U. D. C. 624. 191. 944. 6

関門国道トンネル換気装置

The Air Ventilating Equipment for the Kanmon Vehicular Tunnel

六角康久* 土肥孝政*
Yasuhisa Rokkaku Takamasa Doi

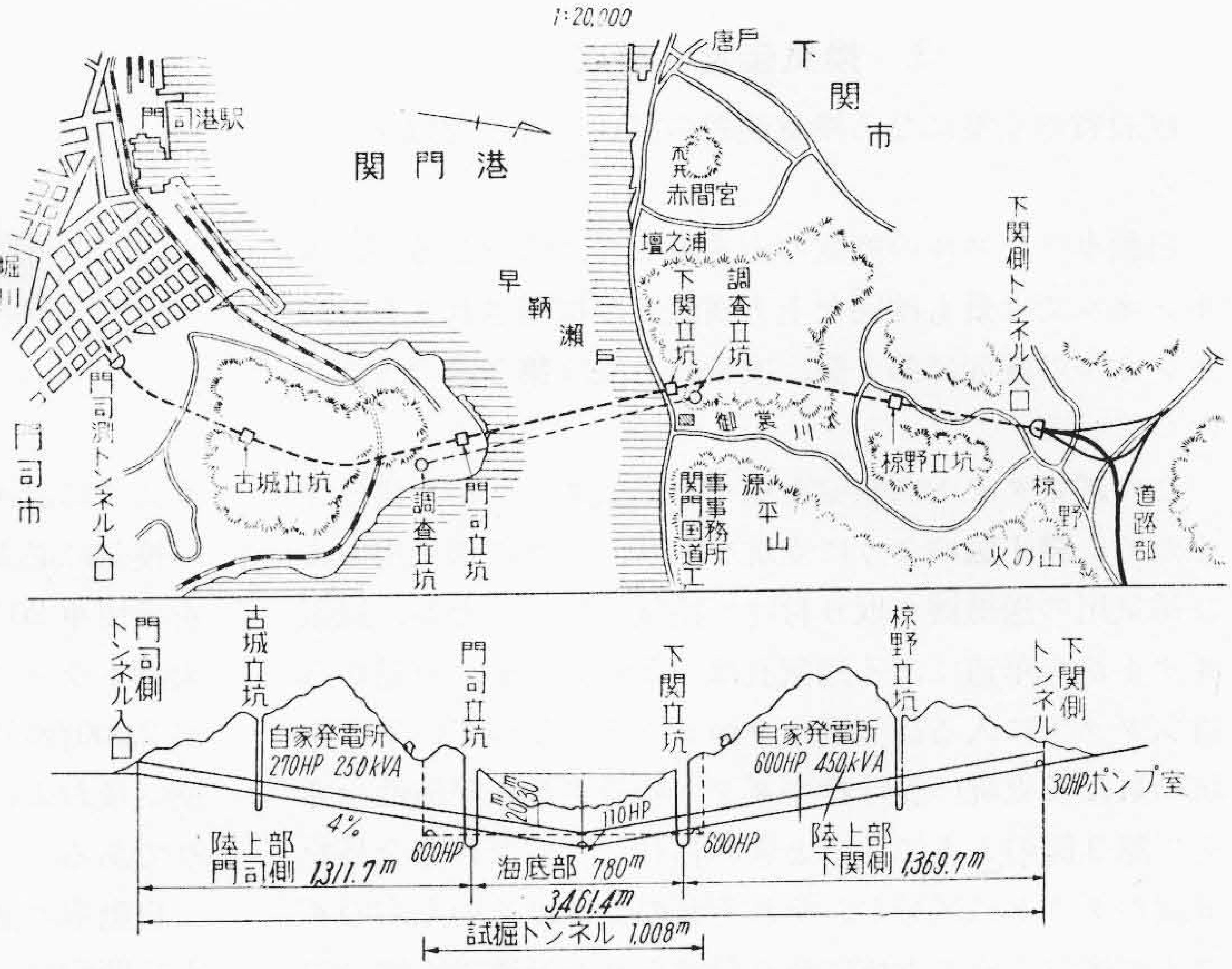
内容梗概

昭和33年3月本州と九州を自動車で結ぶ関門国道トンネルが開通した。このように長い自動車トンネルには，換気装置がぜひ必要である。このトンネルに装備された換気装置は，経済運転を旨としておりトンネル内COガス量に従つて，自動的，連続的にきわめて広範囲の風量調節を行い全体としての効率も非常に高く独創的なこと，規模の大きなことで世界にも類例を見ない。

本換気装置完成に当りこの装置に用いられた送風機および切換用ダンパを中心として内容の概要を紹介する。

1. 緒言

本州と九州とを分離している関門海峡に鉄道トンネルが開通して以来，両地域間の交通は非常に便利になつたが，これに加えて自動車による輸送体系を構成すれば，両地域間の経済開発に資するところはまことに大である。この目的を達成するため，海峡の最短部に自動車トンネルをうがつ案が取りあげられ，昭和14年に着工した。途中世界大戦のため一時作業は中断されたが，戦後再開され昭和33年3月いよいよ開通の運びとなつた。このトンネルの地域的見取図を第1図に示す。この関門国道トンネルは海底をくぐる自動車トンネルとしては世界最長であり，水底自動車トンネルとしては，枝道を含む全長では英国の Mersey Tunnel に次ぐが，本道だけの長さでは世界最長で，また単に自動車トンネルとしても上記トンネルより長いものは，仏伊間に工事中の Mont Blance Tunnel があるだけである。



第1図 関門国道トンネル現地見取図

その延長は3,461.4mにも達するので，このように長い自動車トンネルでは自動車の排気ガスのための換気装置を必要とする。以下その換気装置の概要を紹介し，あわせてこの換気装置の一部として納入した送風機およびダンパについて述べる。

2. 換気の必要性

自動車の発生する排気ガスの成分は機関の型式，燃料，温度，負荷などによつて相当変化するが，一例として全負荷で市街地走行時のガソリン車およびディーゼル車の排ガスの成分をあげると第1表(1)のとおりである。

第1表 自動車の排気ガスの成分の一例 (%)

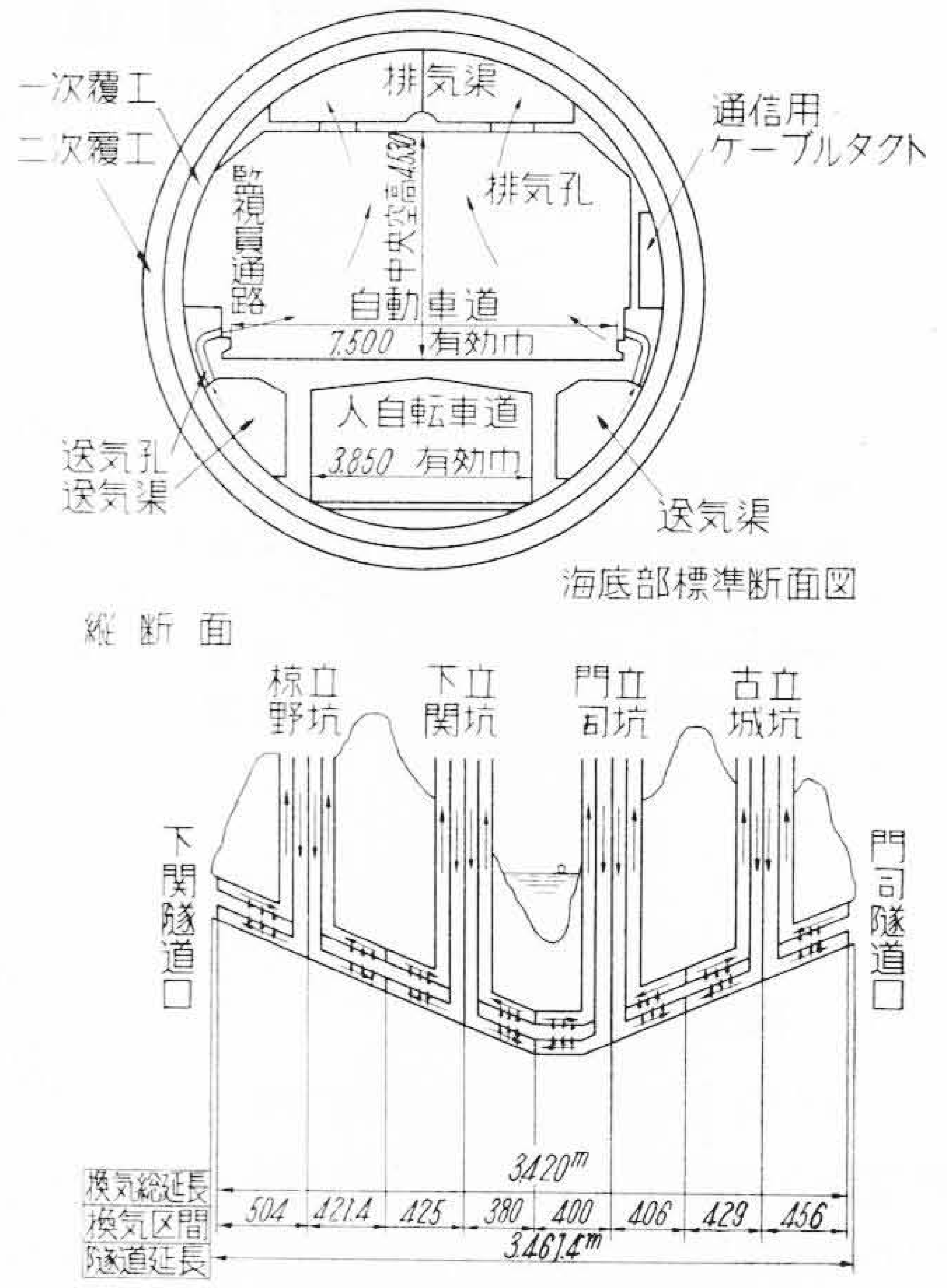
ガス成分 / 自動車の種類	CO_2	CO	CH_4	H_2	O_2	N_2
ガソリン車	5.8	6.1	0.8	2.9	6.9	77.5
ディーゼル車	4.7	0.2	—	—	14.9	80.8

このうちCOガスが有毒であることは周知の事実であり，文献によればその中毒症状は第2表に示すようになつている。しかも第1図に示すように，海底トンネルにおいては中央が凹んでいるため，自然換気は期待できず，トンネル内の空気をそのまま放置するときは，通過する自動車の排ガスがたまつて通行不能の状態となる。したがつて，トンネル内勤務者の作業時間を50分と考え，COガスの濃度を0.04%以下にする必要があるとして，関門国道トンネルの換気装置の計画が進められた。

* 日立製作所川崎工場

第2表　一酸化炭素の中毒症状

症　状	CO濃度(%)	血液汚染度(%)
数時間までは徴候を認めず。	0.01	
1時間以内ならば徴候を認めず。	0.04～0.05	10
1時間程度で頭痛を瞭り自覚する。	0.06～0.07	20
頭痛鼓動の異常を感じ失神するが1時間以内なら生命に危険なし。	0.1 ～0.12	20～40
1時間以内に失神，危険状態に陥る。	0.15～0.20	40～50
1時間以内に死亡	0.4以上	70
3分間で死亡	3.0	



第3図　トンネル換気図

3. 換気装置の構成

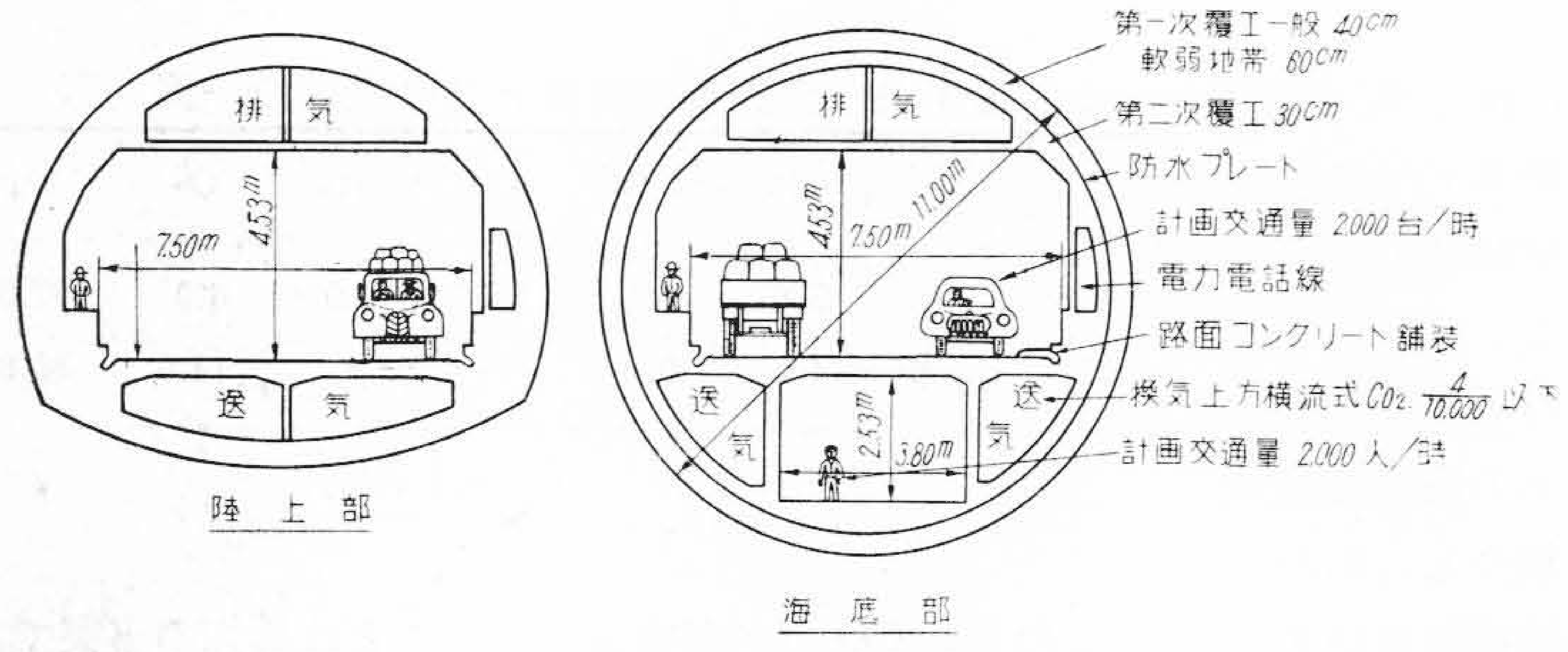
建設省の立案になる換気装置の構成の骨子を以下に述べる。

自動車トンネルの換気の方式としては種々あるが，本トンネルでは最も確実な上方横流式が採用されており，トンネルの断面は**第2図**，換気の方法は**第3図**のようになつている。

この送気ダクトに空気を送り，排気ダクトから排出するために**第1図**のように立坑を掘り，これに送気用および排気用の送風機を取り付けて換気を行う。なお，送気ダクトから車道に出る送気孔は 4.5m ピッチ，車道から排気ダクトに入る排気孔は 9mピッチとなつている。立坑の数は各立坑の受け持つダクトの長さから経済性を考えて**第3図**のように4本ときめられた。すなわち全長を8個のダクトに区分し，それぞれの立坑はその左右のダクトの換気をその立坑に取り付けられた軸流送風機で行うように計画されている。

換気に必要な風量は自動車のトンネル通過台数の種別を乗用車20％，小型トラック30％中型トラック40％，大型トラックおよびバス10％とし，時間あたりの交通量が2,000台の場合を最大風量として定められ，各ダクトの換気量およびそれに対する所要風圧は**第3表**に示すとおりである。

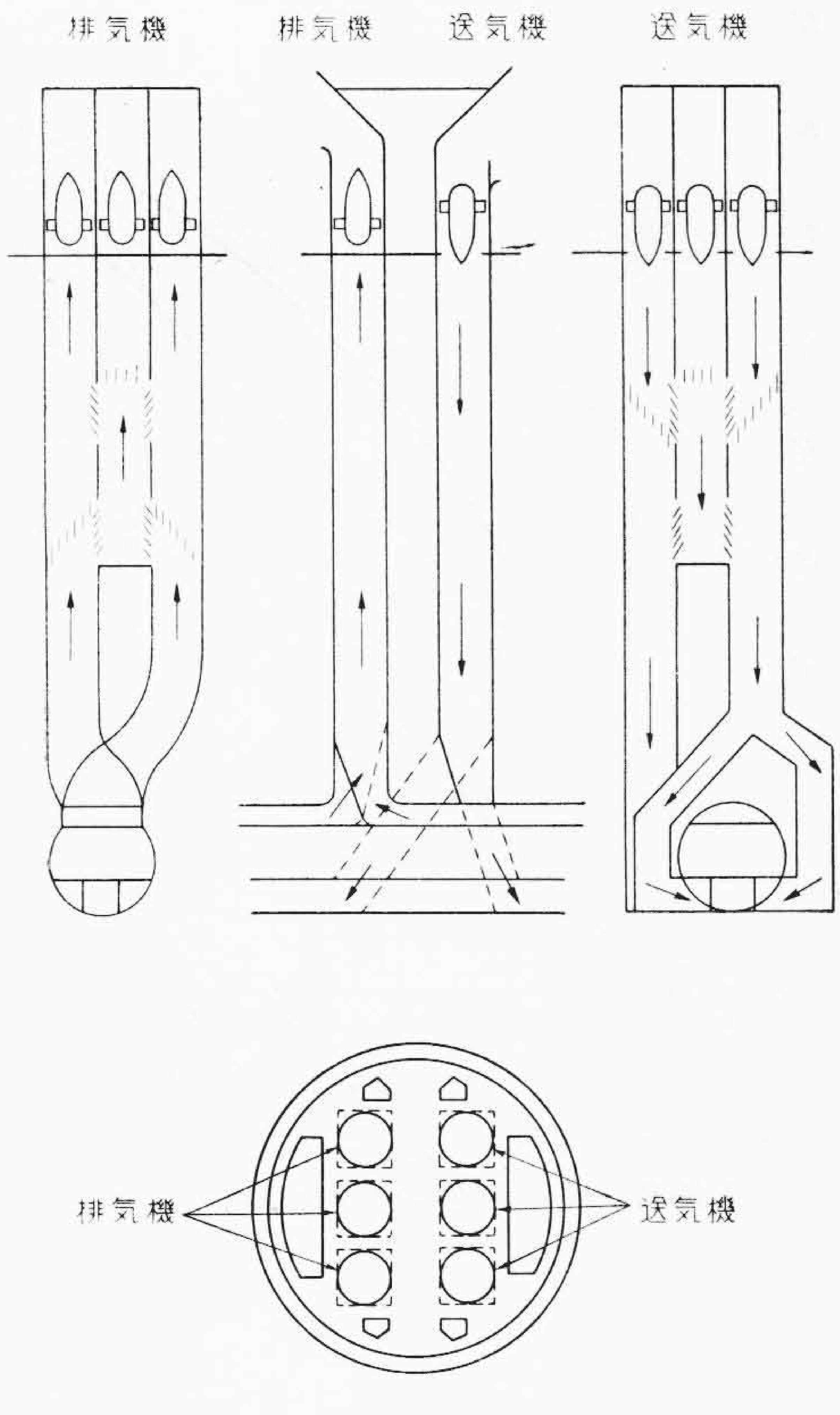
自動車の通過台数は年々増加する一方，一日のうちでも時間的にたえず変動し，所要換気量は大幅に変化する。したがつて，経済上からこの換気装置は随時ダクト内の通風量を変更しうるものでなければならない。この風量調節は100～20％の広範囲にわたつて効率よく行われることが必要であり，さらに1台あたりの出力をおさえるため，まず大まかな風量調節区分としては台数の切り換えを行うこととし，左右合計2個のダクト（これをトンネルダクトと呼ぶことにする）に対して，大風量の場合3台，標準風量の場合2台，小風量の場合1台の送風機を駆動する。したがつて1箇所の立坑の内部は送気側，排気側とも**第4図**に示すように3つのダクト（これを立坑ダクトと呼ぶことにする）に分けられ，そのおのおのに1台ずつの送風機を設置し，この各立坑ダクト内およびダクト間の



第2図　トンネル断面図

第3表　各ダクトの通風量および所要圧力

立坑	椋野		下関		門司		古城	
ダクト区分	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
通風量 (m^3/s)	116	96	97	87	87	93	94	104
送気圧力(mmAq)	26.53	21.29	21.40	26.37	25.76	20.18	23.56	26.29
排気圧力(mmAq)	33.44	25.99	25.43	26.53	25.79	23.08	27.05	29.49



第4図　立　坑　断　面　図

壁にダンパを取り付け，台数の切り換えと同時にこのダンパを開閉するようになつている。この方法は九州大学の葛西教授の発案によるもので，世界においてもほかに類をみない独創的な方法である（5ダンパの項参照)。

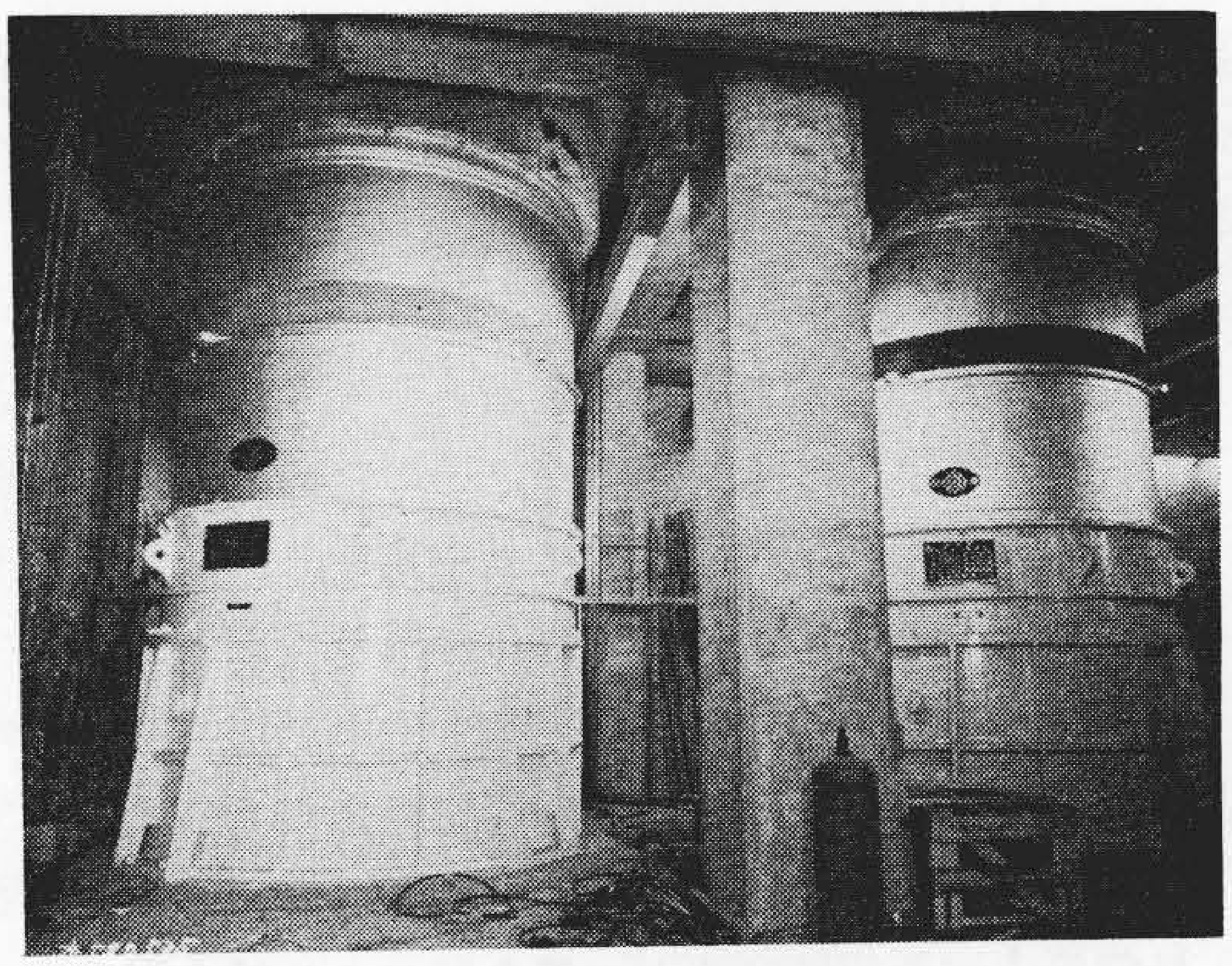
風量調節は，台数切り換えのほか，各送風機自体でも効率よく適当な風量調節が可能で，これらを併用することにより全範囲の調節を効率よく行うよう計画された。

これらの送風機およびダンパの操作はいずれもトンネル内のCO濃度を検出しその構成部分は随時自動的に制御される送風機，ダンパ，CO検出器，制御装置からなり，各立坑ごとに相互に自動的に連動するほか，下関立坑に設けられた中央制御室では，各立坑の換気装置の状況が一目でわかるようになつている。

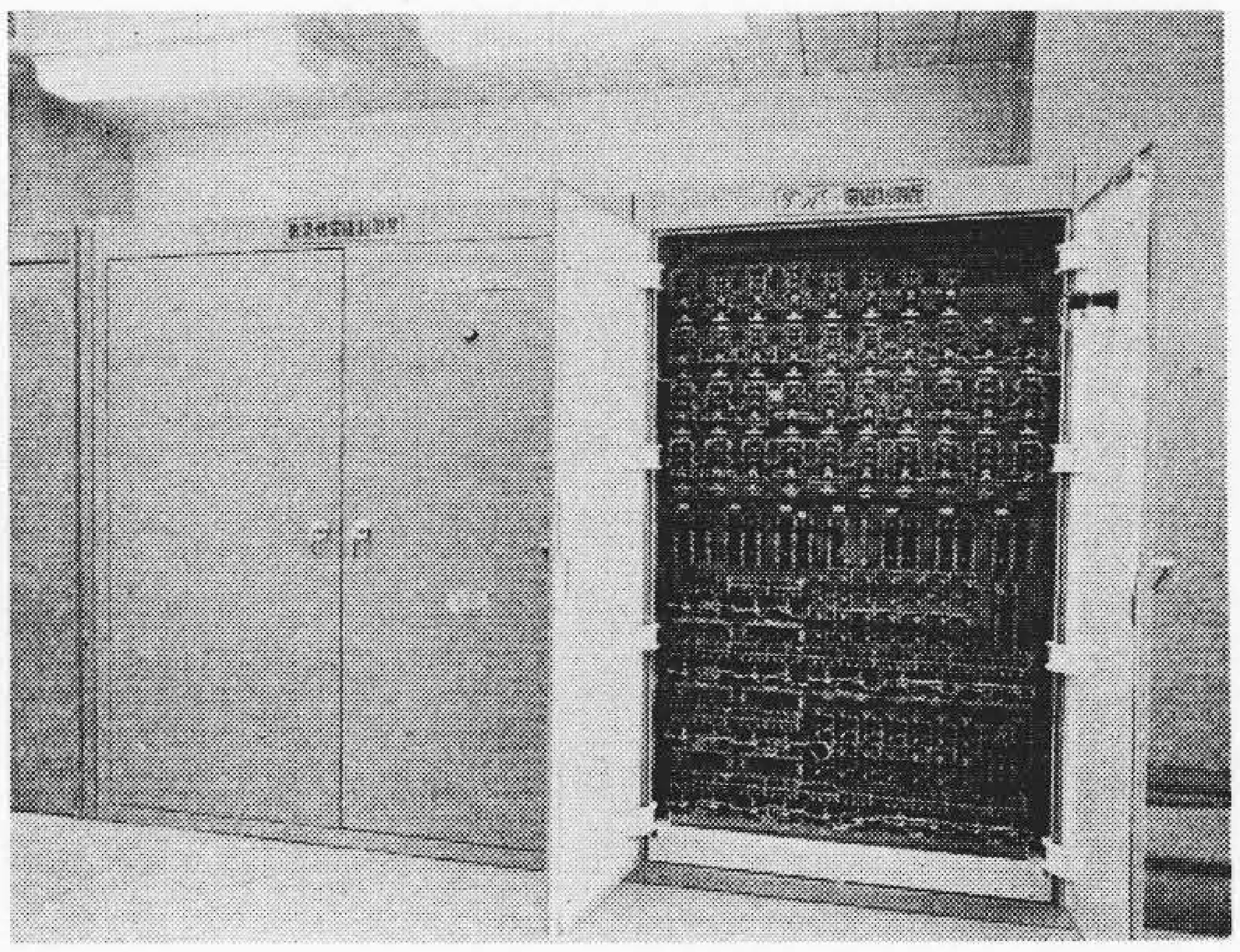
これらの換気装置の製作にあたつて特に強調された点は下記のとおりである。

（1）　このトンネルは世界の代表的な自動車トンネルとして全世界の注目をあびることは必至であり，ここで使用される製品はわが国科学技術の水準を示すものとして諸外国の既設の設備による先入観念にとらわれることなく，わが国の事情に最も適した優秀な方式を生み出すこと。

第5図　下関立坑機械室



第6図　排気用送風機



第7図　制御装置

（2）　換気用の動力は，最大1,000kWにもおよぶことが予想されるから，その時の状況で換気量が種々に変化しても，そのあらゆる換気量で高効率をもつて運転されなければならない。

（3）　換気装置は人命上いささかの休止も許されない

から，絶対信頼性のあるものでなければならない。

上記の換気装置は送気用送風機（送風機の中の半数）を除く全装置を日立製作所で製作し，納入後の成績もきわめて良好である。これらのうち，CO 検出器および制御装置については別に記述することとし，ここでは送風機およびダンパのみについて述べる。

第5図は下関立坑に設けられた機械室で，この中に送風機および制御装置が設置されている。第6図はその排気用送風機を，第7図はその制御装置を示す。

4. 送　風　機

4.1 計　画

送風機は前述のような用途の特異性を考慮し，風量調節の場合の高効率と高度の耐久性を満足するよう，その設計計画にあたつては，あらゆる点から十分な検討を行つた。各項目について簡単にその計画上の要点を述べる。

4.1.1 風量調節の方法および効率について

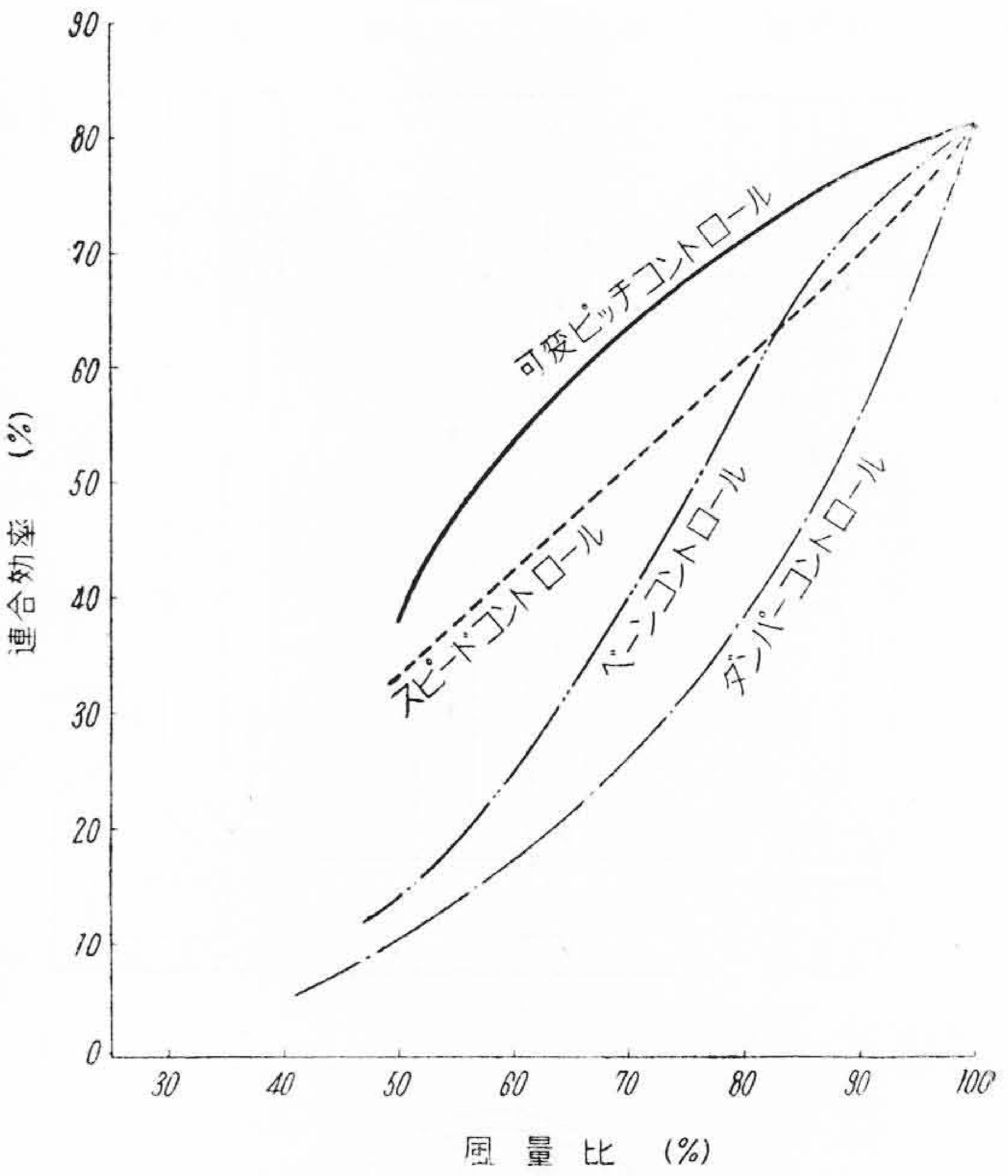
風量調節の一つの大きな段階として台数の切り換えを行うことは前にも述べたが，そのため個々の送風機としては三つの抵抗曲線上で効率良く，しかも安定した運転をすることが要求される。風量調節方法としては種々の方式があり，それぞれその風量比に対する効率の変動ならびに特性曲線の変化はまちまちで，すでに本誌[(2)]に紹介したように，軸流送風機の代表的な風量調節方法を比較すると，第8図および第9図のようになる。この検討結果から，本送風機については極数変換による2速度と可変ピッチコントロール方式を併用する方法を採用した。なお風量調節の全範囲の中では設計点が最も効率が高くなるので，2速度によつて生ずる2つの効率の最高点が，全範囲にわたり経済上最も有利になる位置にくるように選択した。

4.1.2 設計点の効率

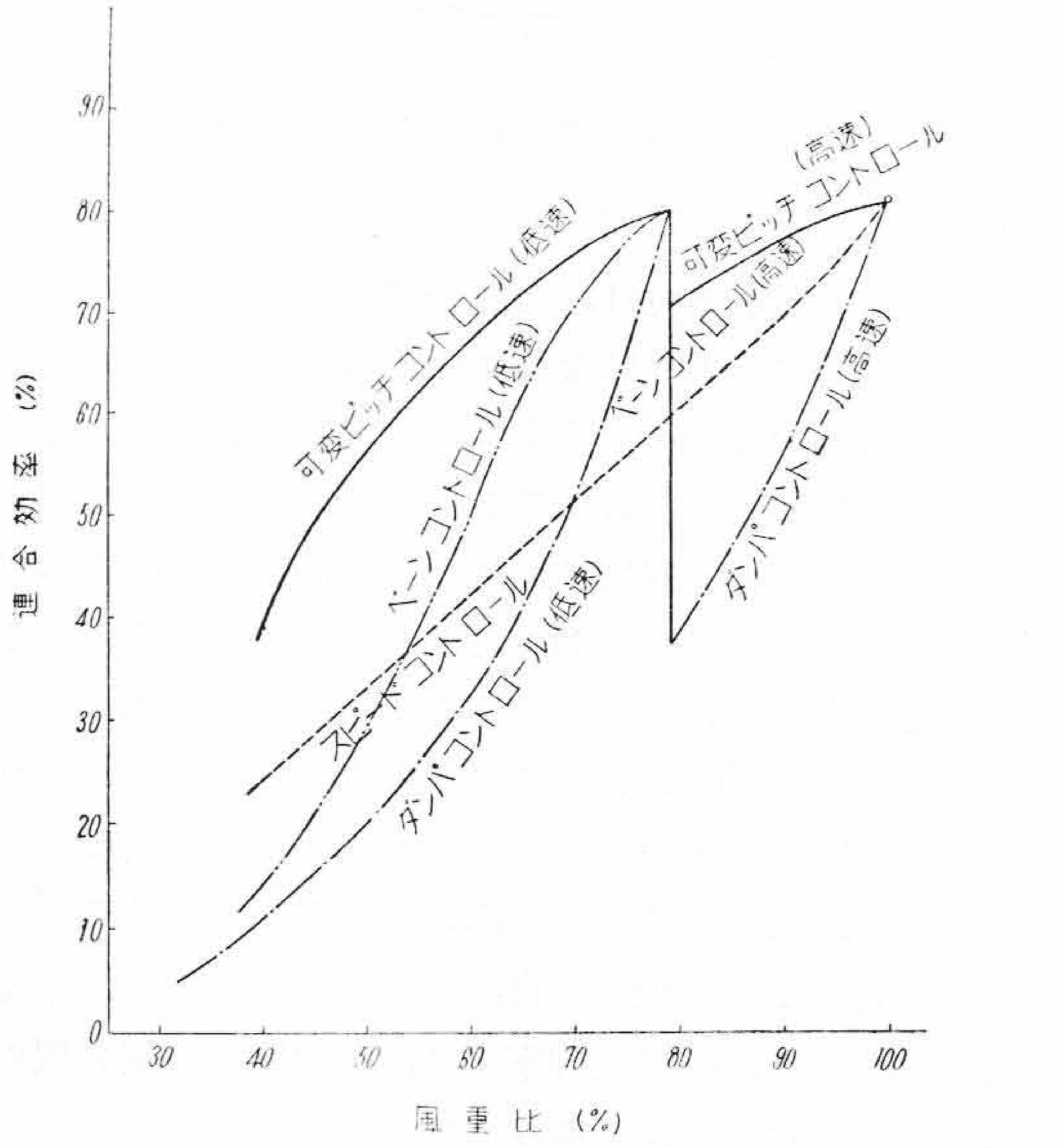
設計点の効率としては85%以上を目標とし，寸法，回転数などの諸元の選定は，詳細な検討を行つて決定した。なおあとで詳細に述べるように，実際の性能試験における最高効率は86～87%となり，目標以上の高効率を示した。この値は50HP程度のプロペラファンとしては記録的なもので現在望みうる最高の効率である。

4.1.3 可変ピッチ機構

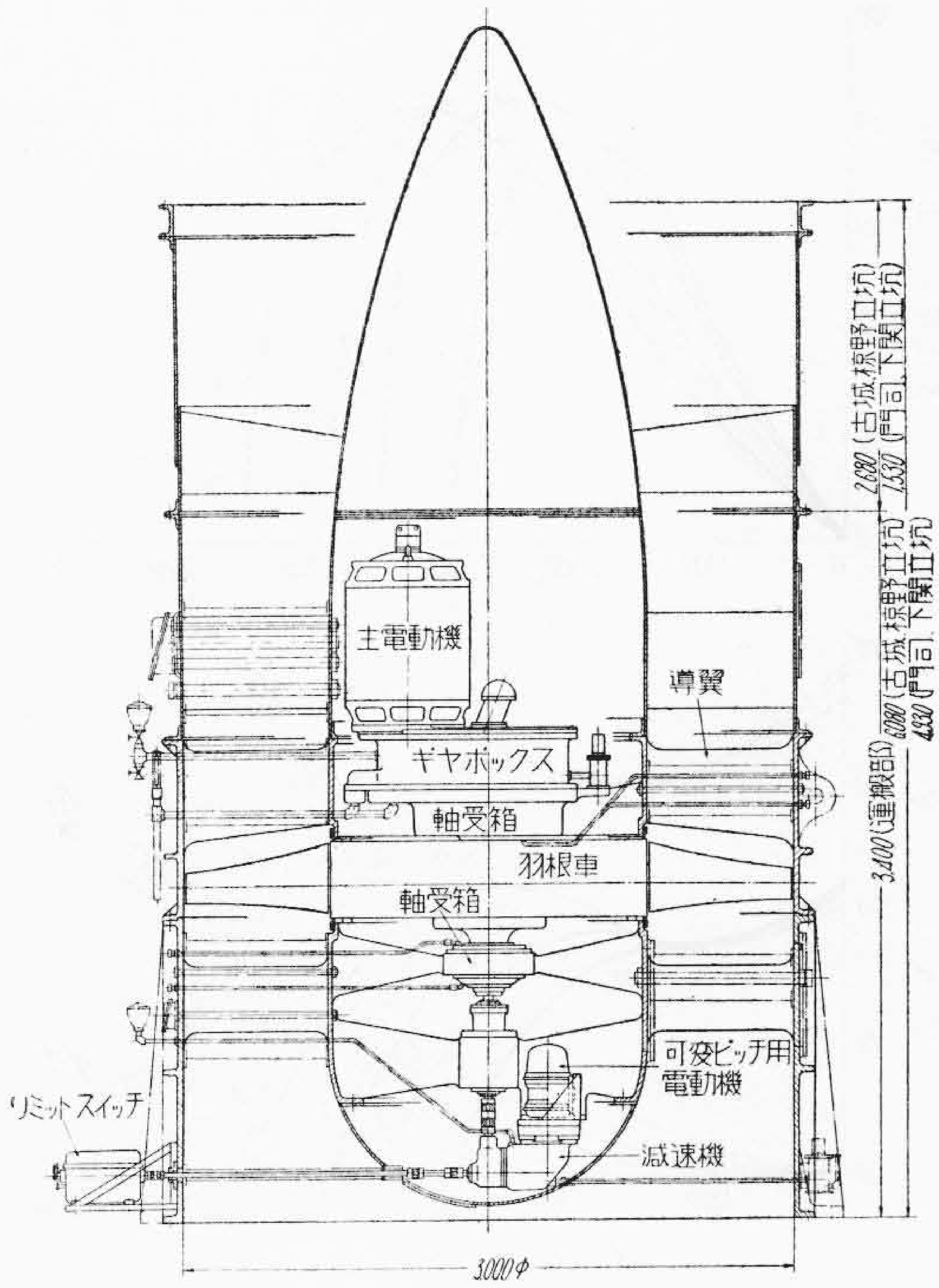
風量調節の場合良好な効率を維持するため，可変ピッチ方式を採用したが，これを運転中に自由に行う方式は，送風機としてはわが国で初めての試みであり，トンネル換気用としてこの種の送風機を用いたものは諸外国にもその例をみない。計画の当初においては，油圧サーボモータ機構のものや，減速機を介する純機械的なものなど諸種の案を検討したが，動力の伝達を直接的にして保守を簡単にするため，小型電動機を用い減速機を介する方法を採用した。なおこの機構の運転を円滑にするため，羽根の遠心力はボールベアリングで受け，羽根の回転モーメントの調整にはスプリン



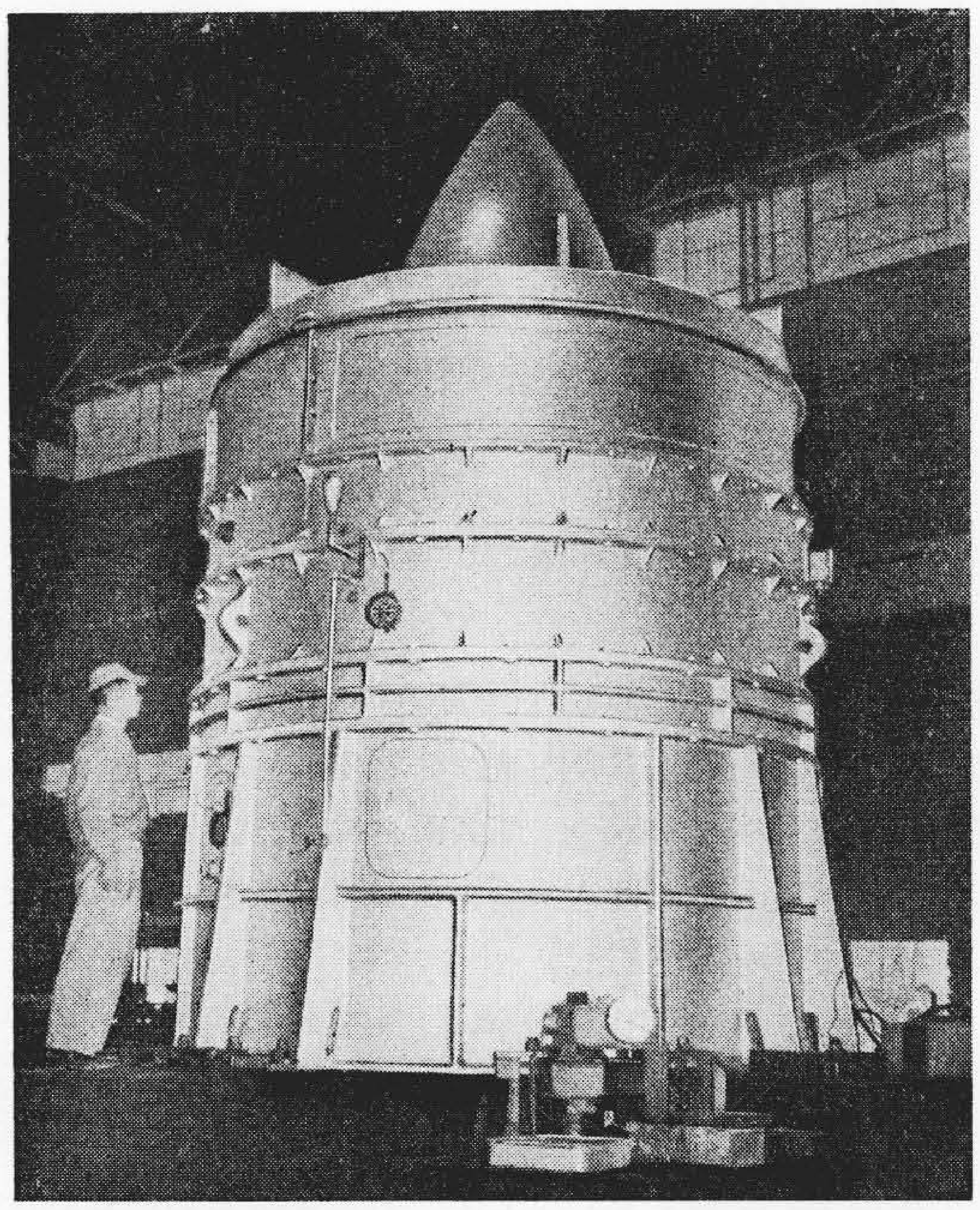
第8図　プロペラファンの各種コントロール方式の効率比較（1速度の場合）



第9図　プロペラファンの各種コントロール方式の効率比較（2速度の場合）



第 10 図　送風機（排気機）構造図

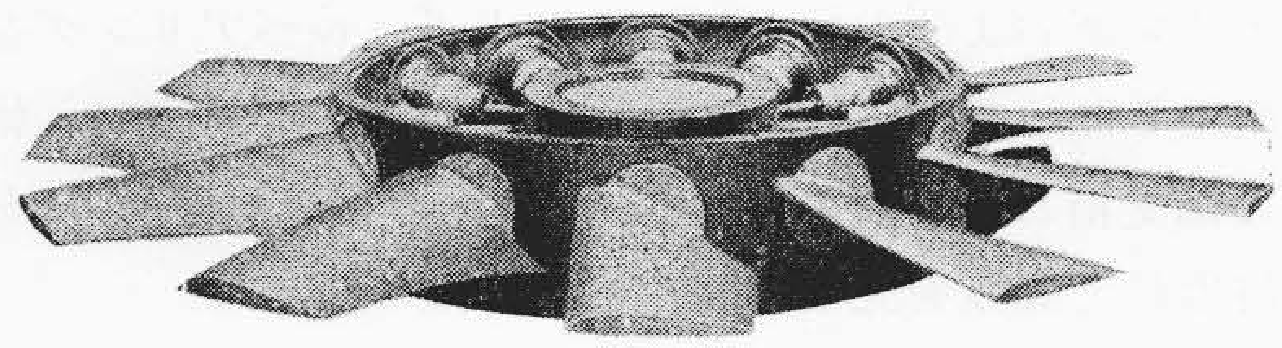


第 11 図　関門国道トンネル換気用立型 3,000 mmφ 軸流送風機

グを採用した。

4.1.4　塵埃に対する考慮

トンネルから巻き上る塵埃が排気中に含まれるか



第 12 図　羽　　根　　車

ら，排気用送風機すなわち排気機としては特にこれに対する考慮が要求される。電動機をはじめ減速機，可変ピッチ機構など主要部分はすべて内筒内に装備されているから，内筒内に塵埃が侵入しないよう，負圧とシーリングファンとを利用した特別な侵入防止装置を施した（新案第459934号）。また軽合金製の羽根表面が塵埃そのほか細かい砂粒などで傷つくのを防止するため，ガラスの80％硬度をもつ焼付塗料を使用したが，これは耐薬品性，耐候性，付着性もよく，使用にあたつては数回のテストを行いその効果を確認後実施した。

4.2　設 計 内 容

本送風機（排気機）の仕様は下記のとおりである。

口径型式	3,000mmφ AP-GV
風　　量	87～116 m³/min
全 風 圧	23.08～33.44 mmAq
回 転 数	260/195 rpm
温　　度	20°C（トンネル内空気）
電 動 機	47/25HP 6/8p 220V60～VETO-KK
風量調節	極数変換と可変ピッチコントロールの併用

本機の寸法ならびに構造を**第 10 図**に，外観を**第 11 図**に示す。以下各部構造を簡単に述べる。

4.2.1　ケーシング

上部ケーシングは耐食アルミニウム合金板および同押出形材を使用し，下部ケーシングは高級鋳鉄製として，十分な強度と剛性をもたせ，また塩分に対する防食も完全である。塗装には耐水性，耐熱性の良い特殊アルミニウムエナメルを使用した。

4.2.2　羽根車および導翼

12枚の耐食性の良いアルミニウム合金鋳物製の羽根を同質のボスに取り付け，その構造は可変ピッチ方式とし，小型電動機により減速機を介して操作を行う。羽根は遠心力を受けつつ円滑に角度を変えられるよう，スラストボールベアリングを装備している。羽根の塗装はトンネル内の火災による熱気の上昇および塵埃の上昇に対する考慮からエポキシ樹脂塗料の焼付を行つた。**第 12 図**はこの羽根車である。導翼は 17 枚で翼断面をもち外筒内筒とともに一体鋳造である。

4.2.3　主軸および軸受

主軸は良質鍛鋼で，軸受にはスフェリカルローラベ

アリングおよびシングルスラストボールベアリングを使用した。潤滑には外部からの給排油をも考慮し，軸と軸受箱との貫通部分はオイルシールとラビリンスを併用して漏洩を完全に防ぐ構造になつている。

4.2.4 動力伝達装置

主電動機の回転を主軸に伝達するもので，ヘリカル減速歯車とし，ギヤは炭素鋼，ピニオンは肌焼鋼である。ギヤボックスの油が下の主軸受に入らぬようにするためオイルシールとラビリンスを併用して万一いくらかの漏洩があつた場合にも軸受へ入らず外部へ取り出せる構造とした。

4.2.5 可変ピッチ機構

内筒内に装備した小型電動機より減速歯車を介して，ネジをもつた操作用軸を上下に動かし，レバーを介して羽根の角度を調節する構造で，減速比は約 1：7,200，可変角度は28度である。電動機の制御開閉にはリミットスイッチを使用し，あらかじめ設定した任意の羽根角度にセットすることができる。

4.2.6 主電動機

電動機は閉鎖通風型で，固定子線輪には無アルカリガラス絶縁電線を使用するとともにシリコーンを用いたH種絶縁方式を採用しているので，固定子線輪の温度が180°Cで連続使用しても十分な信頼性をもつている。回転子は二重籠形とし，起動電流を小さくしてある。軸受にはボールベアリングを使用し，グリースは高温，高湿に対しすぐれた特性を有するシリコングリースを使用している。

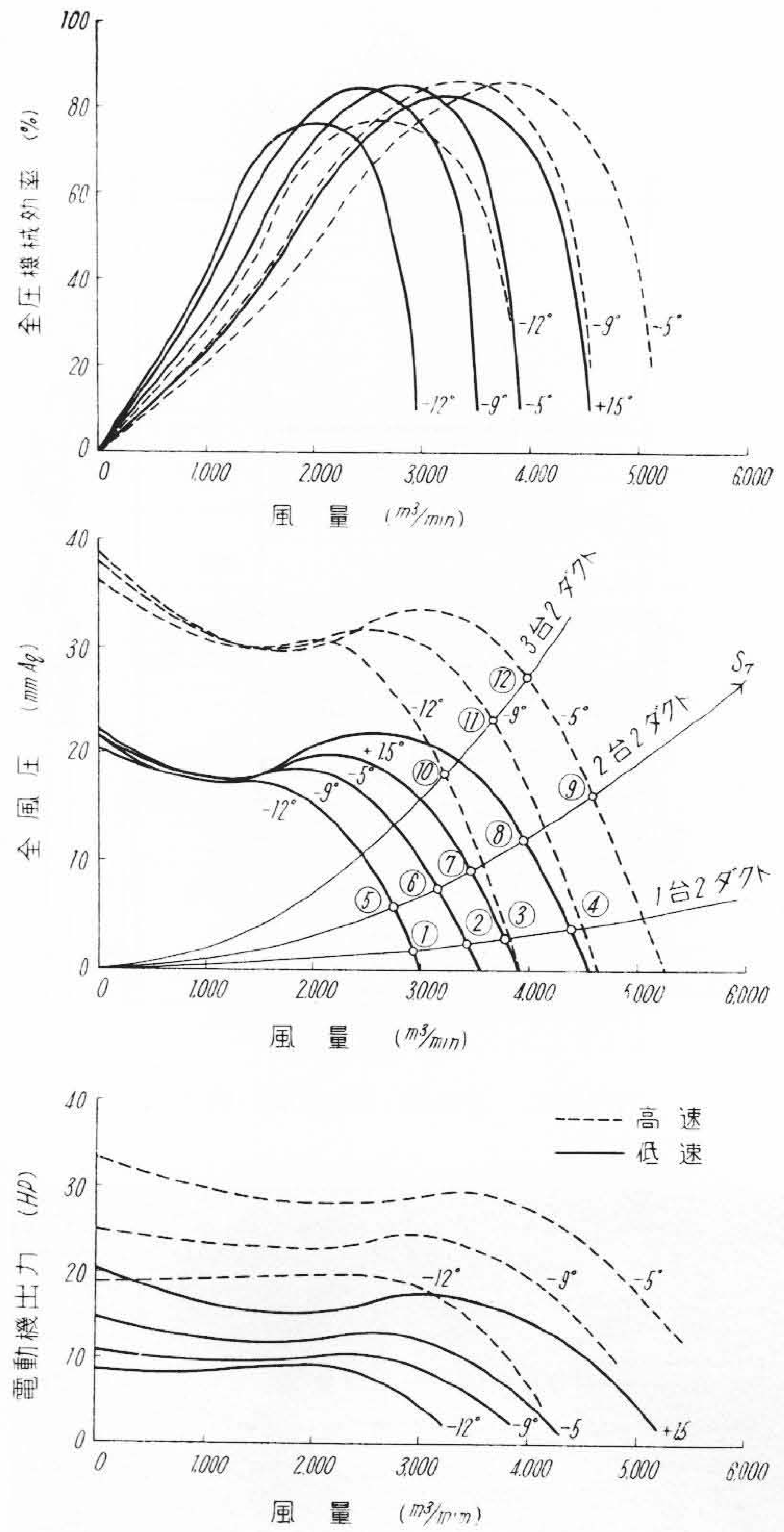
4.2.7 安全装置

軸受の温度はケース外部に取り付けられた指示温度計で監視されるほか，異状温度上昇に対しては警報と同時に運転を停止する。またギヤボックスの油面の低下に対しては警報を，主電動機の過負荷に対しては警報と同時に運転停止を行うなどの安全装置を具備している。

4.3 試 験

本送風機はその用途の重要性にかんがみ特に厳重な工場試験を行つた。材料に対しては全部強度試験を行い，買入品に対しても厳重な品質検査を行つて万全を期した。

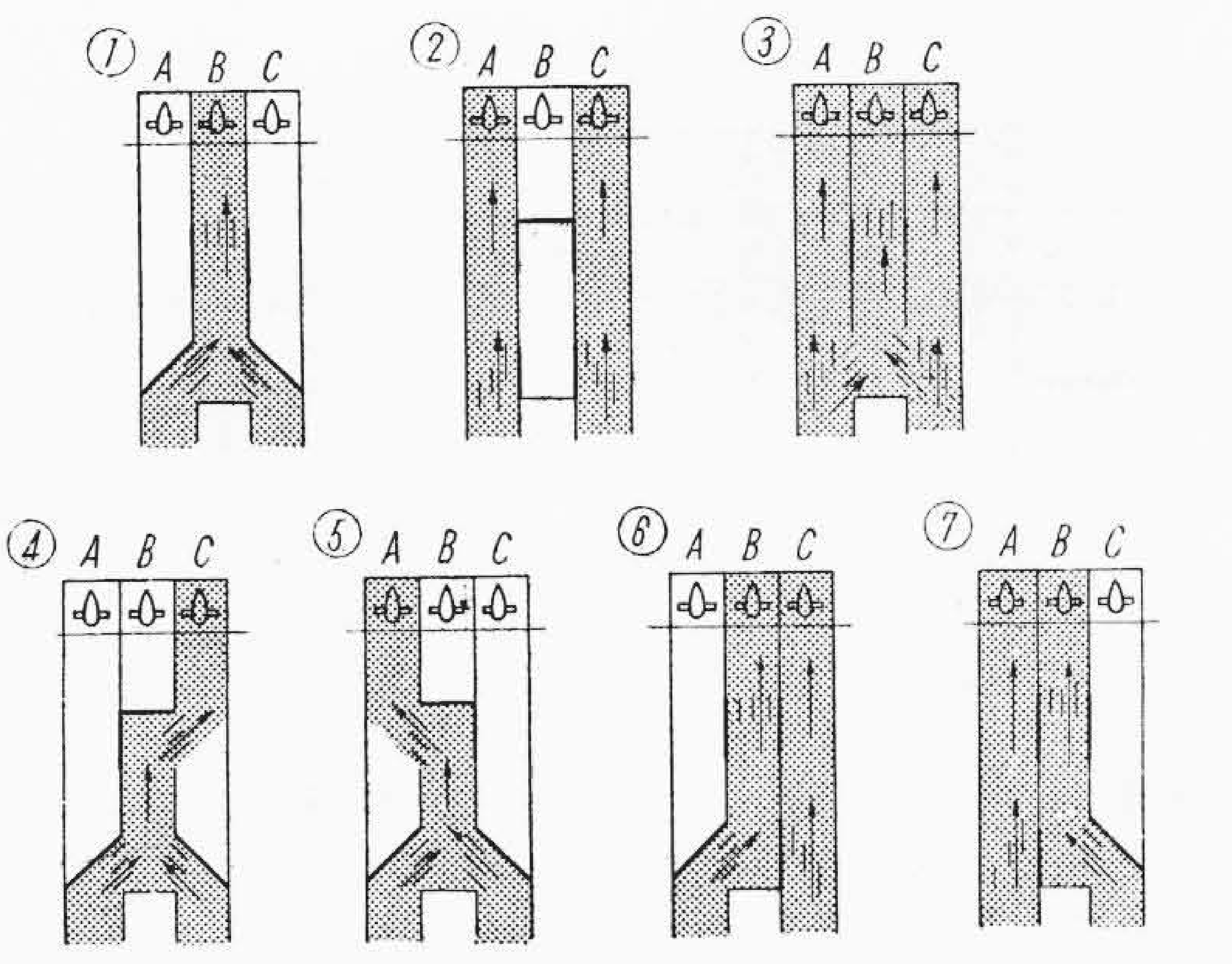
性能試験は通常ピトー管のトラバースによつて行うが，本送風機では口径が大きい上，2速度かつ可変ピッチ方式で測定点が非常に多いため，多孔ピトー管（ピトー管の集まつたもの）および多孔管（各点の平均値が出るもの）を使用した。特性の一例を**第13図**に示す。2速度と可変ピッチ方式との併用の効果を十分に発揮しており，最高効率は86％できわめて優秀である。図中の3本の二次曲線が台数とダクト数の組合せによる3種の抵抗曲線を示し，特性曲線との交りの○印は12段階の作動点を示している。工場内試験としてはこのほか連続運転試験後分解検査を行つて部品に異常のないことを確認し，散水試験，粉末吸込試験を行つて内筒内に異物の侵入しないことを確認した。

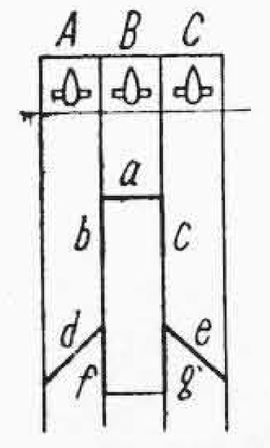


(S$_7$ ダクトに対するもの)
第13図 送風機（排気機）特性曲線

5. ダ ン パ

立坑上部におかれた送，排気機おのおの3台は，3本の立坑ダクトに連りさらに立坑左右の2本のトンネルダクトに連る。この3台の送風機と2本のトンネルダクトを送風機運転台数に応じて適宜結びつける役目を果すのがこのダンパで，約0.8m×3m角のダンパ翼が4～7枚1組となり，全立坑で56組，300枚におよぶ尨大なものである（**第4表**）。以下項目別に述べる。

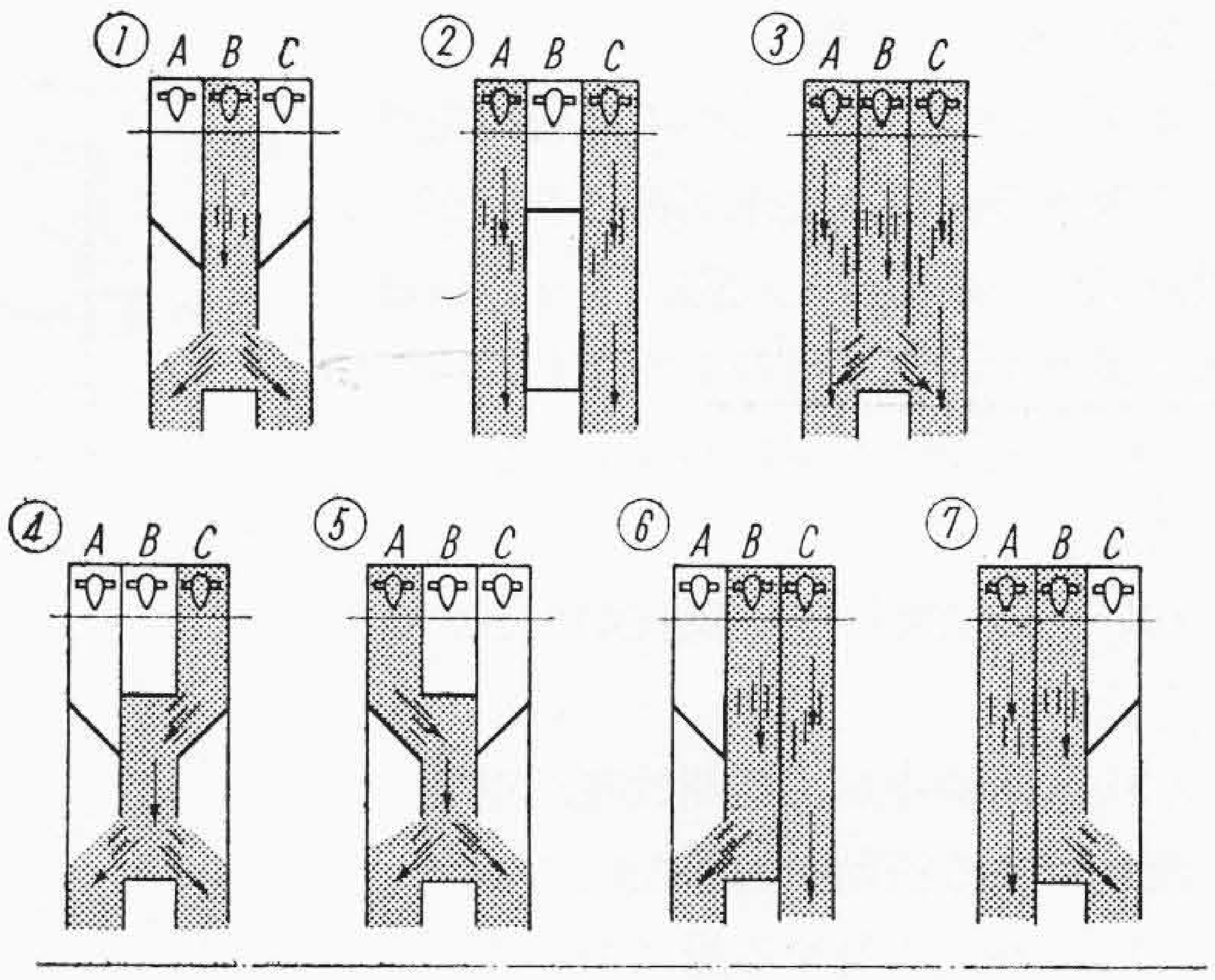


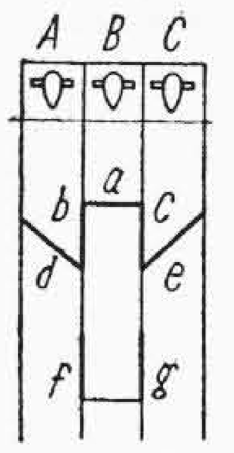


ダンパ＼構成	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a	○	●	○	●	●	○	○
b	●	●	●	●	○	●	●
c	●	●	●	○	●	●	●
d	●	○	○	●	●	●	○
e	●	○	○	●	●	○	●
f	○	●	○	○	○	○	●
g	○	●	○	○	○	●	○

{○---- 開
●---- 閉

第 14 図　排気側送風機ダンパ構成図





ダンパ＼構成	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a	○	●	○	●	●	○	○
b	●	●	●	●	○	●	●
c	●	●	●	○	●	●	●
d	●	○	○	●	●	●	○
e	●	○	○	●	●	○	●
f	○	●	○	○	○	○	●
g	○	●	○	○	○	●	○

{○---- 開
●---- 閉

第 15 図　送気側送風機ダンパ構成図

第 4 表　立坑別ダンパ翼形状ならびに数量

使 用 箇 所	形状	数量	備　　考
古城立坑（a）	直	8 枚	1. (a) (b) (c) ……………の記号は第 14 図および第 15 図による
古城および椋野立坑(b.c.f.g)	曲	80枚	
古城立坑（d e）	直	24枚	
椋野立坑（a.d.e）	直	32枚	
門司および下関（b.c.f.g）	曲	80枚	
門司および下関	直	20枚	
門司および下関	直	56枚	
合　　計	300		

5.1　ダンパの構成

送風機 1 台 2 ダクト，2 台 2 ダクトおよび 3 台 2 ダクトを組合せると**第 14 図**および**第 15 図**に示すとおり，送，排気側おのおの 7 通りの場合ができる。この図の①，②，③を標準状態とし，④以下を特定機の故障または定期点検の場合の特別な状態とする。

5.2　ダンパの運転

5.1 に述べた各ダンパの構成（①～⑦）は次によつて切り換える。

故障機なしの場合は①，②，③間自動制御

A機故障の場合は①⑥間または④⑥間自動制御

B機故障の場合は④②間または⑤②間自動制御

C機故障の場合は①⑦間または⑤⑦間自動制御

各ダンパの開閉制御は自動制御系の換気用主幹制御器の指令により自動的に上記の組合せに従う。今，制御の一例として自動制御系の CO 検出系においてトンネル内の CO 量が規定値よりも多くなつたことを検出し，構成図①から②に，すなわち，B機単独運転からA，C機による換気に移らねばならぬ場合をとると次のようになる。このときは主幹制御器の指令により，ダンパ f，g が自動的に開位置から閉位置に，ダンパ d，e が閉位置から開位置に向つて電動機によつて起動され，規定の位置に達するとリミットスイッチの作動によつて自動的に電動機の電源が開かれ，同時に電磁ブレーキが作動してその位置を保ち，次の指令を待つ状態に至る。開，閉および作動中の表示は a，b，c，……各組ダンパについて制御盤にランプで表示される。ほかの構成切換の場合も上記に準じて行う。また，送気機，おのおの 3 台のうちのいずれかが故障の場合は，手動で送風機の選択を一度行つて，構成の組合せを前述の故障機の場合の，2 通りの制御組合せのいずれかに決めれば，ダンパは主幹制御回路を全然切り換えることなくふたたび送排それぞれ 2 機ずつで自動制御運転を続けることができる。また調整用としてダンパ操作単独回路を設け，この単独回路を選択すればスイッチによつてそれぞれのダンパを各組ごとに開閉制御することができるようになつている。

5.3 性　能

本ダンパの製作に当つては使用条件から数々の苛酷な要求が出されたが，設計工作上の特別な配慮により，ほぼ次の条件を満たすものができた。

(1) 閉鎖時の空気漏洩量が少ないこと。

(2) 開放時の空気抵抗が小さいこと。

(3) 閉鎖時および開放時，空気の流れによる振動を起さないこと。

(4) 外気に対する耐久力が大きいこと。

(5) 常時開閉するものであるから，所要電力を極力減らすこと。

(6) 作動が確実であること。

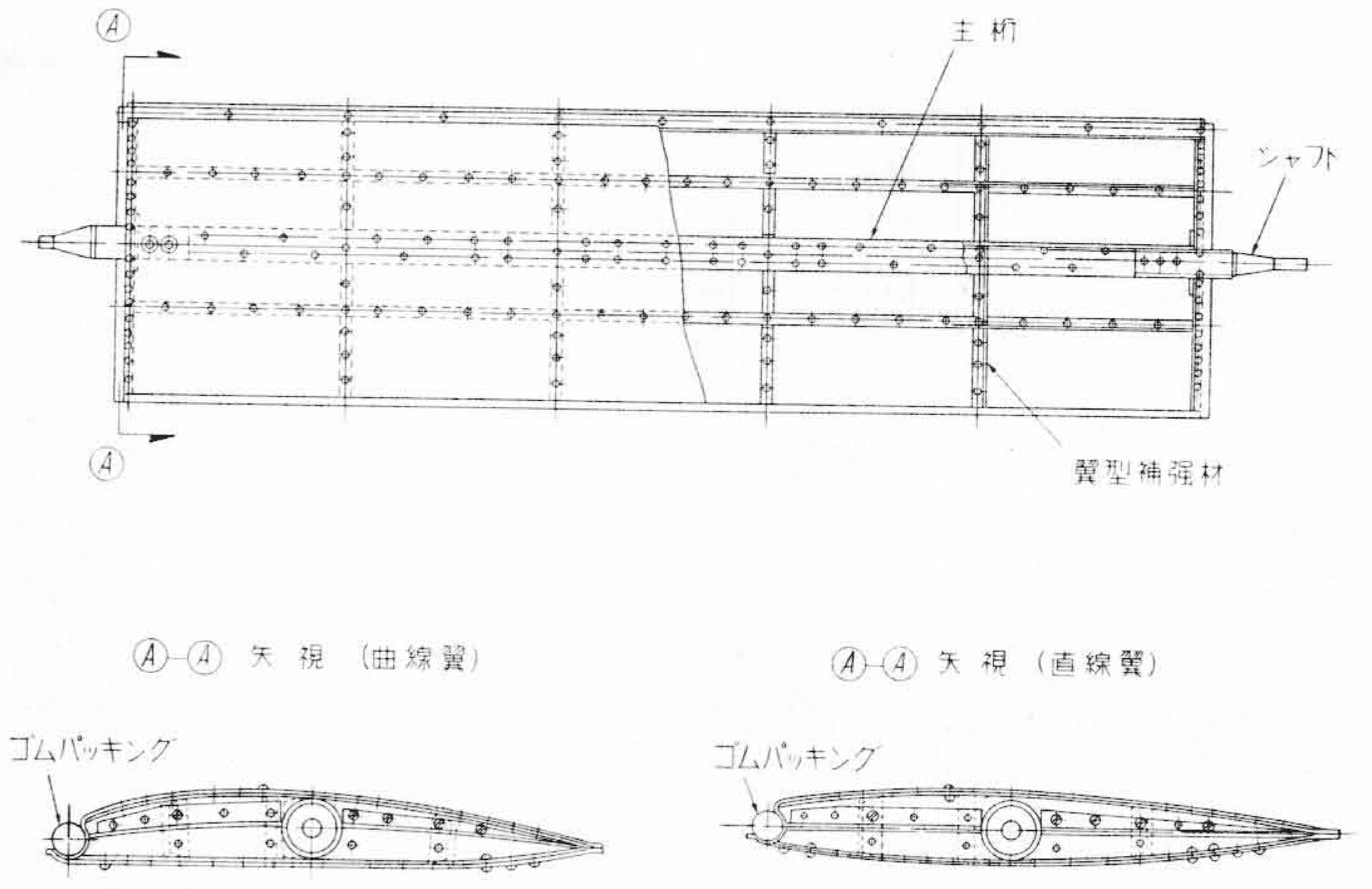
(7) 作動時間が短いこと。

(8) 自動制御が簡単にできること。

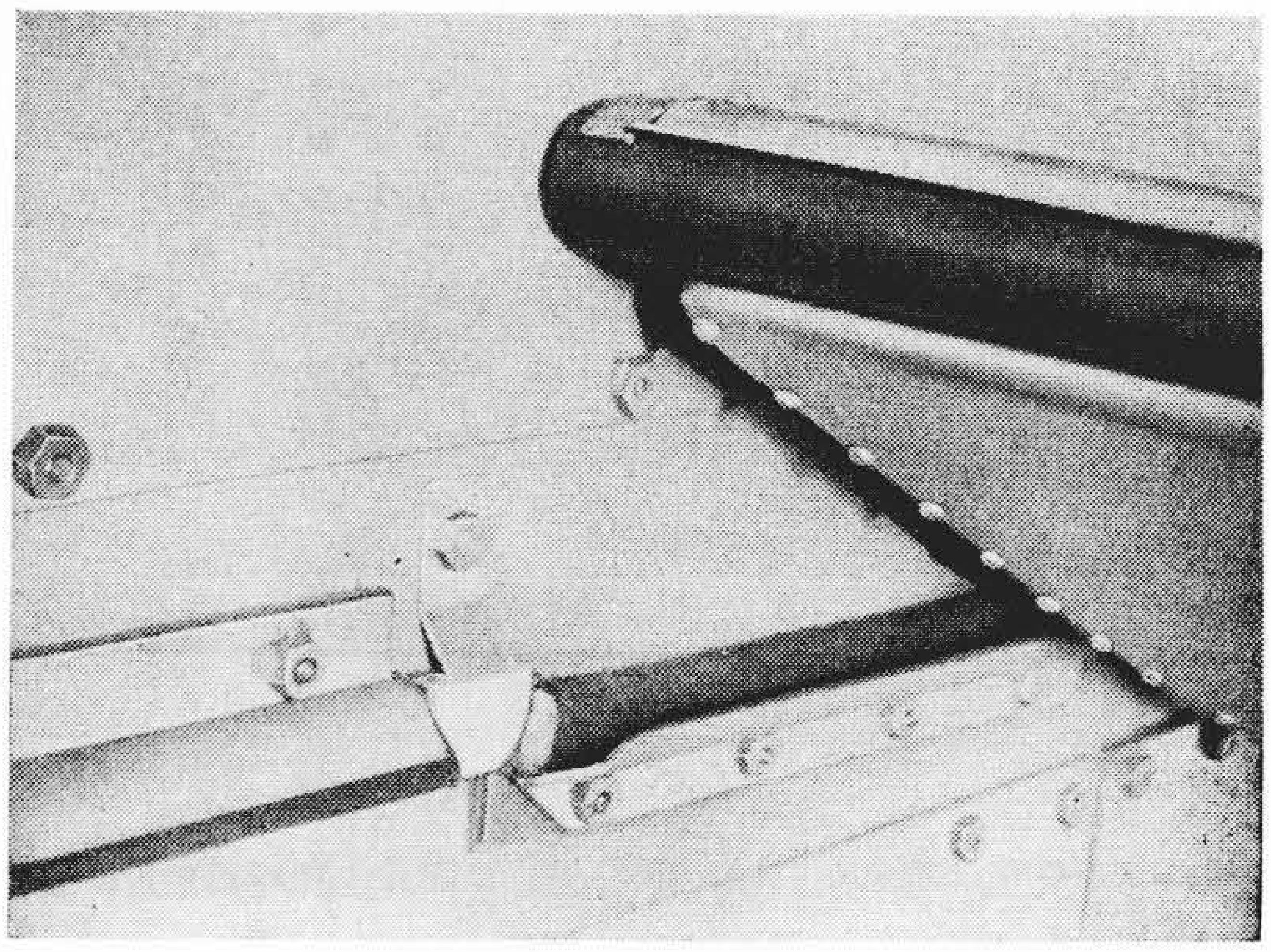
(9) 地下数10m の位置に据付くものであるから保守点検が容易であること。

(10) (9)と同様の理由で，装置全体の重量が軽く，特に組立分解の容易なものであること。

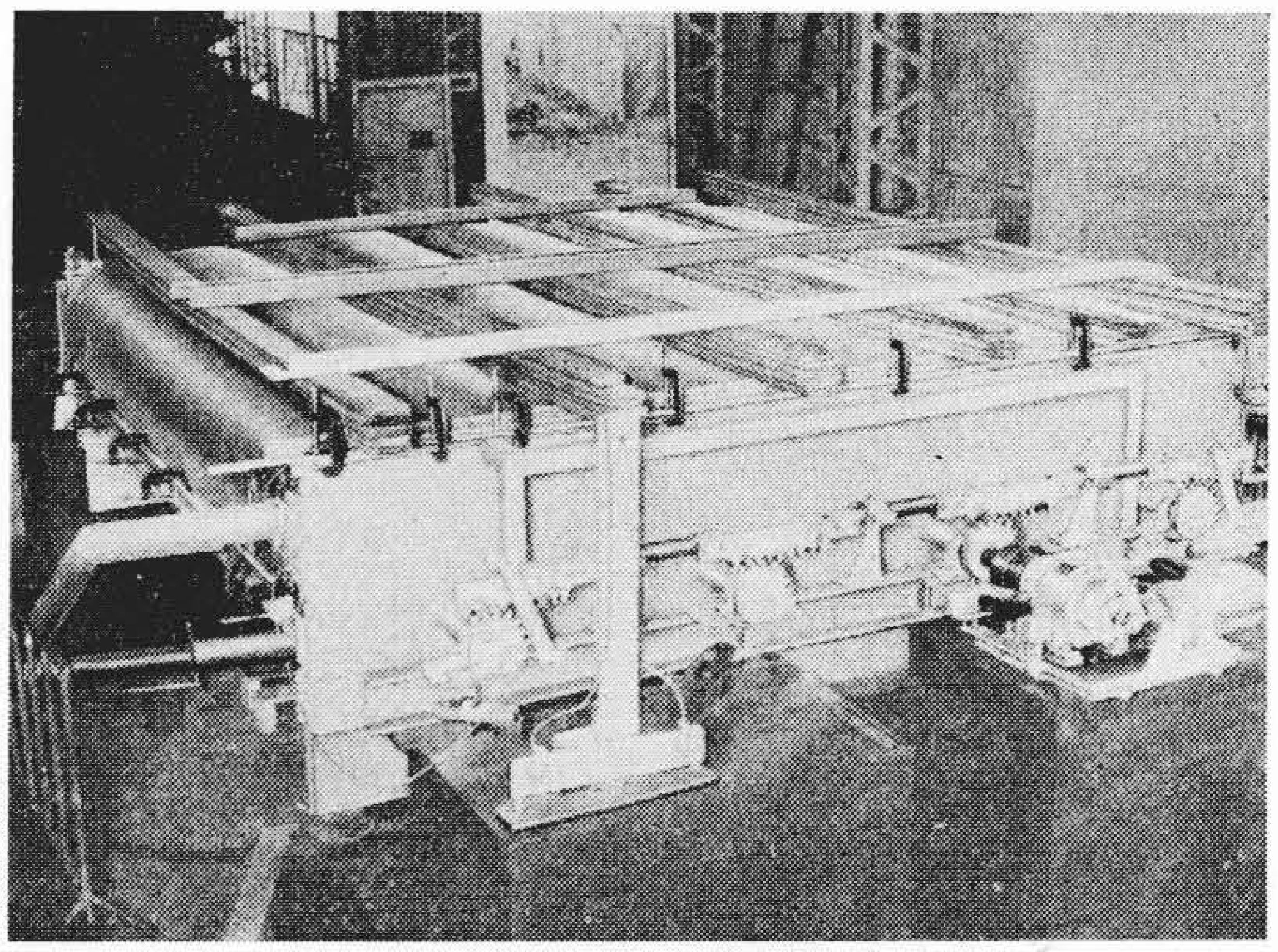
以上の条件を満たすため，翼型を考慮して抵抗を減らし渦流，脈動を避けるようにしている。また漏洩は最小限にとどめ，顧客要求の，送風機の計画仕様点において二千分の一以下という苛酷な条件を満足するものである。作動は確実円滑で，特に耐久性を考慮して，材質構造を吟味してある。次にこれらの各部構造を述べる。



第16図　ダ ン パ 翼 形 状



第17図　ダンパ翼端の漏風防止装置



第18図　ダンパの空気漏洩試験

5.4 各部構造および機能

5.4.1 ダンパ翼（第16図）

材料には耐食アルミニウム合金板および同押出形材を使用し，主桁形材とこれに鋲接およびボルトナット締めした翼型補強材の上に表皮を鋲接およびボルト締めした構造である。この軽合金製翼と鍛鋼製シャフトの接続部は，焼嵌とリーマボルトを併用して特に堅牢な構造としてある。以上の工作に当り，鋼材のアルミニウム合金と接触する部分には，すべて亜鉛メッキを施し，そのほかの部分には不銹鋼を用いて接触腐蝕の恐れのないよう考慮している。全体として応力外皮構造であり，1枚の外形が比較的小さく，かつ中央支持回転の形式となつているので，非常に丈夫である。翼断面は流れが直線の部分は対称翼，流れが曲る部分は転向角をつけた曲線翼として，整流効果を最大限に発揮すると同時に各種損失を最少とするよう考慮している。また漏洩を防止するため翼端およびケース側壁に特殊なゴムパッキングをつけて，閉鎖時の間隙をほとんど零に保つている。第17図にこのパッキング装着状態を示す。第18図にこのダンパの漏洩量試験の状況を示す。この試験はダンパケースの片側をビニール膜で包み，閉鎖したダンパ翼とビニール膜で形成される密室内に空気を送り込んで内部圧力を現地の使用状

態と同じに保ち，一定圧を維持するに必要な空気の供給量を測定して，漏洩量が顧客要求の現地換気状況における送風量の二千分一という値以下になつていることを確めると同時に，圧力のかかつた状態から起動試験を行つて運転に支障ないことを確認したものである。

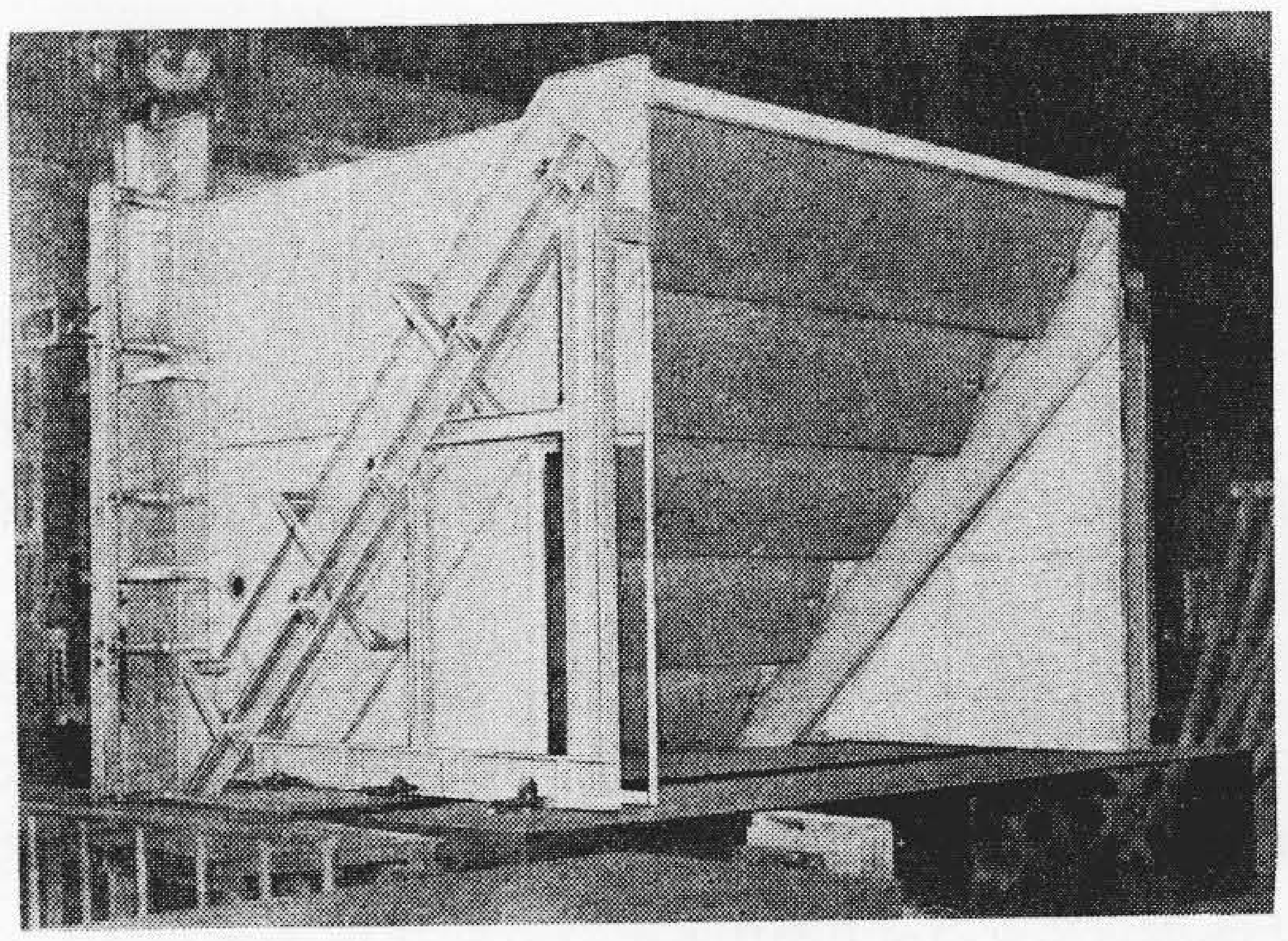
5.4.2　駆動機構

ダンパ翼は，その軸をベアリング台（次項参照）の上の自動調心型のボールベアリングでささえ，一端をラックピニオン機構で結び，中央付近のダンパ翼の一つの軸端をギヤカップリングおよび減速機を介して電動機に直結して開閉する方式である。この装置の外観は第18図に出ている。1組のダンパに含まれるダンパ翼はいつせいに作動し，ダンパ翼1組ごとに減速機，電動機が各1台，制御用リミットスイッチが各2個付属する。ベアリングに自動調心型を，カップリングにギヤカップリングを採用したのはダンパ翼の軸直角方向に自由度を与え，かつ機械部分に無理な荷重がかからなぬようにしたためである。また個々のダンパ翼を駆動するのにラックピニオンを使用したのは組立時の合せ作業を容易とし，かつ寸法誤差による機構のセリを極力低減するためで，実際に運転を行つた結果で，この効果が確認された。なおこれらの機構を駆動する減速機入軸と電動機軸の間にはオーバーロードカップリングを使用して閉鎖時および不測の事故による衝撃荷重がダンパ翼および減速機にかからぬようにしている。また電気品は多湿の立坑内で使用されるので，いずれもH種絶縁として安全を期すると同時に異常な事態が発生し過電流が流れた場合はタイマーにより一定時間（30秒）後自動的に電源が開くよう考慮した。

5.4.3　取付枠（ベアリング台）およびケース（第19図）

ダンパ翼は全部堅牢な大型溝型鋼製のベアリング台で支持される。この型鋼製ベアリング台は立坑のコンクリートベースに基礎ボルトで取り付けるものであるが，コンクリートベースとは無関係に枠型に成型しうるものとして，工場試験で完全な運転状態が得られた後合せ孔をうち，現地据付状態を工場試験当時と一致させうる構造とした。

立坑のダンパ据付部分はコンクリートダクト壁が省略してあり，この部は鋼板製ケースをもつて囲い，各ダンパ翼はこのケース内に納める。ケースは，山型鋼の枠に，分割した鋼板をボルト締めして成型し，上記大型溝型鋼製のベアリング台にケースささえを介して



第19図　ダンパ取付枠およびケース

固定する構造で，ケース周囲を現地でモルタルに埋込んだ後も，必要に応じてケース鋼板を取りはずし，1板ずつダンパ翼を取り出すことができるようにしたものである。

以上のダンパは部品点数が数万点に及ぶ尨大なものであるため，前述した性能上の配慮と同時に，設計，製作においては形状，構造，作業計画などに幾多の検討と実験を行い，各種治具，自動熔接機などを十分に活用して終始一貫した流れ作業を実施し，品質の向上と，工程の短縮に多大の成果をあげることができた。

6.　結　　　言

昭和27年関門国道トンネルの換気装置の計画に日立製作所が参与して以来，6年余にわたつてこの記録的な製品のために努力を続けてきたが，昭和33年3月トンネル開通の運びとなつたことはまことに感慨にたえない。現在各種道路計画の進展に伴つて各所で自動車トンネルが計画されているが，これらトンネル換気装置の第1号として完成した本装置の成果は斯界の注目をあつめている。ここに本装置の中の特に送風機とダンパについてその構造ならびに性能の特長を述べ，換気方式の概要を述べた次第である。

終りに，本換気装置製作上種々有益な御指導と御助言をいただいた建設省伊吹山技官ほか技官各位，および九州大学葛西教授ほか教官各位に対して深甚の感謝をささげる。

参　考　文　献

（1）　自動車事典（1951年）
（2）　日立評論 別冊19号（1957）p 49.「可変ピッチプロペラファン」

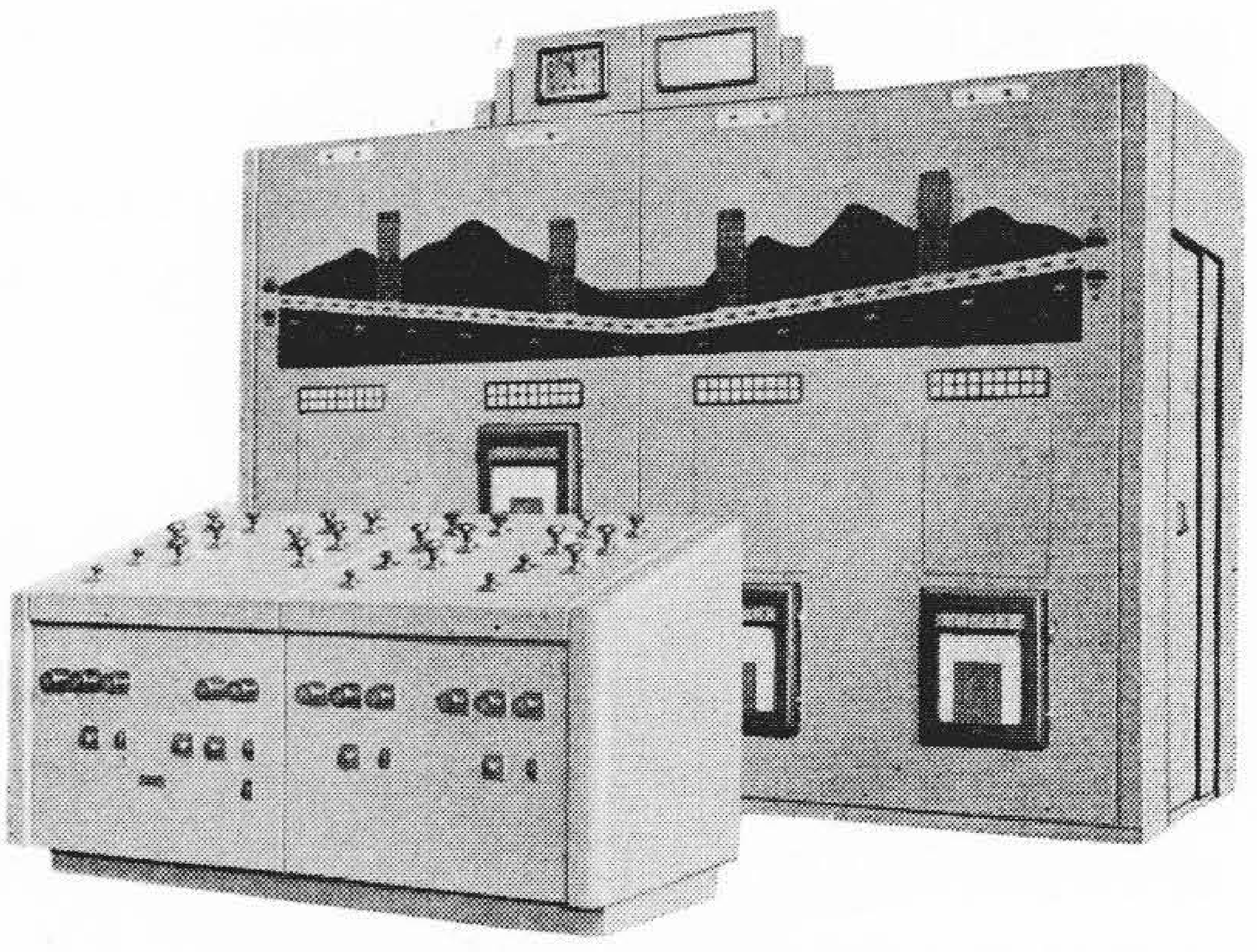
製　品　紹　介

関門国道トンネル用中央監視制御装置

本装置は関門国道トンネル下関立坑の中央監視室に設置され，トンネル全般の管理ならびに監視制御を行うものである。

本装置の主体は日立パルスコード型遠方監視制御装置で，2本の連絡線により椋野，門司，古城，下関の各立坑に設置された換気装置群の中央集中制御を行う。すなわち換気装置の遠方操作とその運転状態表示はもちろん，CO 量過大，換気装置の故障などはただちに中央監視室に警報，表示される。また換気装置のノッチ位置，CO 量も遠隔測定装置により中央監視室に指示記録される。

本中央監視盤にはトンネル全体の模擬図形をもうけ，上記装置のほか，交通信号，火災表示などを配置し，さらに自動車台数計数装置をも付属せしめトンネル通過の自動車台数を積算記録するとともに，1分ごとにトンネル内の自動車現在台数を電光表示せしめるなど，トンネルの管理を行うものである。写真は中央監視制御盤を示す。



第1図　関門国道トンネル中央監視制御盤

特　許　の　紹　介

特許第237260号

寺　田　　進

メカニカルシール付軸スリーブを有する耐酸ポンプ

特　　長

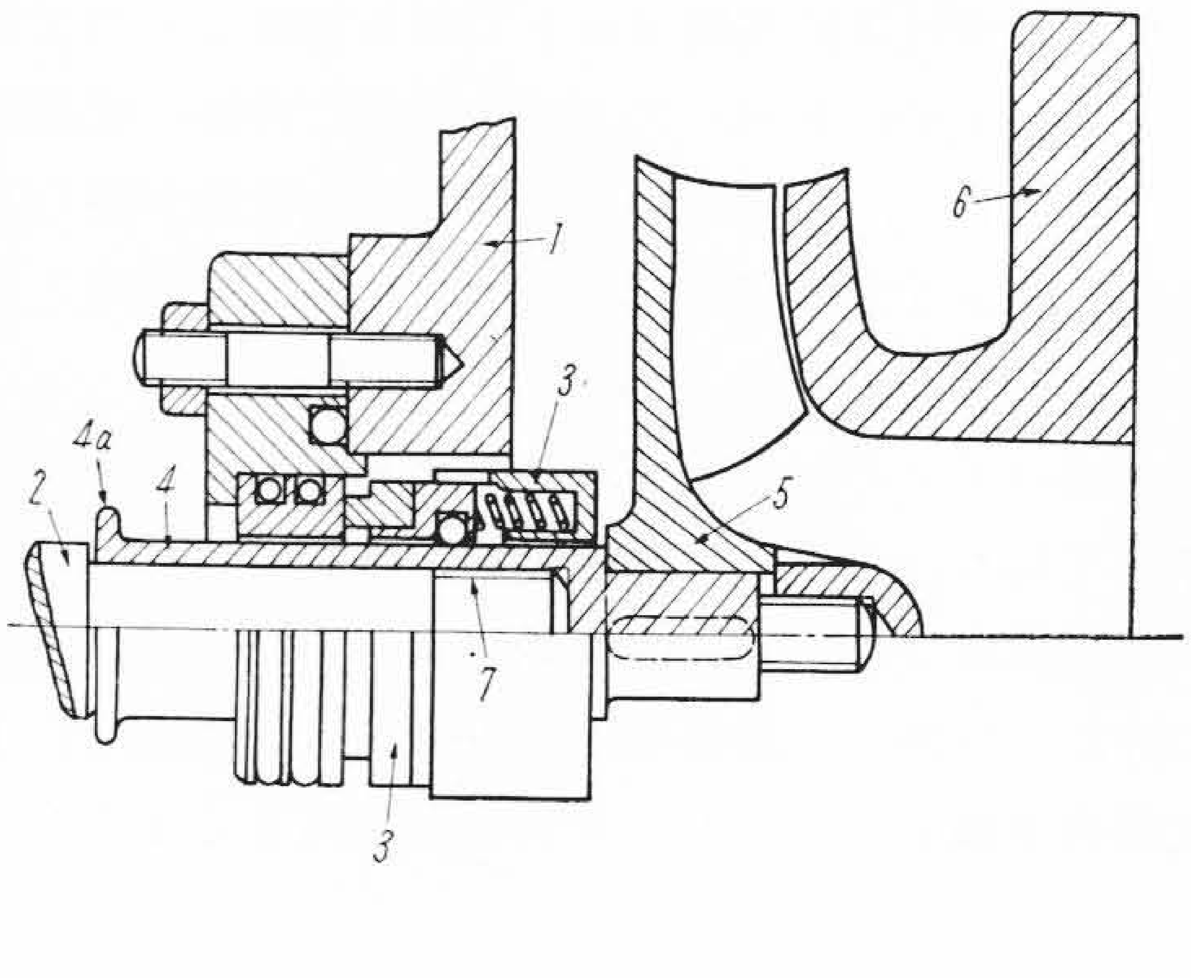
ポンプケーシング1内に突入させたポンプ軸2の端部に，メカニカルシール（3）付のスリーブ4をはめこんで固定する。

スリーブ4の一端にインペラ5を固定し，他端にメカニカルシール抜き出し兼水切り用の「つば」4aを設ける。

作用，効果

（1）　スリーブ4によりポンプ軸2が揚水から隔絶されているので，スリーブ4を耐酸性の材料で作ればポンプ軸2は非耐酸性の普通の材質のものでさしつかえない。したがつて，安価な耐酸ポンプを得られる。

（2）　ポンプを分解するときには，サクションカバー6を取りはずしインペラ5を回してやればネジ7がはずれる。そうして，「つば」4aをかいして，スリーブ4とメカニカルシール3とを一体に抜き出すことができる。

組立てるときには，メカニカルシール3とインペラ5とをスリーブ4に取り付けてから，スリーブ4を取り付けることができる。

（3）　スリーブ4を伝わつて微少量の漏水があつても，「つば」4aが水切りの作用をするから，別に水切りを設ける必要がない。　（富田）