

首都高速道路千代田トンネル(千鳥ヶ淵)換気設備

Ventilating Facilities of Chiyoda Tunnels (Chidorigahuchi)

坂 本 明*
Akira Sakamoto

内 容 梗 概

首都高速道路公団にて建設した4号線は昭和39年8月1日に開通した。この4号線にある千代田トンネルには膨大な換気設備が設けられており、世界で初めての地下における立体交差のインターチェンジとなっている。このトンネルの千鳥ヶ淵換気設備は横流方式を採用しており、すでに完成された関門海底トンネルに比較して都市トンネルであるため種々の新しい構想をもっており、今後の都市トンネルのモデルケースとなるものと思われる。日立製作所においては関門トンネル、天王山トンネルに引き続いて本トンネルの換気設備を製作完成したので、ここにその設備の送風機およびその付属品について概要を紹介する。

1. 緒 言

東京都の交通地獄は最近特にはげしくなり平均時速17kmというような状態に立ち至った。これらの対策の一つとして首都高速道路公団では1号線より8号線までの建設計画を進め、昭和38年12月20日1号線の京橋一芝浦間の開通から逐次路線が延長され、昭和39年8月1日に1号線と4号線が開通し、オリンピックを前にして羽田空港と代々木を結ぶ高速道路が完成した。

4号線と3号線が交差する千代田区三宅坂付近は都内の景勝地であり、また起伏の多い地形であるため高架道路を極力少なくするように設計されたため世界でも初めての地下立体交差道路となっている。この部分はトンネル式、高架式、堀割式の3種類の道路の組合せでできているが、大部分はトンネル式であり、その総延長は7,680mに達している。この中の千鳥ヶ淵公園下は皇居とイギリス大使館にはさまれており、トンネル式のみが採用されている。

本トンネルには関門トンネルと同じ横流式換気方式が採用されており、今後の都市トンネルのモデルケースになるものと考えられる。換気はトンネル内における自動車の煤煙を計測して風量制御を行なうようになっており、同時に一酸化炭素量も測定し一定量以上になったときは最高ノッチ運転ができるようになっているもので換気装置、中央遠方監視制御装置、可視度測定装置、一酸化炭素検出器などは日立の総合技術により製作したものである。

2. 千代田トンネル

2.1 換 気 量

本トンネルのおもな仕様は下記のとおりである。

設 計 速 度 50 km/h

幅 員 構 成

車	道	6.5 m
路	肩	0.5 m
地	覆	0.25 m
人	道	0.6 m (高さ0.7 m)

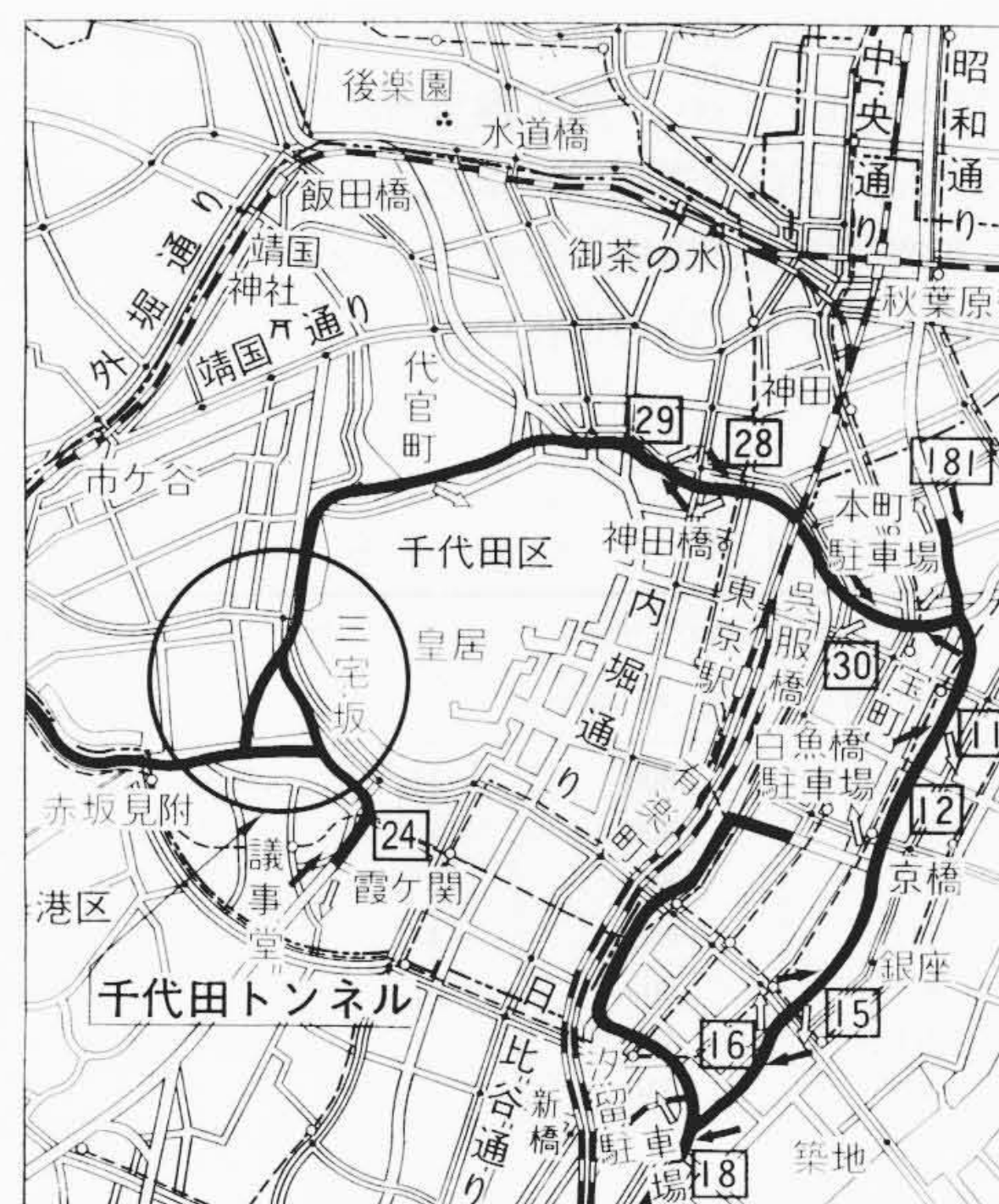
建築限界高さ 4.5 m

可能交通容量 3,270 台/h

自動車の排気ガス中には有害成分があるため、交通量とトンネル延長などにより自動車トンネルでは換気を必要とする限界があり、その決定は困難であるが一般的にはトンネル延長(km)と交通量(台/時)の積が600以上では換気の必要性があると考えられている。

エンジンの排気ガス中には有害成分として一酸化炭素、過酸化窒素、亜硫酸ガス、アルデヒド、鉛分など人体に直接有害なものと、

* 日立製作所川崎工場



第1図 千代田トンネル付近地図



第2図 千鳥ヶ淵よりトンネル入口を見る

運転の視界を妨げる煤煙とがあり、前者はガソリンエンジンより、後者はディーゼルエンジンより多く排出される。このうち一酸化炭素によるものと煤煙による害が大きいため換気量の算定にはこの両者のうち大きい方を採用している。

一酸化炭素については許容濃度は0.025~0.04%であり、煤煙に対してはトンネル内の照度、照明灯の種類、車速などにより異なるも

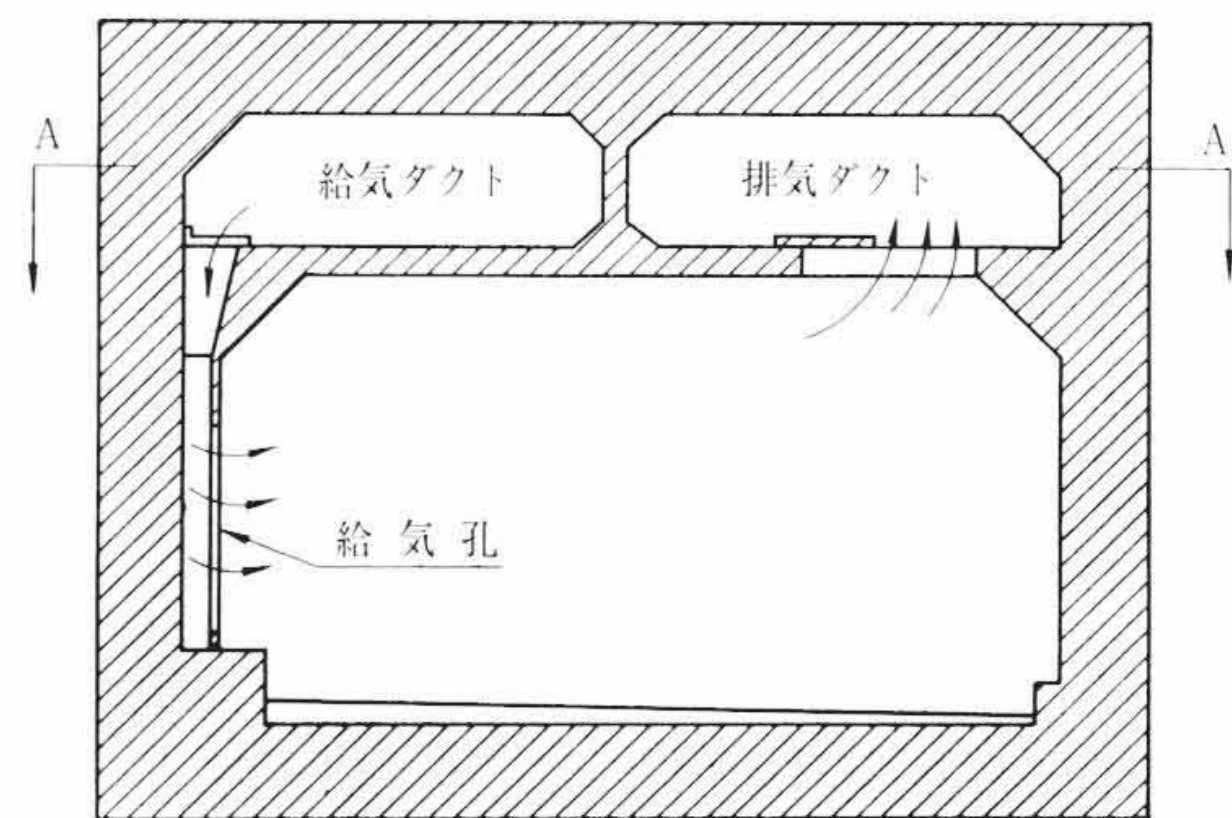
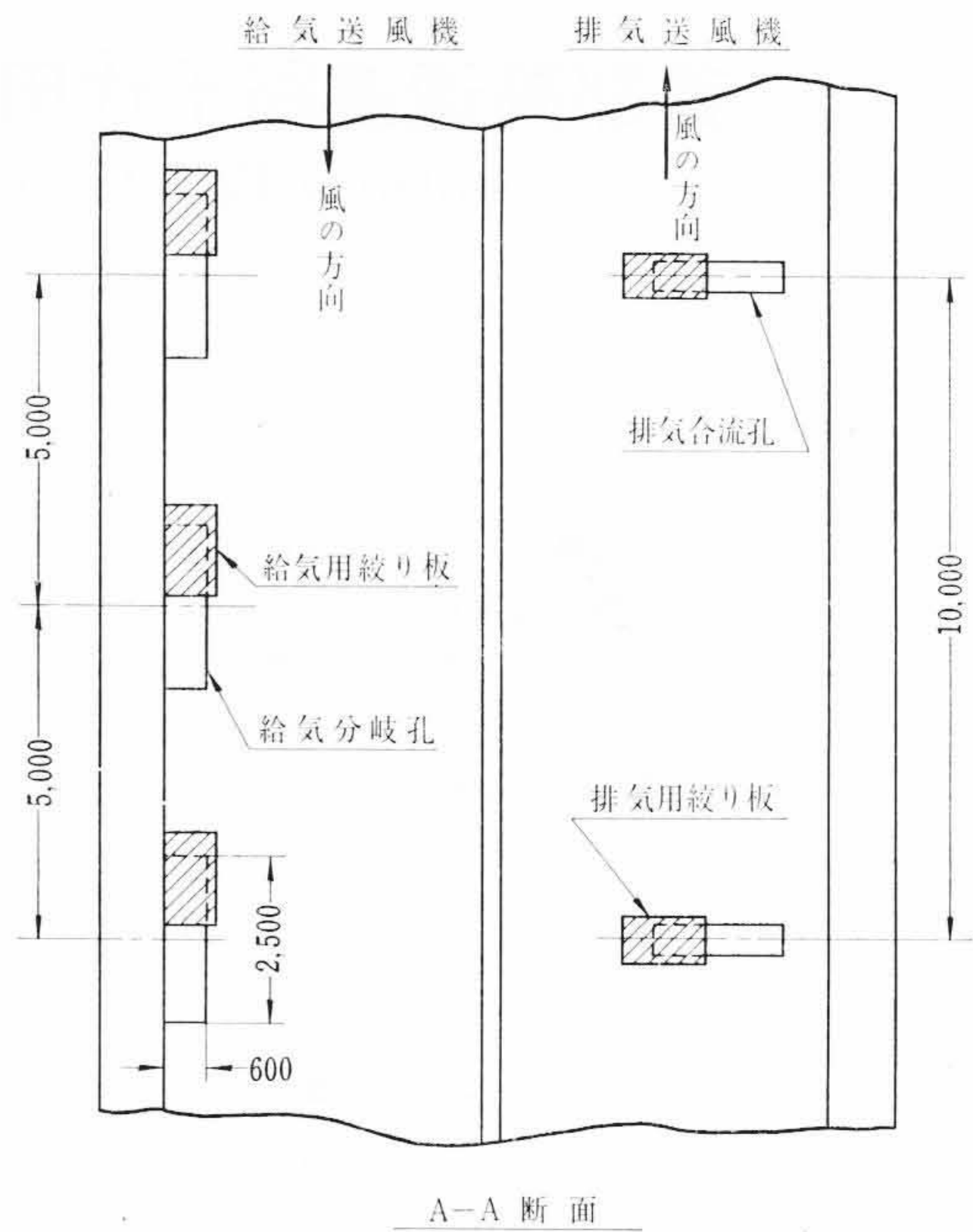
のであるが普通 50 Lx の照度でナトリウム灯の場合、透光率 30%、
蛍光灯の場合、透光率 50% 程度が採用されている。

日本においてはディーゼル車の混合率が 10~30% 程度で外国の
5% 程度に比較して多いため煤煙によりほとんど換気量は決められ
ており、本トンネルも煤煙に対し換気量は決定され基本換気量は、
こう配別に第 1 表のようにになっている。

2.2 換気方式

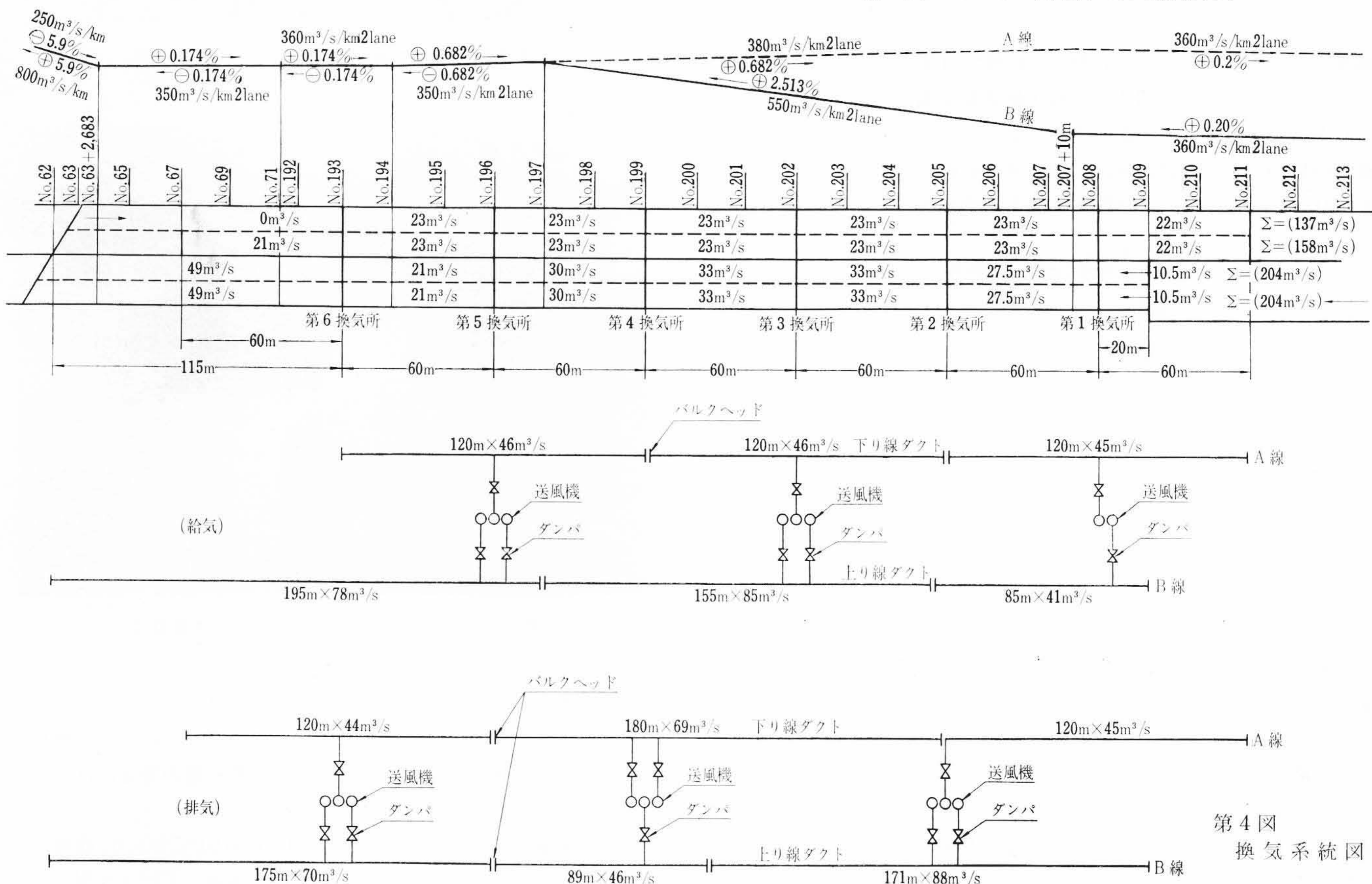
換気方式は大別して横流式、半横流式、縦流式の 3 種類があるが、
単位長さ当たり換気量が大きく、交通量も多いため火災時などの安全
性の最も高い横流式が採用されている。これは第 3 図に示すよう
に、トンネル車道の上方に給気ダクトと排気ダクトを持っており新
鮮な空気を給気ダクトよりトンネル車道に吹き込み、自動車の排気
ガスで汚染された空気を排気ダクトに吸い込んで外部に排出される
もので、この方式を斜方向横流式といっている。

換気系統図は第 4 図に示すとおりで、半蔵門側より第 1~6 換気
所の順に給気換気所 3 箇所と排気換気所 3 箇所の合計 6 箇所の換気
所が 60 m 間隔に設けられ、第 1 換気所には送風機 2 台、他の換気
所には 3 台、合計 17 台の送風機が据え付けられている。第 4 図でわ
かるように各換気所の送風機の受持区間は複雑であるが、これは各
送風機の仕様をできるだけ標準仕様点に近づけるために行なったも
のである。



第 3 図 トンネル断面および換気方式

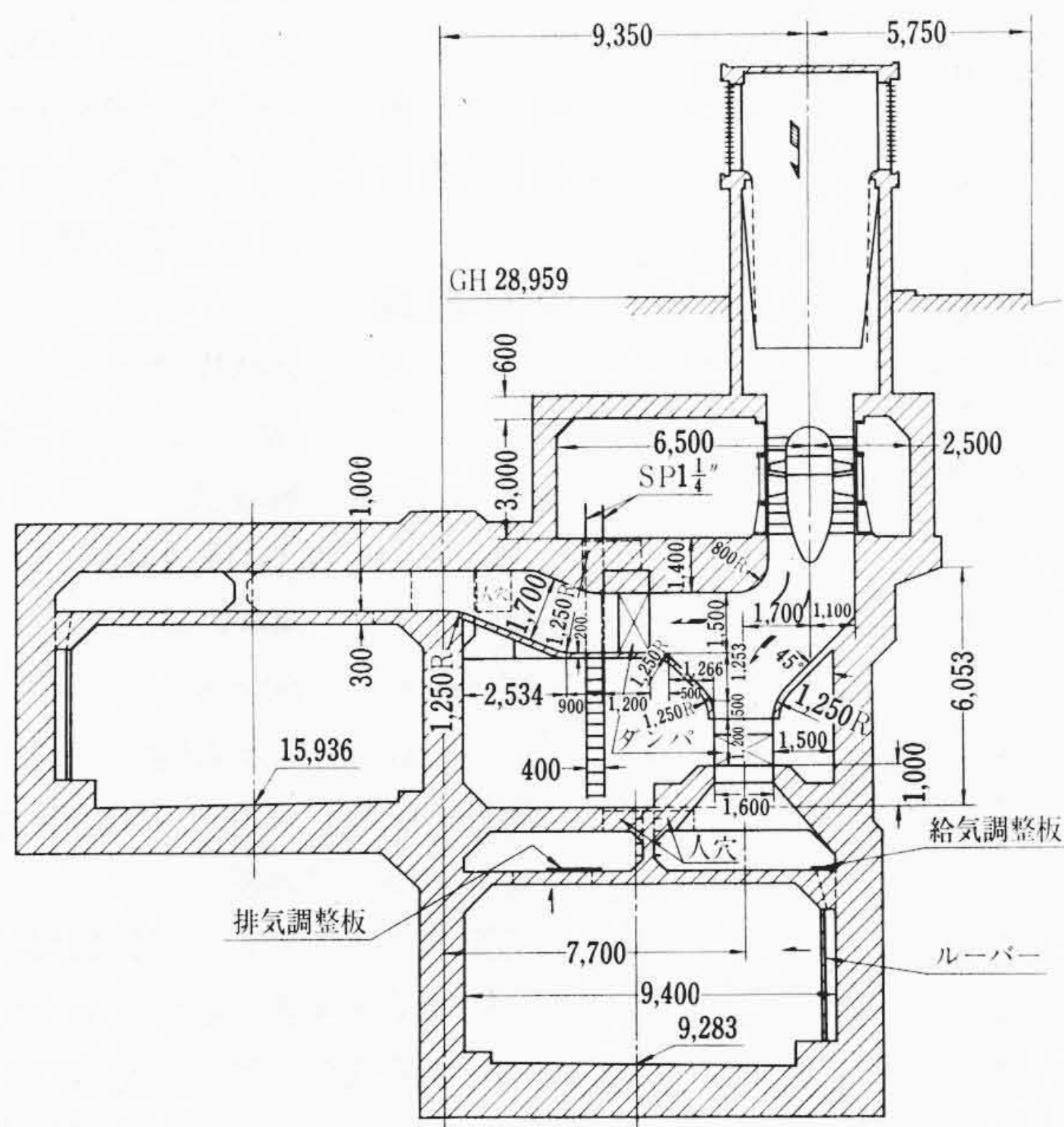
第 1 表 こう配列換気量					
こう配	換気量 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}/2$ 車線		こう配	換気量 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}/2$ 車線	
	計算値	基準値		計算値	基準値
+6%	679	800	-1%	249	350
+5%	684	800	-2%	244	300
+4%	693	800	-3%	241	250
+3%	747	650	-4%		250
+2%	422	500	-5%		250
+1%	411	400			
0	362	350			



第 4 図 換気系統図

第2表 換気所別送風機据付台数

換気所	機種	送風機	
		給気用	排気用
第1換気所	換気所	2台	—
第2換気所	換気所	—	3台
第3換気所	換気所	3台	—
第4換気所	換気所	—	3台
第5換気所	換気所	3台	—
第6換気所	換気所	—	3台
合計		8台	9台



第5図 第1換気所断面図

3. 換気所

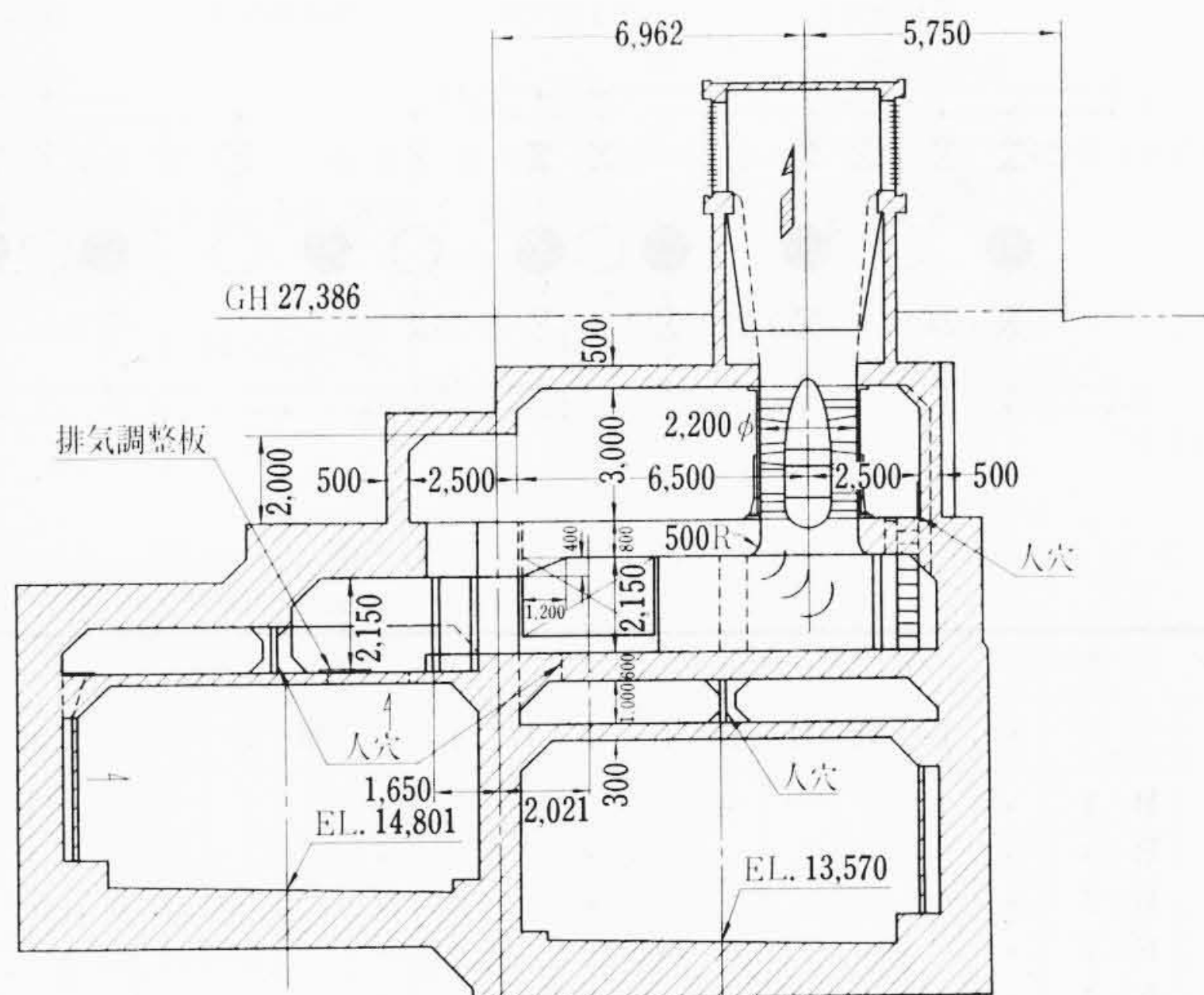
換気所の代表的なものとして第1換気所と第4換気所の断面図を第5～6図に示す。本図によるとダンパ室と送風機室は地階に設置されており、トンネルと一体構造となっている。吸込塔および排気塔は地上に飛び出ており周囲の美観をそこなわないように考慮して設計されている。第7図は地上部の外観写真である。

地下1階は送風機室で給気用または排気用送風機が特殊クレーンにより容易に据え付けられるようになっている。また電動機盤、起動補償器盤、リアクトル盤、簡易スーパー盤なども据え付けられている。

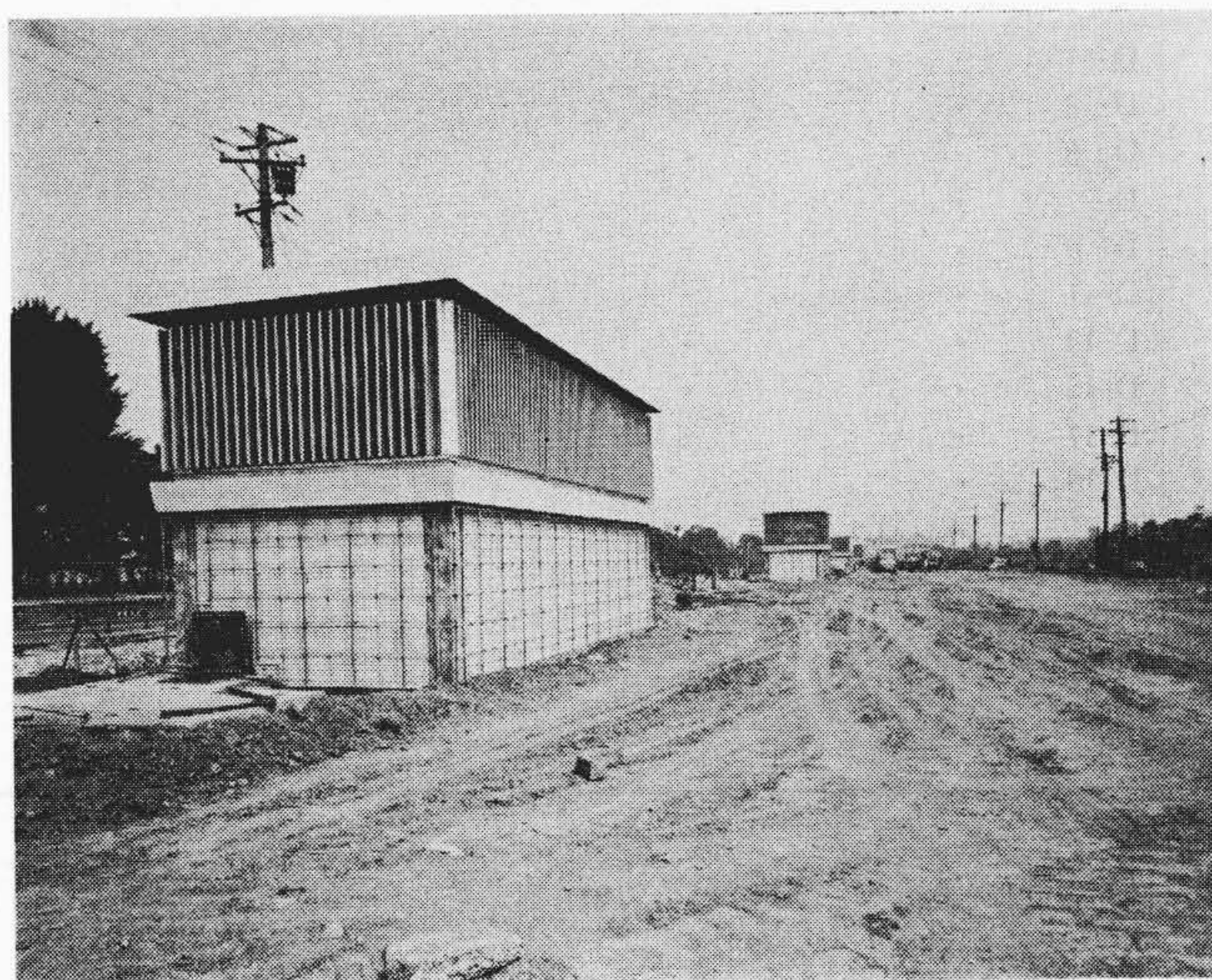
地下2階は、ダンパ室となっており、送風機停止時に他の送風機

第3表 給気用送風機仕様点

換気所	換気分	送風機番号	仕様点		動翼角度
			風量 (m³/s)	風圧 (mmAq)	
下り(A)線	1	B-1	45.6	33.17	-1°
	2	B-4	45.8	33.44	-1°
	3	B-7	45.6	33.66	-5°
上り(B)線	1	B-2	44.3	37.83	-1°
	2	B-3	42.6	36.35	-1°
		B-5	45.1	32.17	-1°
	3	B-6	35.6	43.45	-5°
		B-8	36.4	42.22	-5°
予備機		B-0	44	33	0°



第6図 第4換気所断面図



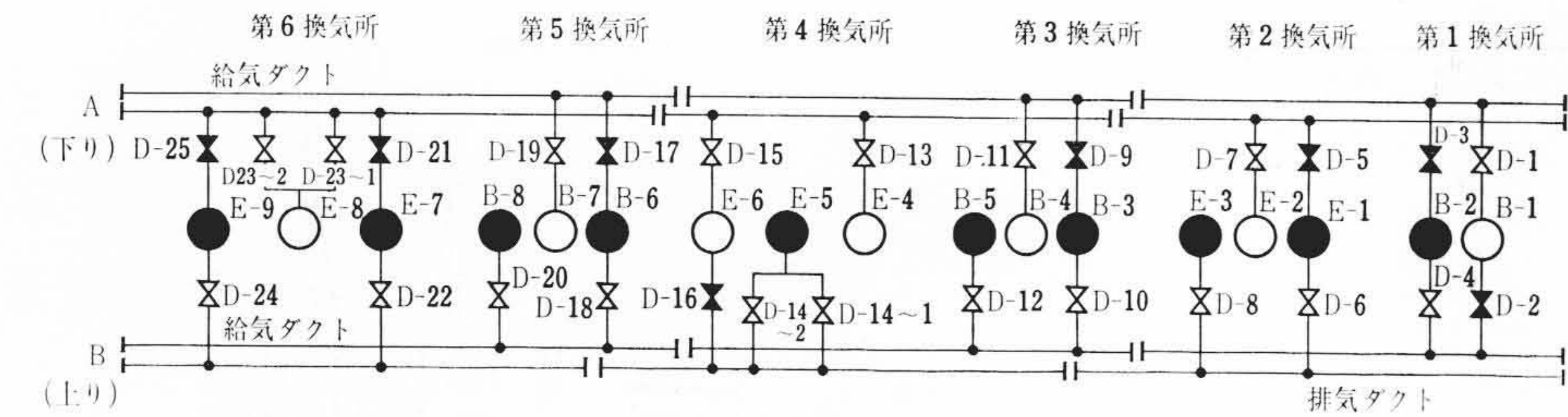
第7図 換気所地上部

へのバイパスを防ぐものと、上下線のトンネルダクトへの切換用のものがあり、全換気所で25組のダンパが据え付けられている。

これら送風機およびダンパの操作は三宅坂中央管理所、半蔵門換気所および現場操作の3箇所にて切換操作ができるようになっている。また地上部の吸、排気塔にはサイレンサを取り付け送風機騒音を都条例における騒音防止条例の制限内に納めている。排気塔ルーバーおよびサイレンサは通気抵抗の小さい形状のものを模型実験より求めて製作されたものである。

第4表 排気用送風機仕様点

換気所	換気分	排風機番号	仕様点		動翼角度
			風量 (m³/s)	風圧 (mmAq)	
下り(A)線	1	E-2	45.1	32.64	0°
	2	E-4	35.4	22.10	-10°
		E-6	35.6	22.00	-10°
	3	E-8	41.9	27.62	-4°
上り(B)線	1	E-1	44.15	33.53	-1°
		E-3	44.15	33.53	-2°
	2	E-5	46.8	24.57	-6°
	3	E-7	34.5	28.97	-7°
		E-9	34.4	29.30	-10°
予備機		E-0	44	33	0°



千鳥ヶ淵 A 線 制 御 ノ ッ チ 表
(下り：半蔵門に向う線)

ノ ッ チ		0				1				2				3				4				E			
ボ ジ ャ ン		S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H
フ	B-1	.				.				.				.				.				.			
	B-4	.				.				.				.				.				.			
	B-7	.				.				.				.				.				.			
	E-2	.				.				.				.				.				.			
	E-4	.				.				.				.				.				.			
	E-6	.				.				.				.				.				.			
	E-8	.				.				.				.				.				.			
	ボ ジ ャ ン	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉
ダ	D-1	.				.				.				.				.				.			
	D-3	.				.				.				.				.				.			
	D-5	.				.				.				.				.				.			
	D-7	.				.				.				.				.				.			
	D-9	.				.				.				.				.				.			
	D-11	.				.				.				.				.				.			
	D-13	.				.				.				.				.				.			
	D-15	.				.				.				.				.				.			
	D-17	.				.				.				.				.				.			
	D-19	.				.				.				.				.				.			
	D-21	.				.				.				.				.				.			
	D-23-1	.				.				.				.				.				.			
	D-23-2	.				.				.				.				.				.			
	D-25	.				.				.				.				.				.			

千鳥ヶ淵 B 線 制 御 ノ ッ チ 表

ノ ッ チ		0				1				2				3				4				E			
ボ ジ ャ ン		S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H	S	L	M	H
フ	B-2	.				.				.				.				.				.			
	B-3	.				.				.				.				.				.			
	B-5	.				.				.				.				.				.			
	B-6	.				.				.				.				.				.			
	B-8	.				.				.				.				.				.			
	E-1	.				.				.				.				.				.			
	E-3	.				.				.				.				.				.			
	E-5	.				.				.				.				.				.			
ダ	E-7	.				.				.				.				.				.			
	E-9	.				.				.				.				.				.			
	ボ ジ ャ ン	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉	全 閉
	D-2	.				.				.				.				.				.			
	D-4	.				.				.				.				.				.			
	D-6	.				.				.				.				.				.			
	D-8	.				.				.				.				.				.			
	D-10	.				.				.				.				.				.			
ン	D-12	.				.				.				.				.				.			
	D-14-1	.				.				.				.				.				.			
	D-14-2	.				.				.				.				.				.			
	D-11	.				.				.				.				.				.			
	D-18	.				.				.				.				.				.			
	D-20	.				.				.				.				.				.			
	D-22	.				.				.				.				.				.			
	D-24	.				.				.				.				.				.			

S：停止 L：低速 218 rpm
M：中速 332 rpm H：高速 450 rpm

第 8 図 風 量 調 節 ノ ッ チ 表

4. 送 風 機

本送風機の標準仕様は給、排気用とも同一の仕様とし、できるだけ同一部品の使用をはかった。

仕様は下記のとおりである。

形 式 2,200 mm AP-GV
(一段直管立形,電動機外装,動翼可変ピッチ,歯車減速式,軸流送風機)

風 量 44 m³/s
全 風 圧 33 mmAq (20℃において)

温 度 0～20℃ (ただし排気用は火災時 100℃)

回 転 数 450/332/218 rpm
動翼角度変更範囲 20度範囲で任意の角度に調節可能

主 電 動 機
形 式 EFOU-KK (開放防滴形,二重かご形回転子式)

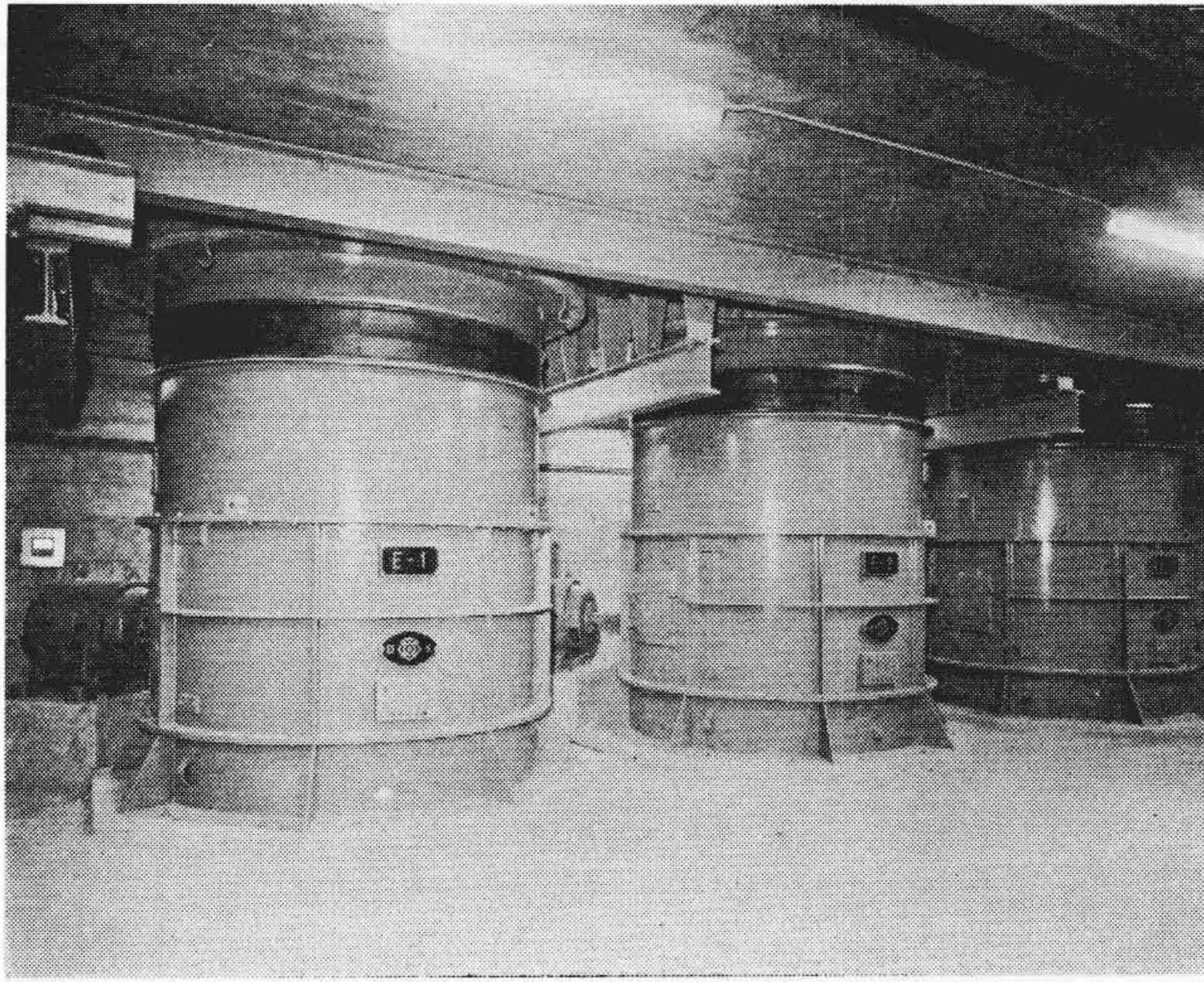
出 力 25/11/4 kW
電 圧 400V
周 波 数 50 c/s
極 数 6/8/12 極
周期回転数 1,000/750/500 rpm
定 格 連続

上記標準仕様に対し各送排風用送風機の仕様は第 3, 4 表に示すとおりである。この送風機の風量調節方法はトンネル内の交通量に応じて、1ダクトに対して1台または2台の送風機が対応し1ノッチは局所半横流方式による換気となり、2ノッチは全台数低速運転、3ノッチは全台中速運転、4ノッチは最高仕様点で全台数高速運転となっており、これらの送風機に対応するダンパは送風機と連動し運転時には全開、停止時には全閉となるようにしている。第 8 図のノッチ表はこれらの作動を示すものである。ダンパにて黒く塗りつぶした D-2, 3, 5, 9, 16, 17, 21, 25 は上下線切換用のもので、1ダクトに対し1台の送風機で換気するダクト区間がその送風機の故障の場合、反対側の路線用の2台の送風機のうち1台を応援するようになっている。トンネル内にて自動車そのほかの火災時には給気用送風機を全台数とも停止し、排気用送風機を全台数高速運転としトンネル内に炎や煙の拡大するのを防止するようにし、この際通気温度が 100℃ までは運転可能なものとしてある。

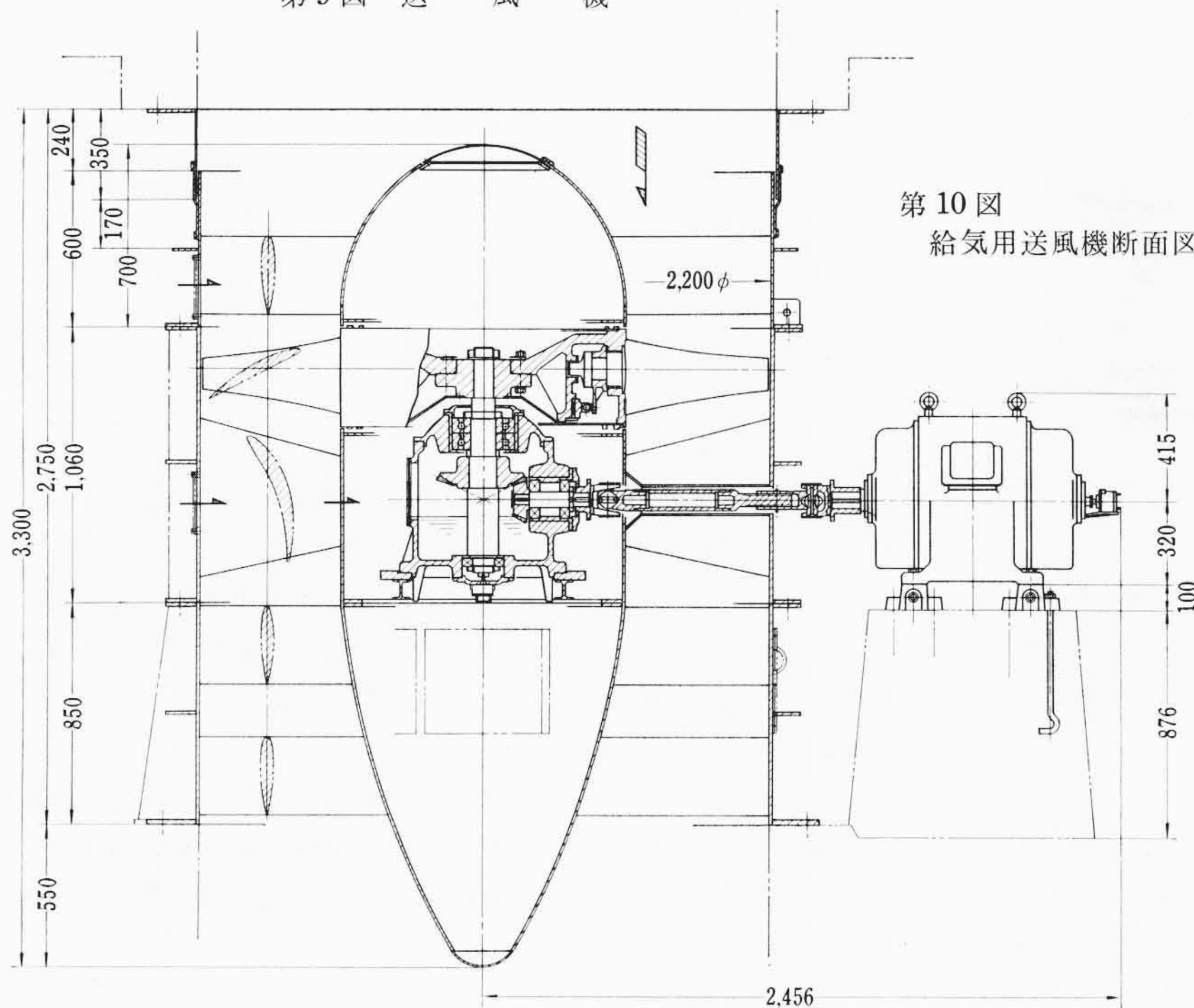
送風機は2台並列運転となるので、その際サージングを起こさぬように設計

製作されており、電動機は 0℃ にても出力の余裕のあるものとしてある。第 9 図は据え付けられた送風機の外観を、第 10, 11 図は、給排気用送風機の断面図、第 12, 13 図は送風機の特性曲線を示す。

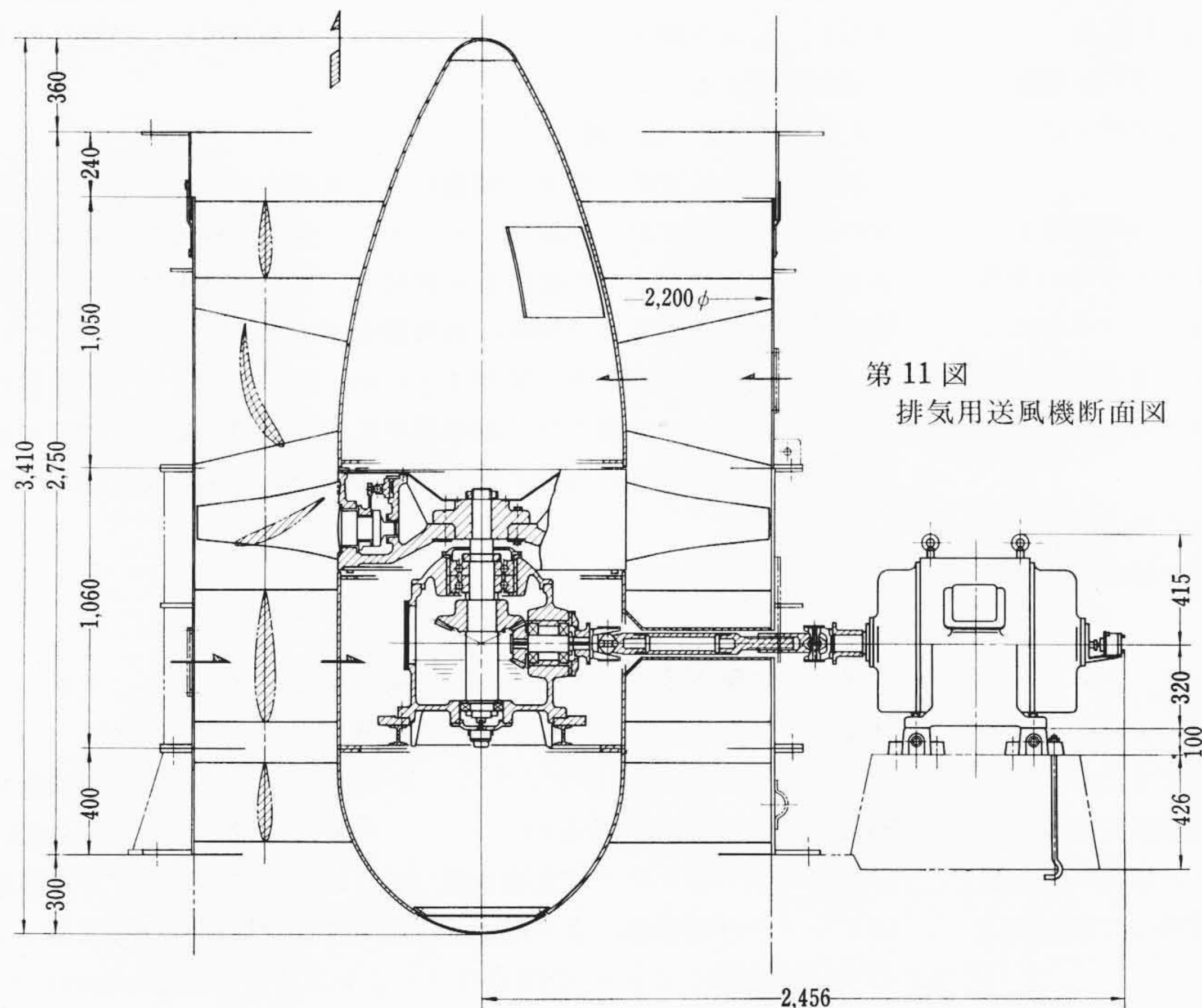
本送風機はベベルギヤ減速機を介して約 1/2.5 に減速され、減速



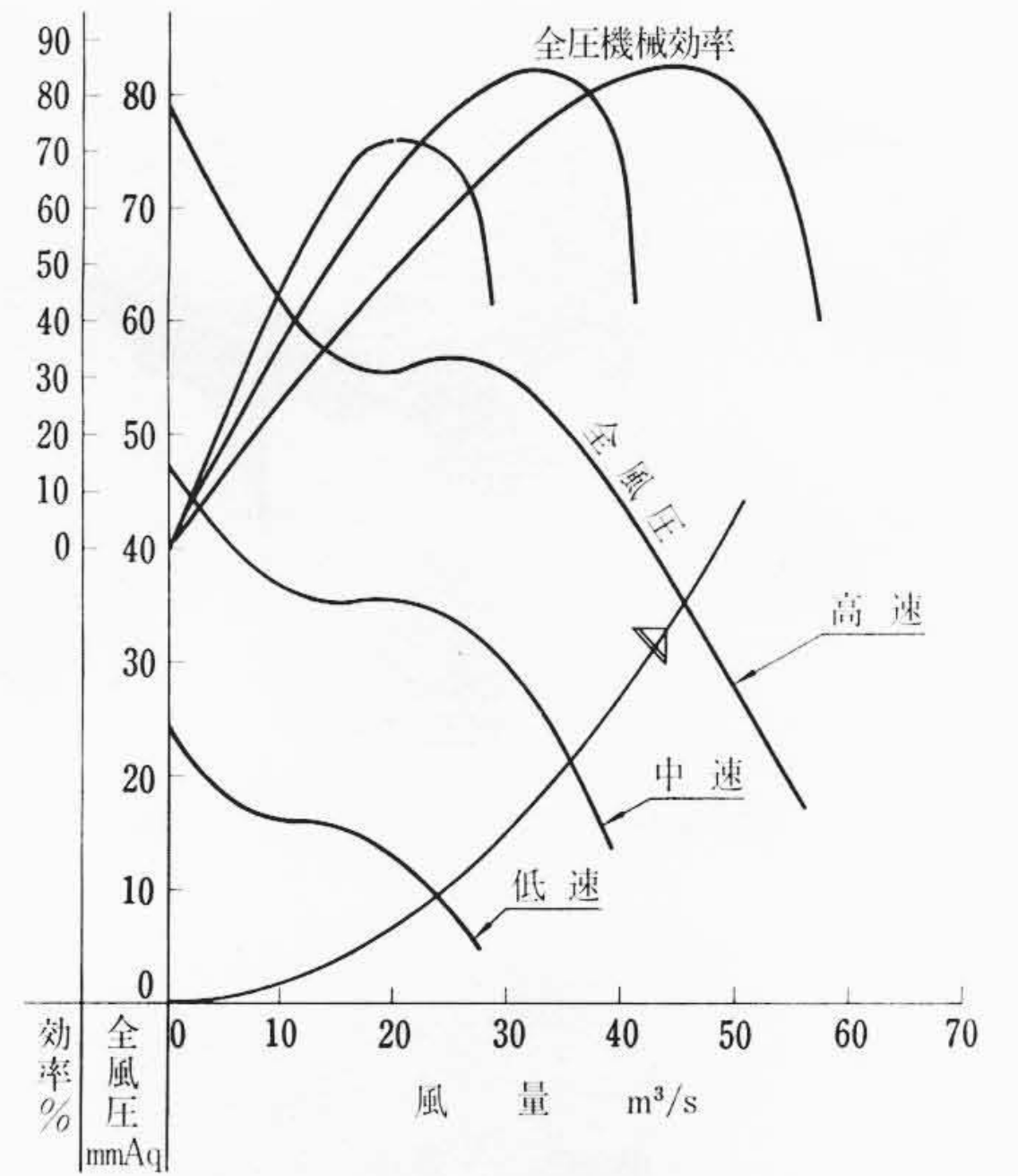
第9図 送風機



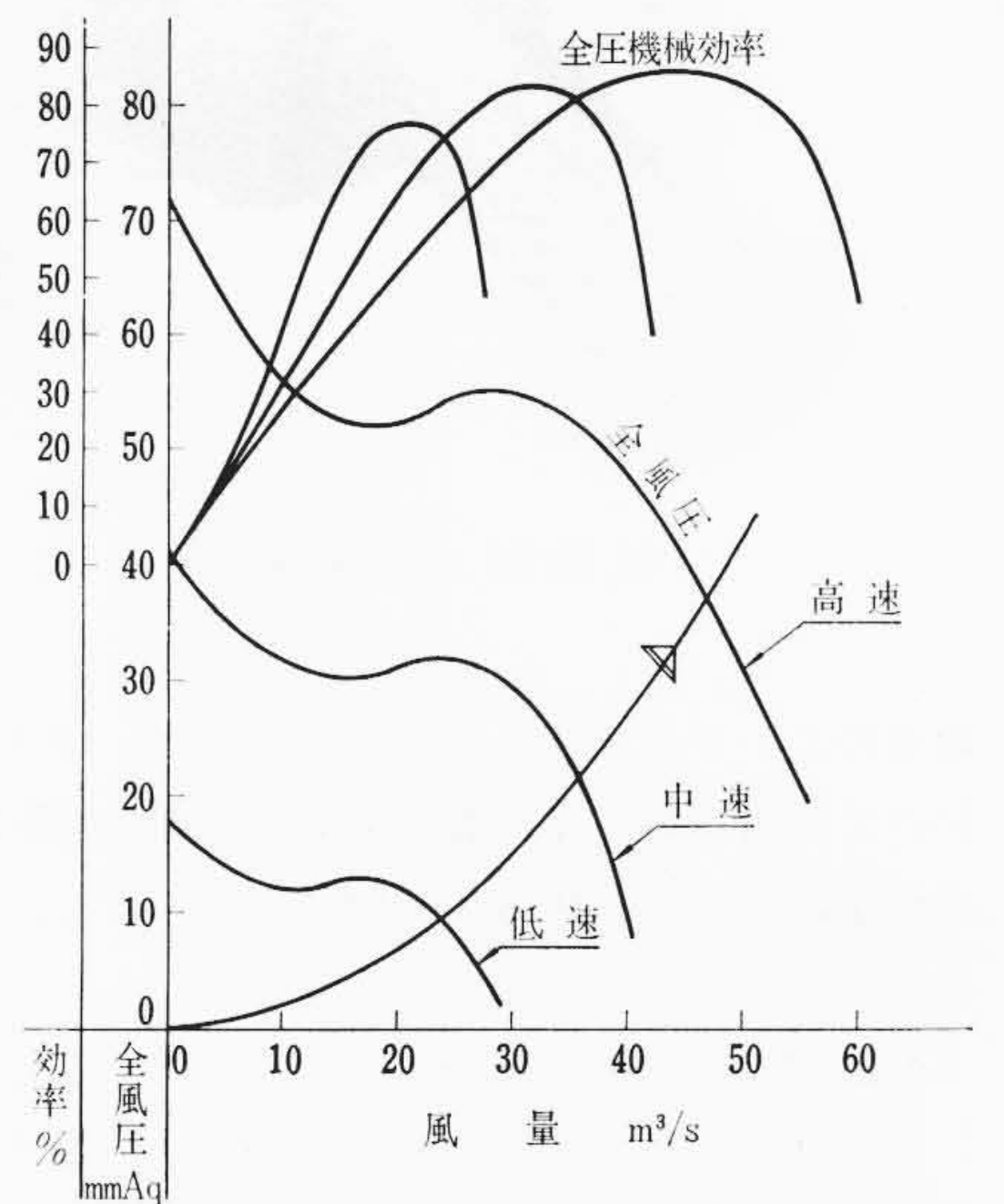
第10図
給気用送風機断面図



第11図
排気用送風機断面図



第12図 給気用送風機特性曲線



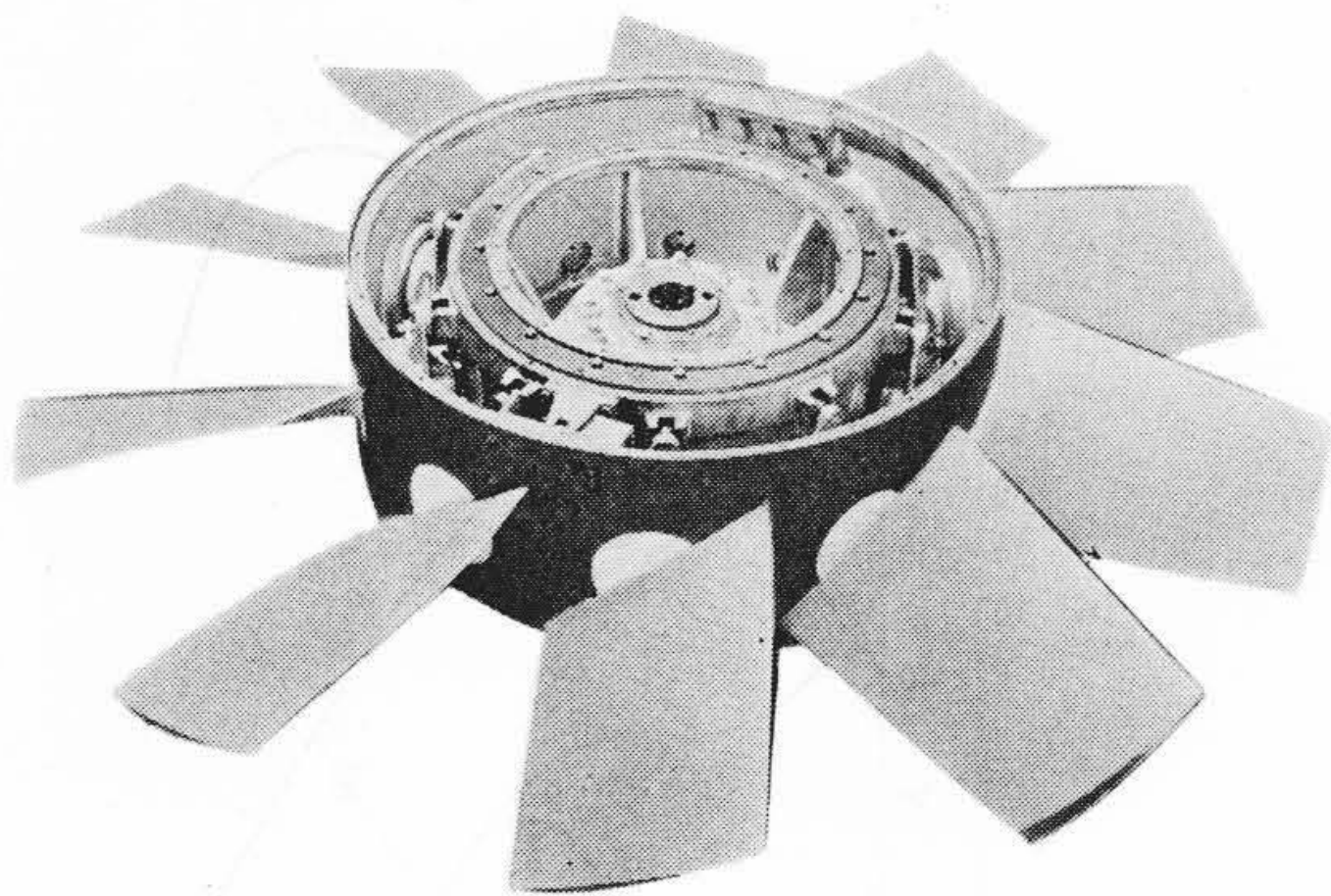
第13図 排気用送風機特性曲線

機の出軸に直接羽根車を取り付けたもので、入軸側は電動機と駆動軸（自在継手、スプライン軸付）により結合されており、送風機に内装された減速機軸と外部の電動機の心出しの必要のない構造としてある。以下おもな部分の詳細について述べる。

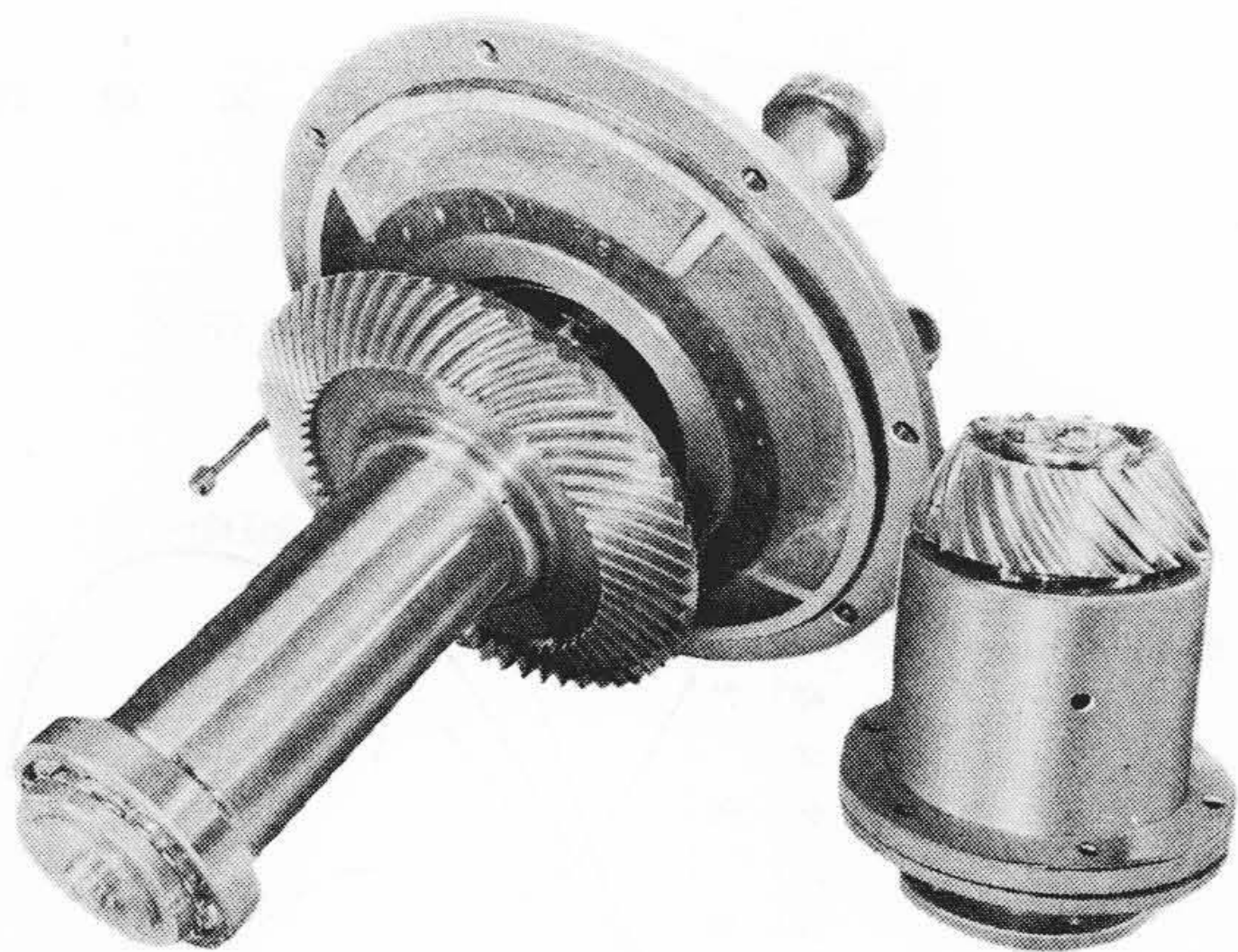
4.1 羽根車

動翼とボスはいずれもアルミニウム合金鋳物製で、動翼の遠心力に対し十分な強度としてあり、ボスの外周に飛び出た軸を停止時に回すことにより、動翼の取付角度をいっせいに変更できる。ネジ歯車、台形ネジ、回転輪、レバーなどの組合せにより可変ピッチ機構はできており、機構の遊びきの集積はバネにより一方向に押えられて遊びのないようにしてある。この機構は回転、しゅう動部分のさび付きがないように考慮されたもので、鉾山用送風機に使用されて多くの実績を残している。

翼部は中空とし遠心力を小さくし、表面を



第14図 羽根車



第15図 減速機ギヤ，ピニオン

効率のよいプロフィールに仕上げた後、ポリウレタン系塗料を焼き付けて母材の腐食を保護している。第14図は羽根車の外観を示す。羽根車は給気用と排気用を同一のものとし、それぞれの互換性をもたせてある。

4.2 ケーシング

鋼板製で立形のため、上下方向に4分割されており、分解、組立、運搬に便利な大きさで、最下部のケースはベースを兼用している。給気用は尾筒を、排気用は内筒冠がステーを介して溶接されている。その上に乗るケースが送風機の主要部品を内装したもので、定期点検はこのケースのみを取り出しておこなえばよいようになっている。このケースには内筒内に減速機が取り付けられ、さらに羽根車取り付けられており、給気用は案内羽根、排気用はステーにて支持されている。このケース部分を可搬部分という。

上部の2個のケースは互いに小さい間げきをもってはめ込まれて伸縮可能としており、可搬部分のケースを取りはずすときのつり代をつくれるようになっている、またこの間げきは幅広のゴム帯により気密を保っている。その他の合わせ面はフランジによりボルト締めとしており、内筒の形状を流線形とし、尾筒は徐々に風速を落して効率良く、動圧を静圧に回収するようにしている。

内筒には減速機、羽根車、可変ピッチ機構などが内装されているので、防じん、防水を完全なものとするための特別の装置が施されている(実用新案第459934)。

4.3 減速機

水平入力軸より垂直出力軸へ動力を減速伝達するもので、直交スパイラルベベルギヤを使用しているので静粛な運転をすることができる。ピニオンはニッケルクローム鋼、ギヤは炭素鋼製で十分な熱処理を施し鋳鉄製のケースに内装され、潤滑はケース底面に取り付けられた、小形ポンプによりケース内の潤滑油を循環して歯面および軸受に給油している。

第5表 ダンパー一覧表

換気所	ダンパ番号	形・サイズ	ダンパ取付状態	減速機取付位置
第一換気所	D-1	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-2	A2.8×1.5	横形	水平
	D-3	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-4	A2.8×1.5	横形	水平
第二換気所	D-5	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-6	A2.8×1.5	横形	水平
	D-7	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-8	A2.8×1.5	横形	水平
第三換気所	D-9	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-10	A2.8×2.2	横形	水平
	D-11	A2.8×1.5	縦形	下方
	D-12	A2.8×2.2	横形	水平
第四換気所	D-13	A2.8×1.85	縦形	上方
	D-14~1	A2.8×1.85	縦形	上方
	D-14~2	A2.8×1.85	縦形	上方
	D-15	A2.8×1.85	縦形	上方
	D-16	A2.8×1.85	縦形	上方
第五換気所	D-17	A2.8×1.75	縦形	上方
	D-18	B3.0×2.05		
	D-19	A2.8×1.75	縦形	上方
	D-20	B3.0×2.05		
第六換気所	D-21	A2.1×1.7	縦形	上方
	D-22	B3.7×0.925		
	D-23~1	A2.1×1.7	縦形	上方
	D-23~2	A2.1×1.7	縦形	上方
	D-24	B3.7×0.925		
	D-25	A2.1×1.7	縦形	上方

軸受はすべてころがり軸受を使用して機械効率の向上をはかっている。とくに出力軸には羽根車取り付けられるので、羽根車と風圧によるスラスト荷重に十分耐えられるものが使用されている。

本減速機は送風機ケーシングの内筒内にボルト締めされている。第15図はギヤ、ピニオンの歯面の外観を示す。

4.4 駆動軸

2本の軸をスプライン軸とみぞとで接続し、さらに両端に自在継手を設けたもので、軸方向変位は伸び40mm、縮み20mmまで、また、円周方向としては、傾斜角で18度までの偏心が許容されるので軸の直結は簡単に行なわれる。

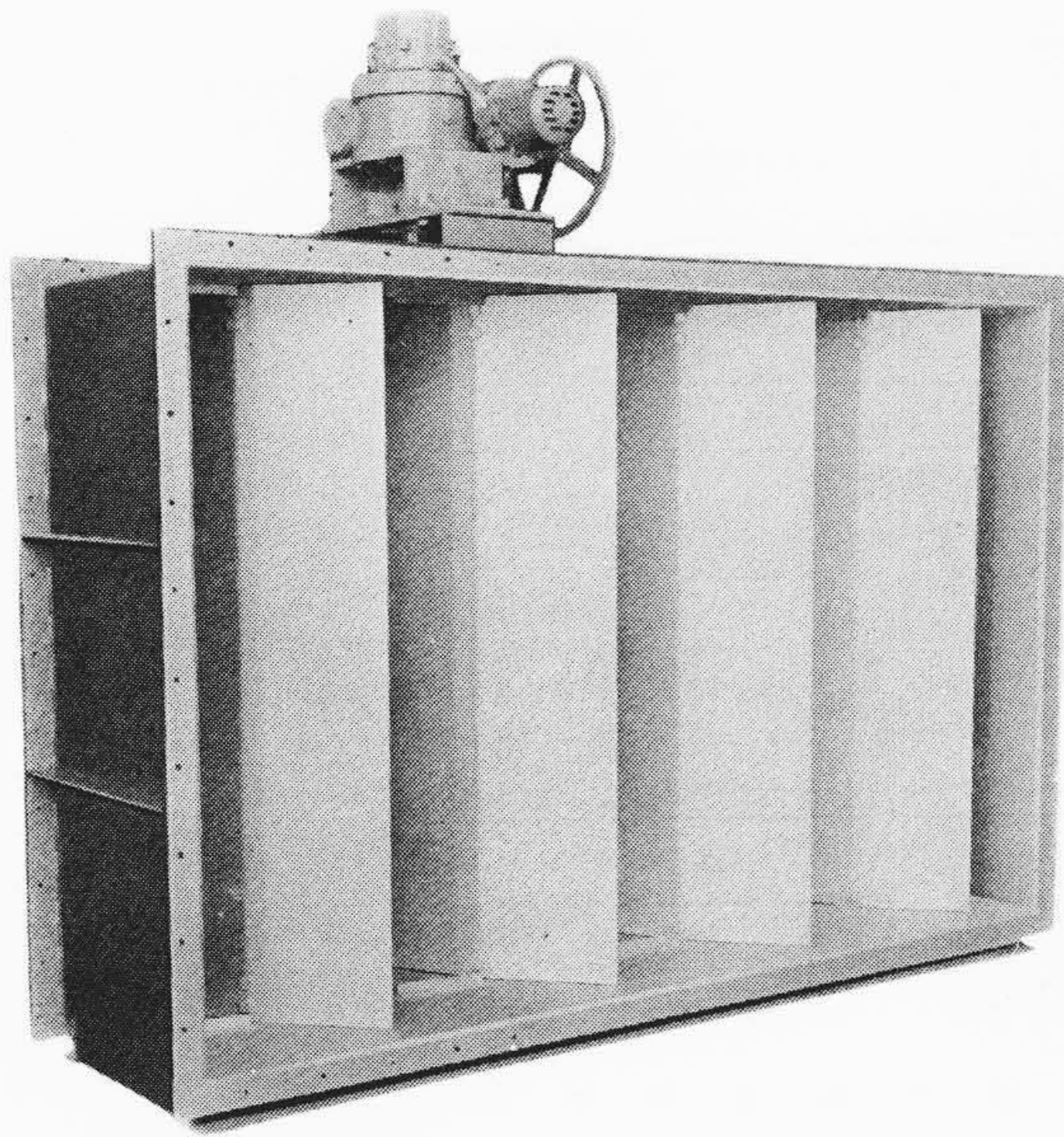
スプライン軸はニッケルクローム鋼、スリーブヨークは炭素鋼を使用し、しゅう動部にはニードルベアリングを使用し、円滑な動力伝達が行なえるようになっている。

4.5 保安装置

前述のように比較的簡単な構造なので減速機の油温とスラスト軸受の2箇所に温度計の感温部をそう入し、送風機外部の計器盤に指示を出し、警報接点付の温度計を使用し、異常温度上昇の場合中央管理室に警報を発すると同時に送風機を停止させるようになっている。そのほか減速機油面を監視するため、送風機ケーシング外部にフロートスイッチを取り付け油面低下に対し警報を発し、さらに油面が下ると第2接点の作動により送風機を停止するようになっている。

5. ダンパ

ダンパは第5表に示すように、25組が製作されており、寸法、形状などが異なったものである。形式はA形が多い。これはルーバー形のもので第16図に示すように、3~4枚のペーンをリンク機構で90度回転させ開閉するもので、ペーンの重なり部やケースとの間げき部はゴムパッキングで気密を保つようになっている。ダンパ駆動はブレーキ付電動機により減速機を経てリンク機構を作動させるもので、減速機には全開、全閉点のリミットスイッチが取り付けられ、



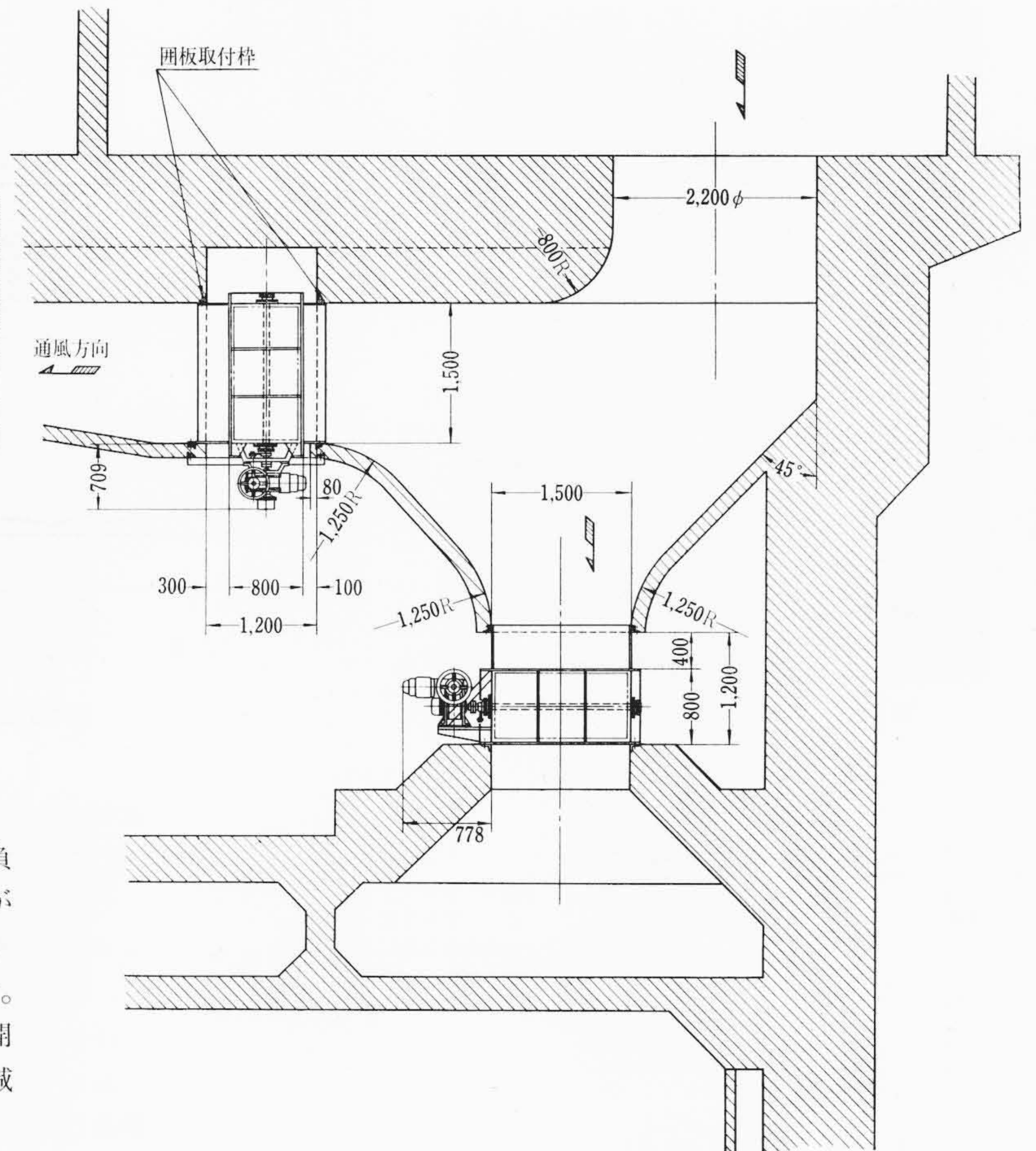
第16図 ダンパ

これにより電動機の運転停止が行なわれる。さらに過負荷防止用のトルクリミットスイッチとトルクラッチがあり電氣的と機械的な保護装置が取り付けられてある。

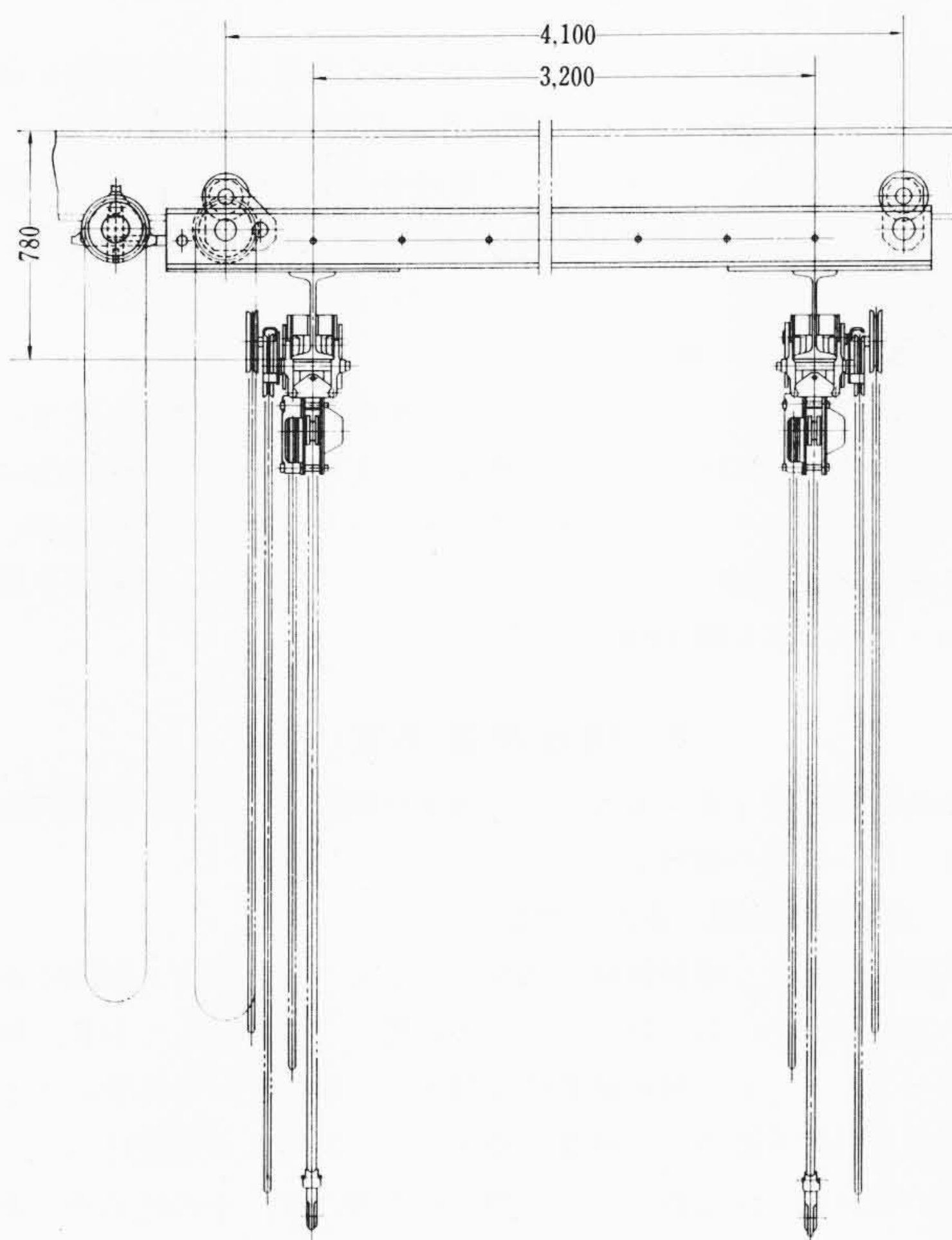
換気所に据付けられたダンパの一例を第17図に示す。

B形ダンパはスイング式で1枚板の一端をロープで閉閉するもので据付場所がせまいために使用しており、減速機はA形のものと同一構造である。

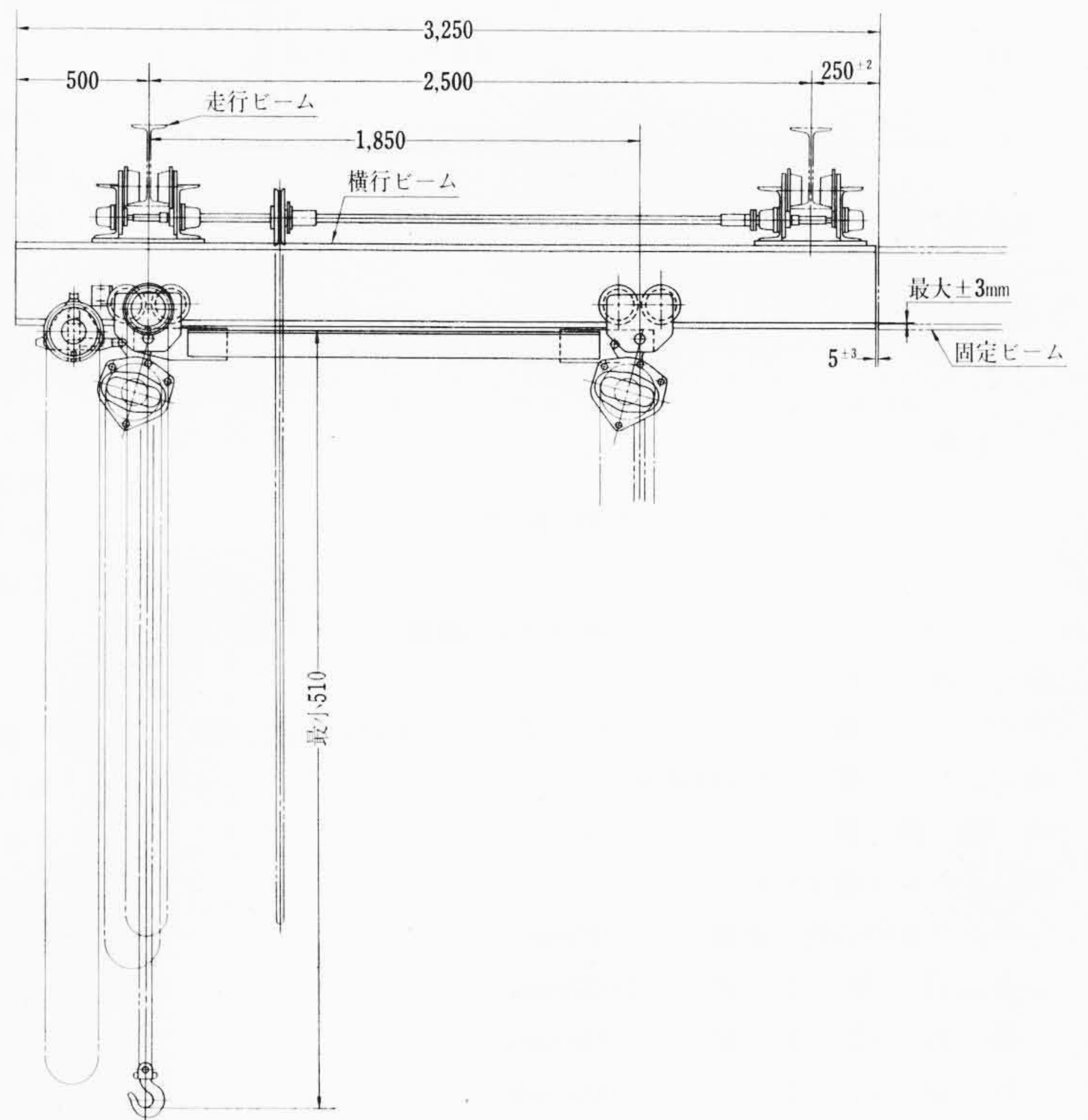
A形ダンパの電動機に0.2kW、B形ダンパの電動機に0.4kWを使用しており、開閉時間は30～50秒である。



第17図 ダンパ据付図



第18図 クレーン組立図

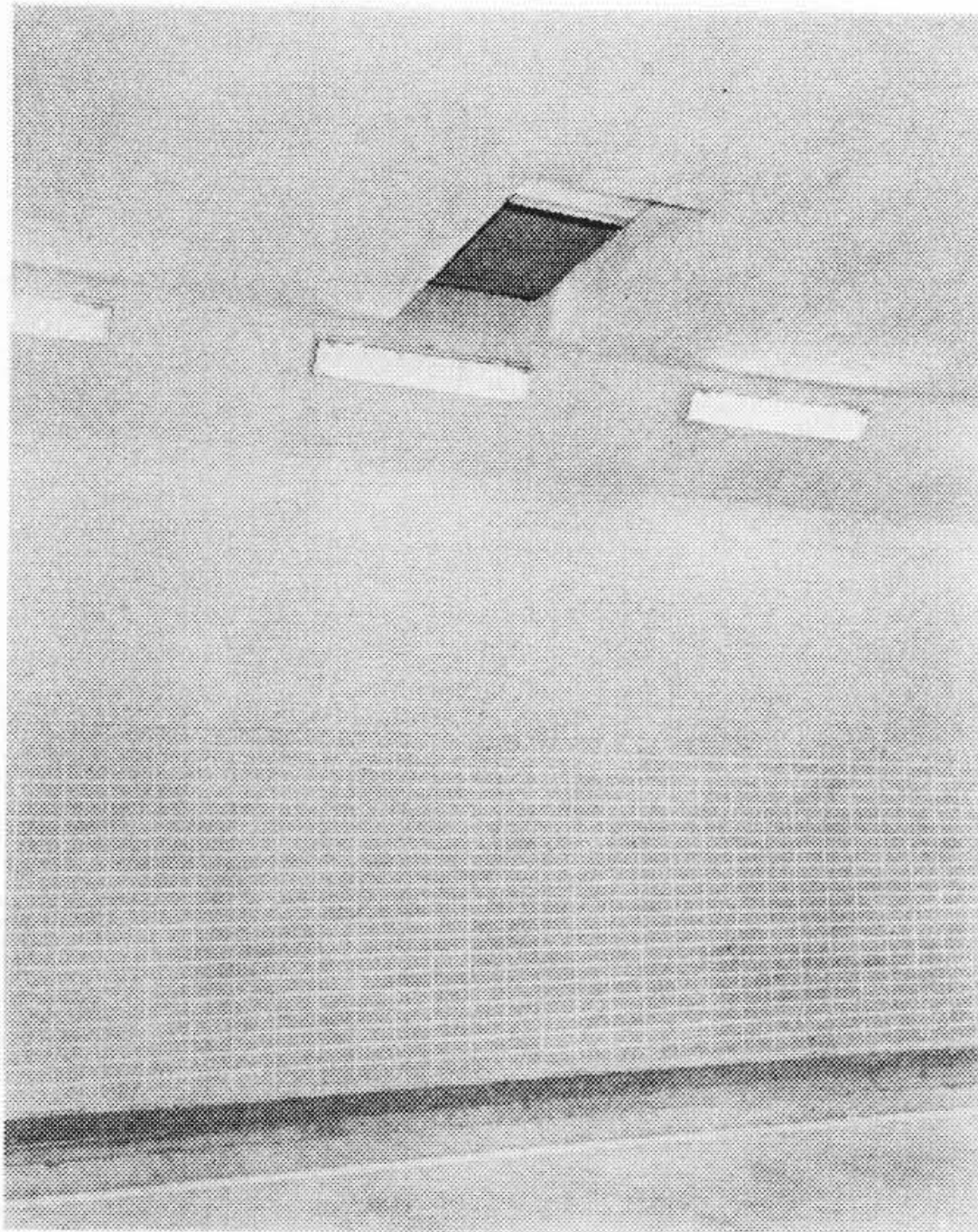


6. 送風機搬入、搬出用クレーン

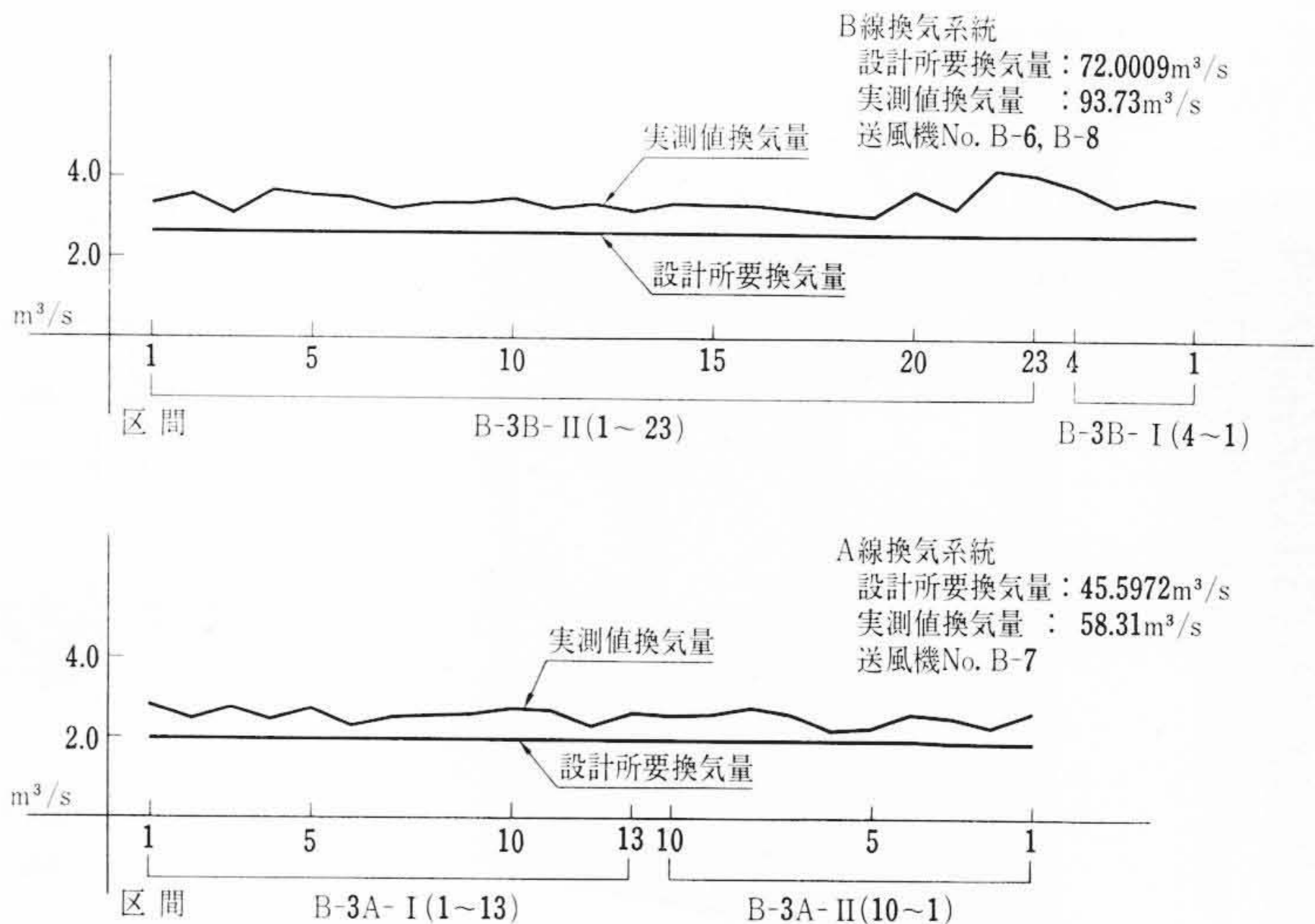
クレーンは各換気所ごとに設置され、給、排気用送風機の組立、分解および換気所への搬入、搬出に使用されるものである。第18図

に示すように、3トンチェーンブロック4台を組み合わせたもので、その仕様は下記のとおりである。

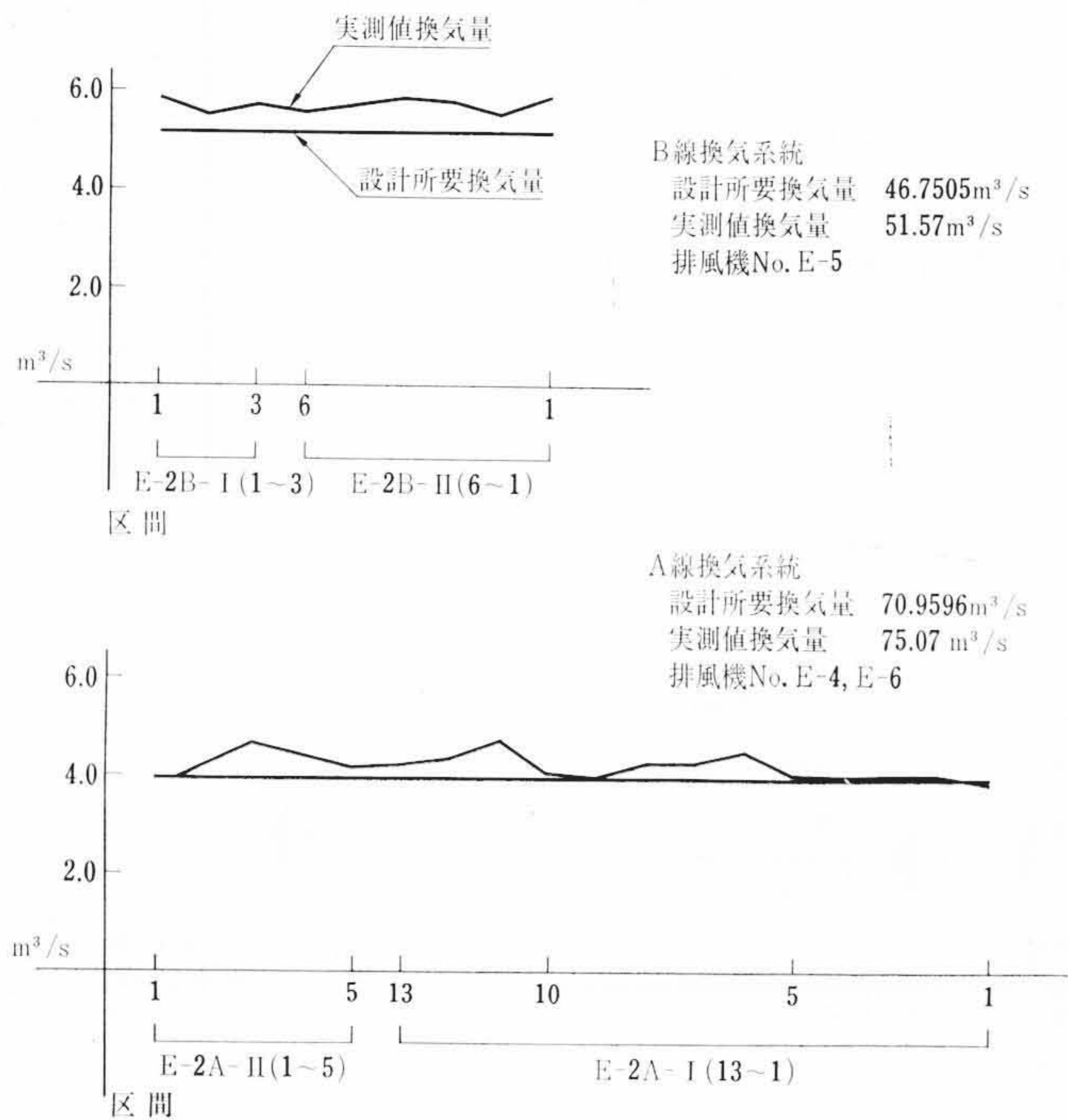
形	式	鎖動巻上、巻下走行式（制動装置付）
制	動	装置
チェーンブロック：	メカニカルブレーキ式	



第19図 排気スロット部



第20図 給気風量測定値



第21図 排気風量測定値

クレーントロリー：鎖動レールクランプ式	
総容量	6トン
容量	3トンチェーンブロック4台の4点つり
揚程	1,500mm
試験荷重	7.5トン
横行ビーム下面よりの長さ	
フックまでの最小距離	510mm
走行用手鎖	2,000mm
横行用手鎖	2,000mm
昇降用手鎖	2,000mm

クレーンのレールは送風機の方へ走行するための走行ビームと、これと直交して送風機の据付位置に移動するための横行ビームおよび固定ビームより構成されている。

サドル部は2本の横行ビームで連結し、それぞれの横行ビームには連結した2台のトロリー付チェーンブロックが装置されており、個々のサドルは2個のトロリー装置と連結板とからなり、それぞれ

対称の位置にある1本の駆動軸で連結し、手鎖の操作でクレーンを走行させるものである。

それぞれの横行ビームに取り付けられたトロリー付チェーンブロックは連結板によって連結し、一端はレールクランプを装備しており、手鎖によりトロリーが横行ビーム上を移動する。個々のトロリー付チェーンブロックはユニバーサルトロリー付チェーンブロックであって、走行面の不整に関係なく常に4個の車が均一に負荷する構造となっている。

7. その他付属品

7.1 吹出ルーバ

給気の車道吹出し口にはルーバを取付けて車道より見た美観を有するものとしている。ルーバの開孔比は70%で流体抵抗の小さい構造となっており、コンクリートに埋込まれた取付わくにボルト締めされている。製作数量は158個で表面は合成樹脂塗料を焼付けたものである。

7.2 風量調節板

給気用は各スロットよりトンネル内に吹出す空気の調節に使用しているもので合計135枚の寸法の異なったものである。調節方法は第3図に示すとおりである。排気用は天井ダクトより直接車道部に面しており合計70枚で寸法もおのおの異なっている。車道より見た排気スロット部を第19図に示す。

8. 現地風量測定

換気装置据付完了後、現地にて計画単位風量にスロット開度調節を行なった。測定の概略を以下に述べる。

8.1 送風機の風量、圧力の測定

送風機の風量は工場試験時にJISによるピトー管測定と同時に送風機の羽根車前方に取り付けられた多孔管により測定しておき、風速をパラメータとした補正係数値を算出し、現地では多孔管による測定に補正係数を使用して風量を算出した。同時に送風機圧力は、送風機の吸込側と吐出側とに静圧測定孔を設けて、その圧力差を測定し、JIS規定に基づいて測定した圧力との補正值を使用して計測した。

8.2 給気風量の測定

給気ルーバのトンネル車道側より熱線風速計によりダクト始端部と中央、末端部にて1箇所につき36点を測定し、平均風速を見出し、全給気孔について6点ずつ計測したものの平均風速と比較して

大差なかったなのでその値を使用して、風量調節板を3回にわたって開度調節した。第20図は測定結果の一例である。

8.3 排気風量の測定

排気スロット部の風速についてはモデル実験により、開度および本流と支流との風速比をパラメータとした補正係数値をあらかじめ測定しておき、これを使用して現地においては全スロット部をおのおの3点ずつ測定して算出した。またスロット部よりピトー管にてダクト内静圧を測定して、ダクト内圧力分布を調査した。

本排気ダクトは送風機との間がほとんどなく接続ダクトとの付近ではかなりの偏流があるため、スロット開度も当初の計画と変わっていた。第21図は風量測定結果の一例である。

9. 自動車トンネルの最近の傾向

最近全国各地に自動車トンネルの計画が進められており、トンネル換気に対する基準化が要望されている。日本道路公団の『トンネル換気設計要領』によれば換気方式の選定基準は大要次のとおりである。

(1) 縦流換気方式

○サッカルド方式

500 m 未満のトンネルに適用する。なお吹出し風速は 35 m/s 以下にする。

○立坑などによる集中換気方式

自然風による自然換気の期待できないトンネルに適用し、車道風速は 7~8 m/s 以下とする。

(2) 半横流換気方式

本方式を原則として採用し、常時は給気式、火災時には排気式とする。車道風速は最大 7~8 m/s 以下とする。

(3) 横流換気方式

半横流式で車道風速が 7~8 m/s を越えるトンネルについては本方式を採用する。

以上より概略 500 m 以下のトンネルでは縦流式、500 m より 2,000

m 前後までは半横流式、2,000 m 以上は横流式と考えてよいと思われる。もちろんダクト断面積、交通量、ディーゼル混合比などにより確定したことはいえない。またダクト内風速は 25 m/s 以下におさえられているが、これについても 30 m/s 以上にはならない理由は圧力損失が大となることが主問題となるので、トンネル工事費との経済比較をして運転経費が小さければ風速を高めることも可能と思われる。

風量調節についてのノッチ段階も 3~5 段階程度で台数制御と極数変更の組合せにより行なうもので、保守の簡単な形態になると同時に所要風圧の高いものが増えてくるであろう。

半横流方式の場合で火災時には動翼の角度変更をせずにそのまま、回転方向のみを逆回転して排気とする方式になるケースが多く計画されている。

また既設のトンネルで交通量の増大により換気を必要としているものでは、トンネル内交通の制約の少ない立坑式の縦流方式が多く採用されている。

10. 結 言

以上千代田トンネル千鳥ヶ淵換気設備について説明したが、関門、天王山、千代田トンネルと次第に換気設備の簡易化が進められてきていることがよくわかる。また山トンネルと異なった都市トンネルでは計画上いろいろの面から制約があるため、なかなか理想案が実現されがたく、ある程度の妥協を余儀なくされる面があり建設の困難さを痛感した。しかし本トンネルの完成により今後のわが国における都市トンネルの貴重なモデルとなるものと確信する次第である。

日立製作所では引続いて各方面のトンネル換気の計画についての相談をうけており、道路トンネルの推進について協力をしている。

最後に、本換気設備の完成に終始ご指導をいただいた、首都高速道路公団関係者各位に深く感謝の意を表する次第である。



特 許 の 紹 介



特許 第 410133 号 (特公昭 36-19885 号)

橋 本 章・谷 口 研 二

熱 電 装 置

P 型と N 型とより構成される熱電素子に電極付をする場合には、熱電素子と電極との接合部における電気抵抗および熱抵抗小さく、電極には熱電素子に接合するとき拡散速度がおそく熱電素子の性能が低下しないような物質を用いる必要があるが、従来用いられている銅などよりなる電極は、これらの要求を満足するにはいたらなかった。

本発明熱電装置はこれらの要求を満足するもので、たとえばテルル・鉛合金よりなる熱電素子を組み合わせ、それに拡散速度がおそく安定でしかも電気抵抗および熱抵抗の小さいアルミニウムを電極として用いて製作したことを特長とするものである。

図は本発明の一実施例を示すもので、1, 1', 1'' は一面に Ni メッキ層 2, 2', 2'' を持つアルミニウム電極で、5 および 6 は N 型および P 型熱電素子で接着樹脂 7 によって接合せられ、端面にニッケルメッキ層 4, 4', 4'' を有している。これらのアルミニウム電極および熱電素子はハンダ 3, 3', 3'' によって接続されている。この場合のニッケルメッキ層の膜厚はハンダ付けなどが可能な限りにおいて薄くし (2~3 μ 程度が適当である)、電気抵抗および熱抵抗を小さくする。なおメッキ材料はニッケルのほかに非拡散性かつハンダ付け容易な金、

コバルト、ロジウム、パラジウムなどの物質を用いることができる。(志村)

