鑄鋼製、後部排汽管は鑄鐵製であつてその接合面は排汽側最低温度に設けて、熱膨脹の差による接合面の狂ひを防止し得る構造とした。車室の支持方法は排汽室の中央部を基礎台に固定し、車室前部は基礎台上を車室の熱膨脹に應じて軸方向に滑動し得る軸承台上に、車軸中心線と同心圓的に膨脹し得る様に支持してあるから、運轉中各部の相對的位置を正常に保つ事が出来る。

車室高圧部の上下車室締付ボルトは高温度に於てクリープを起し、蒸気漏洩を生じない様に、クロムニッケル鋼製の大径のものを使用して居る。従つてスパー・丈けでは到底充分な締付力を與へる事が出来ないためボルトを加熱してその收縮を利用して充分な締付力を與へる方法を採用して居る。

軸衛帶はラピンス型を使用し、高圧側は耐熱性あるニッケル・ウルス製のフィンに植込んだ鑄鋼製圓弧狀片を環に組合せ外周を板發條で抑へた構造とし、萬一車軸と接觸しても過度の摩擦を防止出來、運轉上の不安を減じ得る。低圧側は眞鍮製のフィンを鑄鐵製の衛帶鞘に植込んだ構造である。

タービン 前後部軸承は鑄鐵に白色合金を裏付けしたスフェリカル型、推力軸承はミッチェル式スフェリカル型で、タービンローターと發電機ローター間は固定接手で連結してある。ロ

ーター回轉装置は電動式で、發停時ローターの均等な加熱冷却、又は回轉部の點檢等に使用する事が出来る。

速度調整装置は遠心調速器の運動を油壓及び槓桿によつて強化擴大し、1個の調速弁を開閉し、タービンへの流入蒸氣量を調節する絞り調速方式で、調速弁は下部車室に直接固定してあり、18,000kW即ち經濟負荷迄は蒸氣を第1段落へ供給し、過負荷時には車室頂部にある過負荷弁によつて蒸氣の一部を第3段落へ近路させる様になつて居る。

絞り調速はノズル調速より輕負荷に於ける能率が多少低下する。しかし本機の様はタービン内の全熱差が大きく多數の段落を有するものでは、その程度は極く僅少で、特に輕負荷で高効率を要求する場合以外は大した問題とはならないと考へる。一方絞り調速は構造極めて簡單となるから製作費の低下は勿論、それ以外に於ても種々な利點がある。先づ運轉取扱上としては、蒸氣は負荷の如何に拘らず車室を全周様に暖める様導入されるから車室の變形を防止出來、又上部車室へ主蒸氣管を連絡する必要が無いからタービンの解放が簡單になる等が挙げられる。調速性能上としては調速弁と蒸氣室間に保有される高壓蒸氣量を極度に少く出來るから急激な負荷變化せる際瞬時速度變化を減少せしめる事が出来る。本機の官廳試驗時に於て22,000kWより0kWへ負荷遮斷せる場合の瞬時速度變化は5.2%で、極めて優秀な調速性能をもつて居る事が分る。

次にタービンの危急裝置として次の如き裝置を具へて居る。即ちタービンの回轉が規定回數より10%超過した時作動する危急蒸氣遮斷裝置2組を有し、兩者は全く獨立に作動し、一方は槓桿機構で主塞止弁を、他の一方は油壓で調速弁を閉鎖して危急時に對する安全度を倍加して居る。又何れも必要に應じて手動にてタービンの回轉に係無く作動させる事が出来る様になつて居る。尙危急蒸氣遮斷裝置が作動し、主塞止弁が閉鎖されると、この機構と關聯して自動的に眞空破壞器を作用させ、空氣抽出器用の蒸氣を遮斷すると同時に、空氣弁を開き、復水器眞空を破つてタービンの停止を速かならしめる。これと同時に油入遮斷器を作用させる電氣回路を形成する電氣接觸器も働き、發電機が他の電源と併列に入つて居る際、蒸氣を遮斷せるまゝタービンを空轉せしめる危險を防止する様になつて居る。

## (Ⅱ) 背 壓 タ ー ビ ン

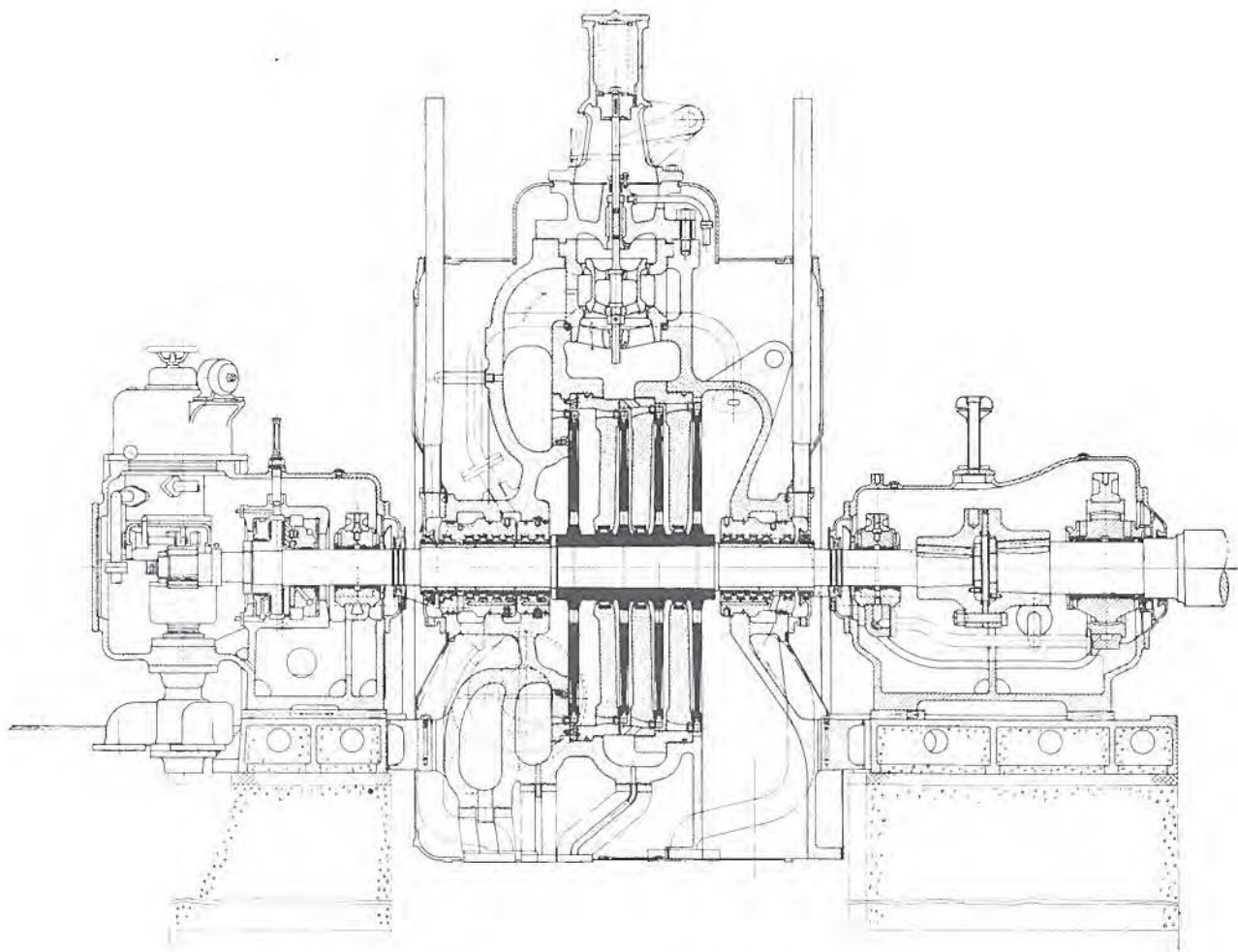
## 計 畫 の 大 要

本背壓タービンは汽罐發生高壓蒸氣と工場作業用低壓蒸氣との間の熱落差を利用して、前述の22,000kWタービンと相關聯して動力と同時に作業用蒸氣を工場へ供給せんとするもので、この兩者を1台に纏めれば恰も抽汽タービンとして作用する事となり、日本製鐵廣畑製鐵所に設置の26,500kW抽汽タービン（設備二汽笛複流型）と略ぼ似たものとなる。然るに兩者を分割設置せる理由は主として使用上融通性を與へんとする注文主側の希望によるものであるけれども、同じ基準の下に同一型式で計畫するとすれば効率上前者の型式が幾分優秀な傾向を示すものと思ふ。唯設備費の點は後者が有利なものゝ如く考

へらるゝが、數量的關係は未だ不明であり、其他運轉取扱保守等使用上の問題もあつて早急に優劣を斷定する事は困難であるが、兩者を對比研究して見る事は今後に残された興味ある問題と思ふ。

## 要 目

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| 型 式          | 三菱 ツェリー・インパルス 單汽笛單排汽型   |
| 數 量          | ○台                      |
| 經濟出力（發電機端にて） | 3,000kW                 |
| 最大連續出力（同上にて） | 4,000kW                 |
| 回 轉 數        | 3,000r.p.m.             |
| 蒸氣壓力（調速弁前にて） | 30kg/cm <sup>2</sup> .g |
| 蒸氣溫度（同 上 にて） | 410°C                   |



第 4 圖 4,000 kW 背壓タービン 断面圖

排汽壓力

11 kg/cm<sup>2</sup>.g

(排汽壓力は±1 kg/cm<sup>2</sup> の範圍に於て手動調整可能)

タービン 段落數は4段で、パーソンズ常數は約1,800  $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{kcal}\cdot\text{sec}^2}$  である。段落數に比して翼列平均直徑が大きい様に見えるが、それは初壓、排壓間の壓力差が比較的少く、蒸氣流量が多いから、第1段落以外は全圓周導入を行つても尙翼高を相當に保つ事が出来るからである。

本タービンはタービン内の熱落差小さく、輕負荷に於ける能率低下の割合が著しく大きくなるので、ノズル弁調速方式を採用し、第1段落噴口を上下2群に分け、第1調速弁よりの蒸氣は上部噴口群へ、第2調速弁よりのものは下部噴口群へ導入し、過負荷時には車室頂部の過負荷弁により蒸氣の一部を第3段落へ近路導入する様にして居る。

本タービンの構造上の特徴は車室にあつて、部分負荷に於ても車室の變形を極小に止める様特殊な蒸氣室構造として居る。即ち第1調速弁よりの蒸氣は車室下方より流入し、環狀通路を通過し、上車室に廻り上部噴口より噴出するが、その際車室を全圓周に亘り輕負荷の部分的流入に於ても車室は略ぼ一樣に加熱される様になつて居る。

調整裝置は單獨、並列兩様に運轉出來、單獨運轉の場合は前述の 22,000kW の場合と同様調速器の作用によつて回轉數を一定に保つ様調速弁開度を調整して流入蒸氣量を増減するのであるが、この場合排壓が變化するからそれを一定に保つため、近路蒸氣減壓弁と排汽室安全弁とにより排汽所要量の過不足を補ふことを要する。並

列運轉の場合にはタービン發電機は母線の周波數に調相した回轉數で運轉し、排汽所要量が變化すれば排壓の變動を伴ふから、その變化によつて調壓器 ベローズ は伸縮して、槓桿及び壓油により調速裝置と同一機構によつて調速弁の開度を加減して排壓を一定に保持する。この場合タービン出力も同時に變化するがこれは並列運轉して居る他の電源により補足せられることを要する。

危急蒸氣遮斷裝置はタービン回轉が規定回轉より約10%過速した時作動するもので、1組の危急調速器の作動によつて主塞止弁及び調速弁を同時に壓油によつて閉鎖する様になつて居る。

危急蒸氣遮斷裝置の作動によつてタービンへの蒸氣の供給が遮斷され、發電機が他の電源と並列に入つて居ると發電機は同期機として回轉するためタービン軸車は排汽中に空轉する事となり、車室内部に密閉された蒸氣及び熱容量の小さい翼等は急速に非常な高温に迄上昇する危険があるので、その防止策として本機は次の様な安全裝置を具へて居る。その一つは主塞止弁を閉鎖する同一壓油によつて排汽室安全弁を開放し、タービン内部を大氣に通じ空轉による發熱量を少くすると同時に油入遮斷器操作の電氣接觸器を自動的に働かせ、發電機を並列より切離す。他の一つは主蒸氣の一部を蒸氣分離器より蒸氣室へ直接近路弁によつて導入する様にしてあつて、主塞止弁及び調速弁が閉鎖されても尙蒸氣の一部は近路弁を通りタービン内に流入し、空轉による發生熱を除去する。

## 汽 罐

三菱重工業長崎造船所造機設計部

吉 見 豊

## 計 画 の 大 要

近來製鐵所に於ては熱經濟の高効率化を期し、熔鑄爐及び骸炭爐に於て發生する可燃性瓦斯を所内用諸熱源として利用する事を畫策し、所内發電用汽罐にも之を燃料として使用する事が盛に行はれる様になつた。

本汽罐も上述の計畫の下に常時は熔鑄爐及び骸炭爐瓦斯を主燃料とし之等の瓦斯供給量に不足を來した時は適宜微粉炭を補助燃料とし、て混焼を行ひ、尙必要に依つては微粉炭専焼で汽罐の最大蒸發量をも出し得る様に計畫したものである。尙本汽罐は此の種の瓦斯燃焼汽罐としては本邦に於ける最大容量のものである點は特記に値すると思ふ。

本汽罐は此の種の汽罐として特に大容量のものである爲其の設計方針としては從來長崎造船所で製作した大型蒸汽罐に於ける經驗を基として、安全確實を期すると共に、瓦斯燃焼及び夫に附隨する問題に關しては輪西製鐵所の既存の汽罐から得られた貴重な經驗をも参考とした

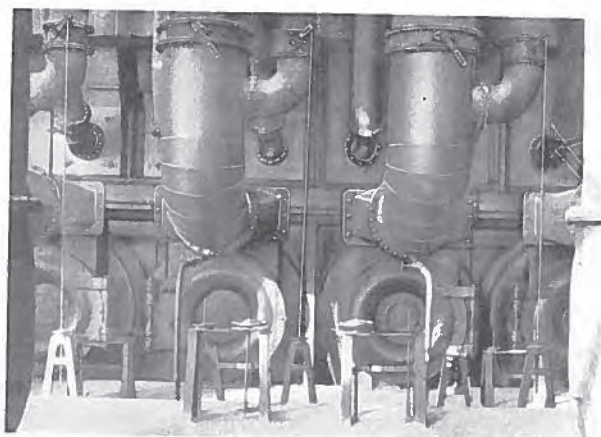
## 要 目

汽 罐

○基

型 式

三菱豎型水管式氣罐



第 1 圖 汽 罐 正 面

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| 傳熱面積           | 1,800M <sup>2</sup>    |
| 最大連續蒸發量        | 120,000kg/hr           |
| 經濟蒸發量          | 90,000kg/hr            |
| 蒸汽壓力           | 34kg/cm <sup>2</sup> g |
| 蒸汽溫度           | 425°C                  |
| 給水溫度 (節炭器入口にて) | 120°C                  |

## 燃 燒 室

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 型 式 | 裸水管 ホッパー<br>ボットム 型 |
|-----|--------------------|

|     |                   |
|-----|-------------------|
| 容 積 | 660M <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 水冷壁面積 | 300M <sup>2</sup> |
|-------|-------------------|

## 過 熱 器

|     |     |
|-----|-----|
| 型 式 | 吊下型 |
|-----|-----|

|      |                     |
|------|---------------------|
| 傳熱面積 | 1,000M <sup>2</sup> |
|------|---------------------|

## 節 炭 器

|     |     |
|-----|-----|
| 型 式 | 鋼管型 |
|-----|-----|

|      |                   |
|------|-------------------|
| 傳熱面積 | 800M <sup>2</sup> |
|------|-------------------|

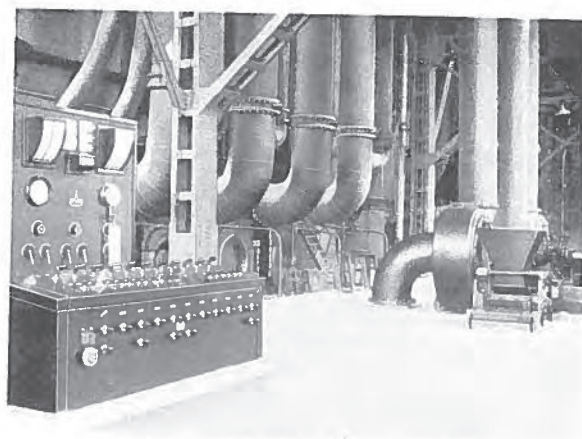
## 空 氣 預 熱 器

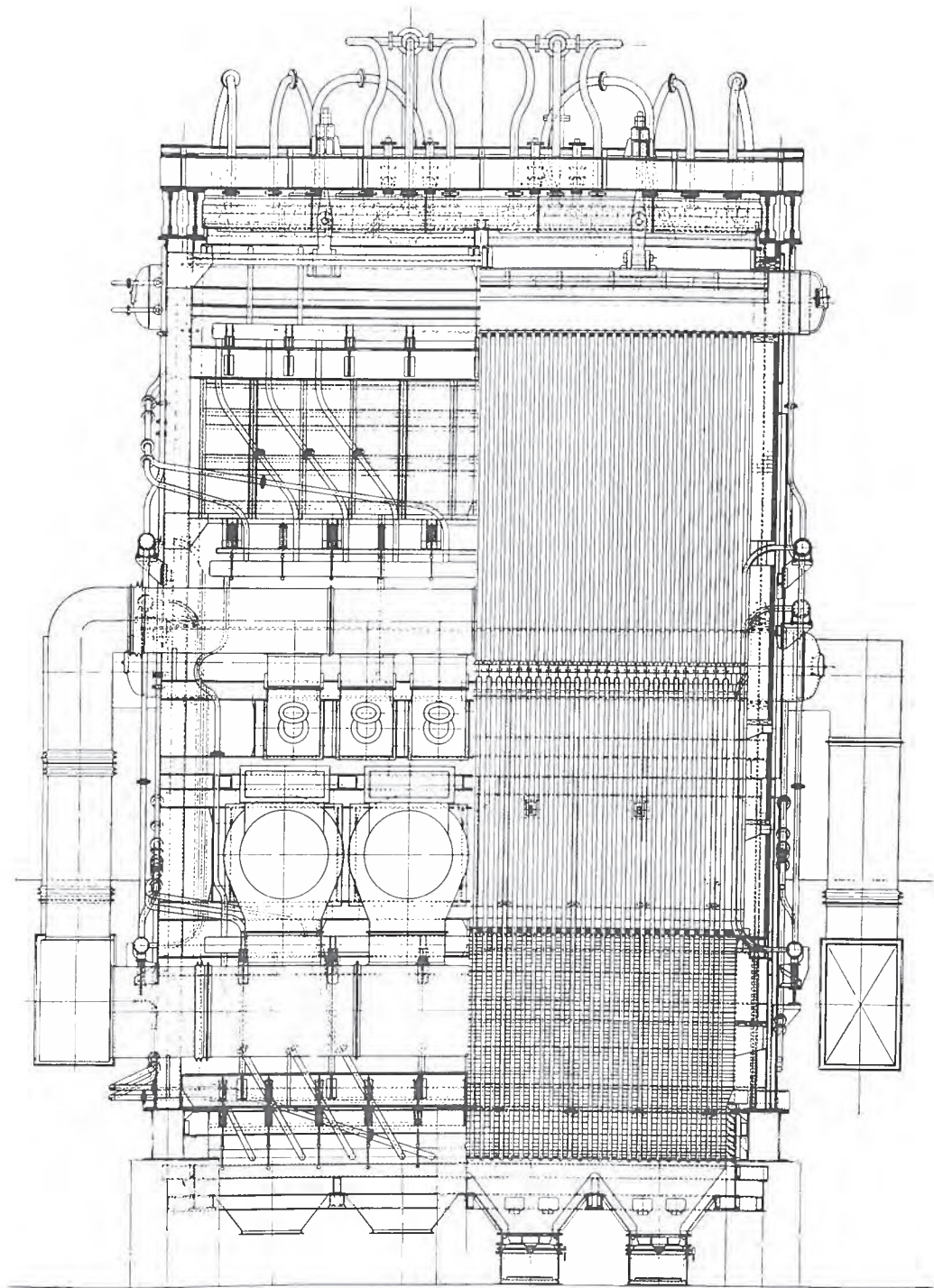
|     |     |
|-----|-----|
| 型 式 | 鋼板型 |
|-----|-----|

|      |                     |
|------|---------------------|
| 傳熱面積 | 4,500M <sup>2</sup> |
|------|---------------------|

## 瓦 斯 燃 燒 裝 置

|     |     |
|-----|-----|
| 型 式 | 渦卷式 |
|-----|-----|

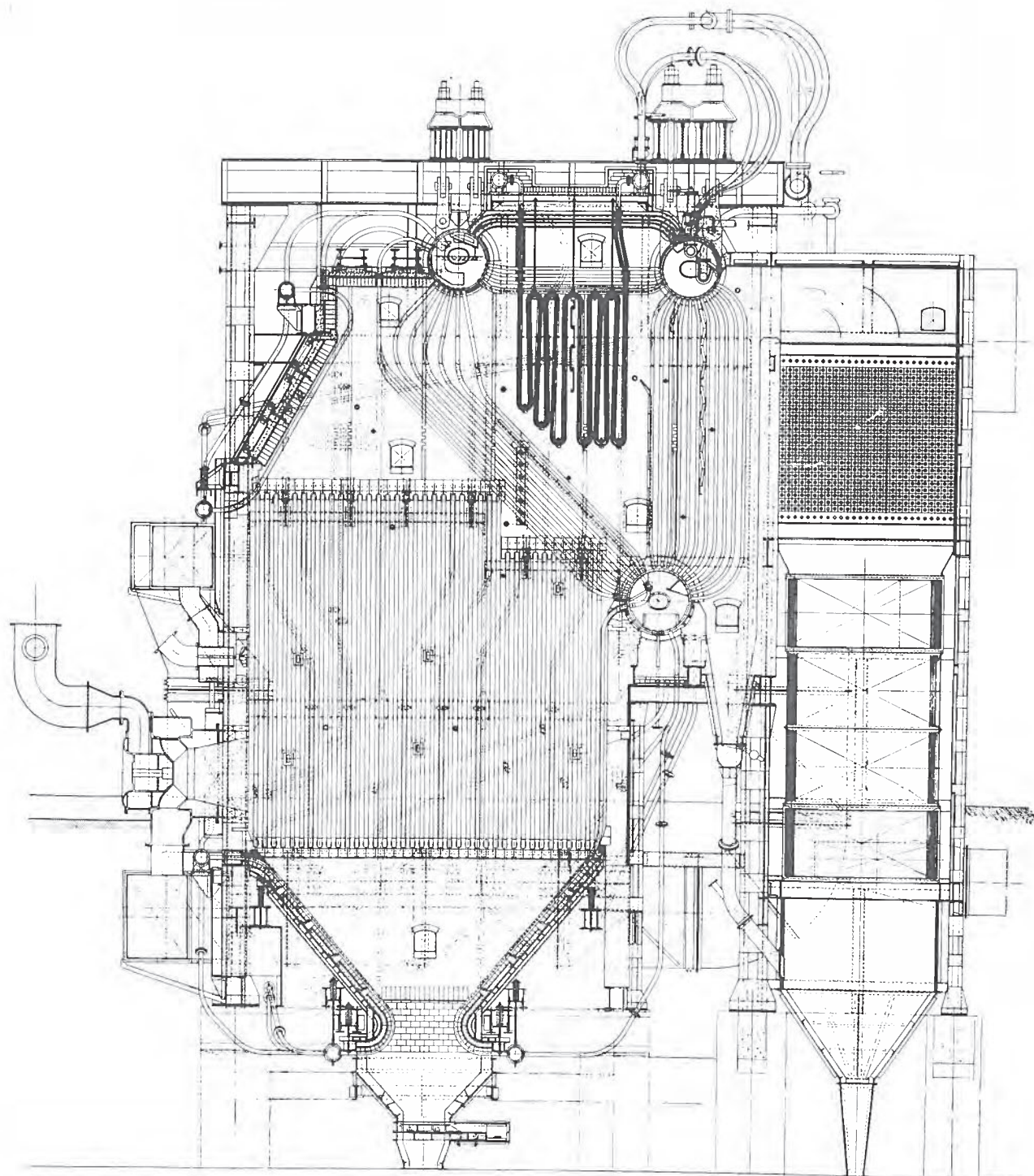
第 2 圖 汽罐室操作床にて汽罐制御盤  
ガスバーナー 微粉炭装置を見る



第3圖 汽罐組立圖

バーナー (各罐に付) 4 個  
 微粉炭燃焼装置  
 型 式 横置圓筒型直接燃焼式  
 容 量 (各罐に付) 2 台 × 12,000kg/hr  
 バーナー ( " ) 6 個 (ロゼイ型)

強壓通風機 (各罐に付) 2 台  
 型 式 プレート式  
 ターボペーン 型  
 風 量 (各 1 台に付) 1,800M<sup>3</sup>/min.  
 風 壓 180m/m



第4圖 汽 罐 組 立 圖

誘引通風機 (各罐に付)

2 台

型 式

プレート式

ラジアルベーン型

風 量 (各 1 台に付)

3,800M<sup>3</sup>/min.

風 壓

180m/m

汽罐給水 ポンプ (○罐に對し) ○台

型 式 電動 3 台 蒸汽タービン 駆動 1 台

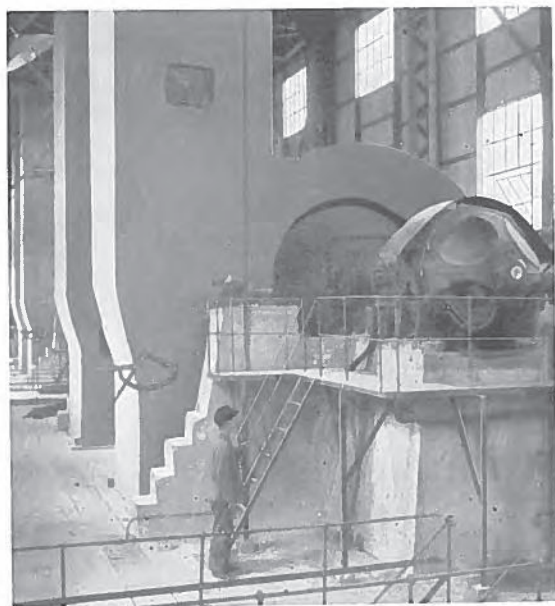
容量 (各 1 台) 200,000kg/hr. 240,000kg/hr.

吐出壓力 41kg/cm<sup>2</sup>g 41kg/cm<sup>2</sup>g

### 蒸 汽 罐 及 び 過 熱 器

本汽罐は第4圖に示す様に3個の罐胴を曲管で連結したもので三菱型水管式汽罐の代表的型式のものである。上部罐胴2個は共に内径1,200 耗、厚さ38 耗、下部罐胴は内径1,300 耗、厚さ41 耗で長さは何れも13,800 耗である。之等の罐胴は何れも鉚接合とした。水管の外径は76 耗である。

次に本汽罐の罐水循環の良好な事と汽水共沸防止の事とに就いて稍詳細の説明を附記する。上部前方罐胴と水管とを結ぶ水管群（即ち汽罐前部水管群）は其の最前列管が燃焼爐の輻射熱に直接曝され、残部も高温の瓦斯に觸れる放熱傳達作用激しく、加ふるに上下罐胴間の落差が充分ある爲蒸汽罐後部水管群（上部後方罐胴と水管とを結ぶ水管群）と相應じて比重差に依る水の上昇作用を確實ならしめる。前部水管群を上昇せる水及び發生蒸汽の混合体は前方罐胴の水面に於て分離し、水は上部罐胴間の水連結管を通つて後方罐胴へ歸り、蒸汽は前方罐胴内の邪魔板を経て上部罐胴間の蒸汽連結管に依り後方罐胴に達し、更に同罐胴内の汽水分離器を経て過熱器へ導出される。此の間に蒸汽と共沸した水滴は殆んど完全に除去されて乾燥飽和蒸汽が得られる。此の水循環の良好な點と汽水共沸を防止する點とが型蒸気罐の二大特長であつて、歐米に於て高壓大容量蒸汽罐に型蒸気罐は之を變形した蒸汽罐が好まれるのも此の點に理由があるも



第5圖 誘 引 通 風 機

のと考えられる。

尚スラッグの問題に對しては汽罐前部水管群の最前列の水管を火焰に對し1本宛交互に前後せしめて水管にスラッグの附着するのを防止してある。

過熱器は前記の前部水管群と後部水管群との間に上方から吊下げた所謂吊下式であつて48組の過熱器コイルより成る。各1組のコイルは外径44.5 耗の過熱管4本より成り、之等はヘッダーへの取附個處附近で1本の管に集められ、ヘッダーへは管鐔で取附ける様にしてあるからコイルの取附け取外しは極めて容易である。

次に使用材料としては過熱器關係のボルトにニッケルクロム鋼を用ひた外は總て普通鋼材を用ひた。即ち蒸汽罐胴には日本標準規格罐用壓延鋼板を、蒸汽罐水管及び過熱管には日本標準規格熱間引拔繼目無鋼管を用ひた。又過熱器ヘッダーは罐用壓延鋼板を曲げ熔接して製作した。尚以下に述べる燃焼爐水冷却壁の冷却管並に連結管及び節炭器管は何れも日本標準規格の熱間引拔繼目無鋼管を用ひ、水冷却壁及び節炭器ヘッダーは過熱器ヘッダーと同様に罐用壓延鋼板を曲げ熔接して製作した。

### 燃 焼 爐

燃焼爐は裸水管冷却壁を採用して前面と側面の一部煉瓦壁を除く外凡ての煉瓦壁を外径83 耗の水冷却管で覆ひ爐内輻射熱の利用を十分ならしめた。

爐底はホッパー型とし、爐底に溜つたクリンカーはダンパー及びシュートを通して灰流溝に導き水流式に依つて處理する。

バーナーの配置は4個の瓦斯バーナーを汽罐前壁に於て成可く爐底に接近させて横一列に配置し、6個の微粉炭バーナーは此の上部に之を又横一列に瓦斯バーナーに接近して取付ける様にした。斯く配置した理由は瓦斯燃焼の場合は兎角燃焼が遅れて過熱器附近に於ける瓦斯温度が高く、延いては過熱蒸汽温度を規定以上に上昇せしめる一原因となるので、微粉炭燃焼の場合にも瓦斯燃焼の場合にも平衡がとれる様にしたものである。

爐の奥行は7,600 耗として火焰が水冷却壁後面を舐めぬ様充分ならしめた。

尚上記の瓦斯バーナーはバーナー内に於て燃料瓦斯と燃焼用空氣とが互ひに層をなして旋廻運動を與へられつゝ爐内に噴出される様にしてある。バーナー1個の容量は熔

鍍爐瓦斯専焼の場合は  $27,000\text{NM}^3/\text{hr}$  迄出し得る様計畫してゐる。尚 バーナー の内径は  $2,390$  耗である。

微粉炭 バーナー は容量 1 個に就き  $4\text{T}/\text{hr}$  であつて 1 罐に付き 6 個、ミル は 1 罐に付き  $12\text{T}/\text{hr}$  2 台であつて直接燃焼式である。

### 節炭器及び空氣豫熱器

節炭器及び空氣豫熱器は夫々左右二群に分ちて蒸汽罐後部に設け、蒸汽罐後部水管群を通過した瓦斯は左右に分れて節炭器及び空氣豫熱器を下向きに流れる。

節炭器は鋼管型であつて  $50$  耗外径管を用ひ、空氣豫熱器は鋼板製であつて  $2.3$  耗厚さ鋼板を用ひた。

給水及び空氣は瓦斯と反對方向に流れる所謂對向流にしてあるから、高い熱傳達率の下に瓦斯の有する熱を有効に吸収して、空氣豫熱器出口に於ける瓦斯温度は十分に低下し高効率を得られる。

### 蒸 汽 罐 附 屬 品

弁類は凡て國産品を採用した。蒸汽關係で最大のものは主過熱蒸汽出口弁の口径  $380$  耗、瓦斯關係で最大のものは熔鍍爐瓦斯供給管に設置の水洗式堰戸弁口径  $900$  耗である。

給水加減器は ロボット 型、罐胴減水満水警報器は浮子型、スツブロー は スーペリア 型であつて何れも國産品である。

計器類も凡て國産品とし蒸汽・給水・瓦斯の流量計を溫度計、壓力計、通風計等汽罐丈でも○罐分  $90$  個

を附して熱經濟管理に遺憾無からしめた。

又 アスカニア 式自動燃焼制御装置を採用して蒸汽消費量の變動に應じて燃料供給並びに通風量の調節を自動的に行はせる様にした。

罐水の清淨を保つ爲に罐水連續吐出装置をも附設した強壓誘引通風機は何れも長崎造船所の標準型製品であつて、各罐に 2 台宛配置し電動機の回轉數は抵抗器に依り全速から半速迄  $23$  段に變じ得る様にした。

給水 ポンプ は 5 罐に對し電動 3 台、豫備蒸汽タービン 駆動 1 台を配備した。

### 結 び

上述の様に本汽罐は瓦斯燃焼汽罐として劃期的な大容量のものであるが、爰に美事完成を見て、昭和 15 年 7 月 6 日官廳試験を終了し營業運轉に移り得た事は慶賀に堪えない。又此の間絶大の御援助御指導を賜はつた發電所側の御好意に對しては深謝に堪えない次第である。

尙最後に斯る大容量の汽罐が殆ど國産品で出來上つた事も特に附記に値すると思ふ。即ち自動燃焼制御装置の一部分品と罐胴用鋼板の一部大巾長尺物が輸入品である外は總て國産品であつた。然し自動燃焼制御装置は其の後 メーカー で純國産化を計り居り、罐胴用鋼板は熔接で解決出来る問題である爲（其の後受註の汽罐では既に一部實施に移つてゐる）大容量汽罐の完全なる國産化も近い日に實現する事は確實である。此の事は目下の時局下にあつて特に重要な事であると思ふ。

# 補助機械

三菱重工業長崎造船所 造機設計部

金田 龜

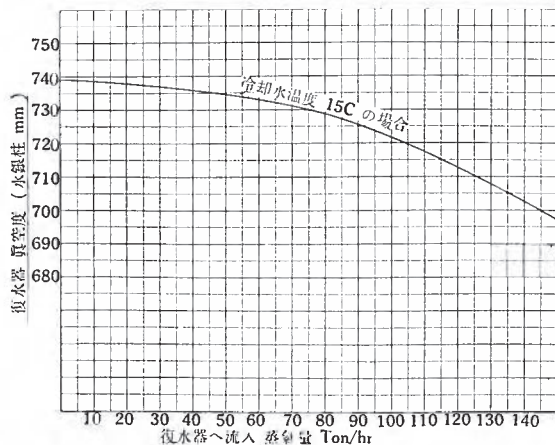
## 計画の大要

蒸気タービンが第一次世界大戦を契機として華々しい発達をした蔭に補助機械の設計にも幾多の改良がなされ、各製作所は夫々独自の特徴ある製品を提供してゐる。特に補助機械の構造は主機械に比し簡単なものが多いが、その性能は直接主機械の能率を支配するものであるからその設計に勘からざる苦心を要するものである。今茲に第二次世界大戦とも稱すべき歐洲戦亂並に支那事變に際會し、時局の重大性に鑑み我々も亦最少の資材を以て最大の効果を擧げ得る能率より補助機械の設計に努力し、以て主機械の効率を向上させる必要がある。

幸ひ最近完成した日本製鐵株式會社輪西製鐵所中央發電所の計畫概要が公開せらるゝに當り、當社で製作したタービン發電機用補助機械の要目と構造とに就て

- I 22,000 kW タービン 用 復水装置
- II 22,000 kW タービン 用 給水加熱及蒸化装置
- III 4,000 kW 背壓タービン 用  
蒸氣交換及給水加熱装置

の順序を以てその概略を説明する事にする。



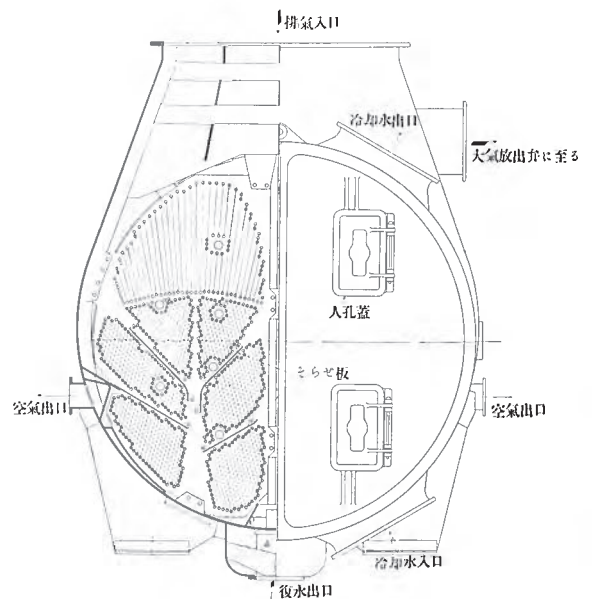
第 1 圖 1,800 平方米復水器真空度曲線

## I 22,000 キロワット タービン 用

### 復水装置

#### 要 目

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 復水器     | タービン 〇台に對し 2 台         |
| 型 式     | 三菱表面復水器<br>半區分連續使用型    |
| 冷却面積    | 1800m <sup>2</sup>     |
| 眞 空 度   | 730mm                  |
| 循環水 ポンプ | タービン 〇台に對し 4 台         |
| 型 式     | 渦卷式                    |
| 揚 水 量   | 3,600m <sup>3</sup> /m |
| 電動機馬力   | 230H.P.                |
| 回 轉 數   | 500r.p.m.              |
| 復水 ポンプ  | タービン 2 台に對し 4 台        |
| 型 式     | 2 段型渦卷式                |



第 2 圖 1,800 平方米復水器圖面

|        |                         |
|--------|-------------------------|
| 揚水量    | 115,000kg/hr            |
| 電動機馬力  | 60H.P.                  |
| 回轉數    | 1,500 r.p.m.            |
| 空氣抽出器  | タービン 〇台に對し 4 台          |
| 型式     | 中間冷却器付 3 段型<br>蒸氣放射式    |
| 使用蒸氣壓力 | 25kg/cm <sup>2</sup> .g |
| 使用蒸氣溫度 | 405°C                   |

### 構造

本復水器は所謂半區分連續使用型であつて、管巢の半分はたとへタービンの運轉中でも冷却管の掃除や點檢が出来る様に管巢の中央を境として水室を 2 區分して居る。

尙冷却水の流れ方は 2 折流式である。

復水器の上部真空度は冷却水の溫度が 150°C の場合、タービン 經濟出力時に於て 730 耗を保持し得る計畫であつて、その性能は第 1 圖に示す如きものである。

胴体は鋼板を熔接して製作し、底部は パネ により基礎上に自由に支持して居る。水室は鑄鐵製で、渦流を防止する様形狀に考慮を拂ひ充分大きくした。冷却管は流入側をエキスパンダーで取付け、他端は木綿紐の packing をし

輪で締め付け、管と胴体の熱膨脹差に依る無理を除去して居る。

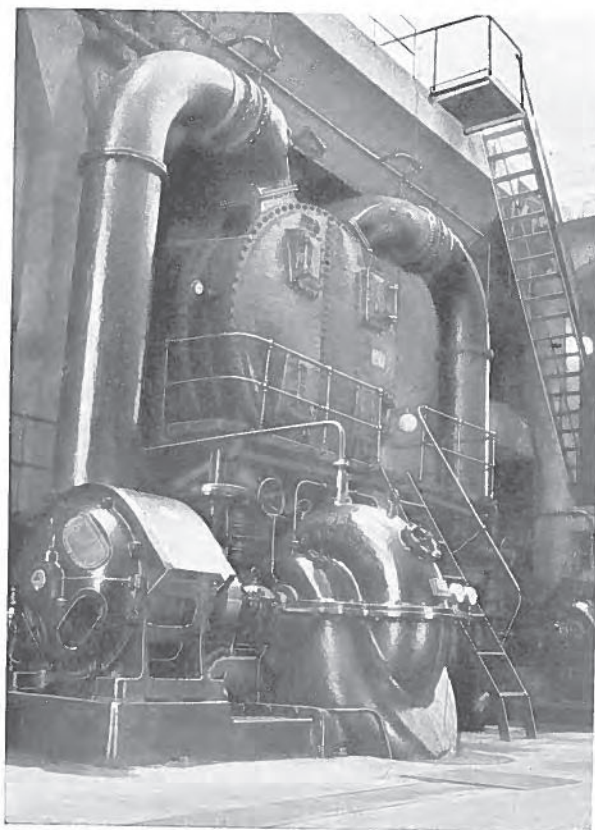
冷却管の管巢の形狀は第 2 圖に示す様に兩山形になつて居る。此の形狀の特徴はタービン排氣が管巢に流入する外周面積が大きい事と排氣が凝結する迄の通過距離が管板直徑の四分の一程度の爲め排氣の通過抵抗が甚だ僅少である。又管列は流れの方向を定めて渦流を生じない様にして居る。

管巢中の管外面の凝結水が滴下したものを受けるそらせ板を適當に挿入して冷却管に滴下水が接觸せぬ様にし凝結水は復水器下部に於てタービン排氣と直接接觸させ凝結水を加熱する再生式とした。

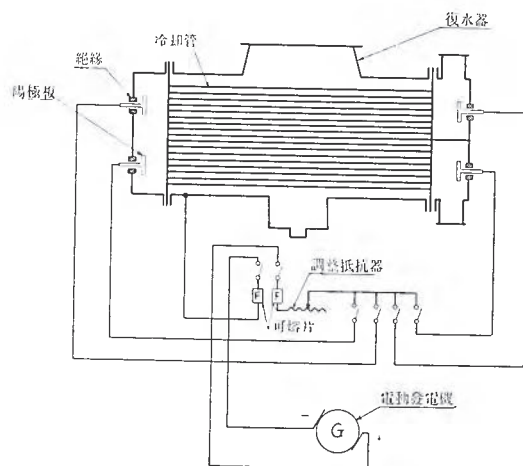
循環水 ポンプ の容量は復水器、油冷却器及發電機用空氣冷却器の所要冷却水量の 60% のものを 2 台宛とし、復水 ポンプ、空氣抽出器は何れも 100% 容量のもの 2 台宛としてあるから復水装置の信頼度は極めて大である。本復水装置には密閉給水加減弁を具へ、補給水は必ず本弁によつて一度復水器に吸引させ、脱氣後給水系統に送入し、同時に汽罐給水の所要量と復水 ポンプ の吐出量とを調節する様に計畫した。

復水装置で最も問題になるのは復水器冷却管の腐蝕である。冷却管の腐蝕を防止する爲めに設計上細心の注意を拂つても尙電氣化學的腐蝕を防止する事は困難であるから本器には「カンパランド」法を採用した。

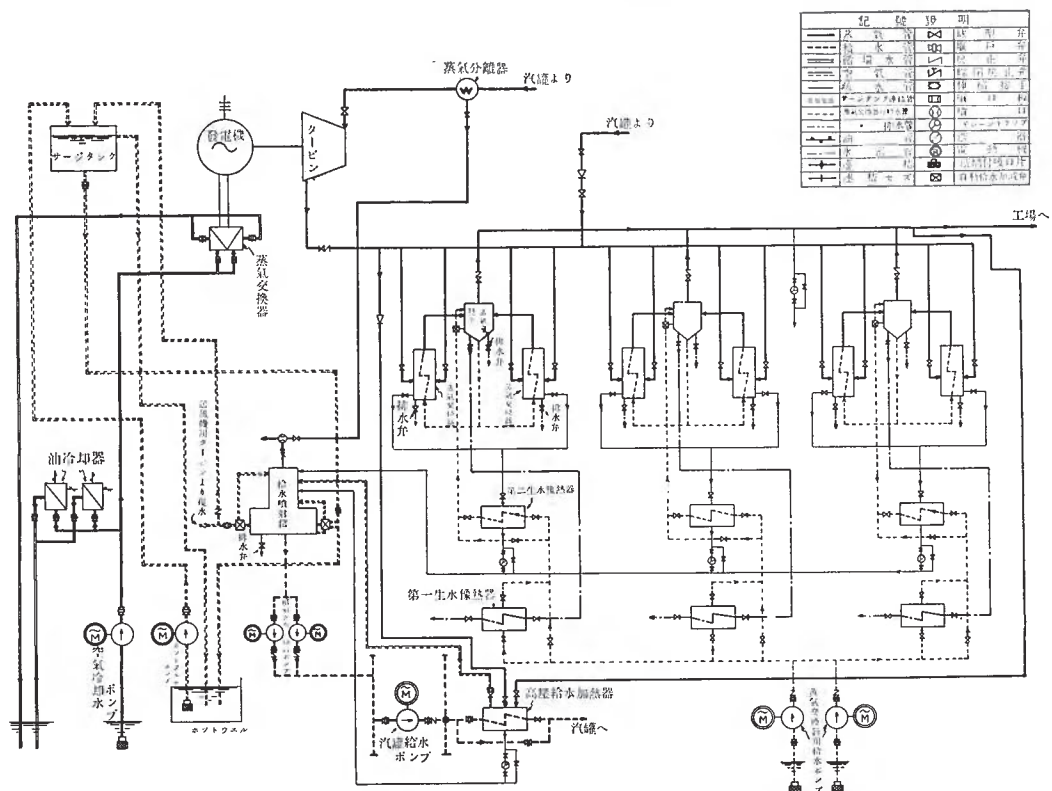
此の方法は外部より電氣エネルギーを供給して復水器冷却管を陰極的にし電解作用による腐蝕を防止せんとするものであつて、電源としては電動發電機を用ひ電壓は 4 乃至 10 ボルト、電流は復水器冷却面積 100m<sup>2</sup> に付 3 乃



第 3 圖 復水器 及 循環水ポンプ



第 4 圖 復水器 防蝕裝置 接續圖



第5圖 配管圖 (22,000 kW タービン用)

至 5 アンペア を通ずる計畫である。陽極板は鑄鐵製とし  
その面積  $1\text{m}^2$  に對し約  $8\text{cm}^2$  とした。その結線の方法は  
大体第4圖の通りである。

## Ⅱ 22,000 キロワット タービン用 給水加熱及蒸化装置

### 要 目

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| 第一給水加熱器 | タービン 〇台に對し 2 台                      |
| 型 式     | 横置 フローチングヘッド 式                      |
| 加熱面積    | $70\text{m}^2$                      |
| 第二給水加熱器 | タービン 〇台に對し 2 台                      |
| 型 式     | 横置 フローチングヘッド 式                      |
| 加熱面積    | $65\text{m}^2$                      |
| 蒸 化 器   | タービン 〇台に對し 4 台                      |
| 型 式     | 堅型 コイル 式 ダブルエフェクト                   |
| 加熱面積    | $18\text{m}^2$                      |
| 發生蒸氣量   | $3,000\text{kg/hr}$<br>(タービン 〇台に對し) |
| 生水豫熱器   | タービン 〇台に對し 2 台                      |
| 型 式     | 横置 フローチングヘッド 式                      |
| 加熱面積    | $3\text{m}^2$                       |

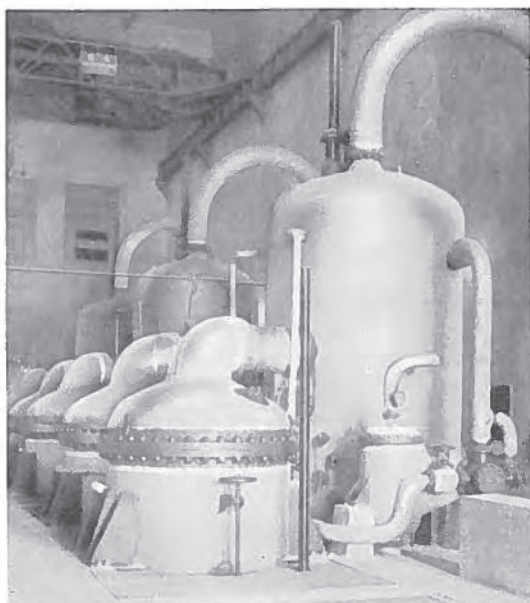
|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| 蒸化器用給水 ポンプ | タービン 〇台に對し 2 台                 |
| 型 式        | 渦卷式                            |
| 揚 水 量      | $4,500\text{kg/hr}$            |
| 電動機馬力      | 2 H.P.                         |
| 回 轉 數      | 3,000 r.p.m.                   |
| 蒸化器用排水 ポンプ | タービン 2 台に對し 4 台<br>(但電動機は 2 台) |
| 型 式        | 渦卷式                            |
| 揚 水 量      | $750\text{kg/hr}$              |
| 電動機馬力      | 0.75 H.P.                      |
| 回 轉 數      | 3,000 r.p.m.                   |

### 構 造

給水は タービン より 2 段抽氣により經濟出力に於て  
 $122.5^\circ\text{C}$ 迄加熱し得る計畫である。復水 ポンプを出た給  
水は空氣抽出器の中間冷却器で噴射蒸氣を凝結させた後  
第一給水加熱器及第二給水加熱器を通過し、前記溫度に  
加熱されて汽罐に送入される。

給水加熱器の胴体は鋼板製で、水室は第一給水加熱器  
は鑄鐵製、第二給水加熱器は鑄鋼製である。各給水加熱  
器には給水の近路弁を具へ、第二給水加熱器の近路弁は





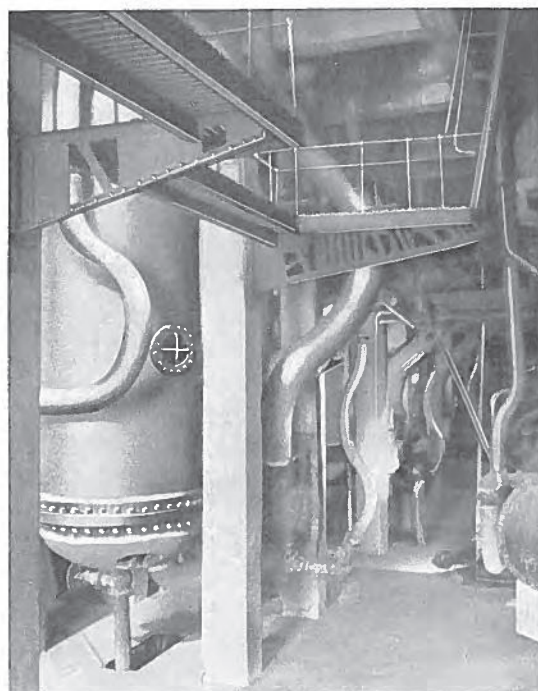
第 8 圖 蒸気交換器（発生蒸気室）

して使用し、凝結復水した疏水を高圧給水加熱器を経て汽罐に給水し、再び汽罐給水として回収すると共に、加熱蒸気の持つて居た蒸気熱によつて必要な工場用蒸気を発生させる様計畫した。

此の蒸気交換装置と給水加熱装置の配管系統は第6圖に示す通りであつて、その要目と構造は下の如し。

## 要 目

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| 蒸気交換器        | 3 組                                 |
| 型 式          | ツウイン 型堅型表面式<br>発生蒸気室付               |
| 加熱面積         | 900m <sup>2</sup><br>(蒸気交換器 1 組に對し) |
| 加熱蒸気壓力       | 11kg/cm <sup>2</sup> .g             |
| 発生蒸気壓力       | 7kg/cm <sup>2</sup> .g              |
| 発生蒸気量        | 45,000kg/hr<br>(蒸気交換器 1 組に對し)       |
| 第一生水豫熱器      | 3 台                                 |
| 型 式          | 横置表面式                               |
| 加熱面積         | 25m <sup>2</sup>                    |
| 第二生水豫熱器      | 3 台                                 |
| 型 式          | 横置表面式                               |
| 加熱面積         | 120m <sup>2</sup>                   |
| 蒸気交換器用給水 ポンプ | 2 台                                 |
| 型 式          | 渦卷式                                 |
| 揚 水 量        | 120,000kg/hr                        |



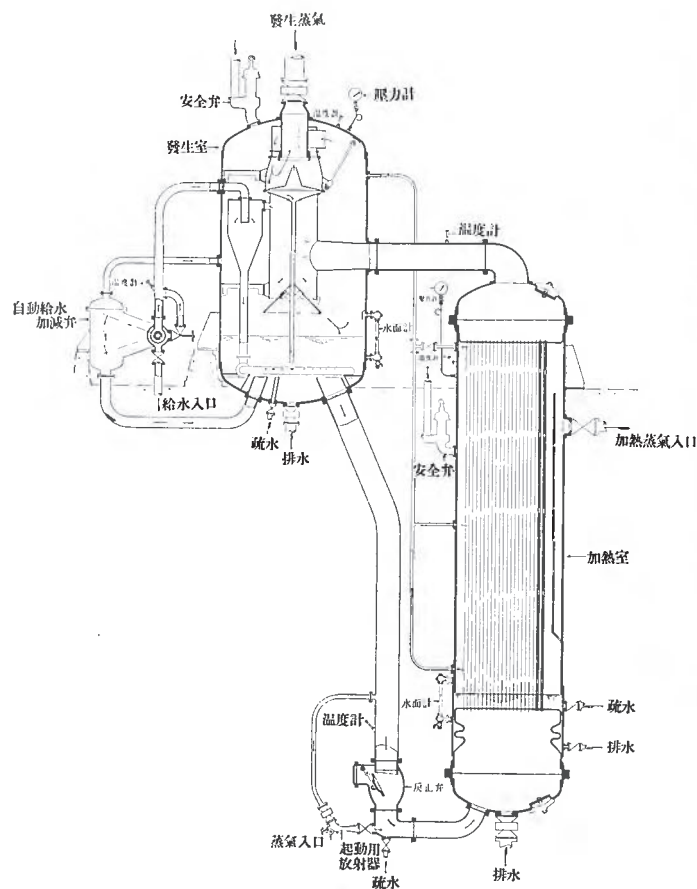
第 9 圖 蒸気交換器（加熱蒸気室下部）

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 電動機馬力        | 90H.P.                      |
| 回 轉 數        | 1,500r.p.m.                 |
| 給水噴射管        | 1 台                         |
| 型 式          | 横置圓筒型                       |
| 水槽寸法         | 徑 2,450m.m.<br>長さ 4,500m.m. |
| 給水噴射管用抽出 ポンプ | 2 台                         |
| 型 式          | 渦卷式                         |
| 揚 水 量        | 250,000kg/hr                |
| 電動機馬力        | 80H.P.                      |
| 回 轉 數        | 1,500r.p.m.                 |
| 高圧給水加熱器      | 1 台                         |
| 型 式          | 横置 フローチングヘッド 式              |
| 加熱面積         | 50m <sup>2</sup>            |

## 構 造

ツウイン 型蒸気交換器と云ふのは 2 個の加熱蒸気室で発生した蒸気を 1 個の発生蒸気室に導き、蒸気と水を完全に分離し水を再び 2 個の加熱蒸気室に導き蒸發させる構造であつて、比較的加熱面積の大きなものに採用し加熱蒸気室の直徑を減少させ得る効果がある。

蒸気交換器の加熱管は第10圖に示す様に、眞直な引抜鋼管を垂直に配置して管の外側に加熱蒸気を導き、工場用蒸気を管内で發生する様に計畫して居るから、管内面



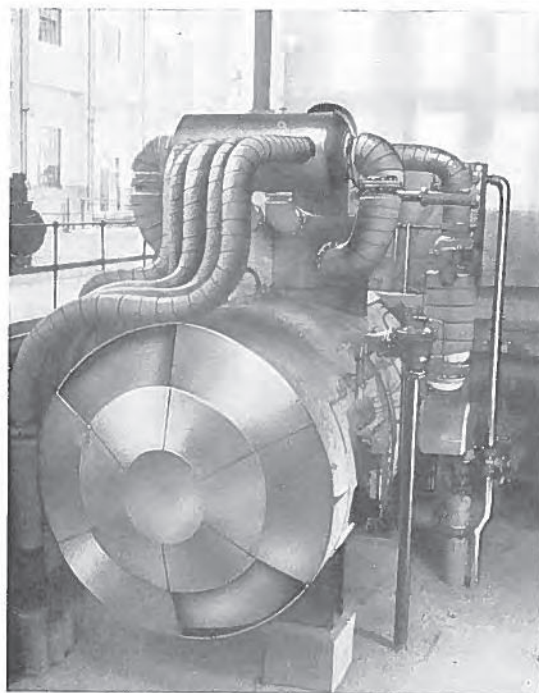
第10圖 蒸気交換器組立圖

に附着するスケールはチューブクリーナーに依つて容易に掃除が出来る。加熱管の両端は管板へ管をエキスパンドして取付け下方管板は特殊の波形筒を介して胴体に固定して居るから、膨脹自由であつて温度の変化による無理な應力を加熱管に與へない。

発生蒸気室の上部には汽水分離器を設置して発生蒸中に水分が混入せぬ様にし、補給水は下部圓周より靜かに流入させ、水面の動搖を防止すると共に給水温度を可及的に上昇させ、給水中の不純物を本器で分離させる様にして居る。

蒸気交換器は多量の蒸気を發生させる蒸化器とも考へられるから給水保有量が非常に多くなり、起動に相當の時間を要する。故に本器には起動用蒸気放射器を給水下降管の中途に設置して、起動時間の短縮を計ると共に、起動時に於ける循環方向の混亂より生ずる水槌作用を防止する様にして居る。

第一生水豫熱器は蒸気交換器の連續プローの熱回收部であつて、第二生水豫熱器は蒸気交換器加熱蒸気の疏水



第11圖 給水噴射管

冷却器である。その構造は何れも給水加熱器と略々同一方針で設計して居るが第一生水豫熱器は蒸気交換器のプローを管内に導いて居るから、管内の水速を適當にする爲め折流數を非常に多く32とし、水返室は16組のヘッダーとした。

蒸気交換器への給水は獨乙硬度で約1.5度の水道水を人工ゼオライトで獨乙硬度0.1度以下に軟化した水を蒸気交換器用給水ポンプによつて補給する様にして居るから、生水豫熱器の加熱管や蒸気交換器の加熱管内部に硬質のスケールが附着する憂がない。

給水噴射管は銅板製の水槽の上部に適當な空氣分離器を按配し、蒸気交換器加熱蒸気の疏水中に含まるゝ空氣を除去し、良質の汽罐給水を得る様特に考慮を拂つた。

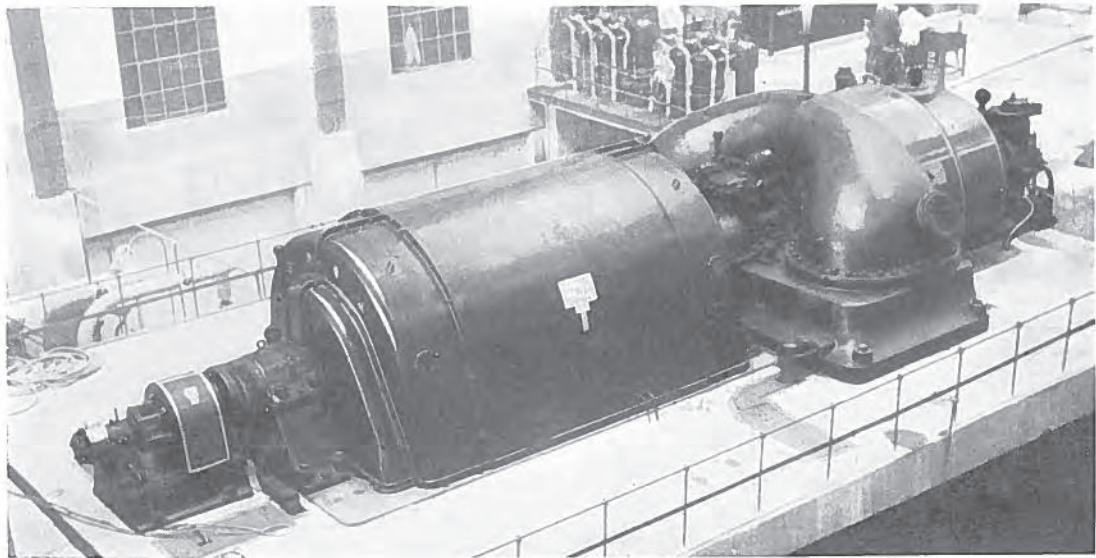
給水噴射管に蓄積された給水は給水噴射管用抽出ポンプから約4kg/cm<sup>2</sup>.gの壓力を與へられ汽罐給水ポンプに導入される。高壓給水加熱器は汽罐給水ポンプの吐出側に設置し工場用蒸氣によつて給水を加熱すると共にその疏水を給水噴射管に導き汽罐の補給水として使用する様に計畫した。

蒸気交換器及生水豫熱器は何れも3組宛あつて、その中各1組は豫備とし、蒸気交換器用給水ポンプ及給水噴射管用抽出ポンプは何れも100%容量のもの2台としてあるから、補助機械に對する信頼度は極めて高い譯である

## 日本製鐵 27,500 kVA タービン 發電機

長崎製作所

岩 橋 歸 一



第 1 圖 日本製鐵 27,500 kVA タービン 發電機全景

## 緒 言

今回日本製鐵會社の御計畫に依り、27,500 kVA タービン 發電機が輪西製鐵所内に設置され、聖戰遂行に強大な威力を加へた事は世界平和の爲喜びに堪えないのである茲に於て當社の手に依つて完工した タービン 發電機の要目及構造を概述する。

## I 主機及附屬機器の定格要目

## (イ) 主 發 電 機

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 型 式   | 密閉自己通風圓筒形回轉界磁交流發電機 |
| 皮相出力  | 27,500 kVA         |
| 力 率   | 80 %               |
| 相當出力  | 22,000 kW          |
| 端子電壓  | 11,000 V           |
| 相 數   | 3 相                |
| 周 波 數 | 50 サイクル            |
| 回 轉 數 | 3,000 R.P.M.       |
| 相 電 流 | 1,445 Amp.         |
| 接 續   | 星型中性點抵抗接地          |

## (ロ) 主 勵 磁 機

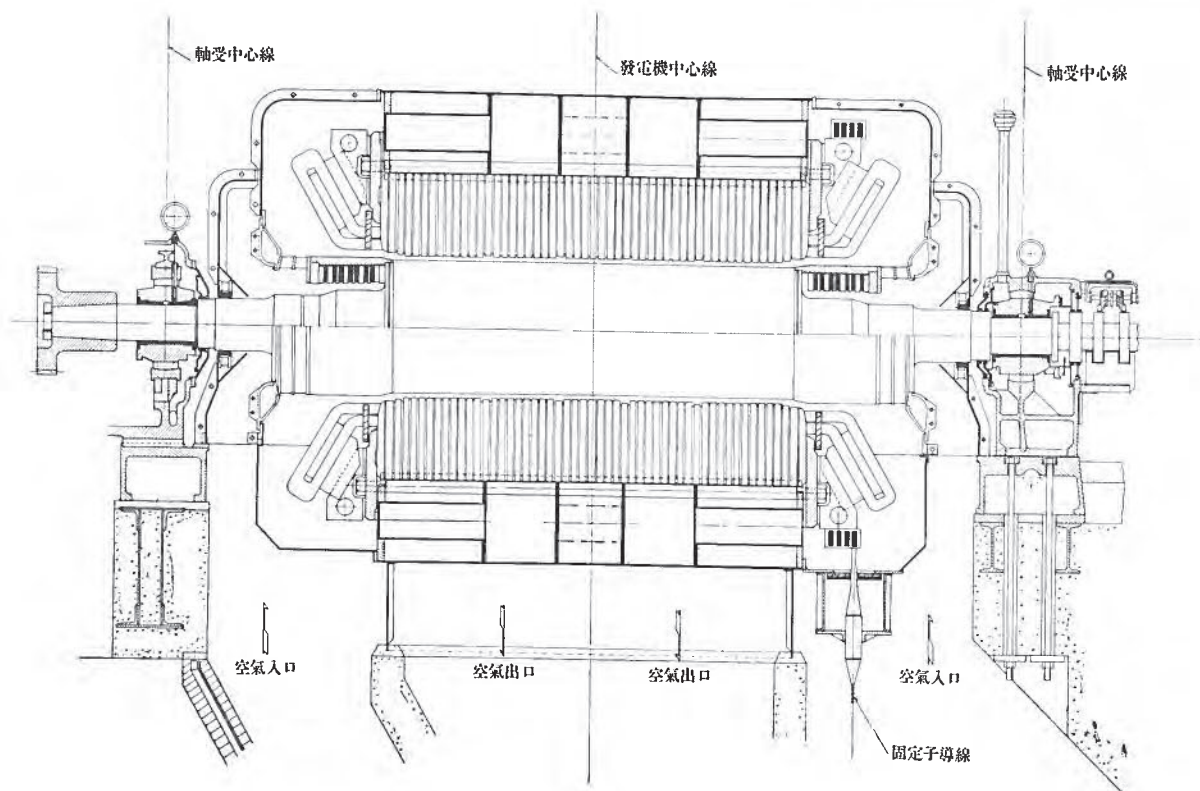
|       |                 |
|-------|-----------------|
| 型 式   | 閉塞通風型直結分巻補極付他勵磁 |
| 出 力   | 85 kW           |
| 電 壓   | 220 V           |
| 回 轉 數 | 3,000 R.P.M.    |
| 極 數   | 6 極             |

## (ハ) 副 勵 磁 機

|       |              |
|-------|--------------|
| 型 式   | 開放通風型直結複巻補極付 |
| 出 力   | 1.5 kW       |
| 電 壓   | 110 V        |
| 回 轉 數 | 3,000 R.P.M. |
| 極 數   | 4 極          |

## (ニ) 空 氣 冷 却 器

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| 型 式      | 螺旋針金付橫置表面冷却型          |
| 冷却面積     | 800 m <sup>2</sup>    |
| 冷却水量     | 200 m <sup>3</sup> /時 |
| 冷却器内損失水頭 | 2 m 水柱                |
| 管冷却材質    | 真 鍍                   |



第2圖 タービン發電機組立正面圖

## 2 回轉部構造の概要

### (イ) 軸 体

大容量高速度タービン発電機に於て、其の材料・設計・工作に當つて最も關心を持ち、苦心するのは回轉部であり、特に軸体に於てである。即ち軸体の材料の進歩はタービン発電機の進歩と云へる程である。當社は國內に於ける製鋼技術を信頼し、共にタービン発電機の進歩に努力して來たのであるが、今回もニッケルクロム鋼の單一打物としては大型である此の軸体に、國產材料を使用して製鋼技術に一段の自信を深めしめたものと信ずる。軸材採用に當つては、下記の如き嚴重な検査を行ひ、深重な態度をもつて製作を進めてをる。

#### (1) 化學分析

#### (2) 強度試験

コアドリルに依り、半径方向及軸方向の試験片拾數個を採るが、特に鐵心部では、溝底附近に於いて溝を切つた後に残つて、實際に應力のかゝる深部の材質を検査する爲に、特種なコアドリルを使用してをる。

#### (3) 表面検査

表面が仕上つた後に、擴大鏡に依つて、疵の有無を入念に検査する。

#### (4) 硬度測定

軸体表面及各試験片に就き、硬度を測定する。

#### (5) 内應力検査

任意の溝に就き溝切削の最初と最後に於て其の開口部の寸法差が相異を生じ、又ねじれを生ずるや否やに依つて検査する。

#### (6) 鐵心部兩端面の検査

鐵心部の兩端面は溝加工以前に硫黃寫眞及油浸法に依つて検査する。

#### (7) 組織検査

コアドリルにて採つた試験片に依つて行ふ。

#### (8) 磁氣的検査

溝加工後の鐵心部は磁氣試験を行ひ疵の有無を検査する。

#### (9) 中心孔の検査

軸体に中心孔を仕上げた後、檢孔鏡に依つて入念に疵其の他不良部分の有無を検査する。

#### (10) 溝内部の検査

溝の加工を終った後は、溝壁・溝底を屈折鏡に依つて不良個所の有無を検査し、其の上油浸法に依り再度検査をなす。

此軸に導体溝及び導体溝底部に通風溝を切り、通風溝は更に齒の中に穿たれた放射通風孔に連り、冷却空気の通路となる。齒の根本には、大なる應力が加はる爲め、通風溝の形及工作には特種な工夫が拂はれてをる。

線輪導体は焼鈍銅帯を用ひる。界磁線輪は一般に高温となり、従つて線輪の伸縮は必然的に生じて來ると同時に、非常な遠心力を受け、特に端曲部に於て其力は莫大なるものである。依つて導体の層間及び溝の内面は良質のマイカで絶縁し、其の工作方法には特に注意してをる。端曲部は、機械的強度が大で高温度に堪え得る絶縁物たるアスベストスベークライトに依り、線輪を保護してをる。

線輪端曲部を保持する線輪保持環は、ニッケルクロムモリブデン鋼で、莫大な遠心力を保持する爲に充分の強度を持たせてをる。保持環内部の線輪の冷却に對しては最も適當な通風空気速度にする爲獨特の設計になつてゐる。

集電環は磨耗に對し強いニッケルクロム鋼で作られてをる。表面に斜溝を切り、集電状態を良好にしてをる方法は當社の特長とする處で、數多くの既製發電機に依り其

の効果を證明してをる。本機に對しても此種集電環を採用した。

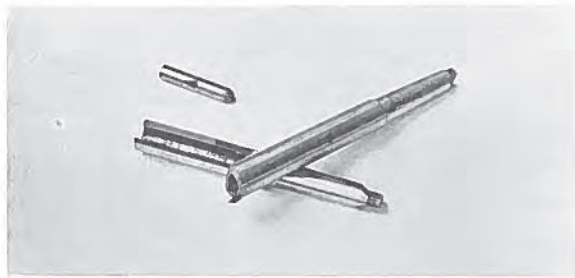
#### (ロ) 回轉子の冷却

タービン發電機の回轉子は、冷却面積が固定子に比して少ない爲めに種々考究され、既に述べた如く線輪溝底、齒の中央部に通風路を設けて熱損失の消化に努めてをる一方、表面に小溝を切つて冷却面積を増し、表面の渦流損失の減少に努力した。然しながら回轉子の大きさ及び圓周速度に依り、却つて表面の摩擦損を増して加熱する原因となる場合もある。本機では、充分に滑かに仕上げて、極力摩擦損を減少させ加熱を防いだのである。

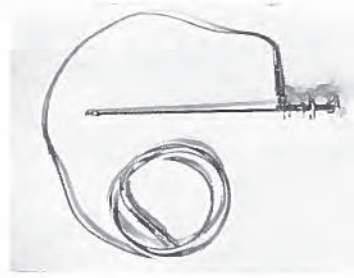
斯かる場合、熱傳導路は次の如く考へられる。

- (1) 銅帶の絶縁から齒の半径方向を通し、齒の表面から排氣に至る。
- (2) 銅帶の絶縁から齒の軸方向を通し、齒の半径方向通風孔の表面から排氣に至る。
- (3) 銅帶の絶縁から齒の半径方向を通し、軸方向通風溝表面から排氣に至る。

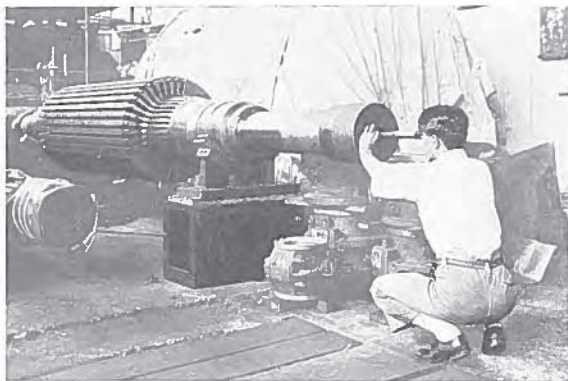
斯かる三つの熱傳導路に於ける綜合熱抵抗に依り、回轉子の溫度上昇及び溫度分布を知り、回轉子冷却の基礎としてをる。



第 3 圖 コアードリル



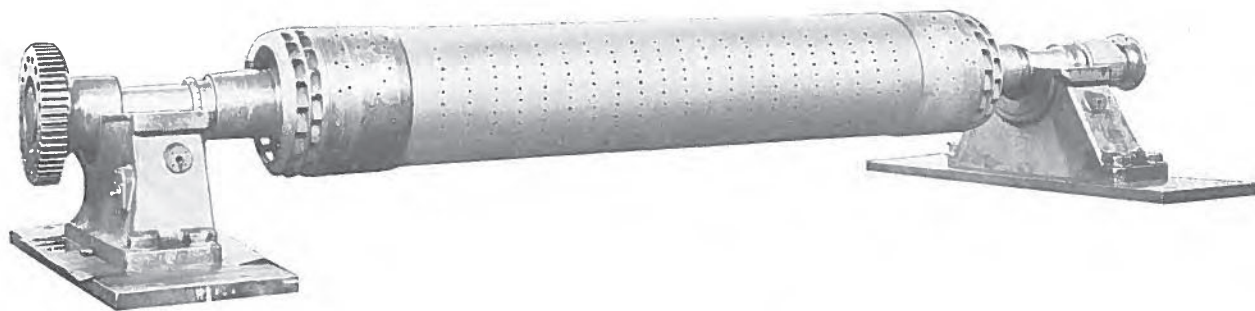
第 5 圖 検孔鏡



第 4 圖 コアードリルによる検査



第 6 圖 検孔鏡による検査



第7圖 回 轉 子

冷却空気は線輪保持環の内側から入り、線輪端部を冷却して、保持環の通風孔から出るものと、導体溝の下に通風溝に入り導体を底部から冷却し、それより歯の中の通風孔を通つて歯を冷却して空隙に出るものと二組に分れてをる。

### 3 釣 合 調 整

大型タービン発電機に於て、其の運轉成績に最も重要性を與へるのは機械的釣合調整である。當社に於けるタービン発電機製作の古い歴史と共に、此の方面の研究は古くから續けられてをるが、最近の考へでは下記の事が云へる。

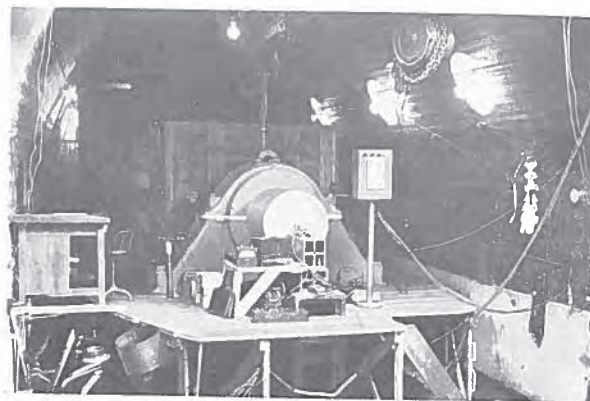
- (1) 回轉子軸体は遠心力に依る應力が極めて大きい爲最も強力なる材料を要求する事になり、爲めに製鋼技術は益々六々敷くなつて行き、材質を均一なものにする爲めに其の直径は制限され、自然長さの方向が長くなつて來たのである。即ち回轉子の長さとの比が大きくなり、回轉子を一個の剛体と看做す事が出来なくなつた。
- (2) 高速大型タービン発電機に於ては、全速回轉で、低速回轉には見られない諸種の複雑な振動現象が生ずる。
- (3) 負荷の状態に於ては、無負荷の場合と異なる振動現象が生ずる。

上述の事より低速度に於て回轉子を剛体と看做して釣合を取る事を立前としてをる所謂「釣合試験機」は必ずしも全速回轉で好結果を與へるものとは保證出来なくなつた。即ち発電機自身の軸受台の上で、全速回轉で運轉しながら釣合を取る必要がある。此の調整は工場に於ても、発電所に据付けられてからも必要なのである。此の目的の爲めに、従來は「Pencil Mark 法」を用ひてをつたが、此れには判然とした理論がなく、技術員の手加減

と判斷に依つて行はれる爲、調整には時日も要し、時には解決困難な場合も出來た。

當社に於ては斯かる経験を基礎として研究部に於て、可搬式の電磁式釣合調整器を完成し、既に數年間其の性能を發揮してをる。此の釣合調整器は各々の軸受台に取付けた電氣振動計があり、回轉子の軸端には正弦波交流發電機が直結せられて、回轉子と同一速度で回轉する。或る一定の回轉で之等振動計と正弦波交流發電機との發生電壓を直列につなぎ、之を真空管回路で増幅し、合成したベクトルが零となる様正弦波交流發電機の位相と勵磁とを加減する。此の零點を求める爲に特種な方法を用ひてゐる。此の操作で試しの釣合重を付けた場合と付けぬ場合と數回試みる。又釣合重はタービン側につけた場合と、勵磁機側に付けた場合について行ふ。斯くして正弦波交流發電機の相と勵磁電流とに依り求めた數個のベクトル線圖を以て圖式解法に依り、不衡量の位置と大きさを知る事が出来る。

従來は一般に久能式釣合試験機にかけ、後に軸受台上で加熱状態にし全速で乾燥運轉して揮發物を飛散せしめ線輪を溝其の他に馴染ませ、更に釣合試験機に移し釣合



第8圖 釣 合 調 整

調整し、最後に再び自身の軸受台上で運轉して全速に於ける調整を「Pencil Mark 法」にて取らねばならなかつた。斯かる煩雜なる工程は既に舊時代のものとなつた。

#### 4 固定部構造の概要

##### (イ) 固定子枠及鐵心

固定子枠は重量を輕減する爲に電氣熔接で組立てられた軟鋼板の枠構造である。強度及び振動に對しての信頼度は鑄物の比ではない。

鐵心には日本製鐵電氣鐵板 T 級を使用してをる。鐵損の増加の原因となる諸點を挙げると、

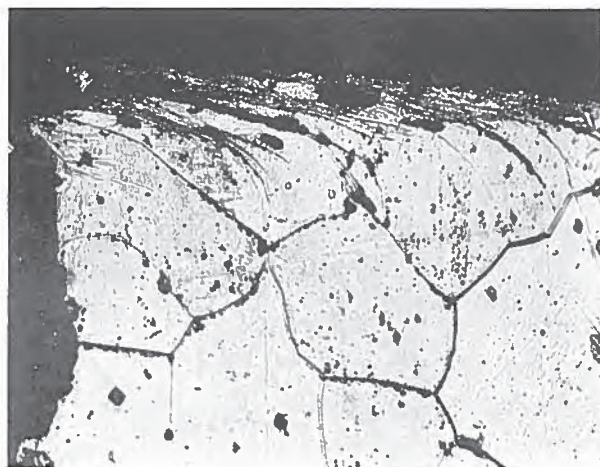
- (1) 打拔作業時に生ずる縁部の應力集中に依るもの
- (2) 鐵板間の絶緣方法に依るもの
- (3) 鐵心各部の壓力平衡の如何に依るもの
- (4) 鐵板の接觸狀態の如何に依るもの

此等の原因を研究し鐵損を可及的に減少させる爲、縁部の應力除去には適當な溫度に依り、打拔後の鐵心を焼鈍する。第 9 圖は打拔作業直後の縁部應力集中を示す顯微鏡寫眞で、第 10 圖は焼鈍後の組織を示すものである又適當なる絶緣塗料を鐵板に焼付け、及び數種毎に耐熱絶緣紙を挿入してをる。工作上特に鐵心積作業には均一組立に苦心を拂つてをる。一般に鐵心の外周には制動線輪を設けて鐵心から枠に逃げる磁束を遮り、枠内に生ずる損失を防いでをる。

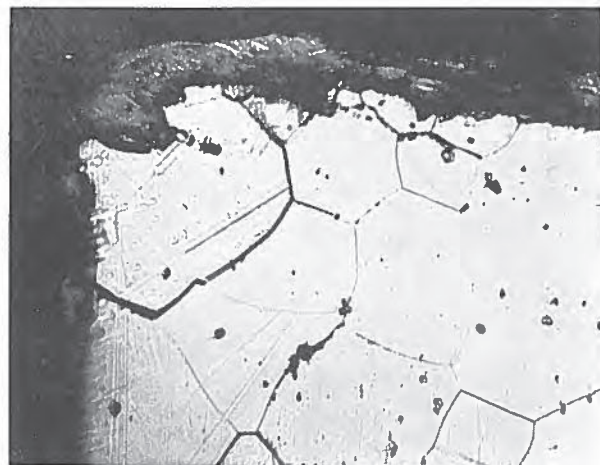
##### (ロ) 固定子線輪

線輪の各素線は充分に焼鈍された細い銅帶を用ひ、集合して一本の導体を作り インヴォリウト 形に型巻きしてをる。溝内部分では各素線は轉位して渦流損失を減少させ端部に於ても交叉接續をして漂遊負荷損を減じて居る。溝の出口には強靱な櫛形の マイカルタ 板を挿入して線輪を保持し、又端曲部も マイカルタ の支持板に麻紐を以て強固に支へてをるので、萬一短絡時等に生ずる大きな衝動を發電機が受けても線輪端部で變形して故障の原因にならぬ様にしてをる。

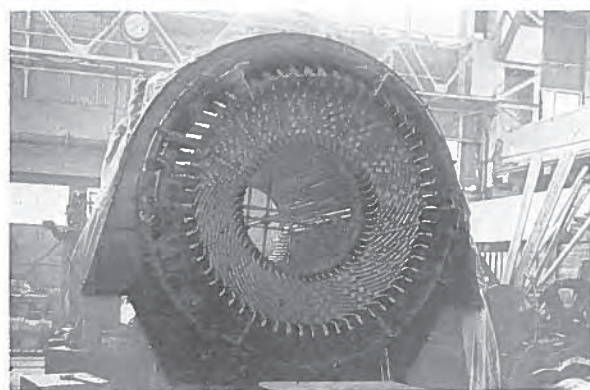
線輪の絶緣は B 級絶緣で、一般に固定子線輪を處理 タンク に入れ眞空處理をなし、線輪絶緣中から空氣又は瓦斯を吸出して後、絶緣層間に熔融せる特種 コンパウンド を或る壓力の下に封入して空隙が無い様にし、誘電体損を極度に減ずる様にしてをる。絶緣物の外層には コロシ 防止の爲抵抗の高い特殊な接地材を巻いて保護してをる。



第 9 圖 顯微鏡寫眞



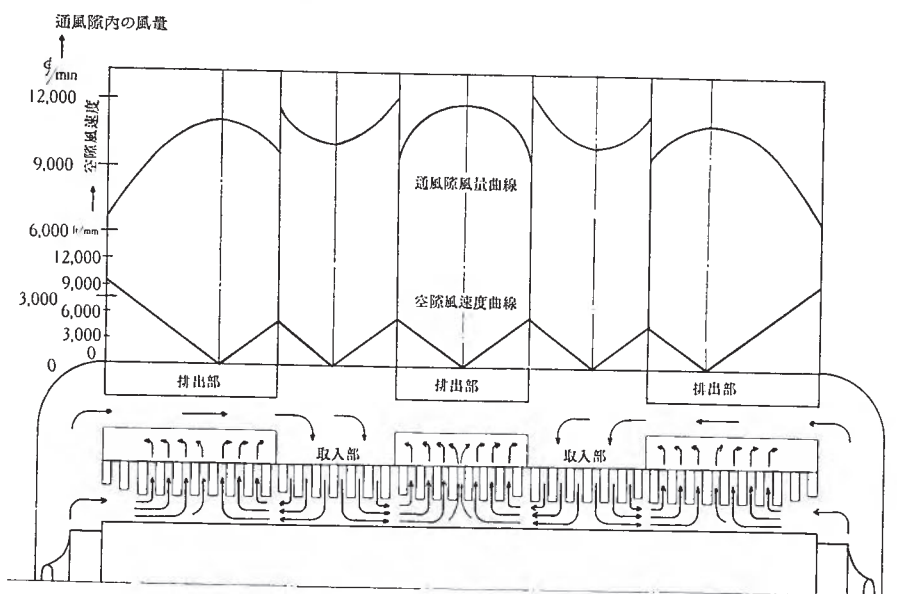
第 10 圖 顯微鏡寫眞



第 11 圖 固定子

##### (ハ) 固定子の冷却

大容量 タービン 發電機に於ては、構造上軸方向に長くなる爲めに鐵心及巻線の溫度上昇を均一にする事は非常に困難となつて來る。そこで最も冷却を有効にする爲、複式放射通風型を採用した。此の方式は鐵心を數多くの



第12圖 發電機通風隙及風量曲線

通風隙で別け、此れを又數群に別けて空氣取入部と排出部とに分け、固定子枠もそれに應じて室を別けられてを。これは各部の溫度上昇を出来るだけ平均せしめるのが目的であるが、取入群と排出群の配列取決めに對しては、全風量又は風速等に依り決定されるものである。即ち群の配列に依り通風隙内の風速、即ち風量が全体的に見て均一に成らねばならぬ。第12圖には通風隙と其風量との曲線を示し、冷却空氣の分布が大体に於て均一されてをるのを知事が出来る。

## (二) 軸 受

軸受は壓油循環を爲す故、其から起る問題として油氣及油の軸受台外部への洩れを防ぐ事が必要となつて来る。此れは甚だ重要なものゝ一つで、發電機内部に漏入すれば線輪の絶縁は劣化し壽命を短縮するのである。狭い軸受内にある空氣の膨脹と油氣の發生は相當烈しいもので軸受台内の壓力が水柱 25~40 mm 程度になる事は珍しい事ではない。其の上油の浸潤性及軸受台外部に發電機枠構造上發生し易い マイナス 壓力と相俟つて油漏洩防止は甚だ困難な研究問題であつた。當所に於ては數多い經驗と細心な研究とに依つて、軸受と外部の間に油切りと稱するものを取付け、その ホワイトメタル と軸との間に僅かな間隙を作り、其處に油膜を生ぜしめる事に依り油氣を絶縁して了つた。其の上軸受台内部の全般に對し壓力

を出来るだけ平衡せしめて、不平衡に依る油氣の移動を無い様にした。斯かる構造は發電機の機械的性能が高度に良好であつて始めて充分に其の能力を發揮せしめ得るのである。

$f$  : 摩擦係數

軸受損失 =  $f W V$  但し  $W$  : 軸受負荷

$V$  : 軸頸周邊速度

此の式より見て損失を最小にするには  $f$  を出来るだけ小さくする必要がある。又、

$$\frac{\mu N}{P} \left( \frac{D}{C} \right) = \text{定數} \times f$$

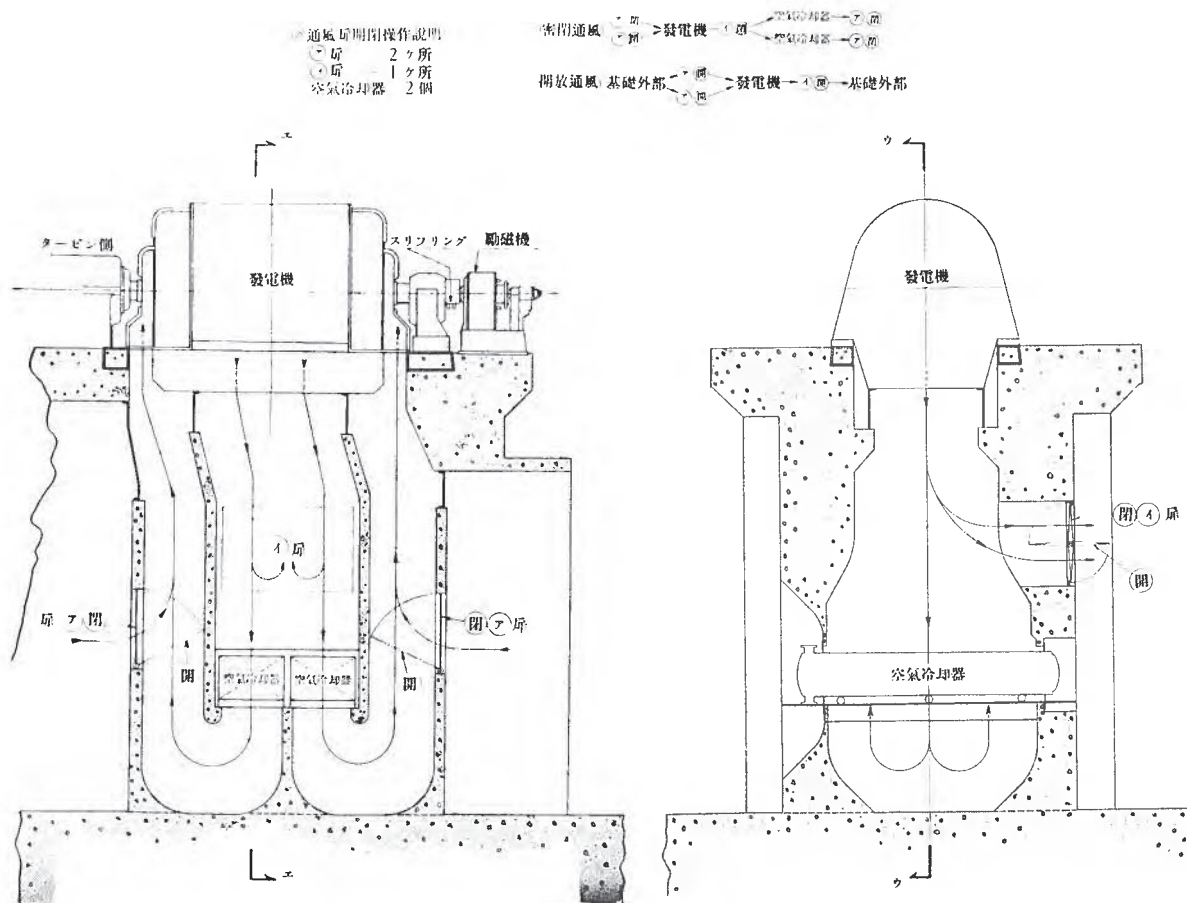
但し  $\mu$  : 油の粘度  $D$  : 軸頸の直径

$N$  : 回轉數  $C$  : 軸頸と軸受間の間隙

$P$  : 軸受上の壓力  $\frac{W}{L \times D}$  は軸受長

今  $\mu, N, D, C$ , を決定値とすれば、 $f$  を小さくする爲には  $P$  を大にしなければならないが、其の極限は軸頸と軸受との間に生ずる最小油膜の厚さが完全になる様にとつてをる。以上の次第で、維持に於て注意を要するのは油の性質を出来るだけ始めの状態に置く事が好ましい事で、斯くして始めて機械的損失のうち重要な此の軸受損失を最小にする事が出来るのである。

軸電流の防止方法は、軸受台と台床の間に絶縁を入れ絶縁ベルトで完全に遮断してをる。



第 13 圖 密 閉 自 己 通 風 方 式 略 圖

## 5 通 風 冷 却 方 式

### (イ) 通 風 方 式

第 13 圖に示す如く密閉自己通風方式を採用してをる内部送風機で発生された風は矢印の如く固定子及び回轉子の熱を吸収して熱風となり発電機空氣出口から出て基礎中にある通風路を通過し、其の間表面冷却空氣冷却器を通り抜け、冷却された空氣は再び発電機空氣入口から入り一つの空氣循環路を作り発電機の發生熱を取去る。萬一空氣冷却器が使用出来ない場合は扉を開き外氣直接発電機内部に送り冷却せしむる様に計畫されてをる。

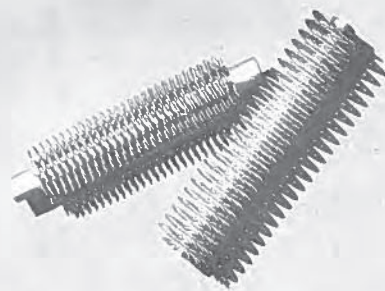
### (ロ) 空 氣 冷 却 器

密閉通風方式の場合の空氣冷却器は、管の外部を熱風が通り、管の内部に冷水を流通する熱交換器である。此の種の空氣冷却器の條件としては次の事が必要である。

1) 傳熱作用の極めて優秀な傳熱管が必要な事、即ち

此れは空氣冷却器の容積を出来るだけ縮小せんが爲である。

(2) 冷却器を通過する時の風の抵抗が少ない事、即ち抵抗が大きければ発電機内部送風機の能率を低下せしめる事になる。



第 14 圖 螺旋針金を取付けた冷却器

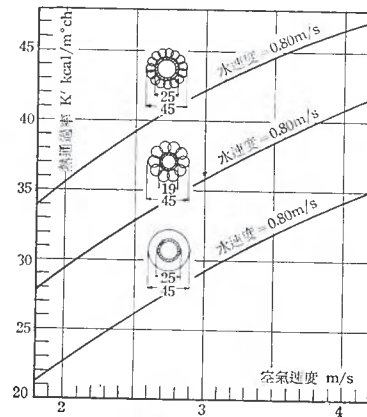
此の條件を充す爲めに當社では第 14 圖の如き螺旋針金を取付けた冷却管を採用してをる。即ち傳熱効果は主に冷却管外側の空氣との接觸狀態如何に依る事が判つた從來使用されてををつた鰐付管に於ては、使用狀態で管の外表面及び放熱鰐の表面に接觸する空氣の薄層が殆んど層流狀態にある爲、傳熱効果が減殺される事が明らかになり、之に對して此の接觸面の空氣の層流を出来るだけ掻き亂して、流れの狀態を混流に導けば非常に傳熱効果を増進し得る故に、其の目的の爲めに螺旋針金を取付けた冷却管を採用し、從來の鰐付管より非常に勝れた結果を示した。第 15 圖は管内を流れる冷却水の流れを一様にして、螺旋針金付管及び鰐付管の 3 種でもつて、熱通過率を比較した曲線である。

## 6 特 性

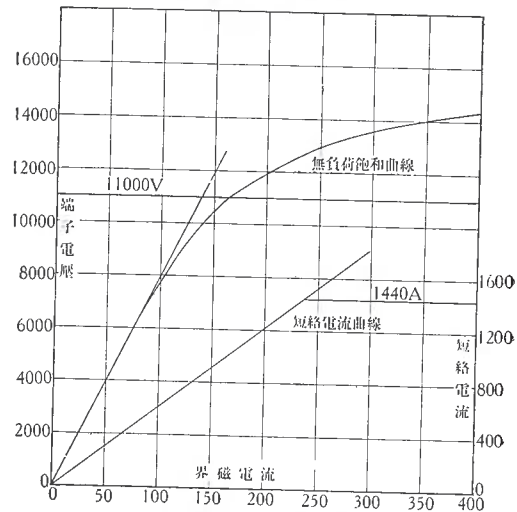
昭和 15 年 9 月 19 日現場に於ける公式試験の結果、好成績の特性を得たのである。其の無負荷飽和曲線及び三相短絡曲線は第 16 圖に示す。

## 結 言

本機は同時に製作された 5,000 kVA 背壓 タービン 發電機一台と共に好調に運轉を續けてをるが、尙本機と同型、同容量のもの更に一台近々運轉の轉びに至つてをる。



第 15 圖 冷却管熱通過率比較曲線



第 16 圖 無負荷飽和及短絡電流曲線

## 輪 西 中 央 發 電 所

## 所 内 補 機 用 電 機 装 置

長崎製作所 大 神 朝 喜

## 緒 言

本装置は 27,500kVA タービン 発電機 ○ 基、5,000 ㎏ 背圧 タービン 発電機 ○ 基及び 1,800 平方メートル汽罐 ○ 基を制御するもので、火力発電所々内補機用電気装置として最新の技術を集め其の完璧を期したもので此處には其等の全部に亘り詳細なる記述は省略し主として タービン 関係及び汽罐関係の重要補機に對して特記すべき點を列挙して讀者の参考に供し度いと思ふ。

## 1. 補助電動機配電系統

補助機用電源は全部 3.3kV で 22kV 主母線より 10,000kVA 遮降變壓器を経て供給せられる。將來は 10,000kVA 所内動力専用 タービン 発電機を設置し前記所内變壓器回路と自動切換を行ふ様に計畫されてゐる。之は無停電連續運轉を生命とする火力発電所計畫として當然且つ必要のことである。

50 馬力以下の小容量の電動機に對しは更に 3.3kV から 200V に降下して供給してゐる。制御回路用としては特に信頼度の高い蓄電池を置き重要器具は全部直流 100V 操作とし之に備へて 30kW 電動發電機を設けて居る。

又汽罐微粉炭供給装置には特に制御能率の點から考へて優秀なるワードレオナルド方式を採用せしことが注目され之に就いては更に詳細後述する。

## 2. 電動機の選定と其の形式構造

火力発電所々内動力としては タービン 運轉に依るもの又は直流電動機を使用する方法等も一應考慮すべきであるが、信頼度・建設費及維持費の點から見ても現今三相誘導電動機を用ふことが最も望ましく本発電所も所内全部の動力（コイルフィーダーを除き）は殆んど三菱標準型 MK（籠形）或は MS（巻線型）三相誘導電動機が採用されてゐる。

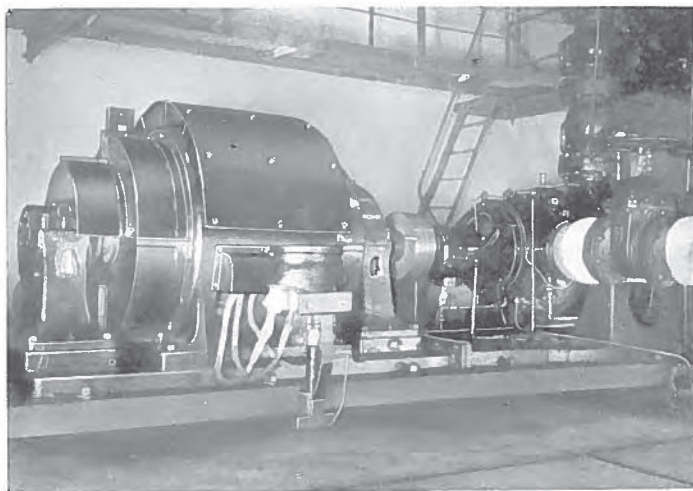
而して定速度運轉のものには殆んど全部籠形電動機を用ひ其の起動も直入式を採用してゐる。主なる用途としては次のものが挙げられる。

|           |      |        |      |     |
|-----------|------|--------|------|-----|
| イ、給       | 水ポンプ | 520 馬力 | 2 極  | 3 台 |
| ロ、循 環     | 水ポンプ | 230 馬力 | 12 極 | 4 台 |
| ハ、蒸氣交換器給水 | ポンプ  | 90 馬力  | 4 極  | 2 台 |
| ニ、同 上 抽 出 | ポンプ  | 80 馬力  | 4 極  | 2 台 |
| ホ、復       | 水ポンプ | 60 馬力  | 4 極  | 4 台 |
| ヘ、微 粉 機   |      | 330 馬力 | 6 極  | 5 台 |

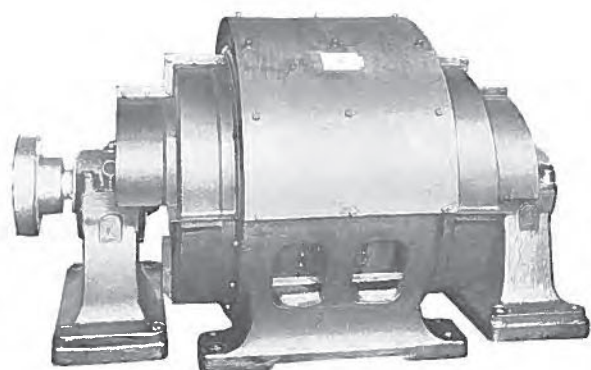
等の重要補機を始めとして非重要補機の小容量のものが十數台使用せられてゐる。

籠形電動機の起動法としては、主として其の起動電流を制限する目的から一次供給電壓を下げる法、一次巻線を切換へる法等色々あるが、火力発電所補機に在つては其の信頼度の點から之等の特種起動法は極力避ける事が望ましい。その代り電動機の設計も出来るだけ直入式に耐える様機械的に頑丈とし又深溝式或は二重籠形式を採用して起動回轉力を適當に選定し起動電流を小ならしめねばならぬ。

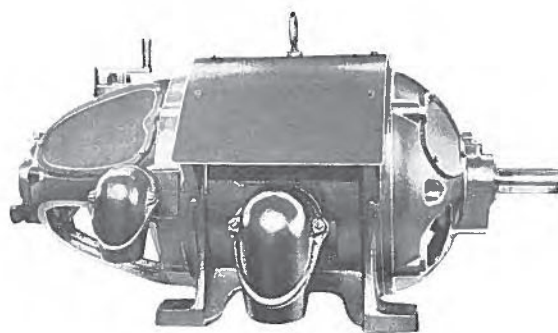
上述の ポンプ 用電動機は殆んど特種深溝型とし起動回



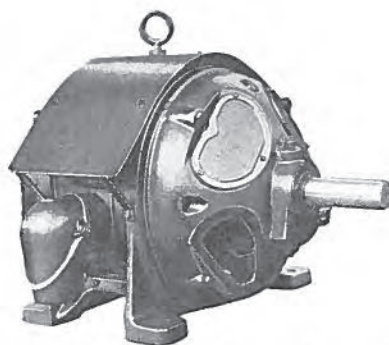
第 1 圖 汽罐給水用ポンプ



第2圖 給水ポンプ用防滴直入籠形誘導電動機  
(ペダスタルベアリング付)



第3圖 通風機用防滴巻線型誘導電動機



第4圖 ポンプ用防滴直入籠形誘導電動機

轉力は全負荷の略90乃至130%程度（給水ポンプは2極式で稍少く60%）程度であり、又起動電流は全負荷値の略400乃至590%程度に制限してゐる。最大回轉力は特殊のものを除き200乃至300%位の値を取つてゐる。

此處に注意すべきは微粉機330馬力である。微粉機は全負荷起動の場合が多く且つ負荷慣性大なる爲、時には巻線型を採用して起動特性を負荷に合はせることも考慮されるが、炭粉の多い場所で滑動環を使用することの欠點を免れぬ。今回は特に二重籠形式を採用して起動回轉力を約225%、最大回轉力約235%とし、起動電流を約590%に抑へ其他機械的構造に特に注意を拂ひ負荷に合致す特殊設計としたのである。汽罐送風機の如く速度制御を必要とするものは全部巻線型を用ひ其の二次押入抵抗を加減して制御を行つてゐる。其等の主なるものは

イ、誘引通風機 320馬力 14極 10台

ロ、強壓通風機 130馬力 6極 10台

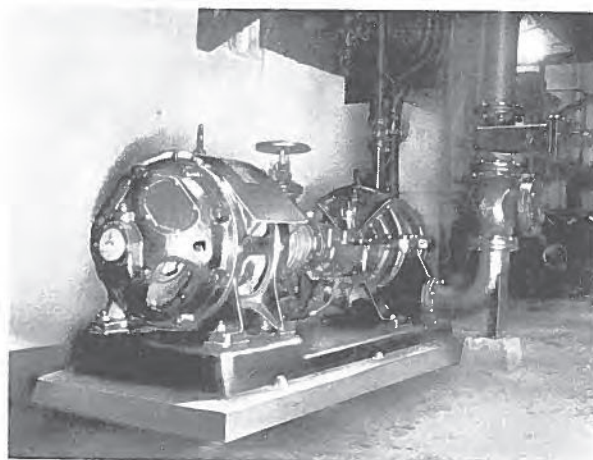
ハ、微粉送風機 150馬力 4極 5台

等が主なるものである。

### 機械的構造

發電所補機用電動機は一般工業用と異なり一般に周囲の事情悪く水滴・蒸氣・粉炭等が多いため通風が悪くなり絶縁・巻線や滑動環を害することが多い。當社では永年發電所の経験に鑑み今日は殆んど全部防滴型を採用して之等に對して防護すると共に取扱・點檢上にも便利な構造とした。

軸受は三菱獨特の耐塵型密封ベアリングを採用して居り微粉機用330馬力は特に軸受部を特殊設計として耐塵



第5圖 復水ポンプ(60馬力4極)

性を強くし、又給水ポンプ用520馬力はペダスタル型とした。

### 絶縁

發電所補機に於ては前記の様に水滴・炭塵等が多く又用途上24時間連續運轉を強要されるから特に絶縁に注意を要する。特に汽罐補機例へば誘引通風機に在つては周圍温度高く温度上昇及絶縁材料に特別の考慮を要する

今回のものは全部温度上昇55°C、周圍温度最高40°Cを目標としたもので、塵埃・濕氣等を考慮して當社の所

謂「特絶縁」を施して一般向の電動機と區別して居る。

### 3. 電動機制御方式

誘導電動機の世界速度制御方式としては

- イ、籠形電動機の極數變換に依る方法
- ロ、定速度の電動機と油壓式 カプリング との組合せ
- ハ、定速度の電動機と電磁 カプリング との組合せ
- ニ、巻線型で二次液体抵抗器を用ひる方法
- ホ、巻線型で コントローラー 及二次金屬抵抗器を用ひる方法

等があり、之等は負荷の性質・運轉の信頼度等を考へて慎重に選擇決定すべきものである。汽罐送風機の如く制御範圍廣く且つ微細なる調整をやるものには（イ）の方法は不適當である。（ロ）（ハ）（ニ）は微細な調整には最適であり近時各發電所計畫に研究され又實際に應用されて居るが、夫々異つた不利欠點を伴ひ一率に優劣を決め難い狀勢にある。（ニ）の液体抵抗器の方法は大容量の送風機に對しては重量・容積少く又速度の變化が圓滑で電氣的機械的衝激少く、（ロ）（ハ）に比して能率も良好なので近時益々有望視される傾向にある。（ホ）の金屬抵抗器は古くから行はれて居る方法で信頼度の點では斷然優秀で、制御段數も比較的多く、現今最も廣く採用せられて居る。今回の計畫にも之を採用し當社獨特の優秀なる直流電動操作式カム型制御器に頼ることとした

巻線型電動機で速度制御を行つたものは誘引通風機、強壓通風機及微粉送風機の三つである。此の中誘引・強壓の二つは50%の速度制御を行つて制御段數23段且つアスカニア式噴射管型自動燃焼裝置と關聯せしめ全自動式として居るが、微粉送風機は約30%の速度制御を行ひ制御段數23段にして自動燃焼裝置とは關係なく單獨押釦制御である。

#### （イ）誘引通風機自動制御法

罐内燃焼室の壓力の變化が壓力操縱器に傳へられ此處で燃焼室の氣壓の變化が壓油力の變化となつて擴大せられ此の壓油は操縱シリンダーに送られて其のピストンの動きに依つて風道ダンパーを徐々に變化して風量を加減する。之と同時にピストンの動きは接觸裝置を動かして電動機用カム型制御器のノッチを移動せしめて通風機の世界速度を變化し、兩々相俟つて極く細い風量調節を行ひ以つ

て爐内の壓力を略一定に保つものである。

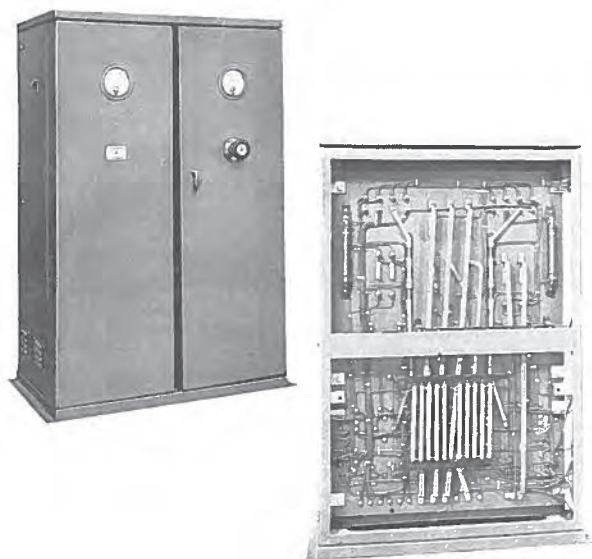
#### （ロ）強壓通風機自動制御法

各罐に共通な主幹操縱器が蒸氣主管に設けられ蒸氣壓の變化が壓油の變化となり、之が各罐毎に設置された燃料操縱器を働かし、之は更に操縱シリンダーを動かして燃料主として可燃瓦斯道のダンパーを加減し、蒸氣壓に應じて燃料の調節を行ふ。而して燃料の供給量は變成操縱器を経て別に設けられた送風機の助けを籍つて空氣換算量となつて表はされ之が空氣操縱器を作動させる。空氣操縱器は更に之を壓油の變化となし次で操縱シリンダーを働かし、上述の誘引の場合と同様にダンパー及強壓通風機用カム型制御器のノッチを變化させて結局燃料供給量に比例した空氣量を罐内に送るのである。

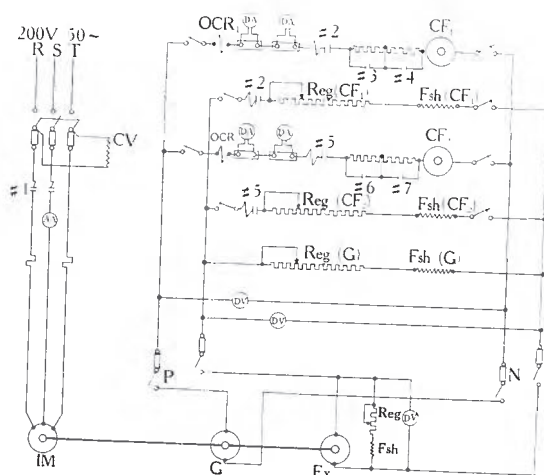
### 4. ワードレオナード方式に依る給炭機制御法

微粉炭機に石炭を供給すべき送炭機は一般に微細な速度制御を要求されるもので、大容量の微粉炭燃焼の汽罐にあつては速度制御の點に於て最も優秀な加變電壓制御に依る直流電動機が採用せられることが屢々ある。殊に汽罐一基に對して二台以上の送炭機が設備される場合に於ては其の速度制御の點に於て益々有利となる。

輪西發電所に於ては汽罐5基の内三基が此の方法を採用せられ各罐毎に二台の送炭機が設備せられた。之に使用した各機器の仕様は次の通りである。



第6圖 送炭機用ワードレオナード式制御箱



第7図 送炭機用ワードレオード 結線略図

- イ、直流発電機（各罐毎に1台）……………3台  
6.5kW, 220V, 1440r.p.m. 他勵磁復巻式開放型
- ロ、直流電動機（各罐毎に2台宛）……………6台  
内1台は未定  
3H.P. 220V, 800~200r.p.m. 他勵磁分巻式全閉型
- ハ、直結勵磁機……………3台  
0.9kW, 220V, 1440r.p.m. 自勵復巻式開放型
- ニ、誘導電動機（原動機）……………3台  
12H.P. 200V, 50~, 1500r.p.m. 三相籠形直入式開放型
- ホ、界磁加減抵抗器其他制御装置一式

本装置の大体の結線要領は第7圖に示す（制御回路の詳細は省略す）通りで、其の制御方法は直流発電機の界磁調整器（電動操作式）を引釦に依つて操作し其の發生電壓を加減し3馬力電動機の回轉數を毎分200乃至800回轉に制御するもので、此の場合二台の電動機は殆んど同時に速度調整が行はれる。

本装置に於ては可變電壓式の外に定電壓制御法が可能である。即ち發電機の電壓を一定（220V.）に保ち電動機個々の界磁調整器（電動操作式）を引釦に依つて操作することに依り電動機の界磁力従つて其の速度を略々200乃至800回轉毎分に調整することが可能である。界磁調整器は發電機及電動機側共50ノッチで極く細い調整が出来る。今大体の操作順序を説明する。

### a 可變電壓制御の場合

(イ) 制御盤のコントロールスイッチに依つて接觸器#1を閉じ電動發電機を起動する。此の場合Gの界磁調整器は第一ノッチ即ち最低電壓の位置にあることが必要條件である。

(ロ) 制御盤のコントロールスイッチに依つて接觸器#2及#5を閉じることにより送炭機CF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub>を夫々起動する。此の場合CF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub>の界磁調整器は第一ノッチ即ち界磁電流最大位置にあることが必要條件である。

(ハ) CF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub> 起動すれば其等の界磁調整器は自動的に移動し供給電壓220Vで略々800回轉に相當する位置に於て停止する。

(ニ) CF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub> の起動抵抗は加速時限繼電器及加速接觸器の作用に依り自動起動を行ひ電動機は200回轉で運轉状態に入る。

(ホ) 起動抵抗はGの界磁調整器の設備された補助スイッチに依り自動的に選擇される。即ちGの電壓100V以下の場合には接觸器#3, #6は閉路せられて居り電動機は小抵抗を以て起動する。Gの電壓100~150Vの場合には接觸器#4, #7は閉路せられて居り電動機は大抵抗を以て起動する。Gの電壓150V以上の場合には全抵抗を以て起動する。

(ヘ) 制御盤の引釦“昇”“降”を操作することに依りGの電壓を自由に加減してCF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub>の回轉數を同時に200~800回轉毎分の間に於て任意調整する

### b 一定電壓制御の場合

(イ) 電動發電機の起動は可變電壓の場合と同様。

(ロ) 電動發電機起動すればGの界磁調整器は自動的に起動しGの發生電壓が220Vになつた所で停止する。

(ハ) CF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub> の起動は可變電壓の場合と同様である。斯くしてCF<sub>1</sub>, CF<sub>2</sub>は200回轉毎分で運轉状態に入る。

(ニ) 制御盤の引釦“低速”或は“高速”を操作することによりCF<sub>1</sub>又はCF<sub>2</sub>の界磁調整器を加減して送炭機の速度を別々に制御出来る。

可變電壓及定電壓制御の選擇は制御盤の切換スイッチで行ふ。

### 交流側停電の場合

運轉信頼度の立場から交流側が停電しても接觸器#1, #2 及び #5 は開路せずして電源回復と共に自動起動をする様にして居る。之がため交流側に電壓繼電器 CV を置き停電の場合には之を作動させて CF1, CF2 の界磁調整器を第一 ノッチ に戻らせて (G の界磁調整器は作動せず) 且つ接觸器 #3, #4, 及 #7 は開路させて置いて次の起動に備へる。此の場合 G の界磁調整器の位置に依つて起動抵抗を適當に選擇させることは前述の通りである。

## 5. 補機用電動機保護方式

火力発電所では運轉の確實性絶對無停電の立前から言つて各補機用電動機も可及的停止の機會を少くすべきことは申迄もない。従つて停電、過負荷其他故障時に對する保護方式が一般工業用電動機とは趣を異にしてゐる場合が多い。

### (イ) 低電壓の場合

低電壓になつた場合も各電動機用油入遮斷器 (低壓電動機に在つては炭素氣中遮斷器) は開路しない即ち所謂低電壓保護装置がない。従つて籠形直入電動機にあつては電源回復と共に自己起動をする。巻線型電動機あ在つては特に再起動保護方式を採用した。

発電所補機の自動再起動保護方式としては色々の方法があり此處に其等の諸方式に就て詳論することは避けるが、今回輪西に實施したものは其等諸方式の中高價ではあるが最も確實で信頼度の高いものである。之を實施したものは誘引通風機・強壓通風機及び微粉送風機の三種で、其の要旨とする處は低電壓の場合 カム 型制御器従つて制御用抵抗器には變化を與へず制御抵抗と直列に挿入された再起動抵抗 (普通運轉中は電磁接觸器に依り短絡せられて居る) が低電壓事故と同時に二次側に接續され、低電壓事故が回復すれば電磁接觸器と限時繼電器との作用で適當な起動電流値を以て電動機を再起動させるもので、此の作動要素としては計器用變壓器及び低電壓繼電器を使用し之等は 3.3kV 母線回路に設けてある。

再起動抵抗を短絡すべき電磁接觸器は動作の信頼度の點から發條閉合式を用ひ勵磁 コイル は勿論直流

を採用した。尚 カム 型制御器には特別の補助接觸を設け 1 乃至 5 ノッチ の間に於ては假令低電壓事故があつた場合でも本装置が作動しない様にした。

### (ロ) 過負荷の場合

火力発電所補機用油入遮斷器に於て特に注意すべきことは其の遮斷容量である。短絡事故の場合線路のインピーダンス は一般工業用の場合と異り著しく小さく従つて短絡電流大きい爲、若し電動機用油入遮斷器を過負荷遮斷式とする場合には、回路網のインピーダンス、發電力の大きさ等を考慮して其の遮斷容量を決定すべきである。個々の電動機用油入遮斷器を非自動遮斷式とし短絡の場合動作させず唯或グループ毎の母線回路に大容量の遮斷器を設け之を短絡電流で遮斷する方法は建設費の點から言へば望ましいが故障遮斷の選擇性から言つて面白くない。

本設備に於ては個々の電動機に全部 10 萬 kVA の遮斷容量を有する當社獨特の メタルクラッド 型配電盤を置き過負荷遮斷を行はせ、短絡には瞬時作動のコイル を附して完全な保護方式としたのである。

又 200V 用低壓電動機には全部三極自動氣中遮斷器を設け過負荷遮斷式とした。

### (ハ) 接地故障の場合

各電動機用 メタルクラッド 配電盤には接地繼電器を附屬させ接地事故の場合には之に依つて更に補助繼電器を動作させ運轉室に白色灯を點すると共に警報ベル を鳴らす。此の場合油入遮斷器は開路しない。

尚上記警報ベル は接地故障のみならず油入遮斷器がコントロールスイッチ に依つて人爲的に遮斷しない場合即ち原因の如何に關らず自動遮斷を行つた場合にも警報を發する様にした。

## 6. インターロック保護方式

一般に汽罐に於ては空氣量と燃料たる微粉炭との混合割合には一定の制限があり之の制限を越えると不測の故障を越し易い。殊に空氣量の不足の場合には爆發の恐れさへあり得る。かゝる見地から通風機及石炭供給機間には一定順序の インターロック を施すことが望ましい。本発電所に於ては第 8 圖に示す様な順序を以て インターロック 裝置を完成した。其の結果次の諸條件が確認せられる。

(イ) 第 8 圖の様な順序でなければ起動が出来ない。

例へば送風機停止の状態に於ては燃料側は起動が出来ない。

(ロ) 手動停止の場合は起動と逆の方向に操作することが必要である。例へば若し誤つて  $EF_1$  を閉路すればそれ以下の  $M_1$  及び  $CF_1$  は自動遮断を行ふ。

(ハ) 何等かの原因で例へば  $IDF_1$  が自動遮断すればそれ以下の  $FDF_1$  及燃料側全部自動遮断される。

(ニ) 制御盤に切換開閉器を設け上述のインターロックを解除し、必要な場合には單獨に起動停止を行ひ得る様にした。但し自動遮断の場合は然らず、例へば  $FDF_1$  を單獨運轉中に  $IDF_1$  も運轉中であり此際  $IDF_1$  が自動遮断した場合はインターロック解除の有無に關らず  $FDF_1$  は直ちに遮断する様にした。

## 7. ベンチポート制御盤

本器は汽罐用送風機關係及微粉關係全部の電動機の起動停止及速度制御を掌るもので各汽罐毎に一面宛計〇面製作した。制御盤は操作に便利な様に机型とし盤面に次の器具を装備して居る。

- イ、油入遮断器操作用 コントロールスイッチ
- ロ、開閉表示用赤色及綠色信號灯
- ハ、二極引釐 スイッチ (速度制御用のみ)
- ニ、インターロック 解除用切換 スイッチ
- ホ、自動燃焼裝置解除用切換 スイッチ (送風機)
- ヘ、可變及一定電壓切換 スイッチ (送炭機)
- ト、接地故障信號灯
- チ、カム 型制御器及界磁調整器用點滅式信號灯
- リ、故障信號用 ベル
- ス、補助繼電器

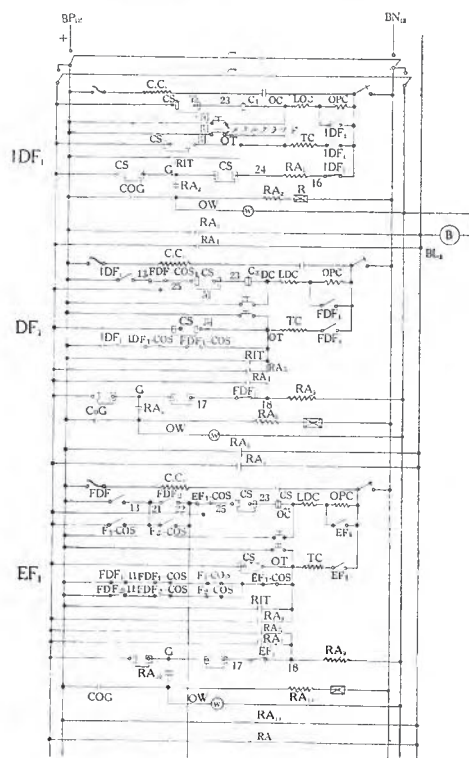
### 罐別計器盤及指令室計器盤

各電動機に必要な電流計及電壓計は之等を一纏めとして罐別計器盤上に取付け監視に便ならしめた。

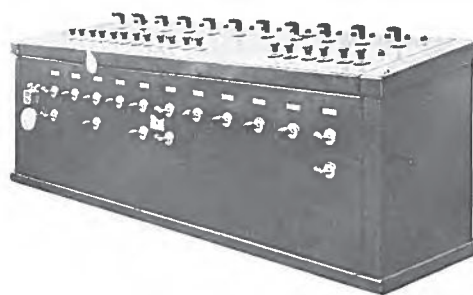
汽罐室には別に總合的に指令室を設け各汽罐用電動機の電流計及電壓計を取付けて金屬の監視に便ならしめ指令室より給水 ポンプ の起動停止及同上用堰戸弁の開閉動作が出来る様にした。



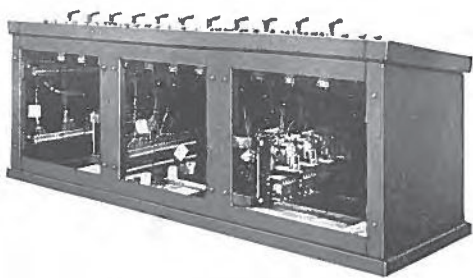
第 8 圖 インターロック 順序表



第 9 圖 インターロック 結線圖



第 10 圖 CY 型 ベンチポート 型制御盤



第 11 圖 全上 (裏面カバーを外した所)

## 輪西中央発電所の配電諸設備及配電盤

神戸製作所 五十嵐 信一

## 緒 言

羅馬は一日にして成らず、とは言ひ古された諺であるが、之を今般見事落成を遂げた輪西中央発電所の諸設備に當てはめて見る時、洵にその感が深いのである。即ちその計畫の周到さと云ひ、機器製作の着實さと云ひ將又建設工事の出来栄と云ひ、何れも豊富な経験と斬新な設計の下に日頃の蘊蓄を傾倒して完成したものである事は充分窺知出来るのである。

我社は此處拾數年來、殊に火力発電所の制御乃至配電盤設備に關しては、孜々としてその整備改良に精進し來たつたのであるが、茲に日本製鐵株式會社の英斷に依り綜合建設の機會を得、理想の一端を實現出來たことは欣快に堪へぬ處である。

此の発電所は日本製鐵會社が製鐵用自家電力設備として建造されたもので、その重要性よりして設備には萬全を期し、高度の確實性を有するものなる事を第一條件として計畫實施せられたものであり、その運轉實績には多大の期待と重責が懸けられてゐる。

今般落成を遂げた分は第〇期に屬し之に將來擴張の第〇期工事を入れる時は本邦屈指の大発電所となるもので

あるが現在の第〇期工事のみにても自家用発電所としては有數の設備であつて、當社にとつても代表的製品である。以下本発電所の配電盤設備の概要と特徴に就き記述し大方の御参考に供するものである。

## 配 電 設 備 概 要

本発電所の電氣設備は第2圖單線系統圖に示されてゐる通り、22,000kW 50 $\sim$  主發電機〇台と 4,000kW 11 kV 50 $\sim$  背壓發電機〇台を設置し、之を 27,500kVA 22/11kV 主變壓器〇台と 6,000kVA 22/3.5kV 背壓變壓器〇台に依り 22kV に昇壓し油入遮斷器を経て 22kV 二重母線に接續の上 6,250kVA、12,500kVA 及 5,000 kVA 總計〇〇回線の配電線に送電を行ふものである。尙外に所内變壓器 10,000kVA 22/3.3kV 〇台を設置し 22kV 二重母線より降壓して 3,300V 所内饋電回路に給電してゐる。

## 變 壓 器

主變壓器・背壓變壓器・所内變壓器・所内低壓動力及所内低壓電燈變壓器の5種類あり、何れも屋内油入自冷式で火力発電所變壓器として經濟的運轉をなす様極めて能率良く設計されて居り6,000kVA 以上に對しては何れも溫度指示裝置を附してゐる。定格は下記の通りである

## 主 變 壓 器

容 量 27,500kVA 周波數 50 $\sim$  相數 3  
一次電壓 11,500, 11,000, 10,500 V  $\triangle$   
二次電壓 24,000, 23,000, 22,000, 21,000V Y

## 背 壓 變 壓 器

容 量 6,000kVA 周波數 50 $\sim$  相數 3  
一次電壓 3,300 V  $\triangle$   
二次電壓 24,000, 23,000, 22,000, 21,000V  $\triangle$



第1圖 コンパートメント室



### 所内変圧器

容量 10,000kVA 周波数 50~ 相数 3  
一次電圧 24,000, 23,000, 22,000, 21,000V △  
二次電圧 3,300 V △

### 低圧動力変圧器

容量 500kVA 周波数 50~ 相数 3  
一次電圧 3,450, 3,300, 3,150, 3,000, 2,850 V Y  
二次電圧 220, 110 V △

### 低圧電燈変圧器

容量 100kVA 周波数 50~ 相数 1  
一次電圧 3,450, 3,300, 3,150, 3,000, 2,850V  
二次電圧 220, 110 V

### 油入遮断器

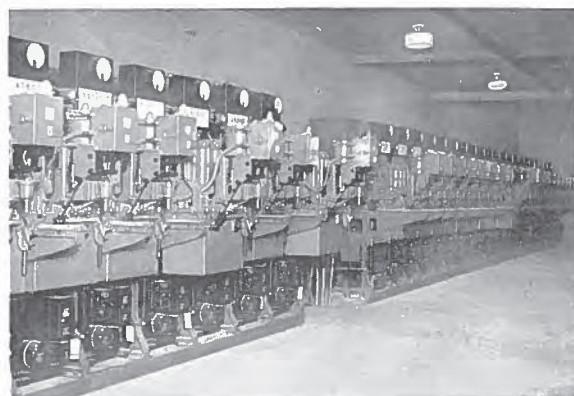
本発電所に設置された油入遮断器は全部で4種類あり22 kV 側母線に接続されるものは将来の拡張を考慮し遮断容量の大きい O-33A 型を採用してゐる。而して主発電機回路は B-28B 型を、背圧発電機回路には B-20B 型を、外に発電機及変圧器中性点接地回路用として B-13 型を、使用してゐる。之等遮断器の制御は全部主配電盤より行はれるもので下記の定格を有してゐる。

O-33A 型 25,000V 1,200A 3 極  
遮断容量 22kV にて 1,000,000kVA  
B-28B 型 15,000V 2,000A 3 極  
遮断容量 3.5kV にて 500,000kVA  
B-20B 型 15,000V 1,200V 3 極  
遮断容量 3.5kV にて 150,000kVA  
B-13 型 25,000V 300A 単極

### 充填配電器具

3,300V 所内補助回路はその重要性和台数の多い故から最も信頼度の高いそして据付面積の小さい当社充填型配電盤を採用してゐる。之は用途別に依つて次の6組に分れて居り、共に母線計器及繼電器等を具備して居る。

所内饋電(重要回路) C3 型 遮断容量 15 萬 kVA  
全 上(非重要回路) 全上 全 上  
維 回 路 2C2 型 遮断容量 10 萬 kVA



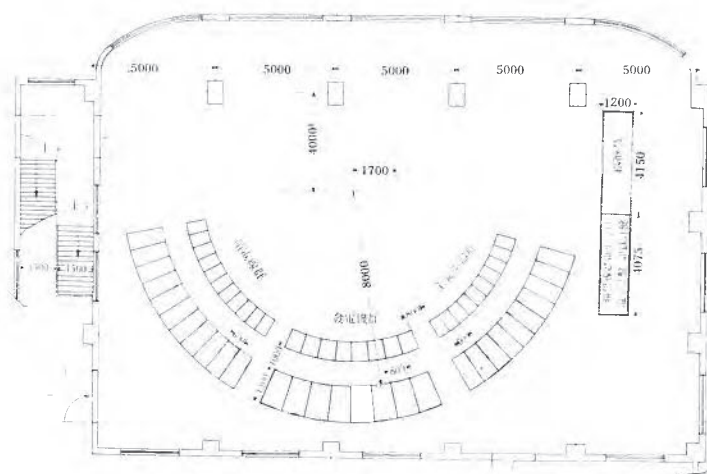
第3圖 充填配電器具

|       |                     |
|-------|---------------------|
| 汽罐第一群 | 2C2 型 遮断容量 10 萬 kVA |
| 汽罐第二群 | " 全 上               |
| 汽機及維  | " 全 上               |

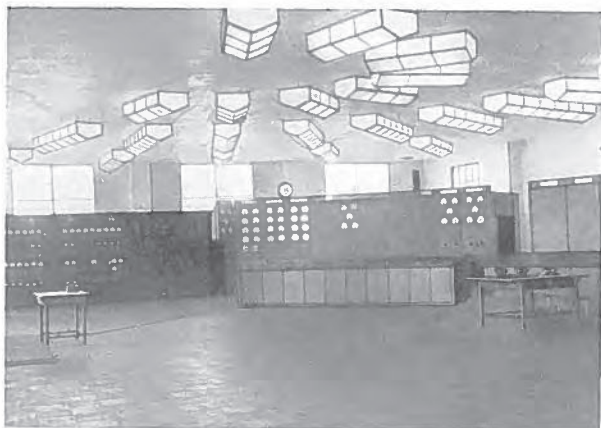
所内饋電盤は第2圖系統圖に示す通り 10,000kVA 所内變壓器より受電し之を汽罐・汽機及雜回路等に分歧するもので、その重要の程度に依り重要と非重要の2組に分れて居り、母線は共に單一母線で母線連絡盤を有してゐる。

雜・罐第一群・罐第二群・汽機及雜の組は上記重要及非重要饋電線より受電し之を ボイラー 及汽機関係の高壓電動機及所内低圧動力、電燈變壓器等に給電するもので二重母線とし信頼度を高めてゐる。

上記は何れも所内配電室2階に据付けるものであるが所内饋電盤重要及非重要及雜回路に屬するものは主配電盤室にある監視盤より制御し、他は汽罐室及汽機室据付の計器盤より操作されるものである。



第4圖 主配電盤室配置圖



第5圖 監視盤及主配電盤

## 配 電 盤

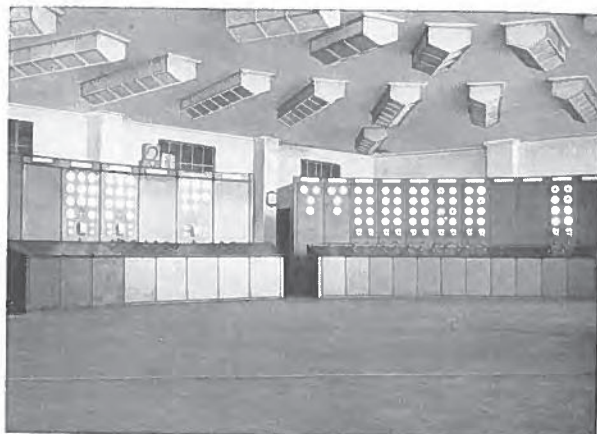
### 主 配 電 盤

本盤は発電機回路・勵磁機回路及 22kV 回路等を操作するもので第4圖配置圖に示す通り発電機、饋電線及變壓器の3群より成る龐大なものであるため、之を直線的に配列する時は操作に不便を感じるのみならず盤の巾が増大し他盤との配置が面白く無い關係上、半径8米の圓弧上に置いた所謂扇型配列とした。之により上記の缺點を補ひ、居乍らにして主回路全部を見る事が出来る理想的な配電盤となつた。

盤の材質は全部美粧鋼板3耗を使用し水壓機に依り無理無く曲げた柔い感じは埋込型計器と良く調和して操作者に落付きを與へてゐる。之は D-1 型制御盤と HN 型直立兩面盤との組合せであるが扇型に配列する關係上特別に設計したものである。

制御盤上には各種制御開閉器・同期開閉器の外、電壓に依り色別した模擬母線上に斷路器開閉命令裝置及その表示燈を附してあるので、主回路の系統が一目瞭然である。外に當社獨特のダイヤル式信號裝置を附して遠方にある汽機室及汽罐室との連絡を良くして居る。

直立盤は表面計器盤と裏面繼電器盤より成りチャンネルの組枠上にて一体となり1面宛離れる構造となつてゐるので發送のため表裏盤を解体する必要も無く、工場試験したその儘のものを据付られるので、据付時間を短縮し得る外結線の間違ひも無いので好評を拍してゐる。表面計器盤には埋込型各種計器・積算電力計・記録電力計等の外繼電器動作の際故障を表示する美麗な照明型表示器を附してあり、盤上部には別に補助固定盤を設け盤名を表

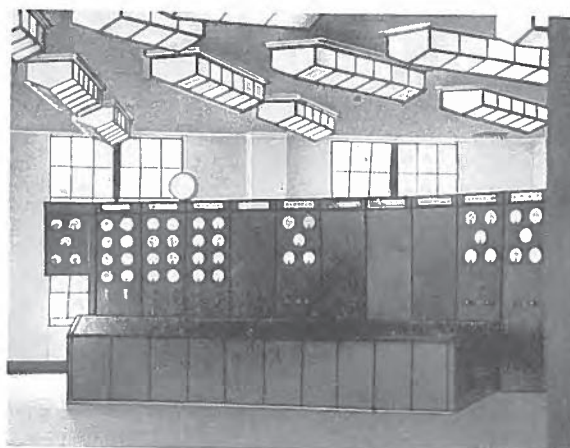


第6圖 發電機盤及饋電盤

示する照明式銘板を取付けてゐる。

裏面繼電器盤には各種保護繼電器の外接地電流を記録する高速度記録電流計・綜合負荷表示器用傳送電力計等が取付られてゐる。配電盤3群の内譯は下の通りである

|          |     |
|----------|-----|
| 發電機群     | ○ 面 |
| 主發電機盤    | ○ 面 |
| 背壓發電機盤   | ○ 面 |
| 所内發電機盤   | ○ 面 |
| 變壓器群     | ○ 面 |
| 主變壓器二次盤  | ○ 面 |
| 背壓變壓器二次盤 | ○ 面 |
| 連絡盤      | ○ 面 |
| 饋電線群     | ○ 面 |
| 所内變壓器一次盤 | ○ 面 |
| 變電室盤     | ○ 面 |
| 豫備盤      | ○ 面 |



第7圖 變 壓 器 盤

## 監視盤

所内補助回路はその重要性よりして絶えず運転状態を熟知してゐる事が望ましい。本盤はこの目的のため設置されたもので、主配電盤室に据付け、所内主要・非重要饋電線及雜回路に対する電力の配給監視を全部本盤上で行ふ様各種計器・制御開閉器・點滅式照明型銘板及模擬母線等を取付け實用と美觀を兼ね備へたものである。

本盤には自動切替装置を附して所内重要回路の停電を防止してゐる外、回路別 SY 型漏電計を具備し、之を盤の上部に取付け地絡の生じたる際には上記に依り指示と警報をなし、尙何れの回路なるかは回路別に設備した接地繼電器に依り白色信號灯を點じ明瞭に判別せしめてゐる。尙燈火管制設備として構内屋外灯用誘導電壓調整器の制御開閉器と電壓計を本盤に取付け電壓の昇降を行つてゐる。本盤の型式は F K 型で巾 4,150 耗、高さ 2,200 耗、奥行 1,200 耗の獨立型であり側面には伸縮戸を有してゐる。

## 監督員室監視盤

之は巾 1,400 耗、高さ 2,300 耗より成り監督員室の壁に埋込取付のもので・蒸氣壓力計・瓦斯壓力計・蒸氣流量計・22kV 母線用電壓計・周波計・主發電機綜合負荷指示計及背發綜合負荷指示計等の外主回路の模擬母線を設け之等の回路の開閉を白色信號灯に表示して主回路の監視をなすものである。

## 補助盤

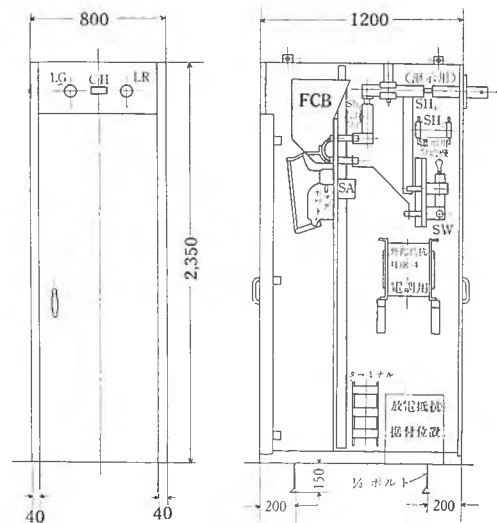
自動電壓調整器盤・發電機回轉子及び固定子溫度計盤・變壓器溫度計盤及各種記録計盤等を纏めたもので、表面盤と裏面盤より成り各巾 500 耗鐵板 パネル 〇面宛と側面に伸縮戸を持つてゐる。監視盤に隣接して据付くるもので高さとお行は監視盤と同様、獨立型である。尙將來擴張する發電機を考慮し、發電機盤は空盤を又溫度計盤には切替開閉器を余分に取付けてゐる。本盤の内譯は下の通りである。

## 表面盤

|                      |    |
|----------------------|----|
| 主發電機 AJ-11 型自動電壓調整器盤 | 〇面 |
| 背壓發電機 AE-3 型自動電壓調整器盤 | 〇面 |
| 所内發電機自動電壓調整器盤        | 〇面 |

## 裏面盤

|                 |    |
|-----------------|----|
| 主變壓器 SZ 型溫度指示計盤 | 〇面 |
|-----------------|----|



第 8 圖 キュービクル 型界磁遮斷器盤外形圖

|                     |    |
|---------------------|----|
| 所變及背壓變壓器 SZ 型溫度指示計盤 | 〇面 |
| 主發電機回轉子、固定子溫度指示計盤   | 〇面 |
| 背壓發電機 同 上           | 〇面 |
| 所内發電機 同 上           | 〇面 |
| 記録電壓及周波計盤           | 〇面 |
| 主發電機綜合負荷記録計盤        | 〇面 |
| 背壓發電機 同 上           | 〇面 |

## キュービクル型界磁遮斷器盤

發電機内部故障保護繼電器動作の際には勵磁電流を遮斷する事を要する。本盤は界磁遮斷器を納入するため鋼板製キュービクル型とし、AJ 型自動電壓調整器用接觸器・電流計及廻轉子溫度計用分流器・放電抵抗等をも同時に納めてゐる。現在は主發電機用〇台と背壓發電機用〇台を設置してゐる。形狀及寸法は第 8 圖の通りである。

## 所内低壓盤

本盤は艶消黒塗鋼板製直立盤で 6 群よりなつてゐる。

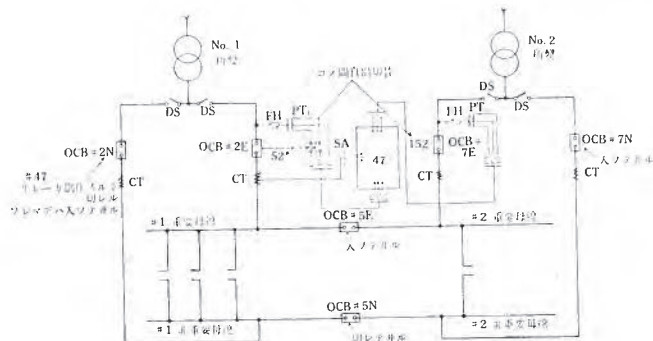
|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 群 第 1 號 500kVA 動力低壓盤   | 〇面 |
| 2 群 第 2 號 同 上            | 〇面 |
| 3 群 第 1 號 3×100kVA 動力低壓盤 | 〇面 |
| 4 群 第 2 號 3×100kVA 電灯低壓盤 | 〇面 |
| 5 群 充電盤電動發電機盤            | 〇面 |
| 6 群 汽罐室電灯幹線盤             | 〇面 |

第 1 群は第 1 號 3 相 500kVA、3,300/220V 變壓器より受電し之を汽機・汽罐の各種ポンプモーターや電動バルブ等に給電するもので、電流計・電磁操作式氣中遮斷器等



シーケンス番號の説明

| 番 號 | 型     | 名 部            | 番 號  | 型 | 名 部            |
|-----|-------|----------------|------|---|----------------|
| 8a  | A     | 双型開閉器 (OCB 附屬) | 52Y  |   | 油入 コンタクター      |
| 8b  | A     | 全 上 ( " )      | 52T  |   | 全上 トリツパコイル     |
| 43  |       | 自・手・切替 スイッチ    | 152  |   | 油入遮断器 (母線連絡回路) |
| 47  | CP-2  | 自動切替繼電器        | 152X |   | 全上 コンタクター      |
| 47X | MC-60 | 全 補 助 " "      | 152Y |   | 全 上            |
| 52  |       | 油入遮断器(所内發電機回路) | 152T |   | 全上 トリツパコイル     |
| 52X |       | 全 上 コンタクター     |      |   |                |



第 10 圖 自動切替装置 シーケンスダイヤグラム

## 自動切替装置 (CP-S型)

所内補助機の内重要補機に属するものは主機の運轉上不可欠のものであるためその電源は停電防止を必要とする。本装置はこのため設置されたものであり現在は所内變壓器相互間の自動切替を行つて停電防止の役を果たして居るが、將來所内發電機増設の場合にも使用出来るものである。以下この切替方式の説明をする。

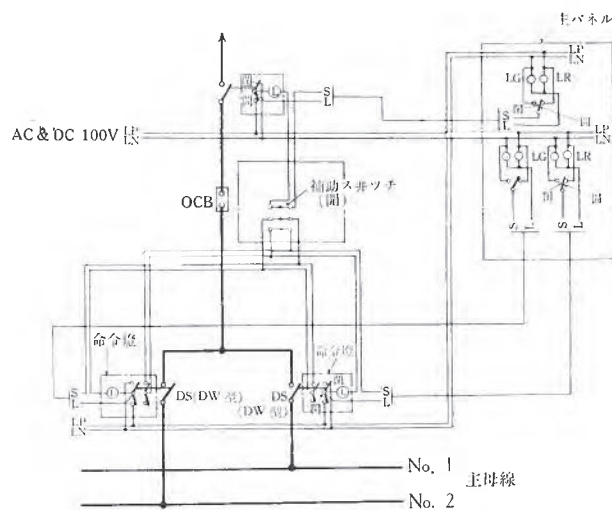
1. 常時、非重要母線は各所内變壓器より別々に給電せられ、而して No.1 及 No.2 重要母線は共に No. 1 所内變壓器より給電せられてゐる。
2. No. 1 所内變壓器の二次電壓消失すれば、繼電器 47 及 47x 動作して OCB2N 及 2E (52) は自動遮断をし 7E (152) を閉ち、重要母線 No. 1 及 No. 2 は共に No. 2 所内變壓器より給電せらる。
3. 自動切替繼電器 47 は特種設計のものであり、PT1 の電圧が規定値の約 50 %に低下するか若しくは 2E が不時遮断したる場合に、PT2 の三相電圧が規定値の約 90 %以上ある場合には直ちに動作して補助繼電器 47x を働せ前項の自動切替を行ふ。但し CT1 が過電流を通ぜる時間中は上記の切替を行はない。
4. 自動切替の行はれた場合には電鈴が鳴る。之を止めるには制御開閉器 CS-52 を閉に廻せば宜しい
5. 自動切替後 No.1 所變側に戻し度き場合には自動

手動切替 スイッチ43 を手動側に入れ、制御開閉器 CS-52 を閉に廻せば OCB152 を遮断し 52 を投入する。

6. 自・手切替 スイッチ43 を手動側に入れると LW なる白色 ランプ が灯り自動側への復歸を促す。自動側に 43 を入れると LR が點じ自動切替の準備が完了せる事を示す。

## 断路器開閉命令装置

油入遮断器を遮断せず、断路器に依つて電流のある回路を開放すれば操作者が危険であるばかりで無く系統には恐るべき故障を誘起し又火災の原因となる事は周知



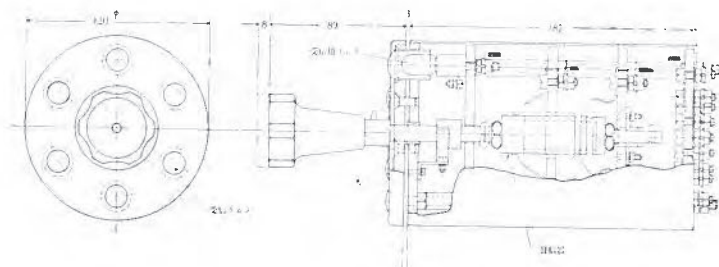
第 11 圖 断路器開閉命令装置結線図

の事である。されば何處の發電所でも斷路器の開閉には深甚の考慮を拂ふ所以であるが、常に冷靜なる氣持を保持する事は不可能であり、殊に斷路器の多い場合又は故障時に際しては誤操作に陥り勝ちなものである。

本装置は此の危険を防止するために最も簡單で而も安全な方法であつて、配電盤模擬母線上に命令開閉器を取付けこれの操作により遠方にある斷路器の開閉命令を行ふものである。

本發電所の 22kV 側のコンパートメント内に取付く斷路器には全部この装置を採用し、命令灯を斷路器の附近に取付けて、誤操作を防いでゐる。この式の特徴とする處は下の通りである。

1. 斷路器 1 組に對し命令灯 1 個附してあり、その命令は配電盤模擬母線上の命令開閉器よりなされる故點灯した斷路器のみを操作すれば良い。随つて間違は起らない。
2. 配電盤には命令開閉器の外に開閉状態を信號灯に依り表示してゐるので發令を誤る様な事は起らぬ
3. 命令灯は油入遮斷器の遮斷した時のみ灯る様、インターロックしてある故電流のある回路を開放する



第 12 圖 信號裝置外形圖

心配が絶対に無い。但し 22kV 送電回路に於ては送電繼續の儘母線を切替へる場合もあるので、この時は油入遮斷器を遮斷せずとも斷路器の命令灯が灯る様特別の考慮が拂はれてゐる。

4. 多重式に操作が出来る。即ち開閉し度い斷路器を幾個でも命令操作が出来る便利がある。

### 信號裝置

配電盤室とタービン室又はボイラー室との間は極めて遠く離れてゐるので、相互の連絡を良くし操作の圓滑を圖る上から本装置を設置してゐる。

之は從來の押釦ラム式を改良したダイヤル型ラム式とも言ふべきもので、送信器と受信器を一つに纏め、用意・起動・並列・可・停止・故障の 6 種類の信號を送受出来るものである。

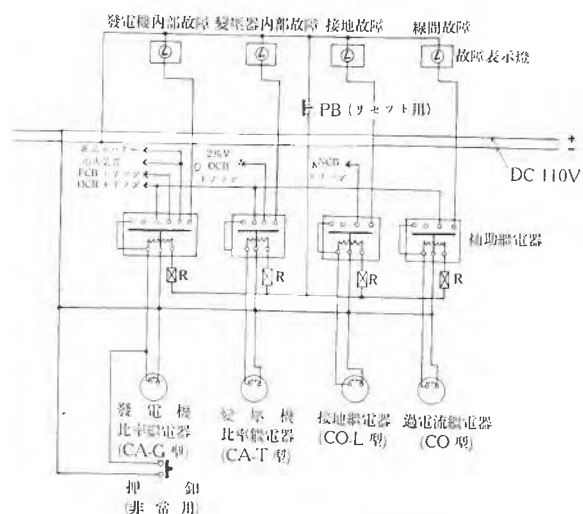
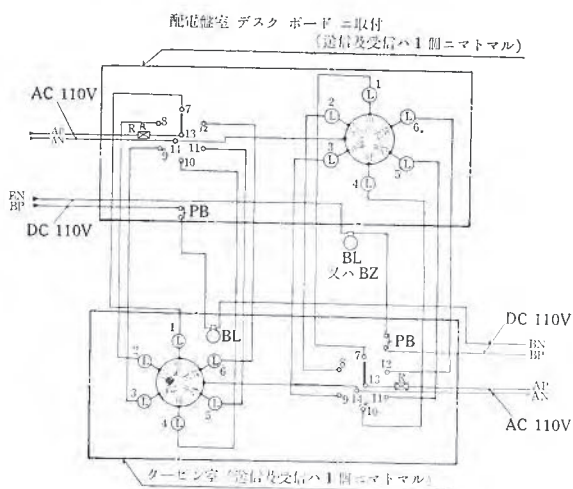
從來の押釦式に比較して取付面積は約 1/4 であるため狭い部分にでも取付けられ非常に便利である。本發電所では配電盤室のものは發電機制御盤上に、タービン室及ボイラー室のものはそれ等の各計器盤上に附してゐる。

使用個数は發電機 1 台に對し、配電盤室に 1 個、タービン室及ボイラー室に各 1 個使用し、内ボイラー室のものは受信のみ出来る様になつてゐる。尙外に電鈴 3 個と電鈴用押釦 2 個を附し、信號を發する前に電鈴を鳴らし注意を與へてゐる。

### 繼電器保護方式

#### 發電機内部故障保護方式

主發電機及背壓發電機の相間短絡保護裝置と



第 13 圖 繼電器動作接續圖 (發電機盤關係)

して当社標準の CA-G 型比率差動繼電器を採用して居る。之は變流器二次を正相環流回路式に接続し之に3個の上記差動繼電器を配備、各々 2.5 %に調整して 90 %以上の保護率を有してゐる。本繼電器動作の際は發電機を系統より切離すと同時に界磁を去勢し内部故障の發展を防止する外、非常ガバナーが動作しタービンを停止せしめる。尙同時に消火裝置が働く様に成つて居る。

#### 變壓器内部故障保護方式

主變壓器・背壓變壓器及所内變壓器の内部故障保護用として当社標準の CA-T 型比率差動繼電器を採用してゐる。之は發電機保護用 CA-G 型と同様に接続し3個の上記差動繼電器を配備してゐるが、變壓器の始動電流と勵磁電流が繼電器に流れる関係上感度は 50 %としてある。然し感度を 50 %としても變壓器全巻數に對し約 93 %の保護率を有するものである。

#### 地絡故障保護方式

發電機回路の地絡故障に對しては主發電機の中性點を  $100\Omega$ 、背壓發電機に對しては  $30\Omega$  で接地し、この回路に單極油入遮斷器・變流器及 CO-L 型電流繼電器を設備し、迅速廣範圍の保護を行つて居る。單極油入遮斷器は中性點抵抗器の燒損を防止するの他發電機外の非保護部地絡故障に對しても保護動作を行ふ。

22kV 側の保護としては主變壓器の 22kV 側を Y 結線とし、その中性點を  $200\Omega$  で接地し、單極油入遮斷器・變流器及 CO-L 型電流繼電器を設備し故障檢出を行つて居り、外に變壓器と 22kV 側配電線との故障點撰擇の

目的をもつて、全回路の變流器に三次巻線を設け、之を零相檢出に適する様三角接続とし、その一角に CO-G 型接地繼電器を使用して選出遮斷せしめてゐる。

所内高壓補助回路の保護としては、所内變壓器及リアクターはこれを絶縁台上に載せ、大地との間に變流器を入れ、之に CO-G 型接地繼電器を配備して保護を行つてゐる外  $3 \times 500\text{kVA}$  所内低壓變壓器の一次を Y 結線としその中性點を  $30\Omega$  にて接地し油入遮斷器・變流器及 CO-G 型接地繼電器を配備して全變壓器並に所内回路全部の地絡保護にあたらしめてゐる。尙饋電線回路には何れも零相變流器を入れ之に CO-G 型接地繼電器  $0.5 \sim 2.5\text{A}$  を配備して故障を選出し、監視盤上の白色表示灯を點じ、ラッサーを鳴らして注意を與へ様に裝置してある。

#### 結 言

以上で輪西中央發電所第一期配電設備並に配電盤の概要を述べた次第であるが、本項は取扱の説明を兼ねる意味で配電盤とその取付諸器具の説明に紙數を多く費したこの外に高壓配電器具、保安裝置其他配電盤器具の中に紹介すべき多くのものが残つて居るが紙數に限りあり本項では割愛する事とする。

ともあれ聖戰下四年に入り愈々鐵材の生産擴充に力を注ぐべき時、北邊の一角にこの發電所の誕生を見、電力の供給に圓滑好調なる運轉を續け居る事は筆者等の欣びこれに過ぎぬものであり、聖代に生を享けた生き甲斐を感じるものである。

|        | 頁                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 號  | 昭和十四年度弊社製品の回顧 . . . . . 1                                                                                                                                                                                                                           |
| 第 2 號  | アルミニウム・ダイキャスト・ロートル に就て . . . . . 51<br>電氣鐵板の話 . . . . . 55<br>船舶用厨房器類に就て . . . . . 70                                                                                                                                                               |
| 第 3 號  | 鐵道省武藏境變電所 25,000kVA 調相機<br>自動制御と配電盤設備に就て . . . . . 75<br>鐵道省信濃川送電線用保護機電裝置に就て . . . . . 89                                                                                                                                                           |
| 第 4 號  | 衝擊電壓試験と V-T 特性 . . . . . 107<br>350H.P. 複調卷上機及電機部分に就て . . . . . 116<br>三菱製紙高砂工場納電氣收單器に就て . . . . . 127                                                                                                                                              |
| 第 5 號  | 新田丸就航に際して . . . . . 131<br>新田丸の電氣設備 . . . . . 133<br>新田丸の冷暖房裝置に就て . . . . . 147<br>新田丸の エレベータ . . . . . 148<br>船舶用の料理器具 . . . . . 151                                                                                                               |
| 第 6 號  | 新田丸特輯號<br>高周波誘導電體損失及びその測定 . . . . . 155<br>堅型水車發電機の据付法 . . . . . 167<br>尖頭波變壓器 . . . . . 181                                                                                                                                                        |
| 第 7 號  | 作圖解を利用せる可搬鉤合試驗機 . . . . . 187<br>套管分壓裝置に就て . . . . . 195<br>骸炭消火車牽引用 10 瓩電氣機關車 . . . . . 200<br>直流高速度自動遮斷器に就て . . . . . 205<br>ダイクローム 偏光板に就て . . . . . 215                                                                                          |
| 第 8 號  | 直流機の整流作用と磁極間隙 . . . . . 219<br>衝擊電壓による油中 コロナ 及び<br>油中絶縁物の破壊その他に就て . . . . . 224<br>參宮急行新車の電車器具 . . . . . 236<br>工業品規格統一調査會近況 . . . . . 241                                                                                                          |
| 第 9 號  | 仕上面の研究 . . . . . 234<br>高周波電氣錐に就て . . . . . 262<br>三菱 ミシン . . . . . 268                                                                                                                                                                             |
| 第 10 號 | 母線及び變壓器の保護繼電方式に就て . . . . . 275<br>三菱 ターレット 旋盤及 ボール 盤 . . . . . 279<br>NP 型三菱電動油 ポンプ に就て . . . . . 286<br>電力用蓄電器 . . . . . 295                                                                                                                      |
| 第 11 號 | 含 ニッケル 構造用特殊鋼の<br>代用鋼種に就て . . . . . 305<br>DA 型磁石選鋸機 . . . . . 313<br>新型式水切型誘導電動機 . . . . . 319<br>誘導電動機の溫度上昇に關する一考察 . . . . . 323                                                                                                                  |
| 第 12 號 | 日本製鐵株式會社輪西中央發電所特輯號<br>特輯發刊をきいて . . . . . 331<br>輪西中央發電所建設に就て . . . . . 332<br>22,000 kW 蒸氣 タービン . . . . . 342<br>汽 罐 . . . . . 348<br>補助機械 . . . . . 353<br>27,500 kVA タービン 發電機 . . . . . 359<br>所内補機用電機裝置 . . . . . 367<br>配電諸設備及配電盤 . . . . . 373 |



#### 編輯兼發行者

三菱電機株式會社 神戸製作所内

稻垣健三

#### 印刷者

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

久保專治

#### 印刷所

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

サン製版印刷所

#### 發行所

神戸市兵庫區和田崎町三丁目

三菱電機株式會社 神戸製作所

昭和15年12月25日 印刷

昭和15年12月27日 内務省納本

昭和15年12月30日 發行

〔本誌代價〕 ㊦ 壹部=付 金貳拾錢  
(郵税不要)

## 三菱電機株式會社

|        |               |
|--------|---------------|
| 本店     | 東京市麴町區丸ノ内二丁目四 |
| 神戸製作所  | 神戸市兵庫區和田崎町三丁目 |
| 名古屋製作所 | 名古屋市中區矢田町     |
| 長崎製作所  | 長崎市平戸小屋町      |
| 大阪工場   | 兵庫縣川邊郡立花村塚口   |
| 大船工場   | 神奈川縣鎌倉郡大船町    |
| 直方出張所  | 直方市大字下新入      |
| 札幌出張所  | 札幌市北二條東一二丁目九八 |
| 奉天駐在員  | 奉天大和區浪速通二八    |
| 新京駐在員  | 新京大同大街(康德會館内) |
| 京城駐在員  | 京城府黄金町一丁目一八〇  |

## 三菱商事株式會社

|         |                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------|
| 機械部     | 東京市麴町區丸ノ内二丁目十番地                                         |
| 橫濱支店    | 橫濱市中區本町四丁目四三番地                                          |
| 青森出張員   | 青森市大字古川町一七番地                                            |
| 仙臺出張員   | 仙臺市國分町二番地                                               |
| 小樽支店    | 小樽市色内町八丁目三番地                                            |
| 函館出張所   | 函館市東濱町六番地                                               |
| 名古屋支店   | 名古屋市中區廣小路通二丁目                                           |
| 機械部大阪支部 | 大阪市南區安堂寺橋通三丁目                                           |
| 神戸駐在員   | 神戸市神戶區海岸通八番(神戸支店內)                                      |
| 姫路駐在員   | 姫路市堅町二五番地                                               |
| 吳支店     | 吳市堺川通一丁目八番地                                             |
| 門司支店    | 門司市東湊町二番地                                               |
| 佐世保出張所  | 佐世保市元町四三番地                                              |
| 長崎出張所   | 長崎市小曾根町二一番地                                             |
| 八幡出張所   | 八幡市枝光白川町一丁目                                             |
| 臺北支店    | 臺北市表町二丁目九番地                                             |
| 基隆出張員   | 基隆市日新町二丁目六番地                                            |
| 高雄支店    | 高雄市堀江町三丁目三二番地                                           |
| 京城支店    | 京城府黄金町一丁目一八〇番地                                          |
| 釜山出張所   | 釜山府大倉町四丁目二二番地                                           |
| 清津出張所   | 清津府港町四番地                                                |
| 群山出張員   | 群山府本町一丁目四〇番地                                            |
| 平壤出張員   | 平壤府黄金町三番地(東拓ビル内)                                        |
| 大連支店    | 大連市山縣通一六五番地                                             |
| 奉天支店    | 奉天大和區浪速通二八番地                                            |
| 安東出張員   | 安東大和區市場通五丁目                                             |
| 新京支店    | 新京特別市大同大街(康德會館内)                                        |
| 哈爾濱支店   | 哈爾濱埠頭區水道街二九番地                                           |
| 牡丹江出張員  | 牡丹江市大平路一五番地                                             |
| 天津支店    | 天津日本租界須磨街一六ノ一番地                                         |
| 北京出張所   | 北京東單牌樓大街三四五號                                            |
| 青島支店    | 青島館陶路三號                                                 |
| 濟南出張所   | 濟南商埠經三路四六八號                                             |
| 上海支店    | 上海九江路三六號                                                |
| 漢口支店    | 漢口江漢路一五號                                                |
| 香港支店    | Holland House, No. 9,<br>Queen's Road Central Hongkong. |