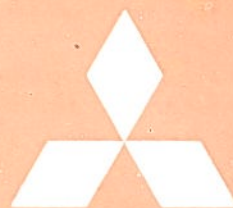


三菱電機



昭和十四年 第十五卷 第八號 八月

東邦電力 37,500kVA
3,600 RPM タービン発電機 151

最近の減速電動機 157

鑛山用 空氣壓縮機に就て 160

37,500 kVA タービン 發電機
(東邦電力株式会社相之浦發電所納)

8

三菱電機

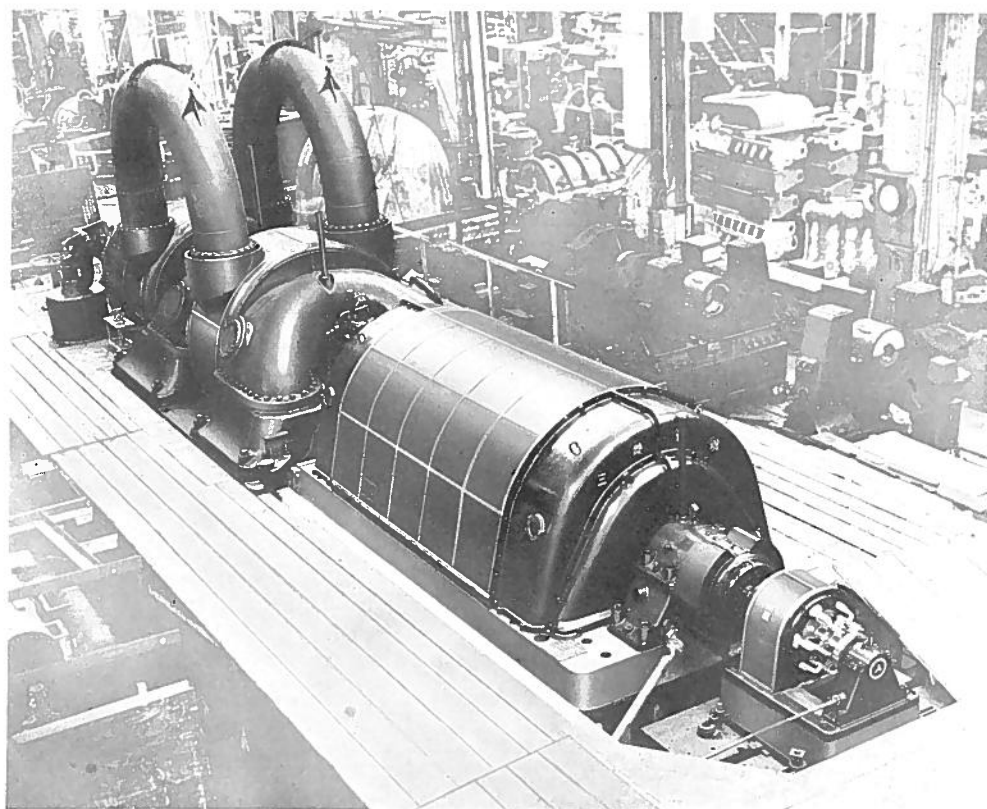
第十五卷

昭和十四年八月

第八號

東邦電力 37,500 kVA 3,600 R.P.M. タービン発電機

井上八郎右衛門



第 1 圖 37,500 kVA タービン発電機

緒 言

東亞永遠の平和のために聖戦を起してより茲に三年、事變は今や長期建設の段階に入らんとする時、西九州重工業地帯の大電力の需要に應ずべく建設された重大なる使命を持つものが東邦電力株式會社相之浦発電所であります。而して本機はこの発電所に於て 3,600 回轉の國產最大容量の記録品として活躍せんとするものであります

抑現在世界に於て空氣を冷却媒体として使用する発電機で 3,600 回轉の大容量のものは米國のサウスメドウ発電所に 40,000 kW が一組あるだけでありまして之に次

ぐものが本機でありますから、本機は國產最大容量であると共に世界でも屈指の大容量のものであります。

本機を 3,600 回轉にします主な理由は蒸氣消費の低減高温蒸氣使用のために生ずる膨脹收縮の減少等主にタービンにあります、発電機としましては物資節約の必要な折から最少量の材料で最大の出力を得る事は製作費、運搬費及び組立費の節減から考へても最もよく國策線に沿ふ所以のものであります。然るにタービンは計畫上之を高壓、中壓、低壓等適當に分離すれば 3,600 回轉でも容量を大にする事の困難は幾分克服されますが、発電機

では単機よくタービンの出力に應ずるものにしませんと前記利點は消滅する事になります。而して3,600回轉の大容量發電機の製作には回轉子に使用する材料の強度や其の信頼度等に多々困難な點がありまして、其の進歩は1,800回轉機程捗々しくありません。然るに當社に於きましては數年前より種々研究の結果既に3,600回轉の31,250 kVAを4台、3,000回轉の62,500 kVAを4台製作し、其の運轉實績に更に一段の改良を加へまして茲に3,600回轉37,500 kVAのタービン發電機を完成したのであります。以下の要目と構造を概述します。

要 目

主 發 電 機

型 式 密閉自己及他力通風圓筒形回轉界磁交流發電機

皮 相 出 力 37,500 kVA
力 率 80 %
相 等 出 力 30,000 kW
端 子 電 壓 11,000 V
相 數 3 相
周 波 數 60 サイクル
回 轉 數 3,600 R.P.M.
相 電 流 1,970 Amp.

主 勵 磁 機

型 式 閉塞通風型直結分巻補極付他勵磁
出 力 125 kW
電 壓 250 V
回 轉 數 3,600 R.P.M.

副 勵 磁 機

型 式 閉塞通風型直結複巻補極付
出 力 3 kW
電 壓 110 V
回 轉 數 3,600 R.P.M.

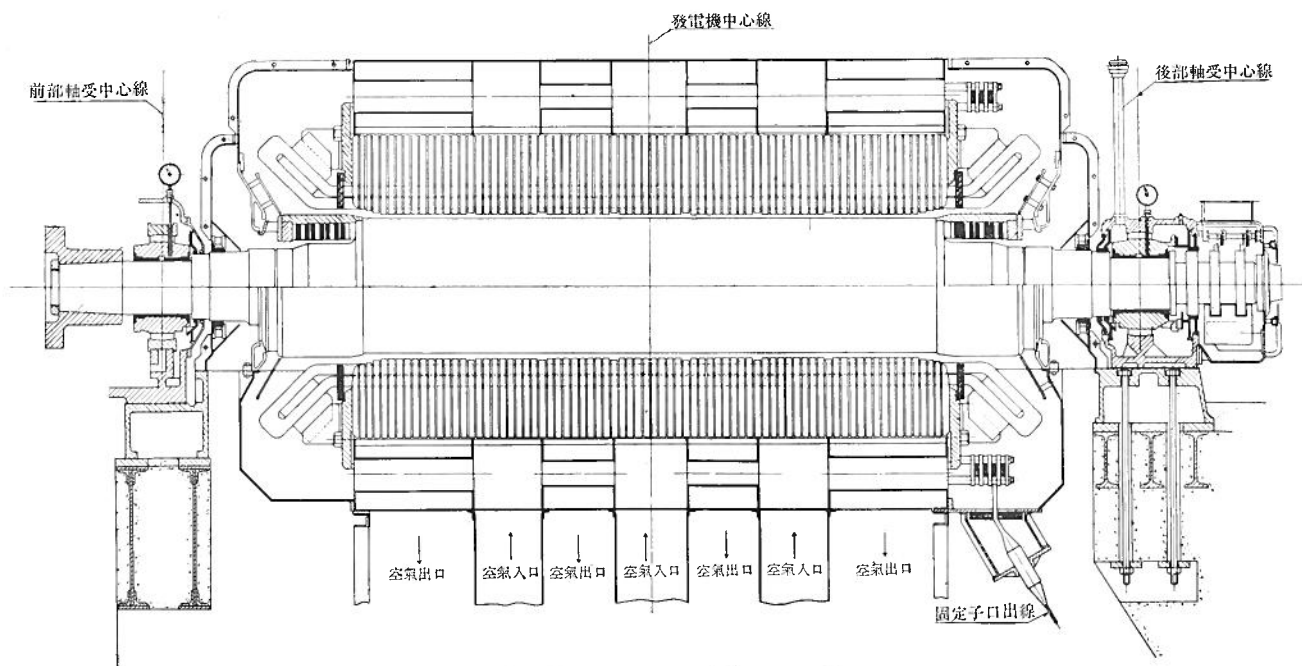
構 造 の 大 要

本機の形狀は第1圖の様で其の斷面は第2圖の様であります。タービンと發電機との間は固定接子で聯結され後部には主勵磁機及び副勵磁機を聯結し、下部基礎内には空氣冷却器と外部送風機とを備へてゐるもので各部の構造は次の様であります。

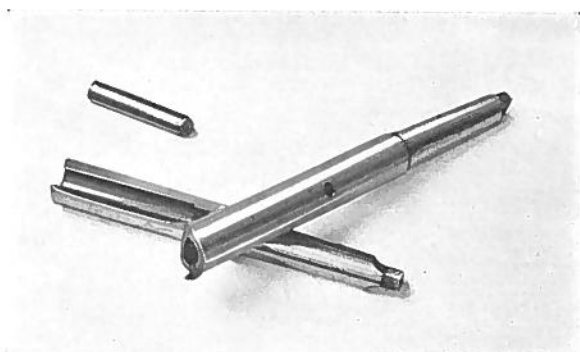
回 轉 部 分 の 構 造

(イ) 軸 体

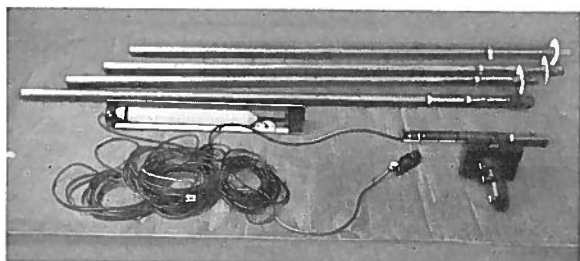
國產記録高速度發電機としての本機の計畫上で最大關心點となるのは回轉子の計畫であります。故に回轉子の構造に就ては材料寸法及び工作法等は從來の經驗に立脚し最も慎重に改良計畫されたものであります。軸体の材料としては現今に於けるタービン發電機軸鋼としての最高級品たるニツケルクロームモリブデン鋼の單一打物であります。その試験片は表面及び内端部より採るは勿論鐵心部では其の深部からコアードリルで試験片を採り、溝を切つた後に残つて實際に應力のかかる深部の材質をも充分に検査します。尙中心孔を穿ち製鋼上最も傷の生じ易い所を取り去り、この孔の状態を擴大鏡で嚴密に検査し又化學的に調べます。本機の様を高速度のものにな



第 2 圖 斷 面 圖

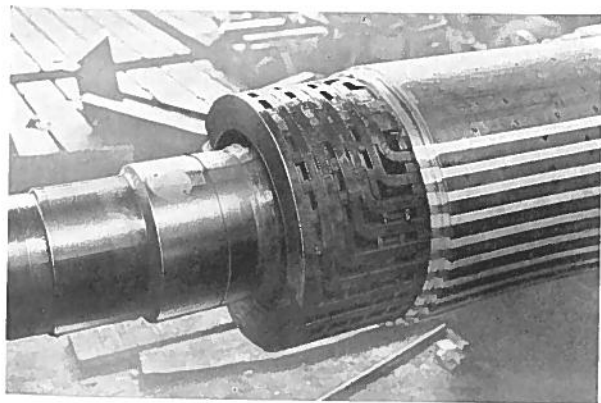


第3図 コアドリル



第4図 検孔鏡

りますと回転子の直径は機械的応力から制限されますので容量を増すためには長さを増さねばなりません。さうすると軸受間隔が長くなり振動特性上種々の面倒が起ります。その主なるものは軸断面に於て極中心及び之に直角なる線に關する慣性能率の違ふ場合に起る現象であります。即ち一般の構造では軸が一回轉する間に極中心と之に直角なる面ではその撓みが違ひこのため普通の臨界速度の他に之の約半分の速度で臨界速度様の振動が出ると同時に臨界速度附近では振動特性が不安定となります之は高速度機運轉上望まじからざる特性でありますから本機に於てはこの欠點を除くため、軸は全圓周に亘り等間隔に溝を切り断面の何れの軸に對しても慣性能率が等しくなる様にし、且つ磁氣抵抗を増さぬ様鋼填物で埋めて居ります。尙本機は前記の様に固定接子を用ひて居り



第5図 回轉子線輪電磁式鉤合調整器

ますのでタービン軸との綜合振動特性をも運轉上差支へない様に決めて居ります。この軸に導体溝及び通風溝を切り、通風溝は更に齒の中に穿たれた放射狀の通風孔に連り冷却空氣の通路となります。

(ロ) 線輪及び絶縁

導体は扁平の焼鈍銅帶で、銅帶の層間及び溝の内面はマイカで絶縁して居ります。線輪の端曲部は莫大な遠心力を受くると共に負荷の變化に伴ひ軸方向に伸縮しますので電氣的及び機械的に強靱で且つ高温度に堪え得るアスベストスマイカルタの溝形絶縁物を用ひて絶縁し、同時に保持環の内面をも同質の絶縁物で裏貼りして居ます

(ハ) 線輪保持環

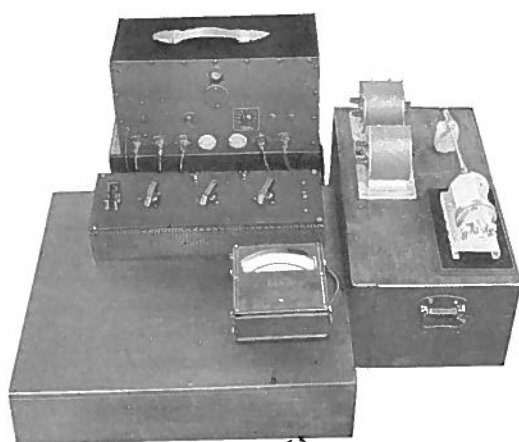
材質はニツケルクロームモリブデン鋼でありまして線輪端部の莫大な遠心力に對して之を安全に支へ得る様充分に強力なものであります。この保持環内部の線輪の冷却効果は全線輪の温度上昇に重要な部分を占めるものでありますから線輪端部の間隔片と線輪との間隔はこゝを通る空氣の速度が最も冷却効果の大なる速度である様に設計されて居ります。保持環の端部には平衡環を取付け平衡調整及び線輪端部の保護に當つて居ります。

(ニ) 集電環

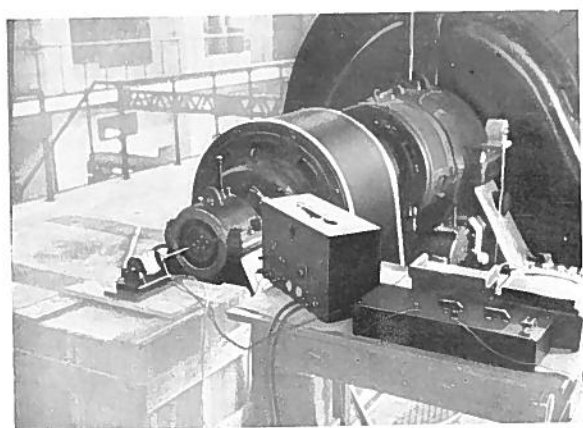
材質はニツケルクローム鋼で磨耗に對して充分な耐力を有して居ります。尙表面に斜溝を切つて居りますのは當社製品の特長とする所であります、之がため刷子と集電環表面との間に生ずる悪い瓦斯を防ぎ集電状態を良好にしますので、温度上昇を少なくしたり摩擦損を少なくするために高級な刷子を使ふ必要がありませんので保持上甚だ有利であります。

(ホ) 回転子の冷却

表面に小溝を切る事は冷却面積を増す事と表面の渦流損失を減少する事との利點はありますが、他方に於ては表面の摩擦損を増して加熱する原因となりますので、表面溝の可否は之等相反する兩性質を慎重に考慮して計畫する必要があります。依つて本機では表面は出来るだけ滑かに仕上げて摩擦損を極力減少してその加熱を防ぎ且能率を上げて居ます。尙冷却空氣は線輪保持環及び平衡環の内側より入り線輪端部を冷却して保持環の通風孔より出るものと、導体溝の下に通風溝に入導体を底部より冷却し、次で齒の中の通風孔を通つて齒を冷却して空隙に出るものと二組に分れて居ります。通風溝にはフィ



第6図 電磁機鈎合調整器



第7図 負荷せる発電機に使用中の鈎合調整器
ン付冷却片が取付けてあるので冷却効果を増して居ります。

(へ) 鈎合調整

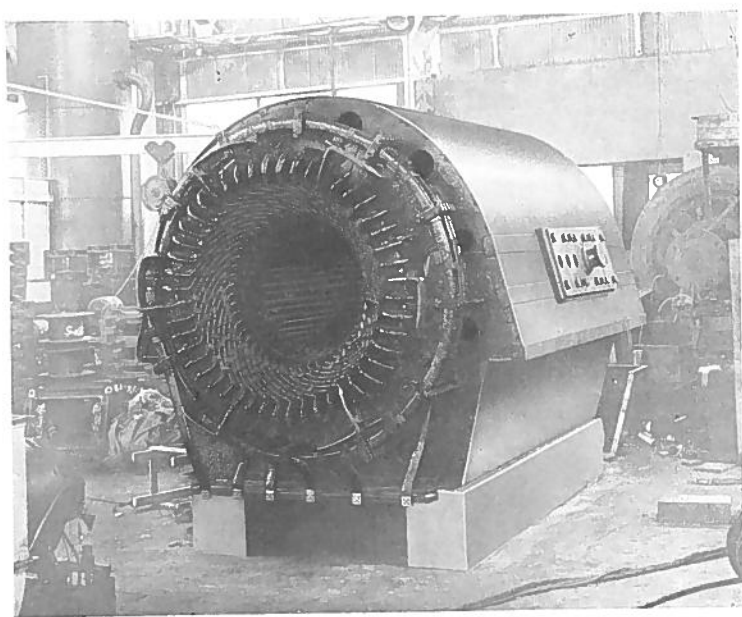
高速度回転機は各部の構造が如何に良くとも最後の仕上げとして鈎合調整が不完全であれば龍を畫いて眼を入れなかつたと同様であります。市場一般に行はれてゐますタービン発電機の動的鈎合調整にはペンシルマーク法と末廣式鈎合調整器に依る鈎合法であります。前者は技術員の手加減とか判断とかが大きな因子となり數量的でない部分が多分に含まれます。又後者は理論的ではあるが假へ100 回の回転子を載せる装置があつてもタービン発電機の如きは之を同装置上で全速度で廻す事は困難であります。又この方法では一々回転子を外して鈎合器に載せなければならぬ不便があります。然るにタービン発電機の様細長くて且重い高速度の軸になればその鈎合度は必ず規定速度で而も運轉溫度で且つ自分の軸受台の特性をも含めて調整しな

ければ完全なものとはなりません。多年タービン発電機の鈎合を調整して來ました経験より、上記諸性質を満足する鈎合調整器の研究を續けて來ました結果最近當社研究課に依つて完成されましたのが可搬式の電磁式鈎合調整器であります。本機はこの鈎合器を使用して運轉と同じ状態で調整したものであります。この鈎合器は回転子の兩軸受台上に置くピックアップ、回転子軸端に可撓軸で取付けられる極小形の正弦波發電機、同界磁調整器及び擴大装置とにより成り立つて居ります。軸端に直結すべき正弦波發電機は極めて輕量のものでありますから回転子の振動には何等の影響をも與へません。他の部分品も皆輕量のものばかりでありますから、工場運轉のみならず現場に於て實際運轉状態に於かれた發電機にも容易に取付けられ且つ負荷のかゝつた状態で鈎合状態を知る事が出來ます。

固定部分の構造

(イ) 固定子鐵心及び杵

固定子の鐵心は國產硅素鋼板で硅素の含有量多く鐵損の少ない優秀品であります。尙原材料の燒鈍不足を補ひ或は打抜作業による周邊の應力を除き鐵損を減少させるため打抜作業後充分に燒鈍します。各鐵板には絶縁塗料を塗り又は數種毎に耐熱絶縁紙を挿入して鐵損の増加を防いで居ります。尙鐵心の外周には制動線輪を設け鐵心か



第8図 固定子線輪

ら枠に逃げんとする磁束を防ぎ同時に之によつて枠内に生ずる損失を防いで居ります。枠は重量を軽減し強度を増すため軟鋼板を溶接して作り内周には鐵心を取付ける鋼丸棒を溶接して居ります。

(ロ) 固定子線輪

導体は充分に焼鈍された小面積銅帯を集めて構成し、インヴォリウト形に型巻きし、溝内では各素線を撚曲して渦流損失を減少すると共に端部でも交叉接続をして漂遊負荷損を減じて居ります。導体を構成する各素線はマイカで絶縁し外周は誘電損失の少いブラックボンドマイカルタフオリウムで絶縁して居ります。尚絶縁物の外層にはコロナの発生を防ぐため抵抗の高い特殊接地材料を巻いて保護して居ります。固定子線輪の中で最も故障の起り易い所は溝の出口でありますからこの點は強い楕形のマイカルタ板を挿入して線輪を強固に保持し、且つ端曲部もマイカルタの強い板に取付けて居りますので、萬一線路に故障が起つて発電機が大きな衝動を受ける事があつても線輪端部に接地や短絡の機会がない様にして居ります。

(ハ) 固定子の冷却

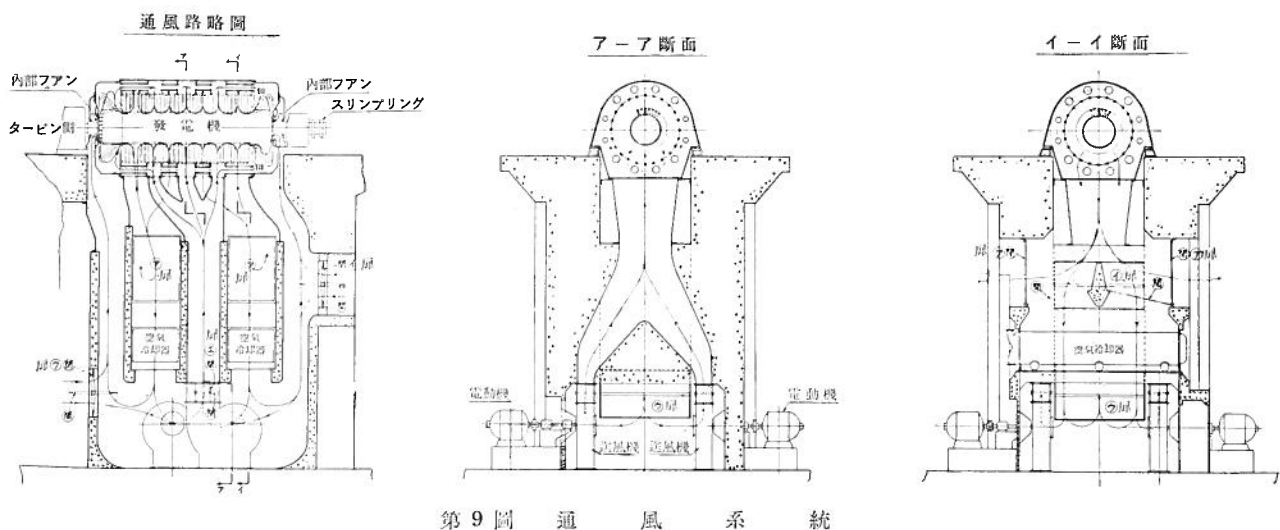
鐵心及び線輪の冷却を有効にするため複式放射通風型を採用して居ります。このため鐵心は多數の通風隙によつて數十部に仕切れ之を數群に分ち、冷却空氣の取入部及び排出部とします。之に對應して固定子枠も取入部と排出部との數室に分割して居ります。この方式では中央部の最高溫度部となるべき所にも新鮮な空氣を供給し得るので溫度上昇が鐵心全長に亘り均一となります。

通 風 方 式

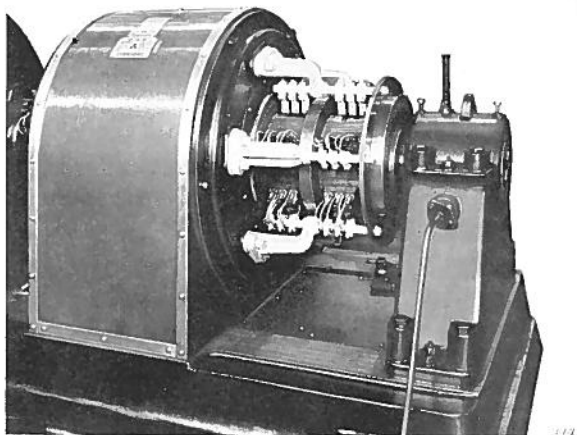
本機は通風のため内部送風機と外部送風機とを備へて居ります。内部送風機は回轉子鐵心の兩端部に取付ける關係上速度や寸法に種々の制限を受けるので能率が悪くなります。而してタービン発電機では回轉子の機械損は全損失の内大きな部分を占めるのと、軸受間隔が長くなり振動特性が悪くなるので能率及び運轉の安全性からは出来るだけ外部送風機を使つた方が好ましいのであります。併し他方に於ては外部送風機のみには依ると負荷運轉中萬一外部送風機に故障が起れば通風系統に適當の警報は附しても尚その潜熱のため溫度が上昇する心配があります。故に本機ではこの不便を省くため内部送風機も併用しますが、軸間隔を小さくするためと能率の悪い内部送風機は出来るだけ小さくするため、内部送風機は無負荷の場合の鐵損及び機械損による溫度上昇を防ぐ程度に止めて居ります。尚外部送風機は2台用ひ負荷の低い時は1台のみ運轉して機械損を減じ低負荷能率を増し、負荷が増せば自動的に他の1台も運轉する様になつて居ります。この外部送風機は床面を節約するため發電機直下の基礎内に据付け且電動機の損失が熱となつて通風路内に入らぬ様に電動機は通風路外に出して居ります。この風道の系統は第9圖に示す様であります。

勵 磁 機

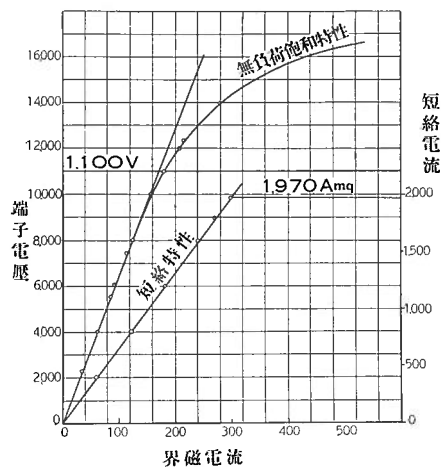
本勵磁機は3,600回轉としては國產最大容量のものでありまして、主勵磁機及び副勵磁機は場所を節約するため共通鐵道を用ひ、この中に2組の界磁線輪を納め、共



第9圖 通 風 系 統



第 10 圖 勵 磁 機

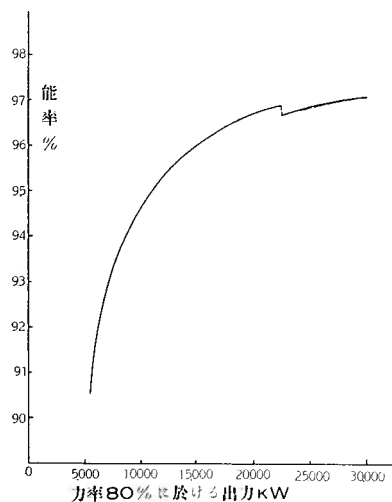


第 11 圖 特 性 曲 線

通軸上には2組の發電子を備へて居ります。本機の整流子はニッケルモリブデン鋼の強力な締付環3個で締め、尙整流子が長い為熱による膨脹が大きくなるので運転に悪影響を及ぼさない様特殊な構造になつて居ります。

特 性

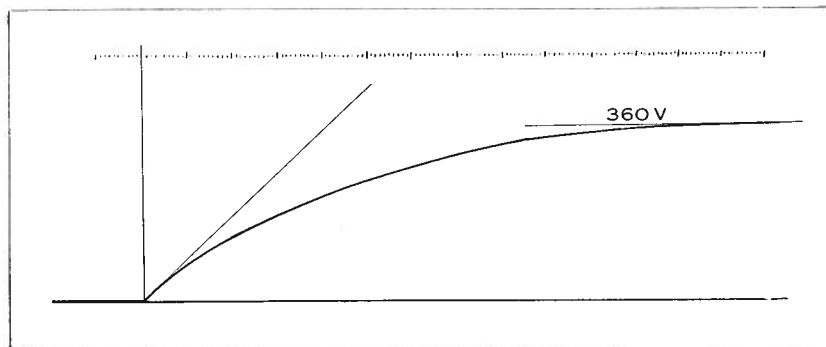
本機は昭和12年9月末御註文を受けてより製作に努め去る7月7日御註文主及び電氣廳、日本發送電其他斯界の權威者御立會の上諸特性試験を無事終了したものであります。その特性曲線は第11圖の様で、同時に測定した損失より能率を算出すれば第12圖の様になり甚だ優秀な結果を得る事が出来ました。振動も甚だ少なく軸受台上には確實に一錢銅貨を直立させる事が出来ました又勵磁機の電壓上昇曲線は第13圖の様で約800V毎秒の上昇率を示しAJ型自動電壓調整器と相俟つて電氣安定度を増します。



第 12 圖 能 率 曲 線

結 言

世界屈指にして且つ國産記録品たる本機が完成しました事は當社多年の研究の結果とは云へ尙且つかゝる記録品を採用せられたる御註文主に對して深甚の謝意を表すると共に次に來るべき3,600回轉の記録品は水素冷却となるべくこの方面に對しても絶えず研究を進めて居る次第であります。



第 13 圖 電 壓 上 昇 曲 線

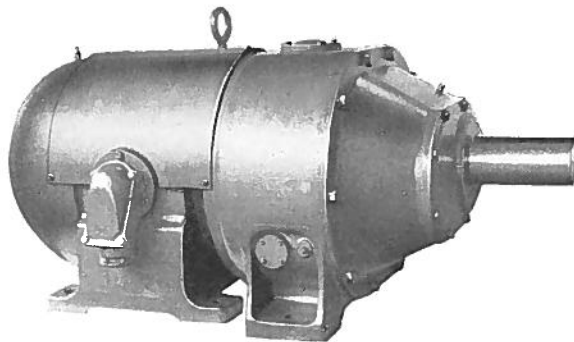
最近の減速電動機

長崎製作所 原 千代一

当社が減速電動機の開発に着手したのは昭和6年でありまして、當時は用途も主として炭坑の坑内コンベヤモートルに限られて居たかの感がありました。従つて当社は先づ炭坑向減速電動機について極力研究を重ねたのであります。炭坑向のものは其設置場所、使用状態、運搬移設等一般用途のものに比し遙かに悪条件の下にある關係上各部の構造についても特別な考慮を拂ひ且つ又、本機の生命である齒車に關しては材質熱處理に重點を置き設備の完璧と相俟つて逐次製品の向上を計つたのであります。其の後減速電動機の利點が一般の認むるところとなり需要は年と共に増加し用途も炭坑、鑛山の選炭場、選鑛場の諸機械を運轉するものより製鐵所、セメント工場紡績工場其他一般工場に於て低速運轉を必要とする凡ゆる機械の電動機として遍く使用されるに至つたのであります。

当社減速電動機は開發以來製作台數は既に2,000台を突發し總容量約15,000馬力となつて居ます。之れを用途別に見れば炭坑、鑛山關係65%一般工場向35%の割で斷然炭坑、鑛山が優位を示して居ます。又其販路は内地は九州、北海道を筆頭に全國的であり臺灣、樺太、朝鮮、滿洲、支那方面へも進展し需要は尙益々増加の傾向にあります。当社減速電動機は多量製産と部分品の互換性を目指し既に完全なる標準が制定されてゐます。標準

型式について言へば減装置部分を減速比によりS型、D型、W型の三種に型別けして減速比に應じて三種の型の何れかを電動機とを組合せたるもので、電動機は耐爆型全閉外扇型、開放型、半閉型等其用途により適宜選定することが出來ます。次に示す各寫眞は最近製作せる減速電動機の代表的の型であります。

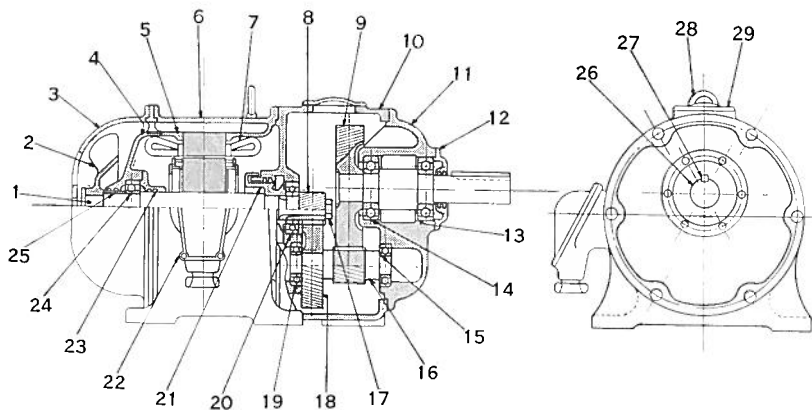


第 1 圖

15 馬力 30 回轉耐爆型減速電動機

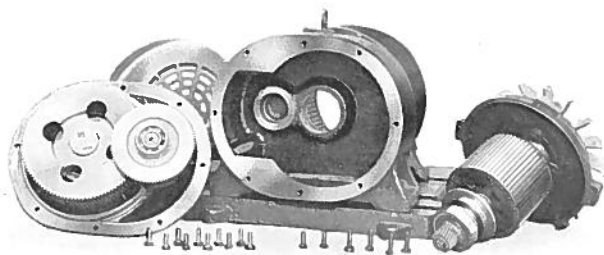
本機は炭坑内に於てチェーン、コンベヤ又はベルト、コンベヤを運轉するに最も適したもので現在各炭坑にて多數使用され非常な好評を博して居るのであります。

電動機はリブ附全閉外扇型とし回轉子は起動回轉力を大ならしむるため二重籠型として居ます。爆發性瓦斯の多い個所に使用する關係上 VDE の耐爆規定に準據し且



第 2 圖

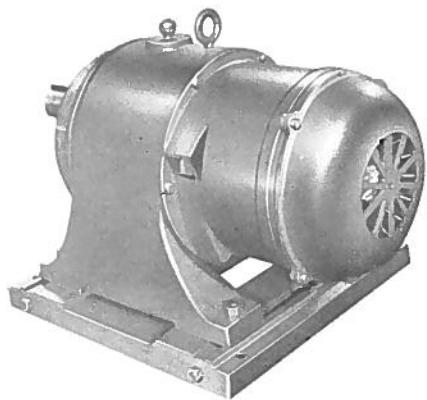
- | | |
|---------------|---------------|
| 1 電動機軸 | 16 第三齒車 |
| 2 外扇ファン | 17 ナット |
| 3 エンドカバー | 18 第二齒車 |
| 4 Fブラケット | 19 ボールベアリング C |
| 5 ステータークロムパー | 20 ボールベアリング B |
| 6 ステーターフレーム | 21 油切り |
| 7 線輪 | 22 ケーブルヘッド |
| 8 第一齒車 | 23 Fハウジングカバー |
| 9 第四齒車 | 24 ボールベアリング A |
| 10 ギヤケース | 25 間隔環 |
| 11 Dブラケット | 26 軸 |
| 12 Dハウジングカバー | 27 楔 |
| 13 ボールベアリング F | 28 アイボルト |
| 14 ボールベアリング E | 29 カバー |
| 15 ボールベアリング D | |



第 3 圖

つフレーム其他を特に頑丈に設計したもので既に耐爆試験済みの型であります。(第 1 圖)

本圖はW型減速電動機を分解せるものであります。當社減速電動機は組立分解の容易なものとギヤケースの油が電動機側に絶対に浸入しない點を最も特徴として居ます。齒車は0.5 パーセントの炭素鋼を適度に熱處理



第 4 圖

後齒切しピニオンは肌焼ニツケルクローム鋼を使用し齒後切滲炭焼入れをなし後研磨仕上を施して居ます。

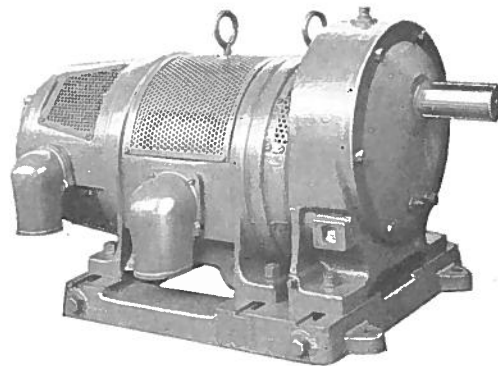
20 馬力 30 回轉減速電動機

本機は選炭場、選鑛場に於てコンベヤー其他の諸機械を運轉するに最も多く使用され又一般工場にも多數使用されて居ます。

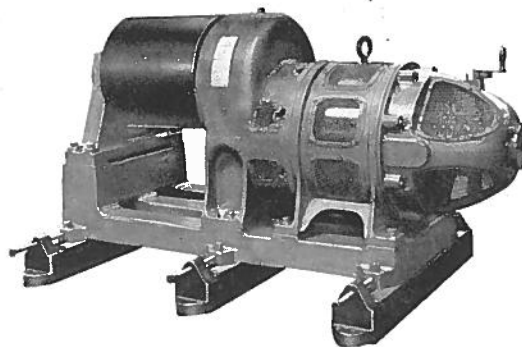
此型は電動機をギヤケースにオーバーハングしたもので坑内向を除き 20 馬力以上の容量にて減速比の大なるものは此型を採用して居ます。(第 4 圖)

3½ 馬力 360 回轉半閉捲線型減速電動機

本機はボイラープラントに於て給炭機用電動機として使用するもので 360 回轉より 180 回轉迄の速度制御を行



第 5 圖



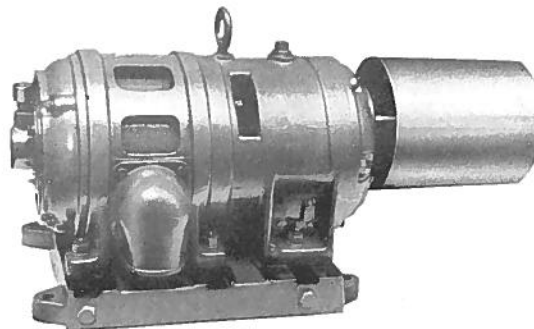
第 6 圖

ふため電動機は捲線型を採用して居ます。

電動機はボールベアリング式標準型の負荷側ブラケットを取外し之れに標準のギヤケースを取付けたものであります。低速回轉のもので速度制御の必要あるものは電動機のみ捲線型と致します。(第 5 圖)

40 キロワット 300 回轉半閉捲線型減速電動機

本機は某廠に納入せるもので減速電動機としては當社として容量の點に於て記録的のものであります。(第 6 圖)



第 7 圖

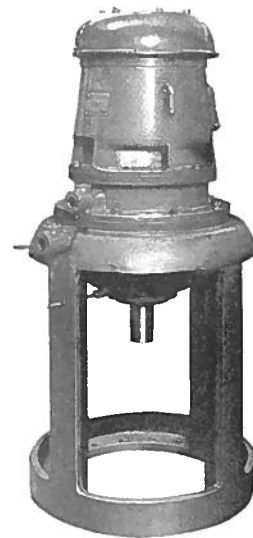
1 馬力 150 回轉開放型減速電動機

本機は紡績工場其他一般工場向として多數採用されて居ます。電動機はボールベアリング式の標準籠型回轉子誘導電動機であります。(第 7 圖)

10 馬力 120 回轉堅型減速電動機

本機はベンゾール工場に於てスクラツパー用電動機として使用するために製作したものであります。電動機は全閉外扇型であるが露天に設置する關係上機体を水密にすると共に、冷却空氣の通路及び油漏れ防止方法には特別の考案を施して居ます。本型式のものは攪拌機、特殊ポンプ等の如きものに適してゐます。(第 8 圖)

GM-W型 GM-W型 GM-S型 GM-S型
GM-D型 GM-D型



第 8 圖

鑛山用空気壓縮機に就て

長崎製作所 鈴木勝之進

I 緒 言

近年鑛山界も他の産業界と歩調を合せて年々に機械設備の増加を見るに至りました。古來の手掘作業より機械採掘方法に改められる様になりましたのは、十年間此の方のことであります。特に最近は資源開發が日一日の急務となりました今日では鑛山の機械化は是が非でも必要となつてきました。こゝに弊社でも國策に従ひ鑛山用機械製作に従事する様になりました。

壓縮空氣の利用は、近來益々盛大となり壓縮機の需要を著しく増加し、且之れ等の壓縮機は從來多く採用されてをりました小容量のものを所々に置くより大容量の機械を一個所に据付壓縮空氣を配管により必要個所へ供給する集中式へと進んで來ました。

大容量の機械は小容量のものに比べて多々特徴がありますが其の内でも動力消費が最も經濟的である點は到底小型のものでは比較になりません。次は弊社にて試作完成し好成績にて工場試験を終了し、目下美唄炭山で無事運轉中の製品の構造及び性能を紹介します。

II 仕 様

三菱鑛業美唄礦業所納 400 H.P. 空氣壓縮機にして仕様は次の如くであります。

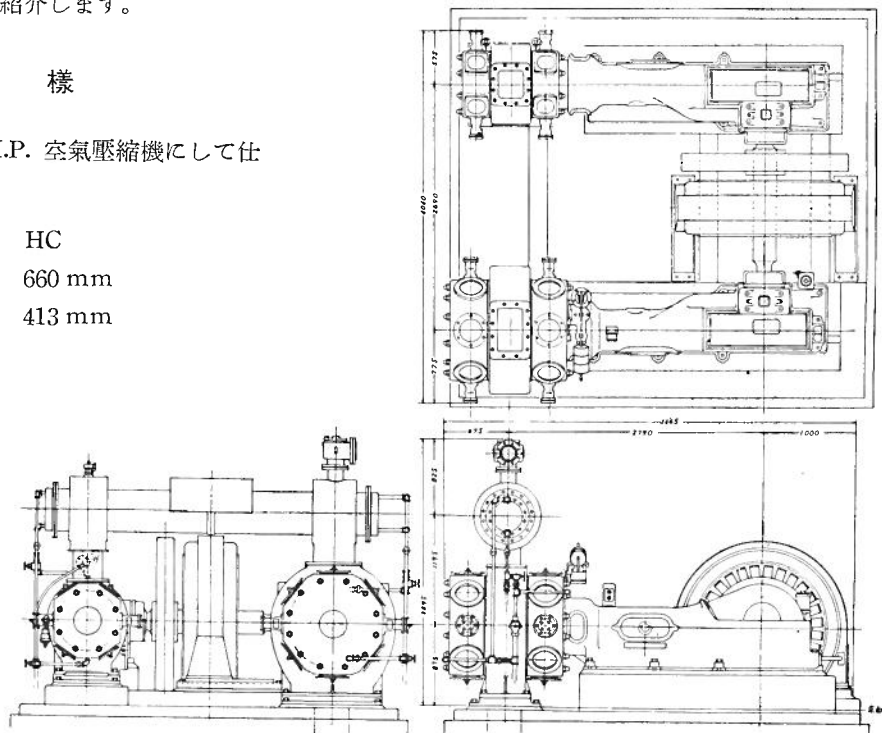
型 式	HC
氣筒直徑 低壓	660 mm
〃 高壓	413 mm

衝 程	406 mm
クランク軸回轉數	250 r.p.m.
ピストンヂスプレートメント	69.2 H ³ /mm
吐 出 壓 力	7 kg/cm ²
電 動 機	三相同期電動機直結
出 力	400 H.P. 連續
電 壓	3,000 V
力 率	1.0

III 機械の構造

1) 構造概略——第1圖は本機の据付第2圖は外觀寫眞でありまして第3圖は低壓氣筒縦斷面圖、第4圖は兩氣筒の横斷面圖であります。機械各部分の配置は之等の圖で明かな如く、低壓高壓の二氣筒を左右に並置し中間冷却器を兩氣筒上部に跨がし同期電動機軸を共通に直結運轉をなす構造でありまして、クランク軸には適當な効果を有するフライホイールを附けて壓縮機の運轉を圓滑ならしめて居ります。

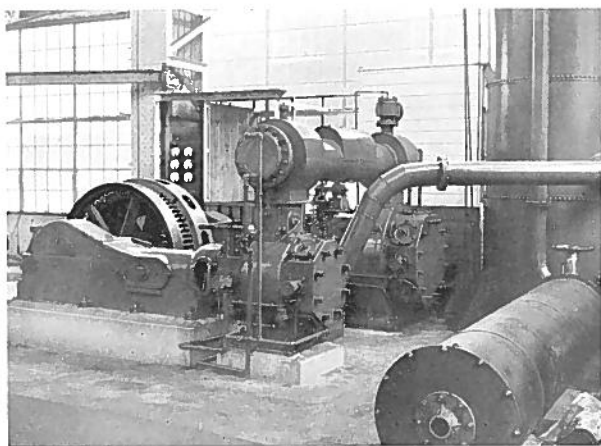
第1圖
400 H.P. 空氣壓縮機据付圖



空気は低圧気筒の下側より吸入せられ此處で第一段壓縮を受け上方へ吐出せられ中間冷却で水冷せられ上方より高圧気筒に入り此處で第二段壓縮を受けて下方側面より吐出せられます。

2) 壓縮機の本体——電動機より供給されるエネルギーの約 95 % は兩氣筒内で消費されます。故に氣筒の構造に就ては微細の點まで注意して空氣流通に對して抵抗の最も少く又壓縮による熱を最も効果的に冷却する様な構造にしています。

氣筒及氣筒蓋——低壓、高壓兩氣筒は同一の構造

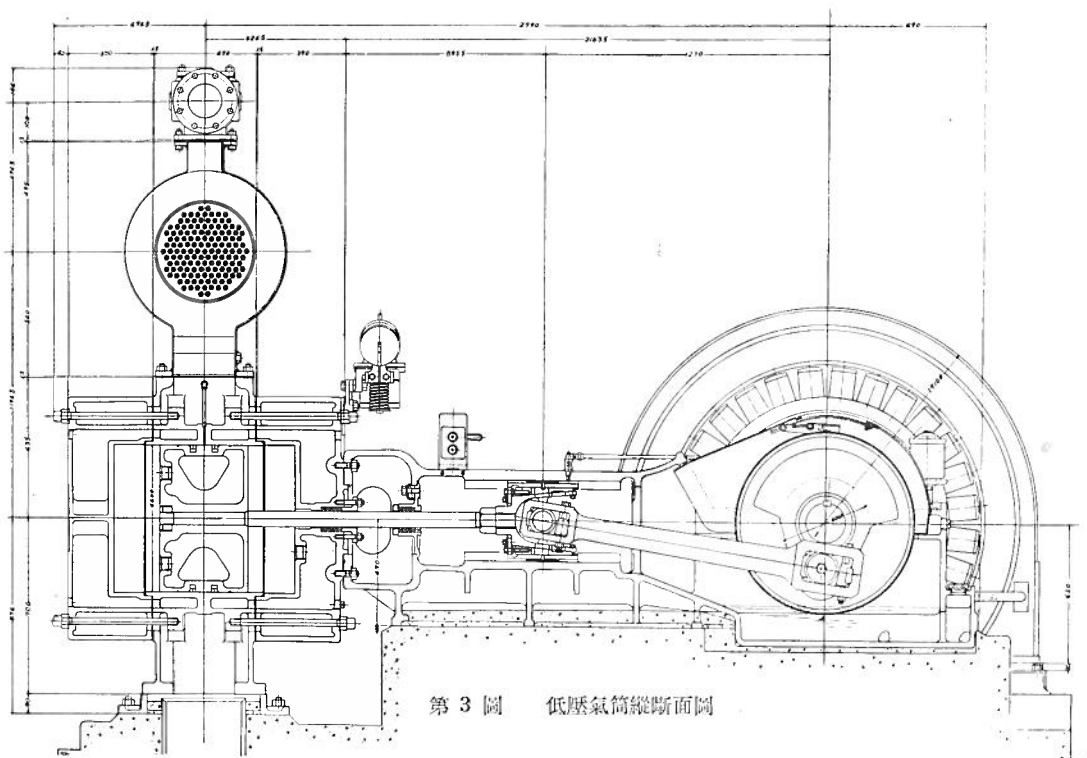


第 2 圖 本機の据付たる外觀寫眞

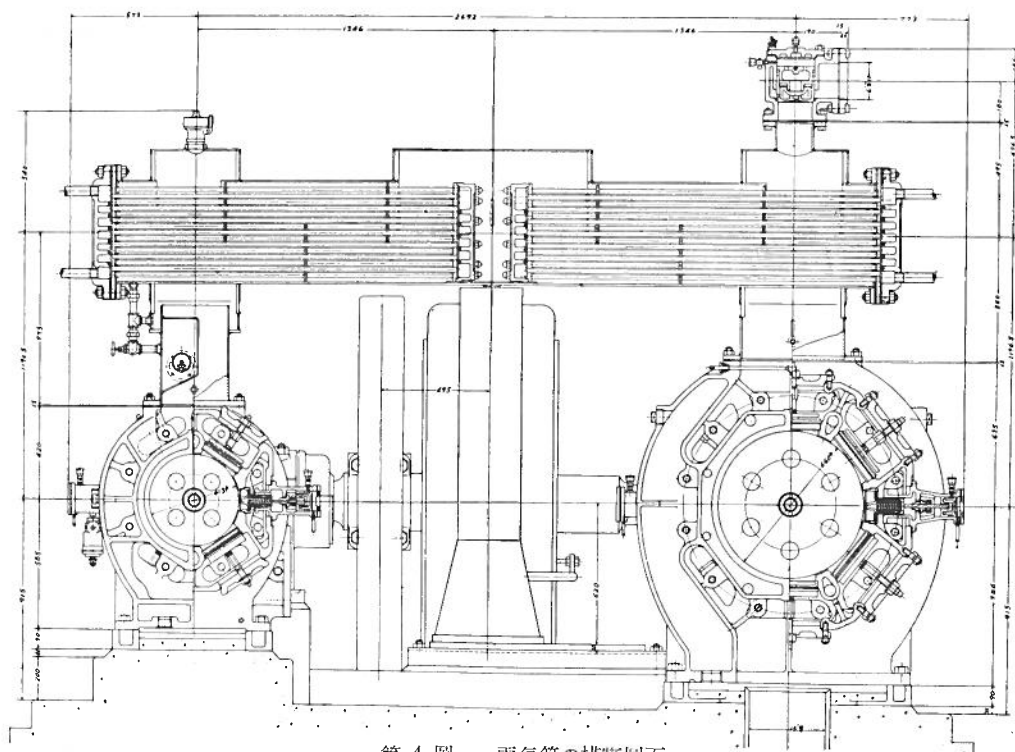
をしてをり縦の長さを短かくし水套の外側に“クリアランススペース”を備へ前後兩端には空氣弁及制御弁を有する氣筒蓋を取付けて居ります。何れも此の種の機械に適する最良質の鑄鐵製であつて水套部には充分なる量の冷却水で壓縮熱を除去します。低壓の兩氣筒蓋には上下各 3 個宛都合 6 個、高壓側には各 2 個宛都合 4 個の吸入及吐出弁を有して居ります。第 5 圖及第 6 圖は氣筒及氣筒蓋の寫眞であります。

空氣弁——第 3 圖、第 4 圖は弁の取付位置を、又第 7 圖は組立てたるものを示してをります。弁 (6) は上下面の壓力差によつて開閉し弁止 (4) 中に收められた適當強さの發條 (11) は弁の閉塞敏速にならしめ且つ開放の際の衝撃及振動を緩和します。弁は中心を支點とするバネ板と鎮止されてをり開閉の際に常に弁座と一定の位置に適合する様な構造になつてをります故空氣の漏洩も最少限に止めバネ板を作用により閉塞時の衝撃を緩和してをります。

弁座は良質な鑄鐵製弁止は開放の衝撃に耐ゆる様鑄鋼製とし弁、バネ板、鎮及發條は何れも適當な熱處理をせる特殊鋼材でありまして充分溫度及衝撃に耐ゆる様製作されてをります。



第 3 圖 低壓氣筒縱斷面圖

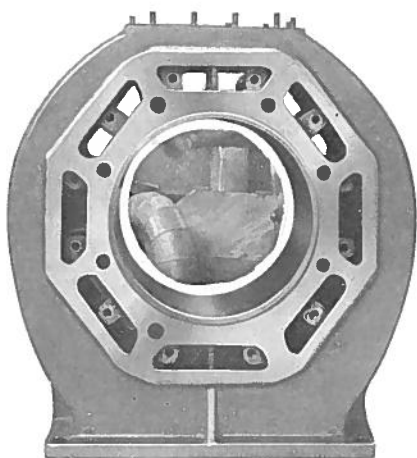


第4図 兩氣筒の横斷圖面

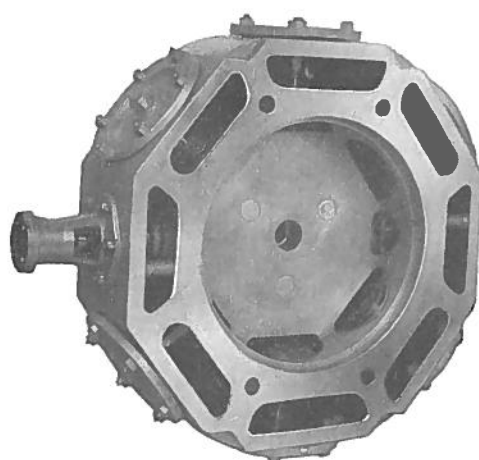
ピストン及ピストンリング——ピストンは中空圓筒型で内部は充分に“リブ”により補強されてある良質の鑄鐵製で軽く且つ強固にして3本1組より成るピストンリング2組を備へてをります。ピストン棒をピストン本体に壓入し、棒の先端をネジにて締付けて一体としてあります。此の様な構造のピストンリングを採用したことは、ピストンリングが汽筒面に及す壓力が均一となり氣筒面の磨耗を均一にし且つ、減少すると共に空氣の漏洩を防止する事が出来る爲めであります。

3) フレーム及クランク部分——本機の特徴とする處の高低壓間に共通なる床を備へてをらざることでありまして之れがためには兩フレーム本体は特に頑強にして振動を吸収して機体全部を安定させる役割をしてをります

フレーム本体——函型フレームの下側面は、相當な接觸面を全長に有し之れをコンクリート基礎に埋め込んで振動を吸収します。前面とクロスヘッドガイド面及び軸受部は同一機械の一段取にて工作してあつて各摺動部の心に狂ひのなき様に注意して製作してあります。



第5図 低壓側氣筒の寫眞



第6図 低壓側氣筒蓋と各空氣弁を取付けた寫眞

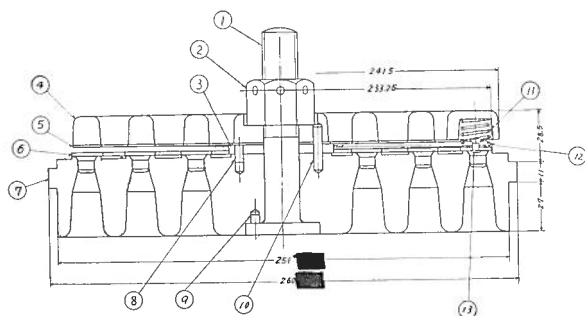
フレームの両側及びクランク室へは、適当な大さの窓或は、開きを設けて内部の各部分の点検調整及分解が容易である様にしてあります。之等の窓又は開きにはそれぞれ蓋或は覆をかけて密閉式内部にして油の洩や塵芥の吸入を防いであります。尚クランク室内の跳ねかへし油の漏出を防ぐためフレーム前半に隔壁を備へて此の中に“メタリック オイル スクレーパー”が設けてあります

クロスヘッド——鑄鋼製の本体に充分なる受壓面積を有するホワイトメタル付鑄鋼製シューを取付けフレームのガイド面を摺動します。クロスヘッド本体とシュー間に楔を有しシューとガイドの間隙調整が容易となり磨耗にて再調整が必要な場合にはピストン棒の中心を気筒中心が正確に合致させる様になつてをります。

クロスヘッドピン——特殊鋼製で適當に熱処理表面硬化を施してあり勾配をもつてクロスヘッド受に嵌込んであり取去りが容易な構造になつてをります。尚ピンは廻り止めしてあり締付ボルトの外に安全止めボルトを設けて運轉中に故障により外れを防止してあります。

コネクティングロッド——一個の鋼片を打ち伸ばして適當な熱処理を施した鍛鋼製の短形断面を有する強固な構造でありまして、クロスヘッド側の受金は軸承青銅クランク側は鑄鋼製裏金にホワイトメタルを付けたもので共に調整ネジ及楔により磨耗に對しメタルの間隙を容易に調整し得る構造になつてをります。

クランク及クランク軸——第8圖はクランク及クランク軸の寫眞であります。寫眞に示す如く主軸の両端に頑強なデスク型クランクを嵌めキー止めとした構造でありまして両側のクランク角度を 90° 變位して電動機にかゝる回轉抗力をなるべく一様にならしめる様にしてあります。

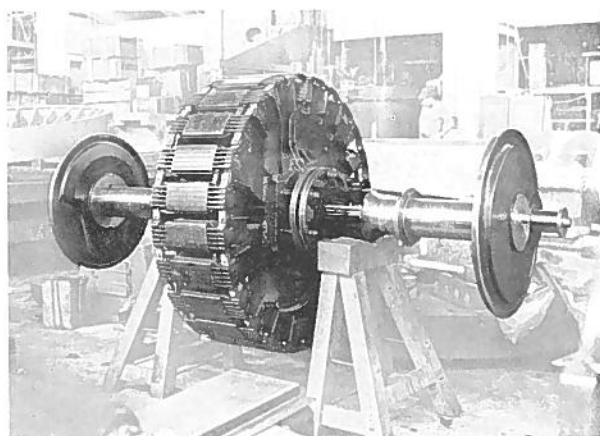


第7圖 空氣弁の組立圖

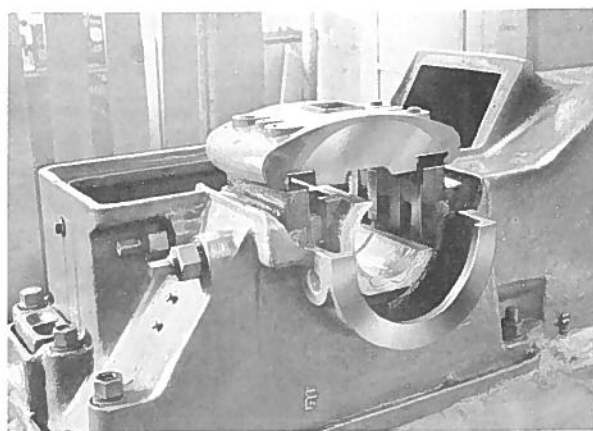
クランクピンは特殊鋼製を表面硬化を施したものをデスクに嵌込した組立式構造となつてをります。クランク軸の兩軸受間には電動機回轉子フライホキールの重量及電動機の不平均磁力等に依る軸の撓を一定限度以下に保つて回轉力となる電動機の運轉に差支へなき様充分に太くしてあります。

尚クランク軸の兩端には各一個の油切り環があつて軸受部より流出する油止めの役割をしてをります。

4) 主軸受メタル——第9圖の寫眞は實物をフレームの受に取付けた状態を示してあります。メタルは兩側の良質鑄鐵製の受金にホワイトメタルを付けた側部と軸受青銅製の下部の3個より成り側部メタルはピストンの往復運動により“スラスト”を受け下部メタルは電動機回轉子フライホキール等の重量を支へ且つ故障を生じた場合メタルが下つて回轉子を破損しない様に特に此の構造にしてあります。尚此の構造により上蓋のネジを弛め



第8圖 クランク及クランク軸に回轉子を取付けたもの



第9圖 主軸受メタルをフレームの受に取付けた状態

て軸を少々持ち上げれば各メタルは自由となり取出しには他の部分を分解せずして容易にメタルを入れ出し得る様になつてをります。メタルの調節はフレーム後方二本の調整ネジでします。尚此の種の受は運轉中は自由に動き得る様に軸受蓋と側部メタルの上方には適當な間隙があります。

5) 中間冷却器——本器は壓縮効率を良好ならしめるために設けられた装置でありまして第4圖で明かなる如く、左右二つのコンデンサーチューブ製の管巢より成り之れを鐵板製のケーシング中に納めて冷却水は、下部管列より順次上部管列と往復流通し空氣より最も効果的に熱を除去する構造をしてをります。尚管巢は取出し點檢が容易なる様2部に分れ内側の各端は自由にしてあつて管の膨脹收縮の際少しも無理のない構造であります。

空氣は冷却器の上方より出入しまして兩管巢中に各3枚宛ある隔板により上下に迂回しつゝ其の通路中にある水管に充分接觸し次第に冷却されて高壓氣筒に入ります。隔板の管通孔は特殊な形状をしてをりますので空氣の通路には“デッドアヤーポケット”の生ずる部分なく管の全長を最も効果的に利用してあります。又冷却器の構造より空氣は常に上向側より出入するので冷却器中に凝結する空氣中の水分は、完全左側の水溜に入り之れより自動的に排出されます。凝結された水分が高壓氣筒中に吸入されると油を洗ひ流し潤滑不良となります。

冷却水系統——低壓側高壓側別個になつてをりまして各給水路は一度中間冷却器を循環しまして少々暖まつたのが氣筒冷却水となるので氣筒は急冷されませんが故に氣筒壁内に水分の凝結もなく済みます様な方法にしてあります。

6) 給油系統——氣筒潤滑油はクランク軸よりベルトにて回轉される注油ポンプより2個の油滴標示器を経て2本の給油管で各氣筒の上方より強壓給油されます。

注油器は優良なる型を使用してをりまして構造は簡單にして確實性のある品であります。油量は氣筒の大きさに應じて任意に調節し得る様になつてをります。

軸受及摺動面へは“クランク”室下部の油溜の油を“クランクデスク”により自動的に給油されます。即ち“クランク”室下部の油溜中に“クランクデスク”の一部が入つて居ります。

“クランク”室上部にある配油器は“デスク”面と接觸してをり“クランクデスク”に附着する油は搔取られて一部は主軸受蓋に入りて主軸受を潤し又一部は配油器の出口より“クランクピン”に滴下します。殘部の油は樋により“クランク”室外の給油管を経て“クロスヘッド”摺動面及びクロスヘッドピンの潤滑をします。各部分の潤滑を果した油は再び油溜にもどり繰返し使用されます。此の様にクランク室の油は“スプラッシュ”でなく滑かなる循環をするので油の散失が無く此の方法は最も確實で又經濟的であります。

7) 負荷加減裝置——空氣は普通或る一定の壓力にて使用され其の量は一日中に時々變ります。使用量の變動に關らず空氣溜の壓力を一定に保持するため本機には5段間隙容積制御裝置を採用して居ります。

その主要部は、調整配壓器と制御弁とより成ります。

高低兩側氣筒には各2個の間隙空間が設けてあります。各空間には制御弁を備へて氣筒と空間とを連絡します。空氣溜より壓力が調整配壓器の“ダイヤフラム”に通じてをります。壓力の上下に應じて“ダイヤフラム”により調整配壓器の“レバー”が押し上げ又は下げまして内部の4個の摺動弁をそれぞれ作動させますことにより壓力は制御弁に傳達されます。之れを作動しまして間隙容積を加減することになります。間隙空間の容積は各側氣筒中にて壓縮された空氣を二等分した容積となつてをります故に制御弁一個開く毎に容量が四分の一づゝ減じます。之れと全負荷を合せて5段となります。制御弁は低壓側高壓側に各4個ありましてその作動は高低壓側の各1個づゝが同時に開く様になつて居ります。各弁の開きの順序は“クランクエフオード”圖より見て電動機に急激な變動なく圓滑に“アンロード”する様注意して極めたものであります。壓力の調節は、調整配壓器レーム部に乗つてをります。重荷の位置を替へることより出來ます。第10圖の寫眞は本機体に取付けた外觀であります。又第11圖は各制御弁の働いた時のインデケーター線圖を示したもので表に其の配管と弁の開き順序を記してあります。

本負荷加減裝置の特徴とする處は

1. 各部分負荷に於ても効率が良いこと之れはインデケーター線圖でも明かであります。

2. 部分負荷を比較的等分に加減すること之れがため電流變化が細かく送電線に悪影響を及ぼすことのないこと。
3. 氣筒内にて壓縮された空氣が間隙空間に入るの之れが“クッション”作用をして吸收されたエネルギーが復動衝程に戻るので回轉抗力が比較的圓滑になり電流變動率が極めて小にして済むこと。
4. 他の負荷加減装置に比して動力損失が少なく熱力學見地から考へても最も經濟的であること。

8) 起動負荷軽減装置——大型壓縮になりますと非常に大きな起動回轉力を要しますので起動の際電動機の負

荷を軽減するために特殊な起動時負荷軽減装置が必要となります。本機は中間冷却器の低壓側上部に自動“アンローダー”を備へてをり之れによつて低壓側氣筒の空氣を排出し又高壓側の吸氣は大氣より吸込むことになり前記制弁弁の開きと相俟つて各氣筒内の壓力の上昇が小にして済みます。尙高壓側の、吐出管より逆流する高壓空氣は高壓氣筒蓋に裝備しある“レリーフ”弁より排出されます。起動の場合は三方コックを操作して之れ等の各弁を開放しをき電動機が次第に加速され通常運轉状態になつて再び三方コックを操作すれば空氣溜の壓力により前記各弁は閉塞されますので荷がかります。

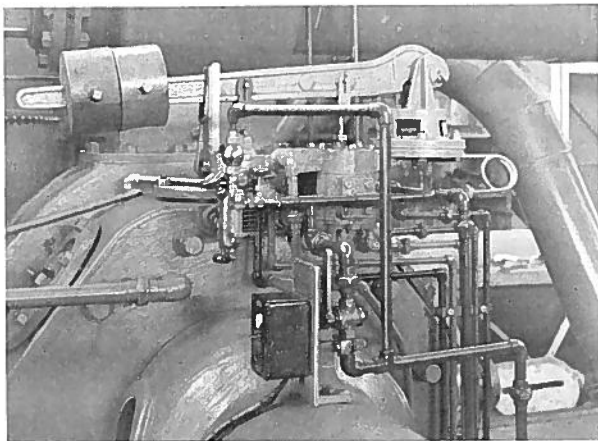
9) 電動機——第 12 圖は本機使用の電動機の固定子で第 8 圖は、クランク軸直結の回轉子の寫眞であります本機の動力機としては直結同期電動機を採用しましたのは、

- 1) 直結によりクランク軸を共通軸とし餘分な軸受が省略出來尙ベルト或は他の接手がなく従つて之れによる 3~5% の損失がない譯であります。
- 2) 同期機は良い特性を有してをりますので之れを前記の 5 段制御方式と並用すれば非常に經濟的となります。
- 3) 此の種の同期電動機は回轉子が大なる蓄勢輪効果を有するので比較的小さいフライホイールで済む。

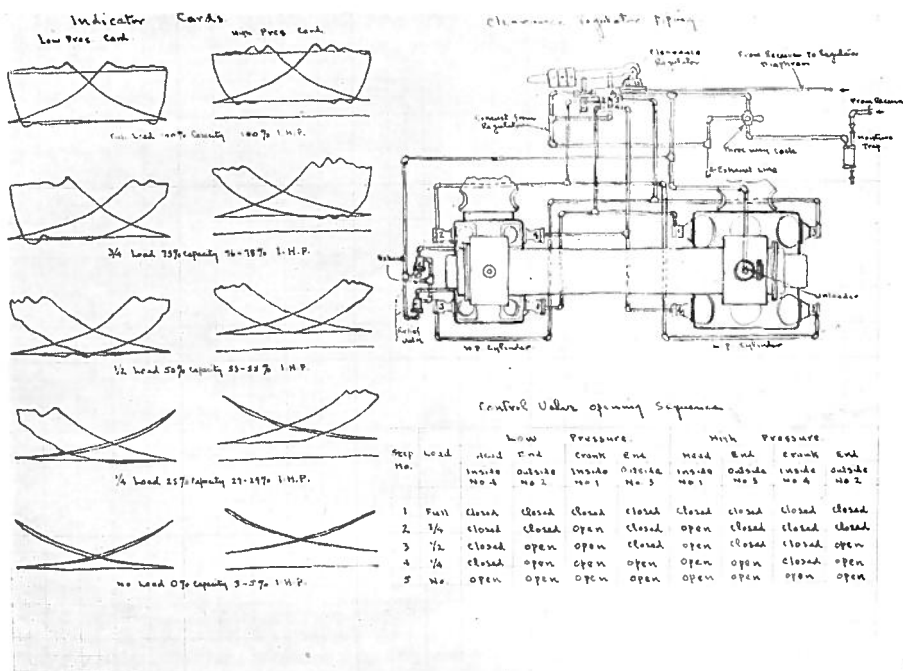
4) 回轉子と固定子間のエアギャップが大きいので軸受の調節も容易であること。

本機使用の電動機の回轉子は分解可能となつてをりましてクランク軸の持ち運びが容易であり、又電動機は開放型でありますので空冷がよく、又起動時の回轉力も本機特有の起動負荷軽減装置により充分得られます。

電動機回轉子勵磁用の發動機としては 11 k.w. 複捲直流發電機を使用し之れと 20 H.P. 三相誘導電動機を共通台床に組立直結運轉してをります。



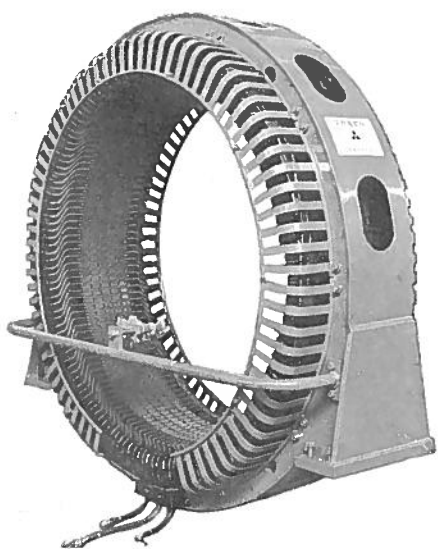
第 10 圖 調整配壓弁の取付寫眞



第 11 圖 調整配壓弁の配管開き順序及その作動によるインヂケータ線圖

IV 試験結果

本機は試作品として製作せるものでありましたので其の試験に就ては最も吟味して各部分に渉り調査しましたので成績試験は試運転の一部に過ぎなかつた。此の成績試験装置は總て米國のコンプレストエヤーソサエターの規格に基づきて製作し使用者側より立會して頂き嚴格なる試験を施行いたしました。其の規定吐出壓力 7 kg/cm^2 にて行つた結果は下記の通りであります。



第 12 圖 電動機の固定子

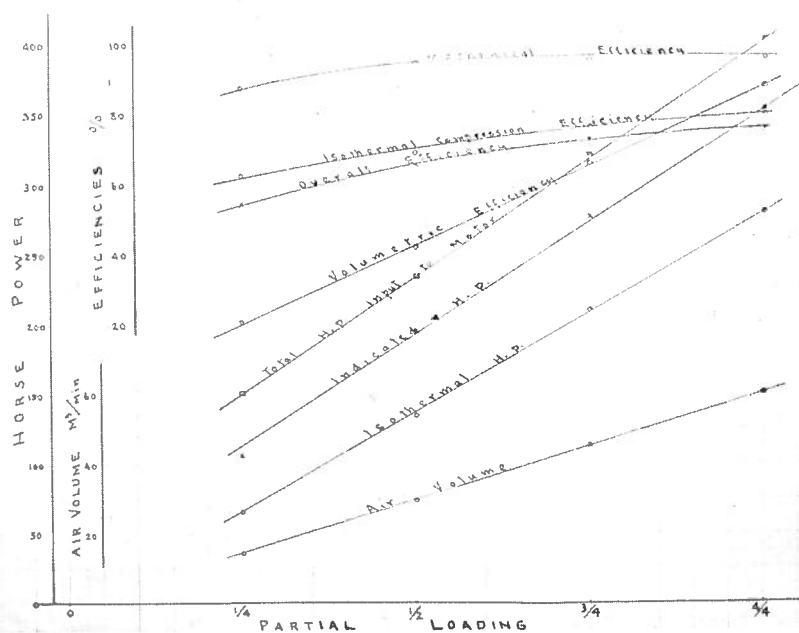
電動機入力	299 kW
電動機出力	369 H.P.
指示馬力低壓側	159.9 H.P.
高壓側	192.8 H.P.
合計	352.7 H.P.
機械効率	95.5%
風量	60.3 M^3
容積効率	87.3%
合成等温壓縮効率	75.8%

以上の通りで此の成績は外國の一流會社製の製品と同等の成績を示してをります。尙第 13 圖は規定吐出壓力 7 kg/cm^2 の場合の部分、負荷試験の成績表であります。

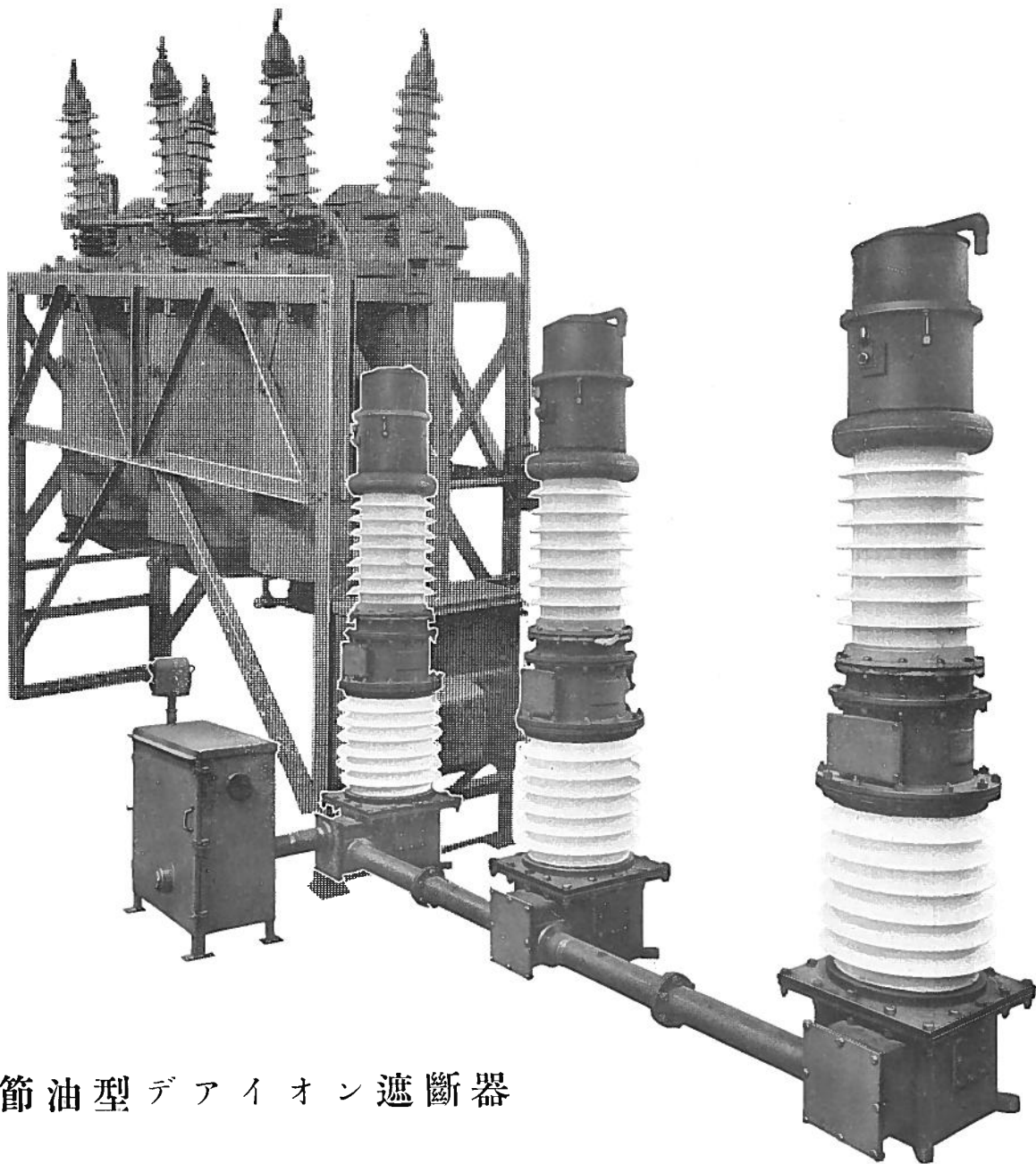
第一號の試作機は本年 4 月より現地据付にかゝり目下坑内にて好成績を示して運転中であります。

V 結 言

以上は 400 馬力壓縮機に就て説明しましたのでありますが弊社にては其の他大型壓縮機として 300 H.P. 500 H.P. 600 H.P. 等も目下製作中でありまして之れ等は何れも上記と同構造を有し一層好成績を出し得る製品として期待してをります。



第 13 圖 試験成績の曲線圖



節油型 デア イ オ ン 遮 斷 器

昭和十四年 九 月 廿七日 印 刷

昭和十四年 九 月 卅 日 内務省納本

昭和十四年 十 月 三 日 發 行

〔本誌代價〕 壹部=付 金 貳 拾 錢
(郵 稅 不 要)

編 輯 兼
發 行 者

印 刷 者

印 刷 所

發 行 所

神戸市兵庫區和田崎町 三菱電機株式會社神戸製作所内
稻 垣 健 三

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
久 保 專 治

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
サ ン 製 版 印 刷 所

神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神 戸 製 作 所