

日産化学工業株式会社納

2,600 HP 高圧ガス圧縮機

重松 久*

2,600 HP High Pressure Gas Compressor Supplied
to Nissan Chemical Industry CompanyBy Hisashi Shigematsu
Kawasaki Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Recently Hitachi has added a post-war record product to its supply list with the completion of 2,600 HP high pressure gas compressor for the Nissan Chemical Industry Company.

The machine proved in the factory test such excellent characteristics as the 75.5% adiabatic compressor efficiency and the total efficiency of 71.3%, which should be attributed to the following reasons:

- (1) The improvement of abrasion resistance of the parts that rotating or subjected to friction.
- (2) The decrease in both mechanical and fluid dynamical loss.
- (3) The motor is designed to be used at its almost highest point of efficiency.

〔I〕 緒 言

日立製作所は既に数十年来各種圧縮機の製作に専念しており、その汎用圧縮機は斯界に定評のあるものとなっているが、又高圧圧縮機に於ても 5,000 HP, 2,400 HP ガス圧縮機等を始めとして種々製作してきた。戦後も営々として高圧圧縮機の製作につとめ、化学工業界を始め各種方面の施設の拡充に応じてきたが、先般日産化学工業株式会社富山工場の増設計画に際しその主機である 2,600 HP 高圧ガス圧縮機及び同期電動機、配電盤等一式を製作納入した。

本機は戦後の記録的製品であるが、日産化学工業株式会社とは終始緊密な連絡をとり、使用上及び製作上の各観点より種々検討して製作を進めたものであつて、その意図は十二分に実を結び、優秀な性能を得ることが出来た。以下 2,600 HP 高圧ガス圧縮機の構造及び性能に就いて概略を紹介する。

* 日立製作所川崎工場

〔II〕 仕 様

本機の仕様は下記の如くである。

型 式 H 6 T ₂ -IMC
容 量	
低 圧 段	NTP にて..... 7,500 m ³ /hr
高 圧 段	NTP にて..... 4,350 m ³ /hr
吐 出 圧 力	
第 3 段 12~14 kg/cm ²
第 6 段 280~300 kg/cm ²
吸 入 圧 力	
第 1 段 50~120 mmAq
第 4 段 10 kg/cm ²
吸 入 温 度 30°C
気 筒 直 径	
第 1 段 1,050 mm
第 2 段 675 mm
第 3 段 600 mm

第4段.....	410 mm
第5段.....	220 mm
第6段.....	125 mm
行程.....	700 mm
回転数.....	150 r.p.m.
電動機.....	2,600 HP 同期電動機
バーリング電動機.....	15HP 誘導電動機

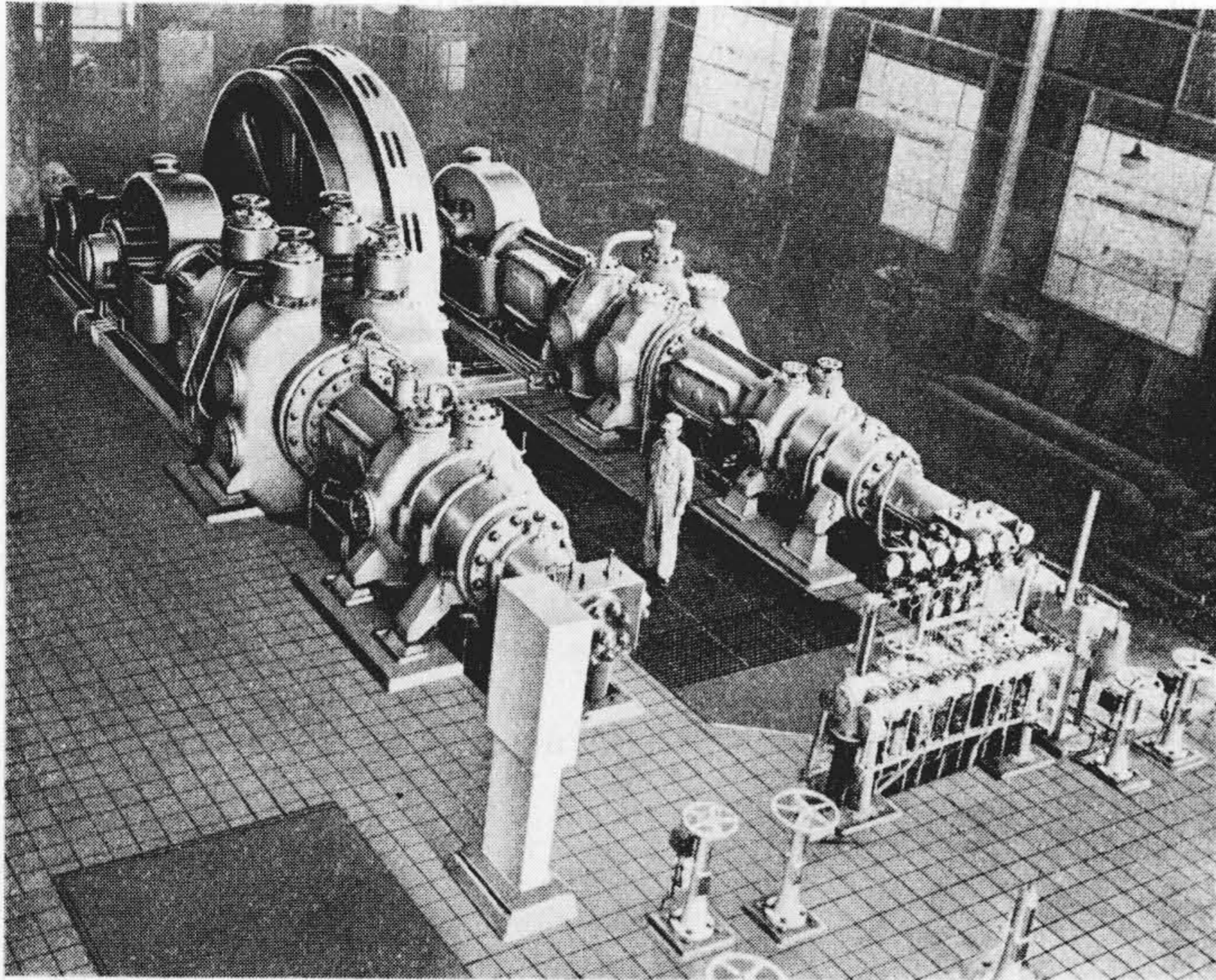
〔III〕 構造

本機の構造及び運転操作方式は取扱が容易であるように納先の要望を十分に考慮し、一般的性能の優秀性は勿論、特に

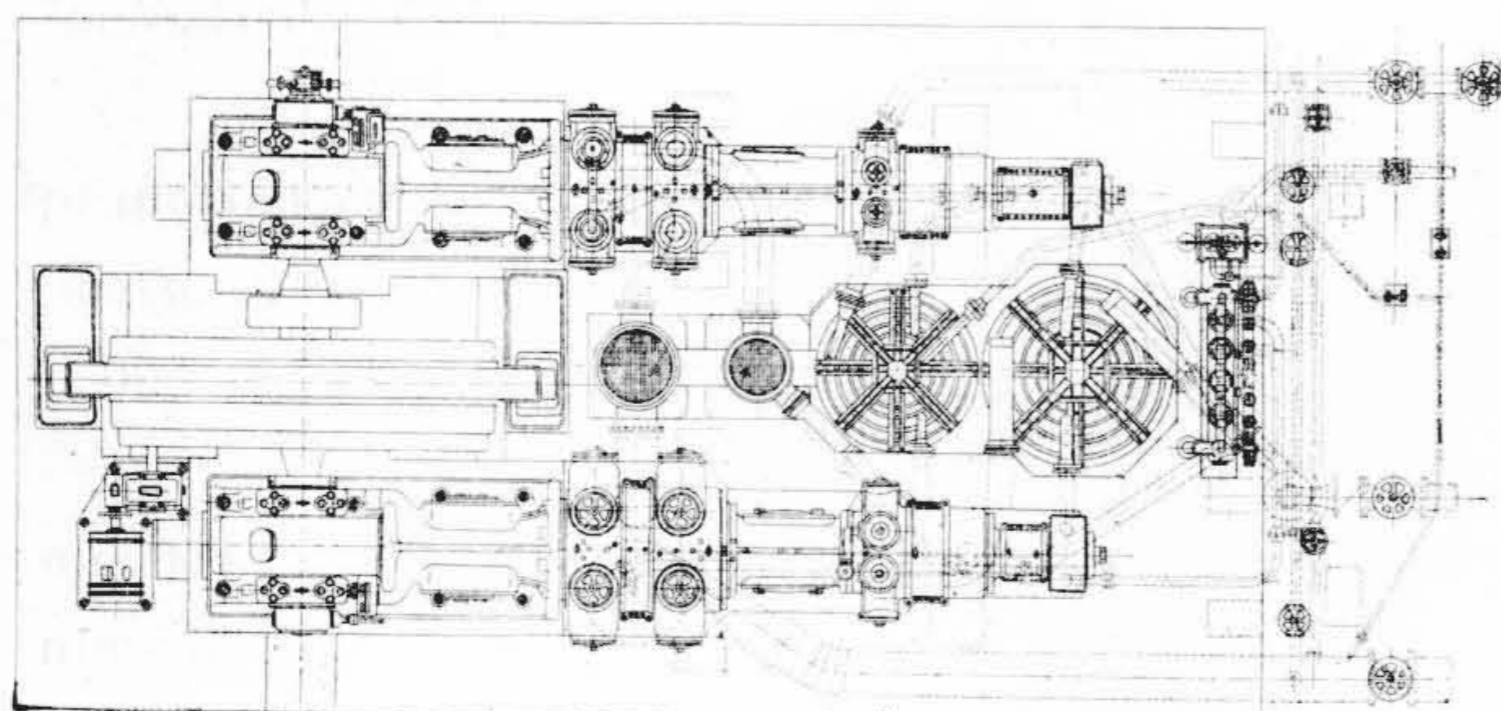
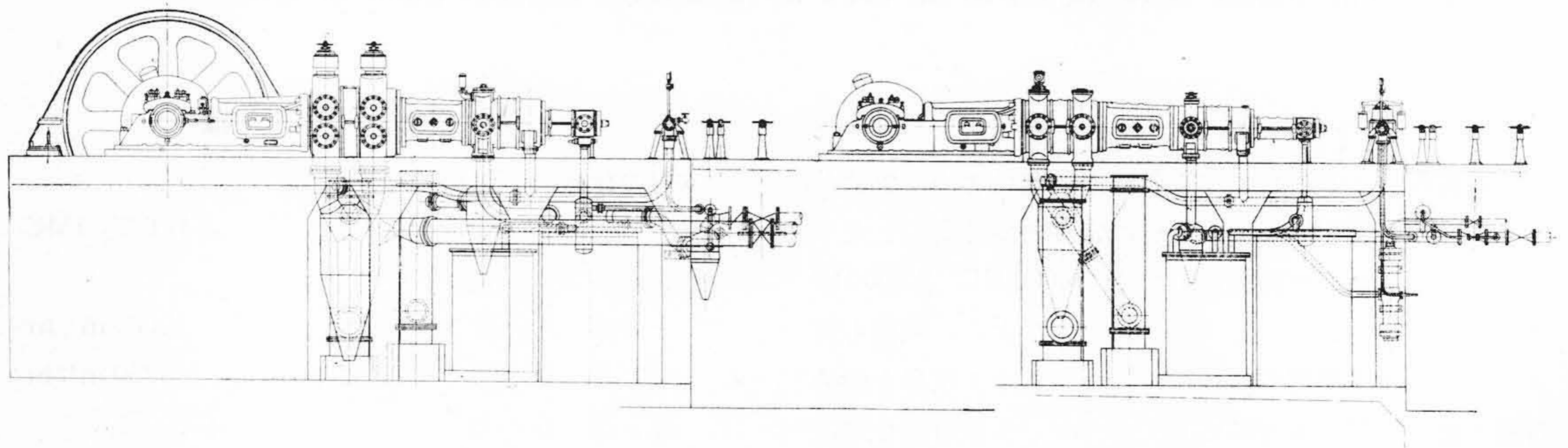
- (1) 回転部分及び摺動部分の耐磨耗性の向上
- (2) 機械的損失及び流体力学的損失の減少
- (3) 構造の堅牢

の三点に重点を置いて設計製作したものである。第1図及び第2図に全体図、第3図にガス主管の系統図を示す。第1段で50~120 mmAqの転化ガス(H₂, N₂, CO, CO₂)を吸入し、第3段で12~14 kg/cm²に圧縮する。圧縮されたガスは水洗塔に送られてCO₂, CO等の不要ガスを吸収除去されN₂:H₂=1:3の割合の混合ガスとなつて第4段より吸入される。この時の圧力は10 kg/cm²である。これを6段迄にて280~300 kg/cm²に圧縮して反応塔へ送るわけである。

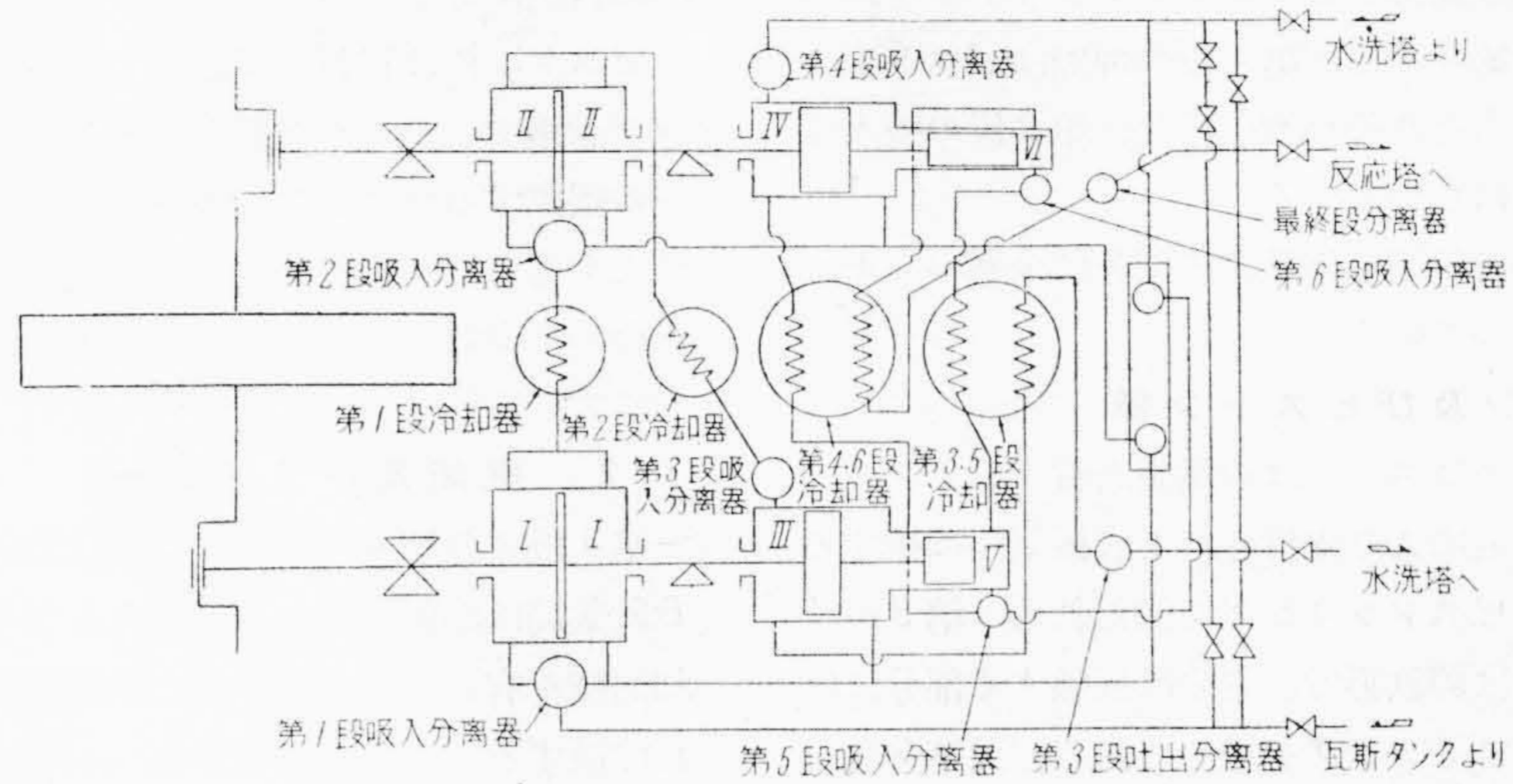
各段気筒の配列は第3図及び第4図にて明かな如く、第1段及び第2段は複動、第3段及び第4段は引側単動、第5段及び第6段は押側単動で、第1段、第3段及び第5段を片列に、第2段、第4段及び第6段を他列に串型に配置したもので、



第1図 2,600 HP 高圧ガス圧縮機
Fig. 1. 2,600 HP High Pressure Gas Compressor

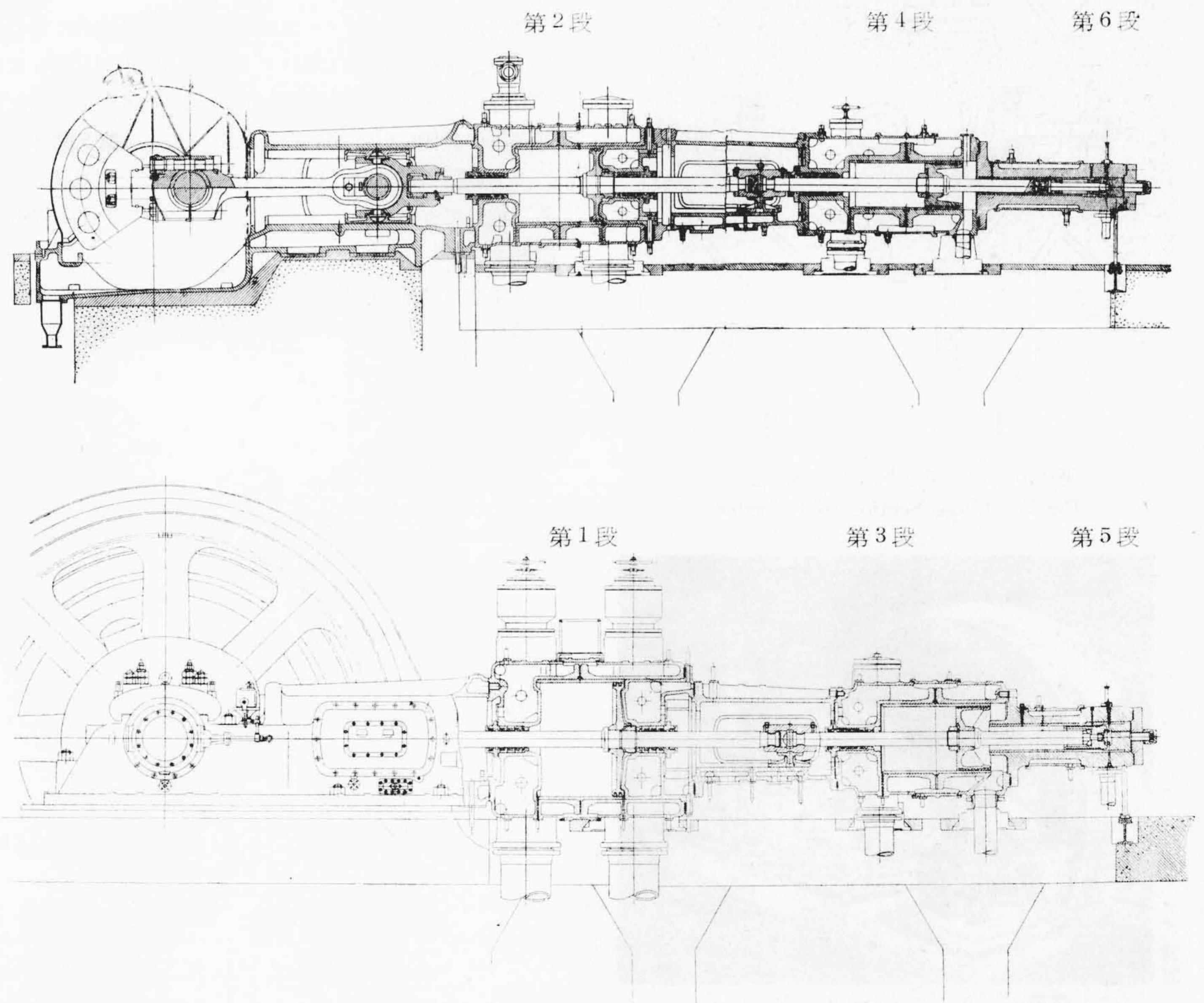


第2図 2,600 HP 高圧ガス圧縮機据付図
Fig. 2. Plan View of 2,600 HP High Pressure Gas Compressor



第3図 ガス主管系統図

Fig. 3. Diagram of Main Pipe



第4図 2,600 HP 高压ガス圧縮機断面図

Fig. 4. Sectional View of 2,600 HP High Pressure Gas Compressor

両列の中間に同期電動機をおきクランクシャフトを以つて連絡している。第3段及び第4段の押側はピストン力を平衡させるためにそれぞれ第1段及び第2段の吸入圧力が作用するようになっている。

ピストン棒が各段気筒を貫通する部分は金属パッキンをもつて気密を保っている。

(1) ピストン及びピストン棒

第1段及び第2段ピストンは鋳鋼製円盤で、クロスヘッド及び中間誘導金により支持されて直接気筒に接することなく、気密はピストンリングで保たれる。第3段及び第4段ピストンは鋳鉄製で、気筒に接触する部分にはホワイトメタルのライニングを施してある。又第5段及び第6段ピストンは鋳鉄製組立式で、芯の狂い、熱膨脹

等に自由に応じられる構造となつている。

ピストン棒は材質的に厳選したニッケルクロームモリブデン鋼で、これを調質して使用している。金属パッキンの摺動する面は、高周波焼入により高硬度とし更に超仕上げを施してあるため、鏡の如き光沢を有し、耐磨耗性が極めて良好となり且つ金属パッキンの気密度を高めるのに大いに役立つている。

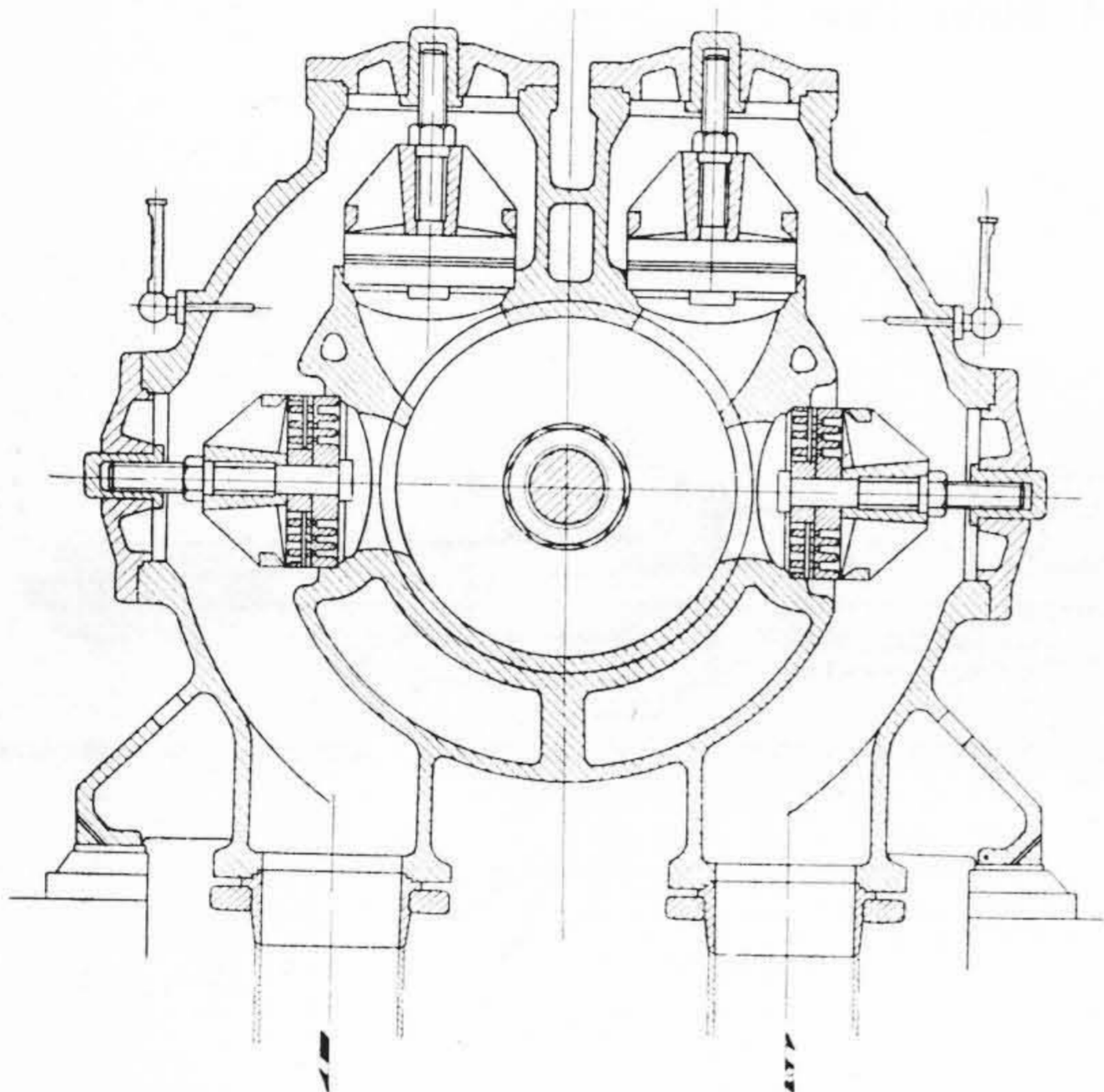
(2) 気筒及びライナー

第1段より第4段までの気筒は鋳鉄製、第5段及び第6段気筒は鍛鋼製である。何れも堅牢な構造で豊富な冷却面積を有し、ピストン力、熱膨脹による変形を出来るだけ減ずるよう計画されており、吸入及び吐出弁の取り付けられる弁室が何れも上部及び真横であるので、弁の取扱が容易である。又弁を出し入れするのに便なる如く、適所に支えを設けて弁を取落さないように考慮してある。

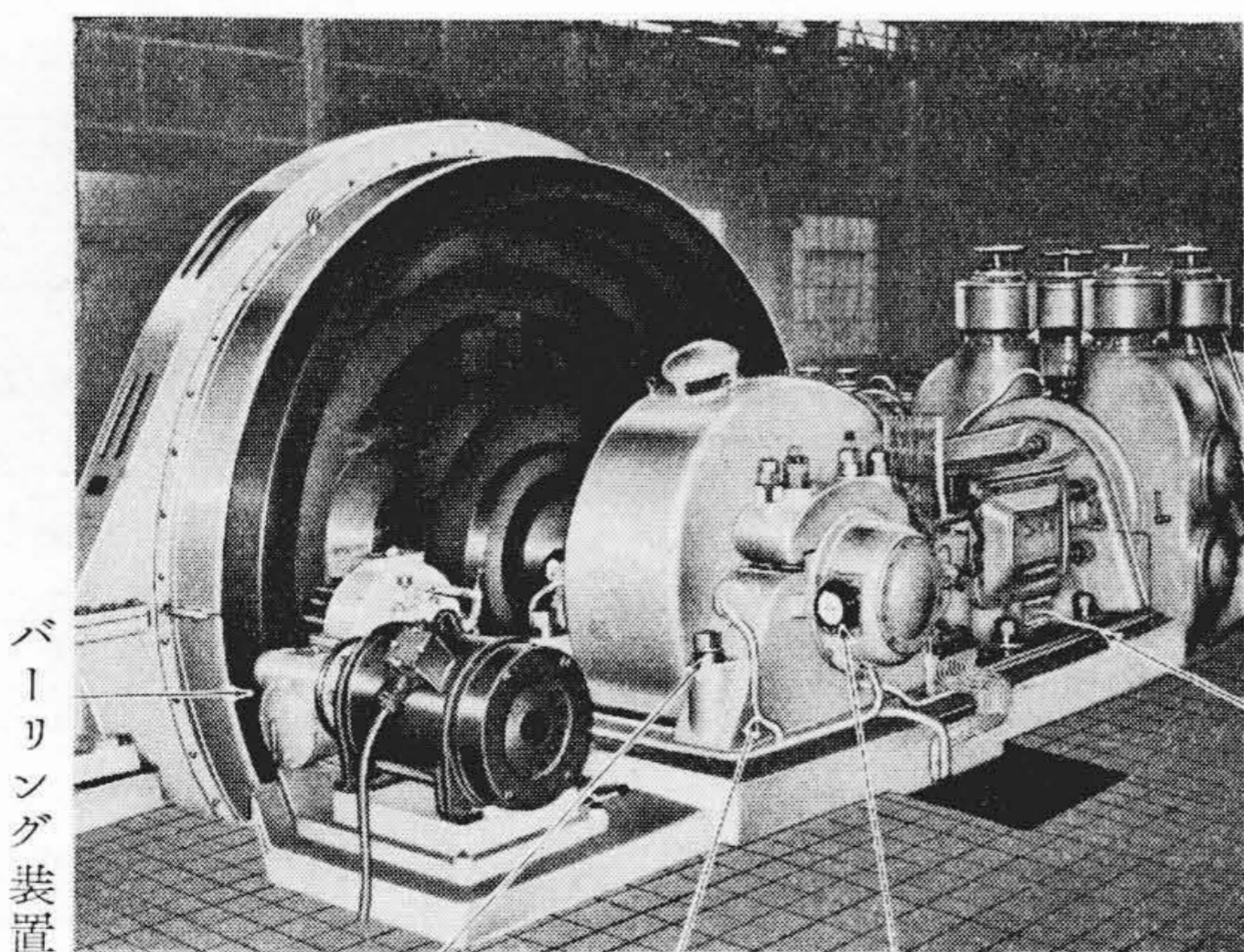
各段気筒には何れも支え脚があつて、ピストン力、熱膨脹に応じて自由にベースの上を摺動する構造になつているが、吐出側の脚は熱いガスにより温度の上昇をまぬがれない。その冷却の一策として脚に通気孔を設けて熱風が脚の裏側に停滞するのを防いである(第5図参照)。

ガス通路の構造は、抵抗損失が少いように考慮してある。従つてガス中に含まれる塵埃によつて生ずる機械的損耗も少い。

ライナーはすべて耐磨耗性の向上を目的として特殊合金鋳鉄を採用し、更にその内面には超仕上げ又はホーニング仕上げを行つてある。



第5図 気筒横断面図
Fig. 5. Cross Section of Cylinder

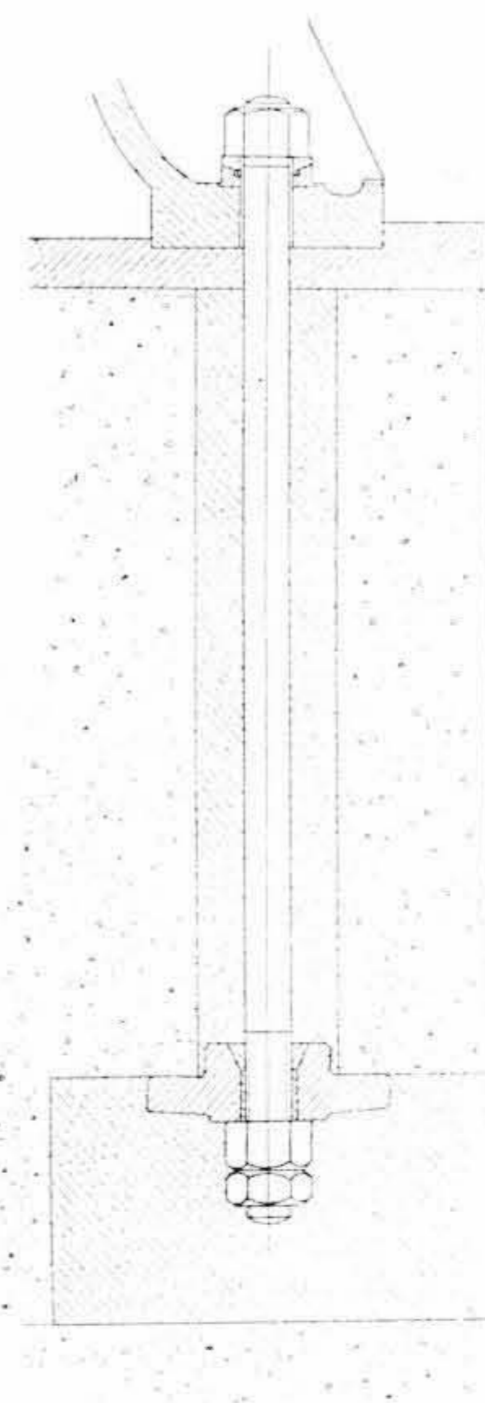


パ
ー
リ
ン
グ
装
置

フ
レ
ー
ム
冷
却
水
入
口

基礎ボルト 受球座 主軸温度計
フレーム 冷却水出口

第6図 フレーム後部
Fig. 6. Rear View of Frame



第7図 基礎ボルト
Fig. 7. Anchor Bolt

(3) フレーム及び中間接手

本機のフレームはクロスガイド及び主軸受の冷却室を有するので、極めて堅牢で熱膨脹による狂いが無い。又中間接手も誘導金ガイドの冷却室があるのでフレーム同様堅牢である。冷却室は複雑な構造となつているが掃除には便利になつている(第6図参照)。

フレーム基礎ボルトは両ナット式であり且つナット下面が一様に当つて締付が十分きくように球面座金を使用していることは、フレームを基礎に強固に連結する上に大いに役立つ。第7図はその断面図である。

(4) 主軸受(第8図)

上中下の4つ割で、何れも鋳鋼製裏金にホワイトメタルのライニングを施してある。調節は前後2つのコッターで行い、コッターボルトの調整はキャップの上部で出来るので便利である。又メタルの温度を知ることは安全運転上に不可欠のことであるが、下メタルのホワイトメタル部に温度計をさし込んで、その温度を外部より簡単に見ることが出来る(第6図参照)。外周には冷却用水套があり軸受の温度上昇を防ぐと共にフレーム全体の温度上昇をも防いでいる。

(5) 金属パッキン(第9図)

金属パッキンはホワイトメタル製で外パッキン1箇、内パッキン2箇よりなり、永年の高圧圧縮機に関する経験によりその構造を適切に決めてあるので、ピストン棒の超仕上面と相俟つて優れた性能を示している。潤滑油は2箇所より入りそれぞれ別のところに開口している。尚外部潤滑油がピストン棒の洗滌及び冷却の目的をもつて流されており、この油はフィルタを通過して油タンクに戻る。

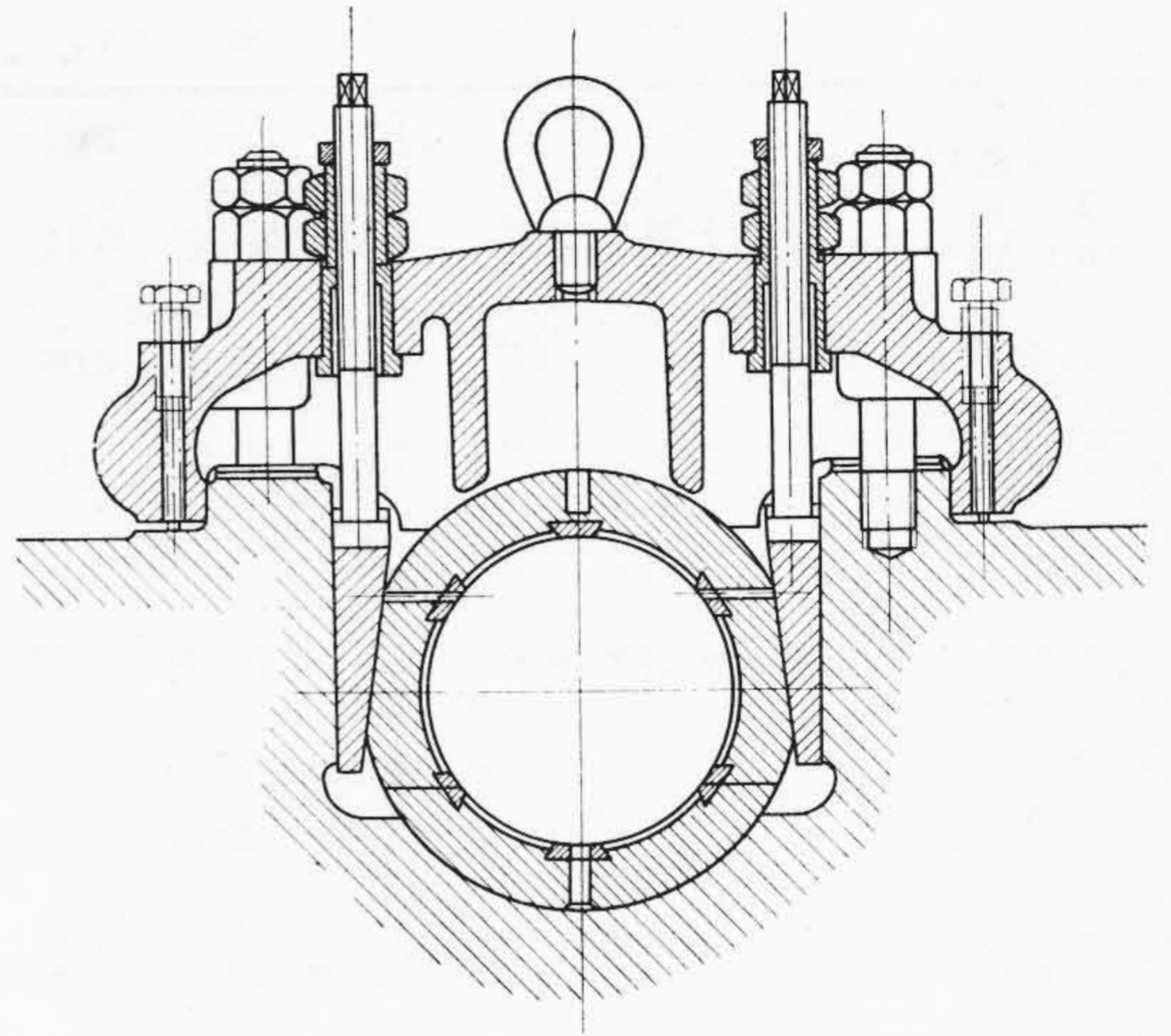
(6) 吸入及び吐出弁

弁はリング式自動弁で、可能な限り抵抗が少くなるように設計されており、動力の損失を少くしてある。弁板は特殊強靱鋼に永年の研究に基く最適の熱処理を行つてあるので耐久力にすぐれ、長期の連続運転に十分耐えるものである。

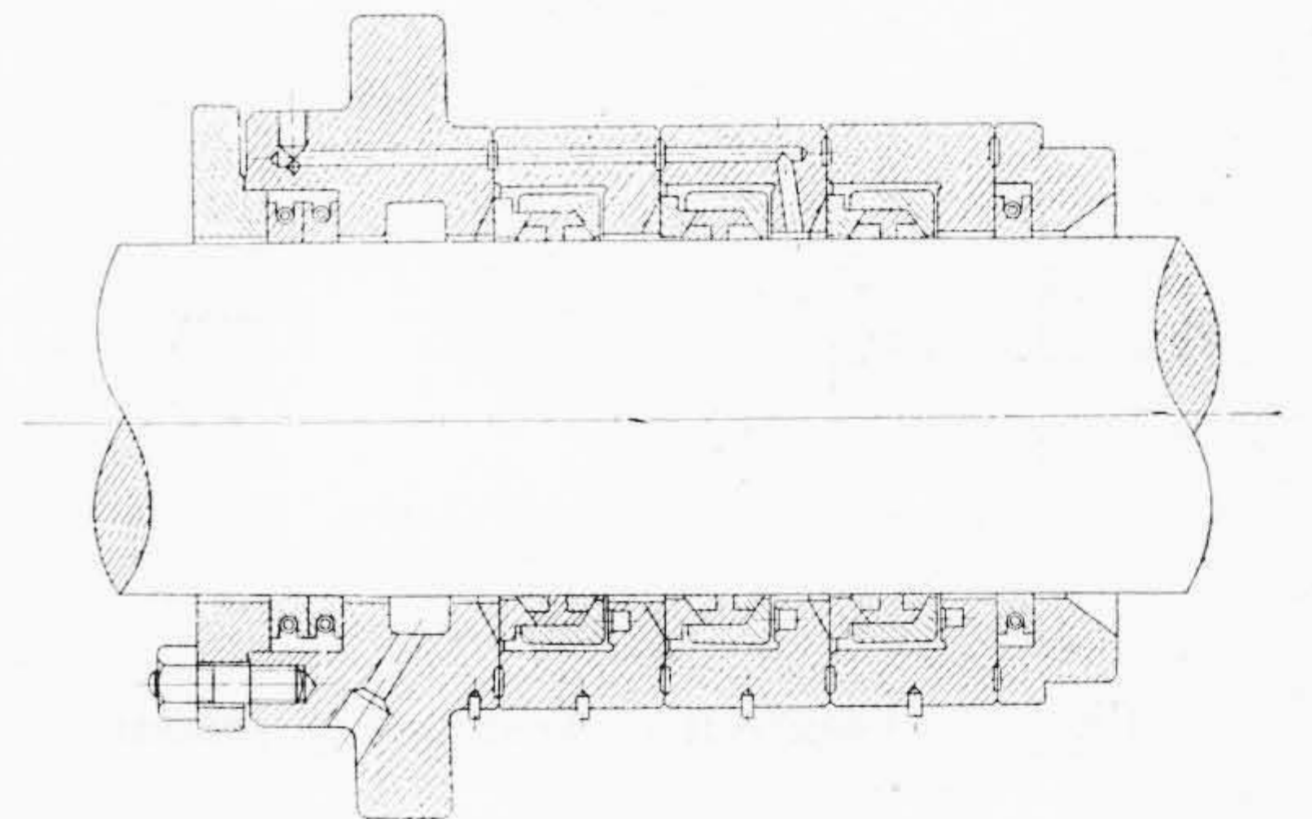
(7) その他

圧縮機では圧縮、冷却を繰返してゆく関係上順次水分が凝縮して潤滑性能を減じ、又吸入ガス中に含まれる塵埃はピストン摺動面や弁を損傷する。これ等を分離するのに各段気筒入口に分離器を設けてあるが、本機では特にサイクロン型を採用したので、従来の型に比し、優れた分離効果を得る事が出来た。又始動時の給油には電動歯車ポンプを採用したので潤滑を迅速確実にすることが出来た。

2,600 HP 同期電動機が安全に起動出来るように次の如き安全装置がついている。即ち



第8図 主軸受
Fig. 8. Main Bearing



第9図 金属パッキン
Fig. 9. Metallic Packing

1. 各操作弁が開放状態にあつて圧縮機が無負荷で運転出来ること
2. バーリング装置は休止状態にあること
3. 始動時の潤滑油圧力が規定圧力を示していること
4. 電動機スリップリングケースに空気が送られて大気中のガスと遮断されていること

を確認するために制限開閉器、油圧力開閉器及び風力継電器を使用している。これらの一つが不確実でも電動機は起動しないから、誤つて事故を起す心配はない。かくの如く機械関係及び電気関係の緊密な連絡により総合技術的にも所期の目的を達している。

〔IV〕 性 能

本機の性能試験は空気による低圧ノズル法で行つた。第10図(次頁参照)に試験装置の系統図を示す。即ち第1段より第3段迄にて $12\sim 14 \text{ kg/cm}^2$ に圧縮した空気の一部をバイパス弁 *K* により 10 kg/cm^2 に減圧して第4段に送る。残りは空気槽 *B* を経てノズル *C* より放出す

第 1 表 性 能 表

Table 1. Characteristics Table

吸入圧力 (kg/cm ²)		吐 出 圧 力 (kg/cm ²)						容 量 NTP (m ³ /hr)		断熱空 気馬力 (HP)	電動機 入 力 (HP)	電動機 効 率 (%)	電動機 出 力 (HP)	断熱圧 縮機効 率 (%)	全効率 (%)
1 段 (mmAq)	4 段	1 段	2 段	3 段	4 段	5 段	6 段	1~3 段	4~6 段						
-200	10	1.6	5.7	14	33.5	105	300	7,930	4,750	1,816	2,543	94.4	2,400	75.5	71.3
-100	10	1.6	5.6	12	32.5	97	250	7,940	4,770	1,671	2,430	94.3	2,290	73.0	68.8

上表中 断熱空気馬力 = $\frac{z}{75 \times 60} \times P_s Q \times \frac{1.4}{1.4-1} \left\{ \left(\frac{P_a}{P_s} \right)^{\frac{0.280}{z}} - 1 \right\}$

P_s = 吸入圧力 kg/m² abs

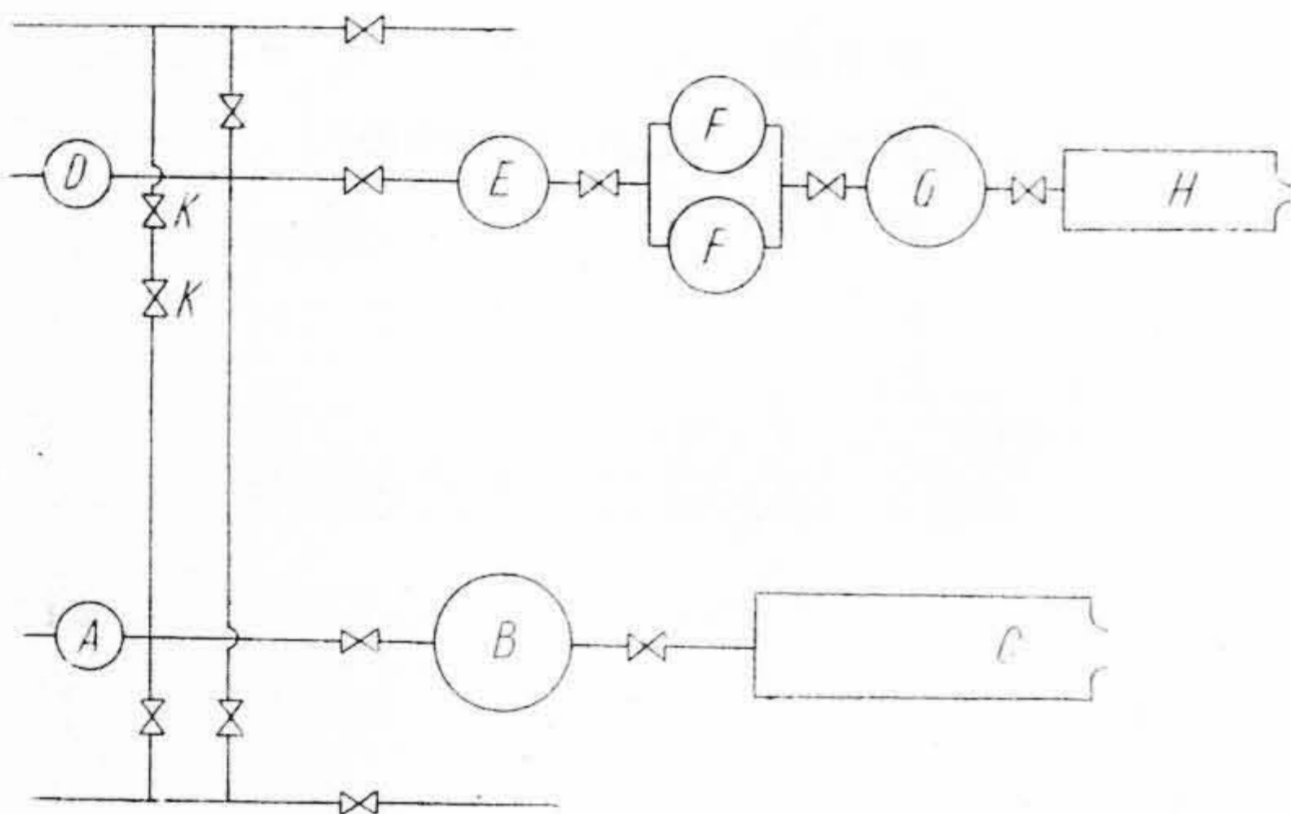
Q = 吸入状態に換算せる吐出容量 m³/min

断熱圧縮機効率は $\frac{\text{断熱空気馬力}}{\text{電動機出力}} \times 100 \%$

P_a = 吐出圧力 kg/m² abs

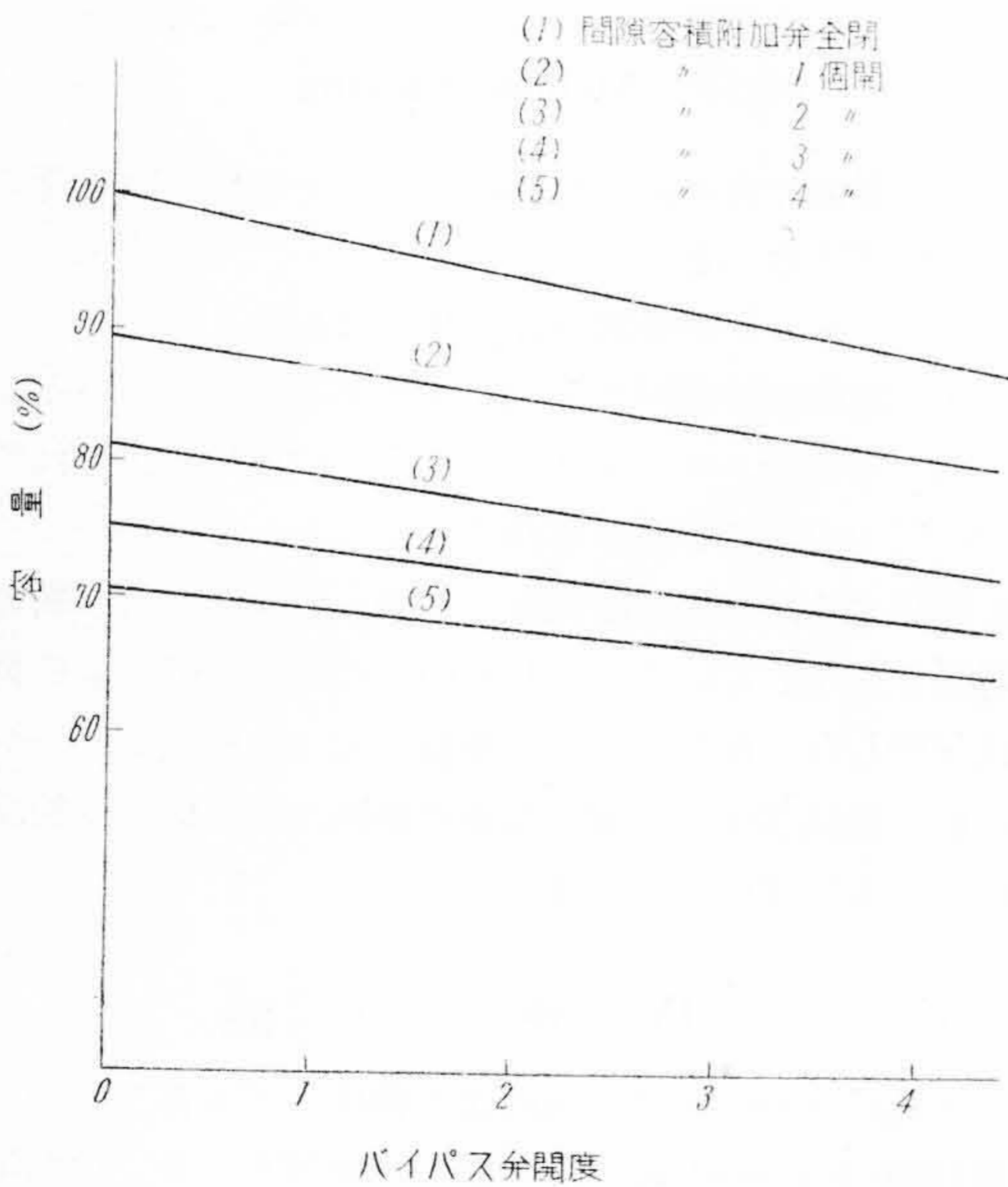
z = 圧縮段数

全効率は $\frac{\text{断熱空気馬力}}{\text{電動機入力}} \times 100 \%$

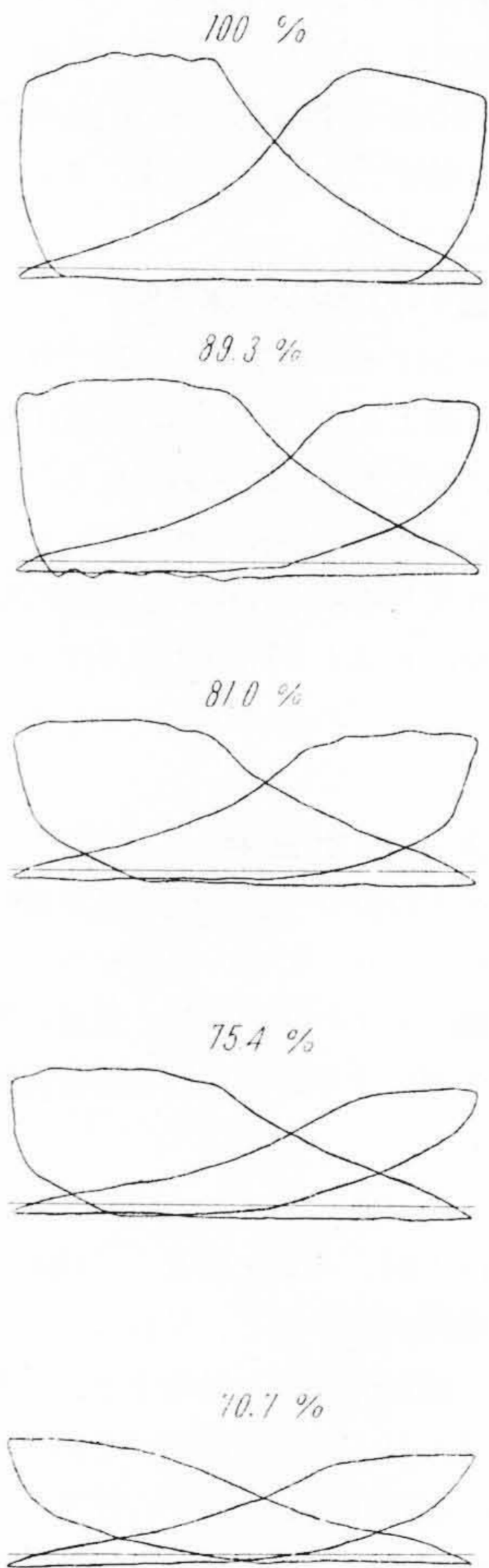


第 10 図 試 験 装 置 系 統 図

Fig. 10. Diagram of Testing Equipment

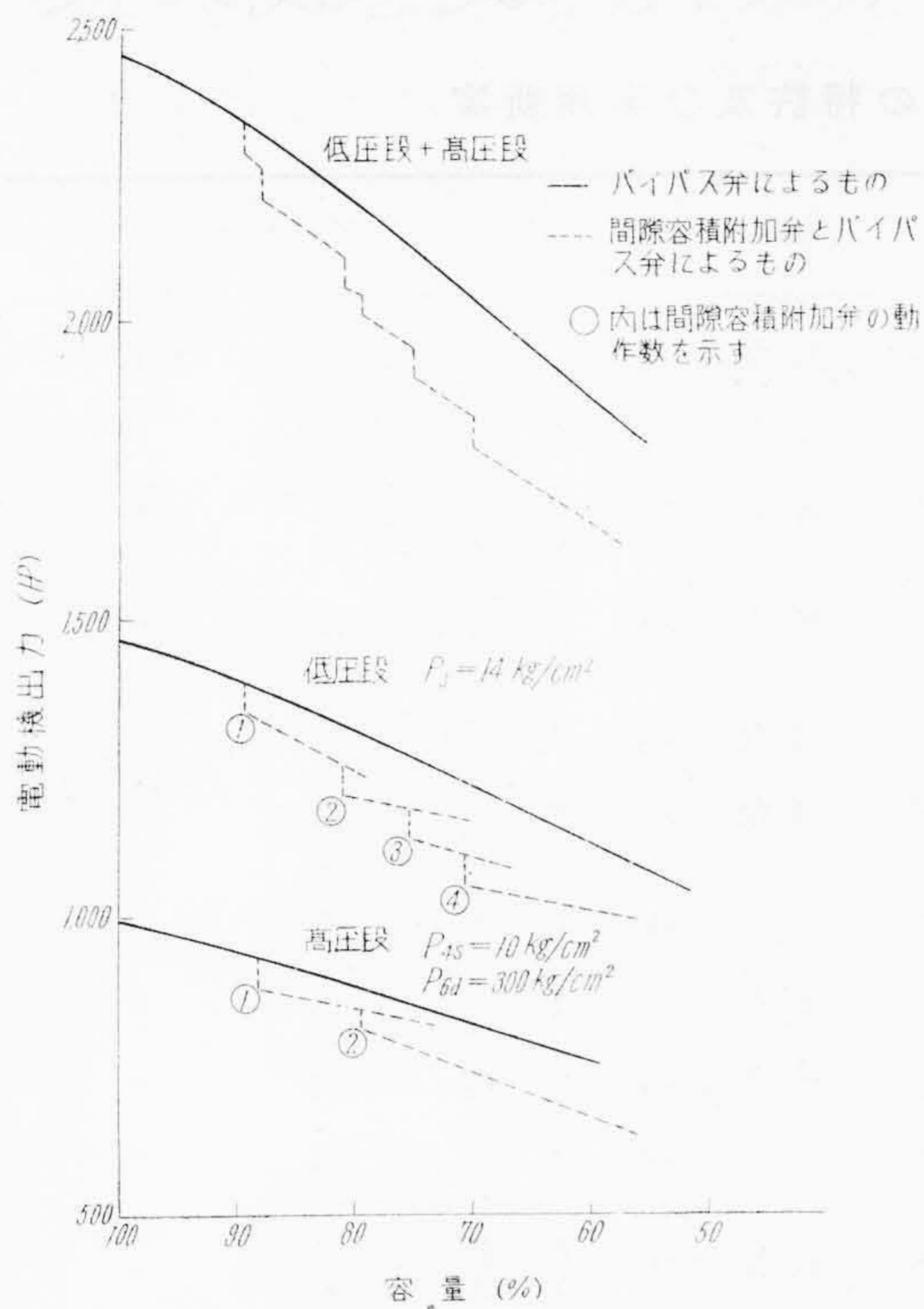


第 11 図 間隙容積附加弁とバイパス弁による容量調整
Fig. 11. Volume Control by Clearance Valves and Bypass Valve



第 12 図 間隙容積附加弁作動時の 1 段気筒指圧線図

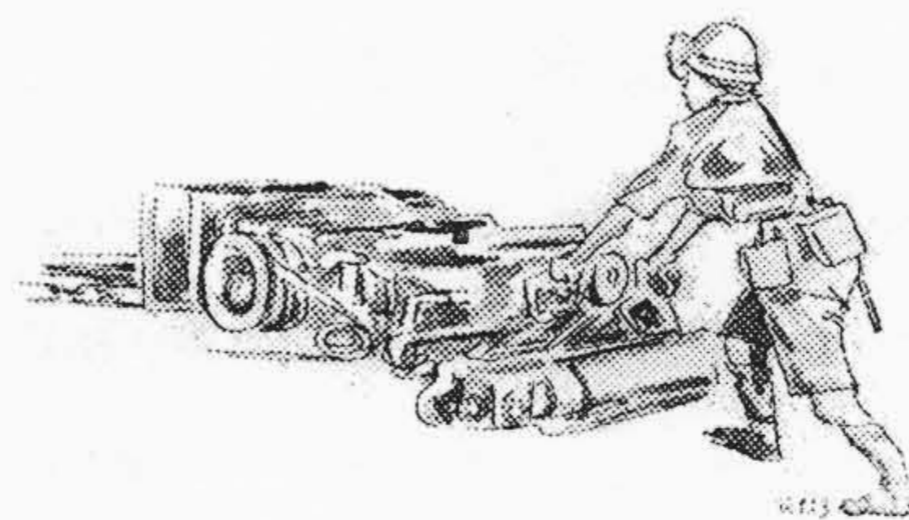
Fig. 12. Indicated Diagrams of First Cylinder Working Clearance Valves



第13図 2つの容量調整法による動力の比較
Fig. 13. Comparison of Power Consumption by Two Methods of Volume Control

る。第4段にて 10 kg/cm² で吸入した空気は第6段迄にて 280~300 kg/cm² に圧縮し、3段に膨脹させてノズル H より放出する。

空気試験による試験結果を示すと 第1表の如くである。即ち



特許月報

最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

(その2)

(第12頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	所 属	氏 名	登録年月日
実用新案	403460	小 型 交 流 継 電 器	日立工場	白 土 忠 治	28. 6. 15
"	403462	放 熱 器 付 変 圧 器	日立工場	花 田 喜 代 治	"
"	403463	変 圧 器 バ ー ス チ ン グ チ ュ ー ブ	日立工場	齋 藤 亮 二 治 沢 幡 英 二 治	"
"	403468	窒素ガス封入オイルコンサベータ付変圧器	日立工場	阿 部 春 雄	"
"	403470	パ ン タ グ ラ フ 下 降 装 置	日立工場	滑 川 清	"
"	403471	変 圧 器 の 放 熱 子 用 蝶 弁 鎖 錠 装 置	日立工場	滑 川 清 巳 渡 辺 政 巳	"
"	403472	真 空 コ ッ ク	日立工場	鈴 木 直 次	"
"	403476	油 保 存 器 と 放 出 管 と の 接 続 装 置	日立工場	栗 山 卓	"
"	403480	変 圧 器	日立工場	沢 幡 寅 治	"
"	403482	変 圧 器 の バ ー ス チ ン グ チ ュ ー ブ	日立工場	齋 藤 亮 二 治 沢 幡 亮 寅 二 治	"
"	403483	調 比 装 置 付 変 圧 器	日立工場	齋 藤 亮 寅 二 治 沢 幡 亮 寅 二 治	"
"	403484	変 圧 器 用 油 入 套 管	日立工場	栗 山 卓	"
"	403486	水 銀 整 流 器	日立工場	宮 崎 徳 太 郎	"
"	403487	電 気 開 閉 器	日立工場	滑 川 清	"
"	403488	枠 取 付 型 電 磁 石	日立工場	白 土 忠 治	"
"	403489	電 磁 石 線 輪 取 付 装 置	日立工場	白 須 土 忠 治 田 長 治	"
"	403491	限 流 限 圧 継 電 器	日立工場	竹 村 伸 一	"
"	403499	ボ イ ラ の 燃 焼 器 取 付 部 水 壁	日立工場	内 藤 正 二	"
"	403507	整 流 電 気 機 装 置	日立工場	宮 崎 徳 太 郎	"
"	403512	傘 型 発 電 機	日立工場	藤 久 保 三 四 郎	"
"	403478	運 搬 車 の 容 器 転 倒 装 置	笠 戸 工 場	青 木 喜 六 男 村 田 喜 六 男	"
"	403479	運 搬 車 容 器 転 倒 装 置	笠 戸 工 場	青 木 喜 六 男	"
"	403451	ケ ー ブ ル カ ー 出 入 口 扉 開 閉 装 置	笠 戸 工 場	高 岡 森 恒 武 村 恒 武	"
"	403443	乾 燥 炉 用 コ ン ベ ヤ	亀 有 工 場	大 林 西 文 西 文	"
"	403445	ト ン ネ ル 形 乾 燥 炉 用 コ ン ベ ヤ	亀 有 工 場	大 林 西 文 西 文	"
"	403446	ト ン ネ ル 形 乾 燥 炉 用 コ ン ベ ヤ	亀 有 工 場	大 林 西 文 西 文	"
"	403501	プ ル シ ョ ベ ル	亀 有 工 場	安 井 厚	"
実用新案	403502	土 堀 機 の 爪	亀 有 工 場	江 川 正 義 阿 部 井 哲	28. 6. 15