

日立大形ボイラファンについて

Hitachi Boiler Fans

竹 内 忠*
Tadashi Takeuchi

内 容 梗 概

近年続々と高性能の大容量火力発電所が建設されており、これに使用するボイラファンに対しても信頼度が高く高性能で小形のものが強く要望されている。この要望にこたえて日立製作所では、わが国で初めての効率85~88%という高効率の「翼形ファン」を完成し、押込通風機はすべてターボファンからこの「翼形ファン」に切り替えられた。また誘引通風機についてはプレートファン、多翼ファンで製作するとターボファンに比べて大きさが80%, 64%と小形になることに着目し、これらの効率をターボファンと同等に引上げること为目标に研究を進め、大形誘引通風機でプレートファン、多翼ファンともターボファンなみに77%に引上げること成功した。

このように大形ボイラファンは従来のものに比べあらゆる面において一段と進歩改良が加えられているのでこれについて説明する。

第1表 125MW, 175MW 大形ボイラファン製作一覧表

納 先	種 類	形 式	風 量 (m ³ /min)	風 圧 (mmAq)	温度 (°C)	回転数 (rpm)	電動機 (kW)	台 数	製作年
東電千葉 4期 175 MW	FDF	#15 1/2 両吸込形翼形ファン	6,640	282	41	750	400	2	1959
	IDF	#16 両吸込形多翼ファン	9,420	450	156	600	1,120	2	
	GRF	#19 片吸込形プレートファン	7,870	310	385	750	600	1	
東北電力 仙台1期 175 MW	FDF	#16 両吸込形翼形ファン	6,020	282	11	750	450	2	1959
	IDF	#20 両吸込形プレートファン	9,420	450	156	600	1,000	2	
	GRF	#19 片吸込形プレートファン	7,870	312	385	750	600	1	
東電品川 2号機 125 MW	FDF	#14 両吸込形翼形ファン	4,700	340	20	750	400	2	1959
	IDF	#14 両吸込形多翼ファン	7,390	410	136	600	750	2	
	GRF	#15 両吸込形プレートファン	6,180	270	329	750	450	1	
東電川崎 175 MW	FDF	#15 1/2 両吸込形翼形ファン	6,660	282	41	750	400	2	製作中
	IDF	#16 両吸込形多翼ファン	9,420	450	156	600	1,120	2	
	GRF	#19 片吸込形プレートファン	7,870	310	385	750	600	1	
東北電力 仙台2期 175 MW	FDF	#16 両吸込形翼形ファン	6,020	282	41	750	450	2	1960
	IDF	#20 両吸込形プレートファン	9,420	450	156	600	1,000	2	
	GRF	#19 片吸込形プレートファン	7,870	310	385	750	600	1	
中国電力 岡山 125 MW	FDF	#13 両吸込形翼形ファン	3,200	300	20	900	230	2	製作中
	IDF	#19 両吸込形プレートファン	6,950	610	140	720	1,250	2	
	GRF	#17 両吸込形プレートファン	3,100	190	345	720	270	1	
東電品川 3号機 125 MW	FDF	#14 両吸込形翼形ファン	4,700	340	20	750	400	2	製作中
	IDF	#14 両吸込形多翼ファン	7,390	410	136	600	750	2	
	GRF	#15 両吸込形プレートファン	6,180	270	329	750	450	1	

1. 緒 言

経済の好況により各種産業とも非常に活況を呈し電力使用量も年を追うごとに増加の一途をたどっている。このような状態に対処するため各電力会社は発電設備の増強につとめているが、特に最近の火力発電技術の急速な進歩発展により短期間に建設できる火力発電に重点が置かれ、各地に十数万kW以上の大容量火力発電設備の建設が相次いで行われている。これに伴い通風設備も今まで以上に一段と信頼度の高い高性能大容量通風機が要求されている。これら大容量ボイラ通風機に対し強圧通風機にはわが国で初めての「翼形ファン」の採用、誘引通風機には高性能多翼ファンの採用など従来の数万kW級ボイラ通風機と比較するとあらゆる面において一段と進歩、改良が加えられているのでこれらについて説明する。

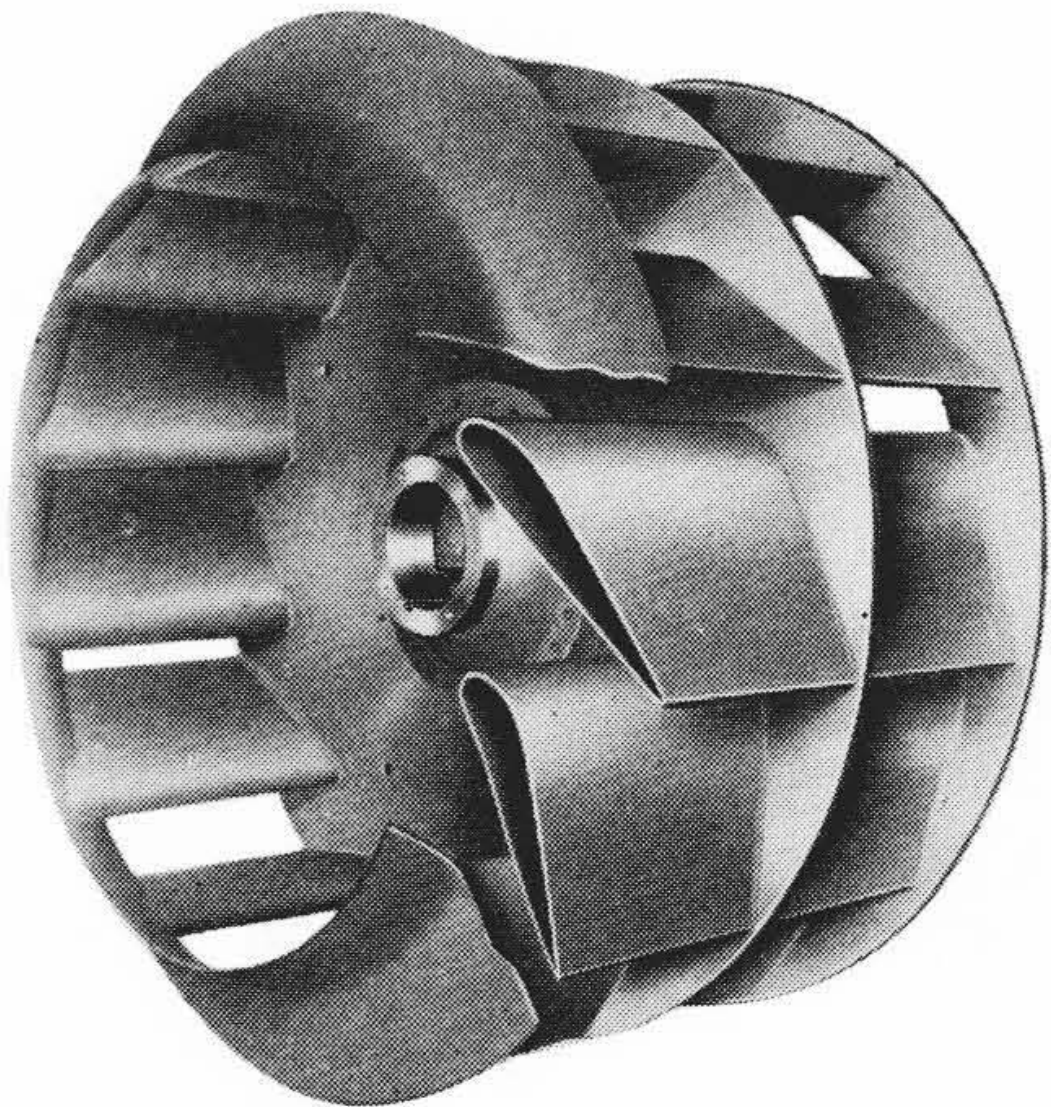
2. 特 長

第1表に示すとおり日立製作所では大形ボイラファンを多数製作しているが、発電設備の大容量化に伴い駆動電動機も誘引通風機(Induced Draft Fan 略して IDF)では 1,000 kW 級、押込通風機(Forced Draft Fan 略して FDF)では 500 kW 級と非常に大きくなり、これにつれて通風機の形態も大形になってくる。したがって通風機としては第一に設備馬力ならびに運転動力を極力少なくするため高効率通風機であること。第二に電動機には取扱い容易な籠形電動機を使用し直入起動を行うため通風機の慣性モーメント(GD²)は極力小さいことが要望される。このため 125MW 以上の大形ボイラファンには、

- (1) FDF にわが国最初の高性能翼形ファンを使用したこと。
 - (2) IDF に高性能プレートファン、多翼ファンを使用したこと。
- など従来のボイラファンに大幅な改良が加えられた。

2.1 翼 形 フ ァ ン

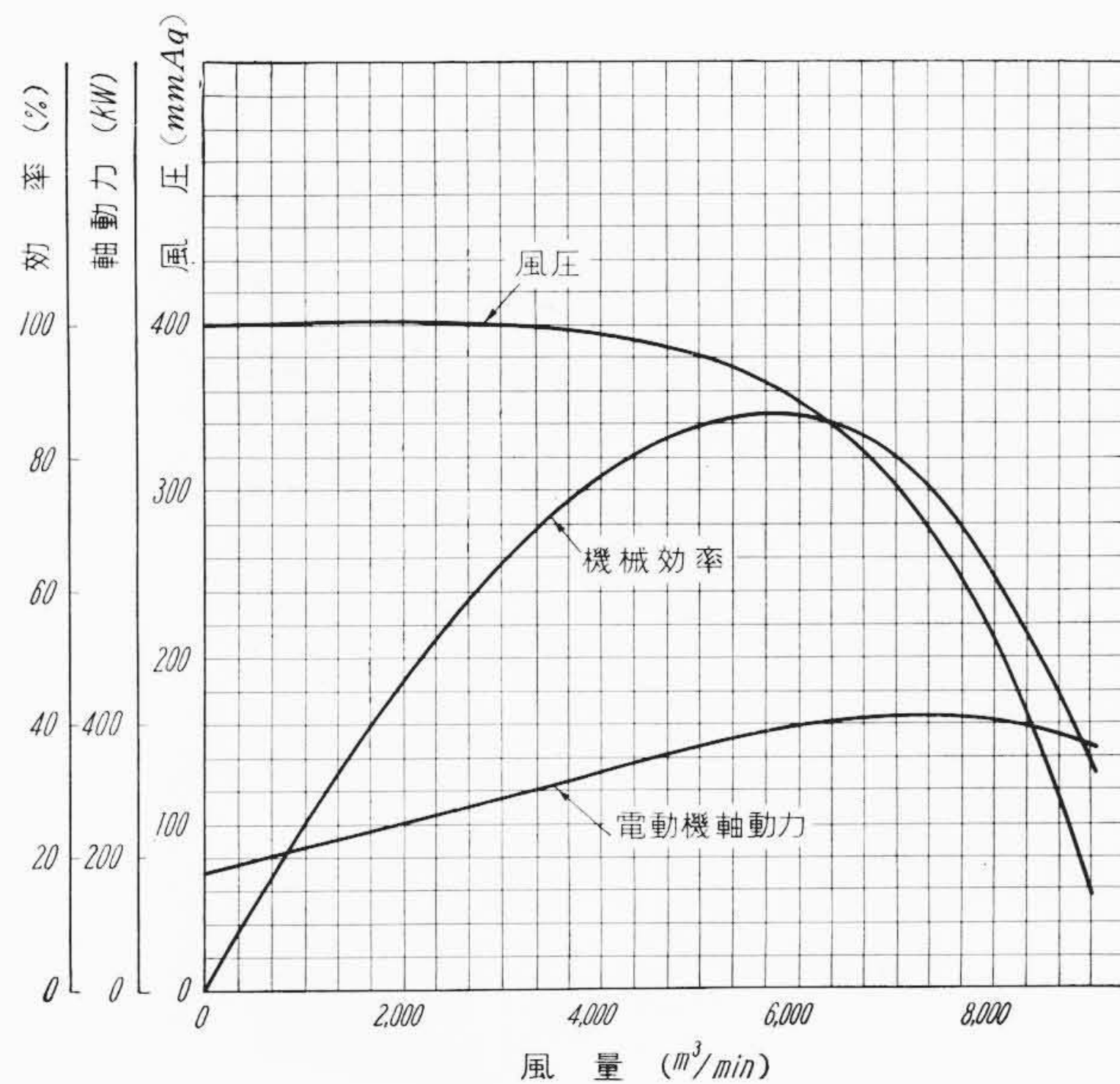
高性能で小形の FDF を製作するには効率の向上を計ることはもちろんであるが、流量係数、圧力係数を大きくとれる特性でなけれ



第1図 翼形ファン羽根車

ばならない。羽根車の吸込部の形状がこれら効率、流量係数、および圧力係数に大きな影響を及ぼすので、この解明に努力し、各種の研究を重ねた結果、75 MW 級 FDF 用ターボファンにおいて、従来のそれに比べ効率は 10% 向上して 78~80%, また形態は 10% 小

* 日立製作所川崎工場



形式 ODAT-CH, 回転数 (同期) 750 rpm
第2図 押込用 #16 両吸込形翼形ファン特性曲線

形となった。その後さらに性能向上を計るため引き続き研究を続け、その成果として大形ボイラファンにおいて従来のターボファンの一枚板のハネと異なり第1図のような翼形羽根を持った「翼形ファン (Aerofoil Centrifugal Fan)」を完成した。

この翼形ファンは効率85～88%と従来考えられなかったような驚異的な高性能通風機で、しかも低騒音という特長をもっている。

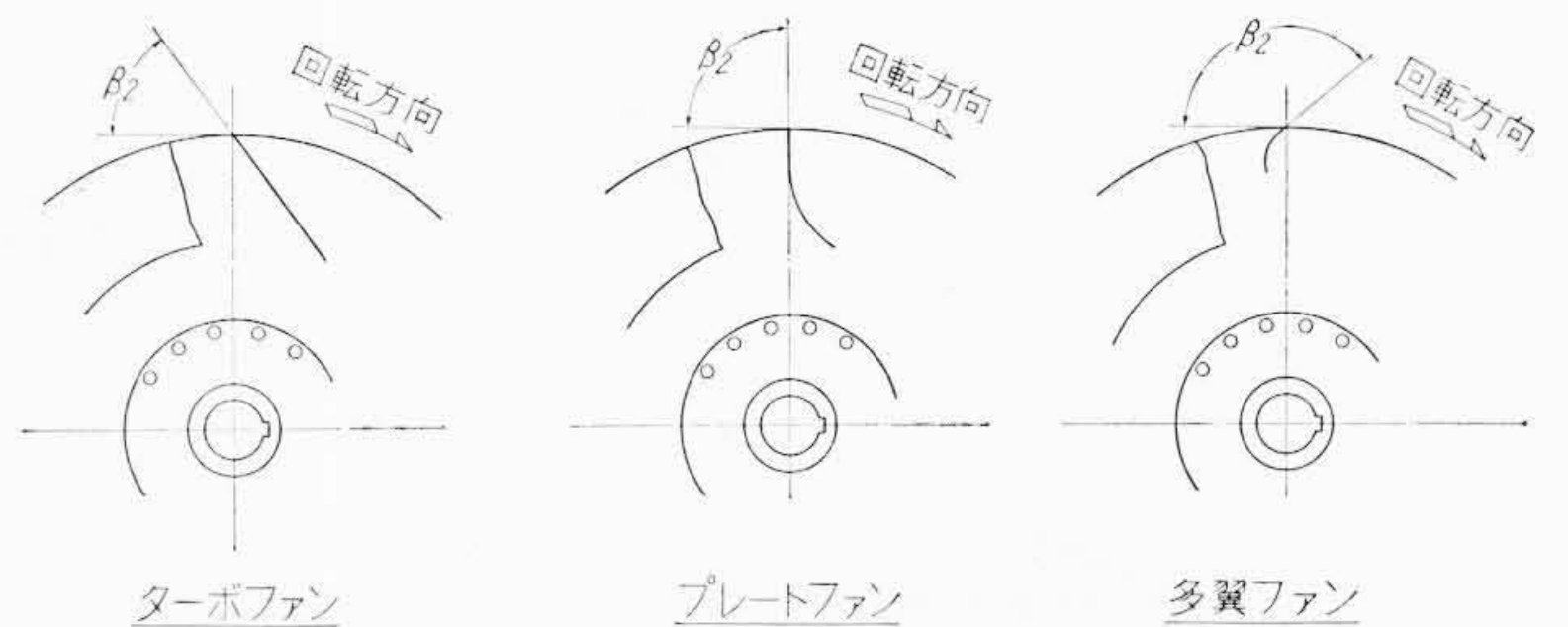
東京電力株式会社千葉火力発電所 175MW 用に1号機を納入して以来事業用ボイラ通風機はもちろん、自家発電用、一般通風用として現在までに約80台、延べ電動機出力約14,000 kW に達する納入実績を持ち各方面において多大の好評を得ている。第2図は東北電力株式会社仙台火力発電所向 175MW 用 FDF 450 kW #16 両吸込形翼形ファンの特性を示す。

2.2 多翼ファン、プレートファン

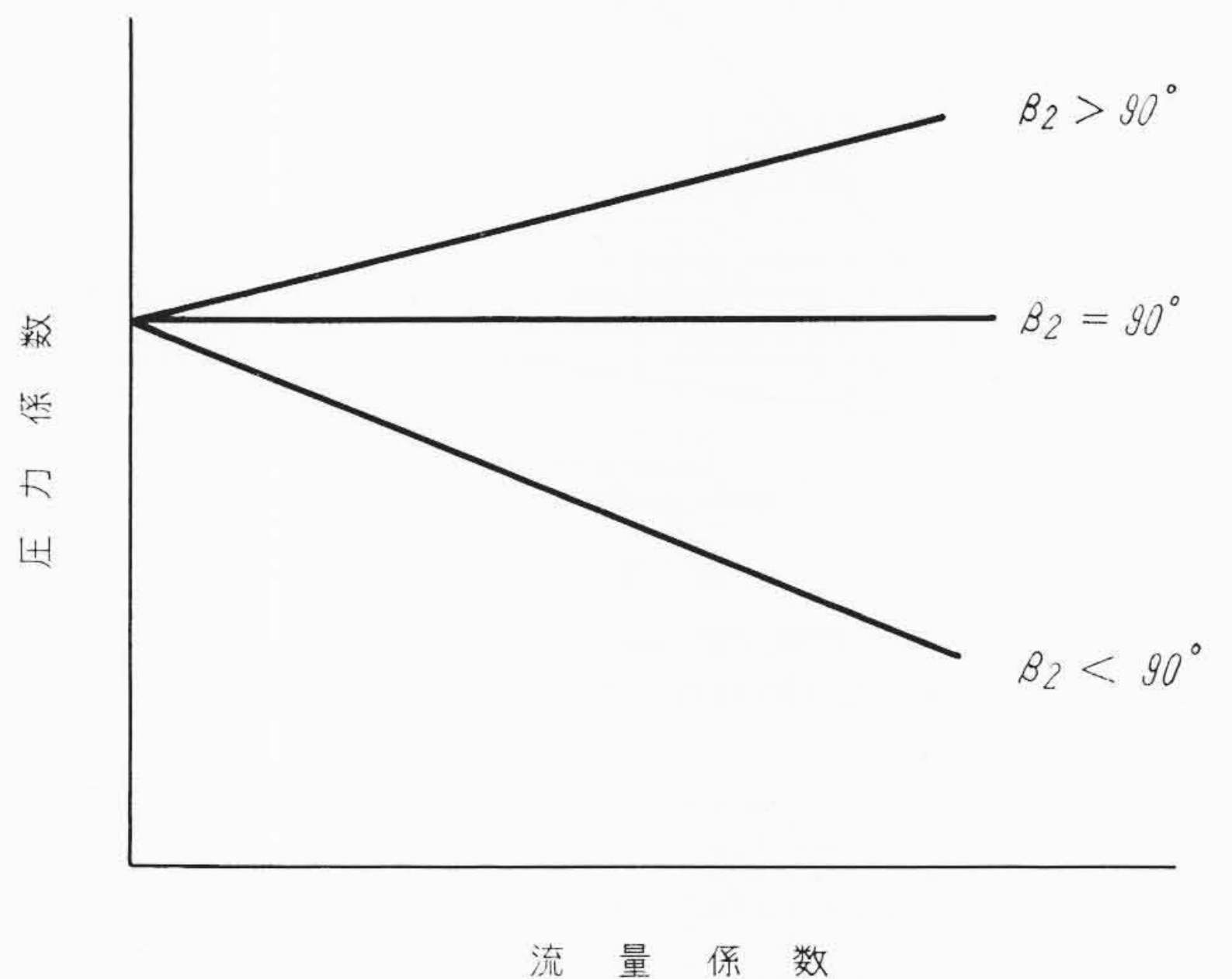
ボイラファンをはじめ各ボイラ補機は取扱い容易な籠形電動機を使用し、直入起動を行うので起動時間は短いことが必要である。

ボイラファンでは IDF, PAF (一次空気用通風機 Primary Air Fan), GRF (ガス再循環通風機 Gas Recirculating Fan) などは軽い高温ガスを取扱うため電動機出力に対し送風機の形態が大となり、慣性モーメント (GD^2) は必然的に非常に大きなものとなる。したがって前述のとおり起動時間を短くするためには起動トルクの大きな電動機を使用するとともに送風機の形態を極力小さくして慣性モーメント (GD^2) を小さくすることが必要である。

従来 IDF には FDF と同様ターボファンが使用され、FDF と同様形態の小形化と高効率を目標に種々改良努力を続けてきたが、同一機種による小形化はすでに限界に達しているのも同一仕様に対し、プレートファン、多翼ファンと機種をかえて小形化することが考えられる。第3図は各機種の羽根の形状を示したもので、図中の β_2 は羽根の出口角度を示す。すなわちターボファンは $\beta_2 < 90^\circ$ 、プレートファンは $\beta_2 = 90^\circ$ 、多翼ファン $\beta_2 > 90^\circ$ である。第4図は羽根出口角度 (β_2) と流量係数、ならびに圧力係数との関係を図示したもので、特に大きさの決定に関係のある圧力係数はターボファン、プレートファン、多翼ファンと順次大きくなっていく。したがって同一仕様をこれら各機種で製作した場合は多翼ファン、プレートファン、ターボファンの順に形態は大きくなる。その大きさの比率は第2表に示すとおりターボファンを100とするとプレートファン、多翼ファンはそれぞれ80, 64の大きさとなる。 GD^2 について比較すると第3表に示すとおり、いずれも大幅に小さくなっている。このよ



第3図 羽根の形状説明図



第4図 羽根出口角度と圧力係数との傾向説明図

第2表 同一仕様を機種をかえて製作したときの大きさの比較表

機種	大きさ (%)	
ターボファン	100	—
プレートファン	80	100
多翼ファン	65	80

第3表 同一仕様を機種をかえて製作したときの GD^2 の比較表

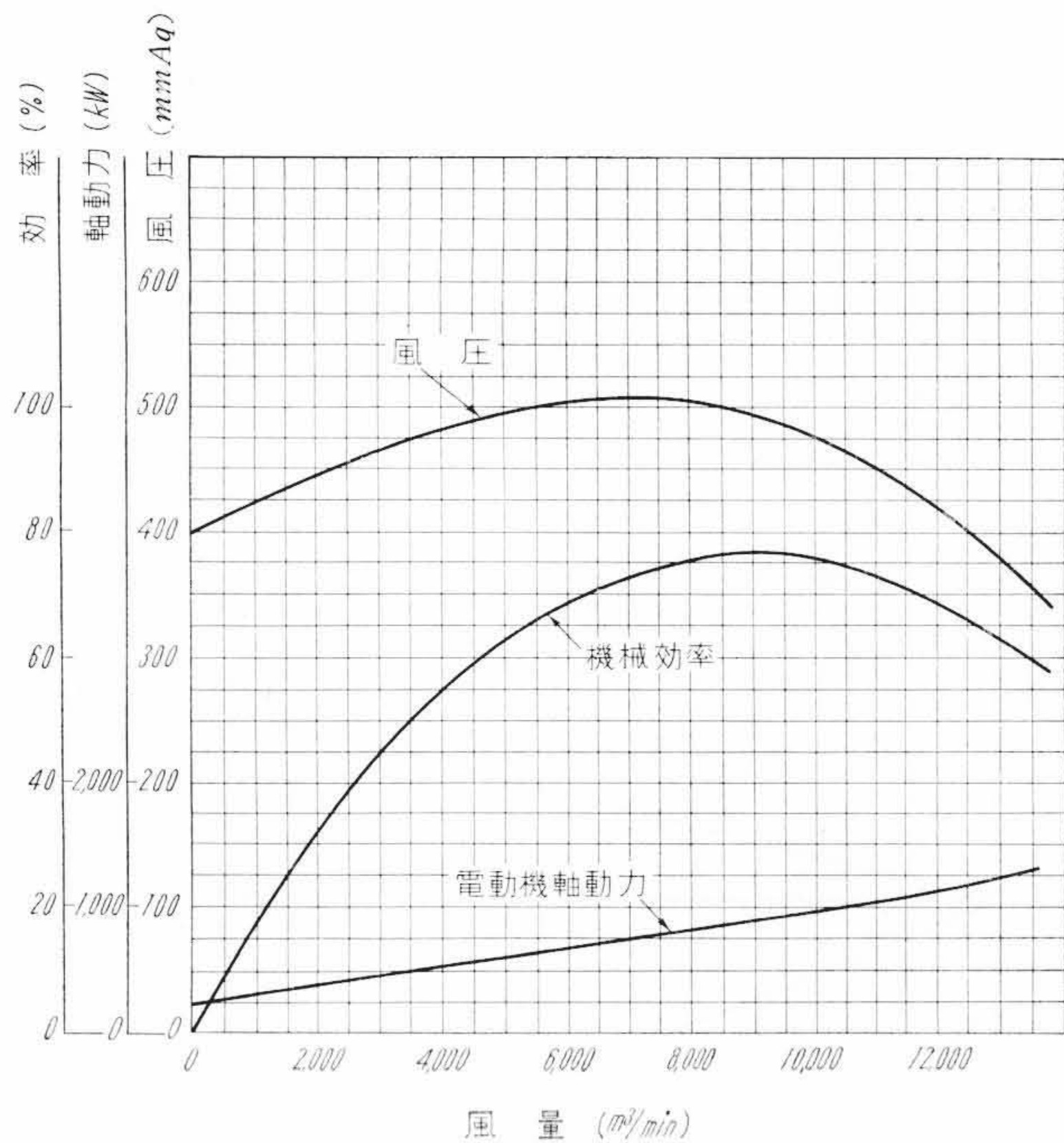
機種	GD^2 (%)	
ターボファン	100	—
プレートファン	75	100
多翼ファン	40	55

うにプレートファン、多翼ファンで製作すると、ターボファンに比べて形態が小さくなる利点があるが、今までほとんど使用されなかった理由はターボファンに比べて効率が10～20%低かったことが原因である。したがってこれらの効率をターボファンと同等の効率にすることに研究の目標を置き、流体力学的観点から羽根車ならびにケーシングに改良を加え、実験機による各部の風向、風速の測定などから得た資料をもとに種々検討改良を行いプレートファン、多翼ファンとも効率が約77%とターボファンとほぼ同等の効率となった。

第5図は東北電力株式会社仙台火力発電所 175 MW 用 1,000 kW #20 プレートファンの特性曲線を示す。また第6図は東京電力株式会社品川火力発電所 125MW 用 750 kW #14 多翼ファンの特性曲線を示す。いずれも効率は77%で従来のものと比較し格段の性能向上をしている。

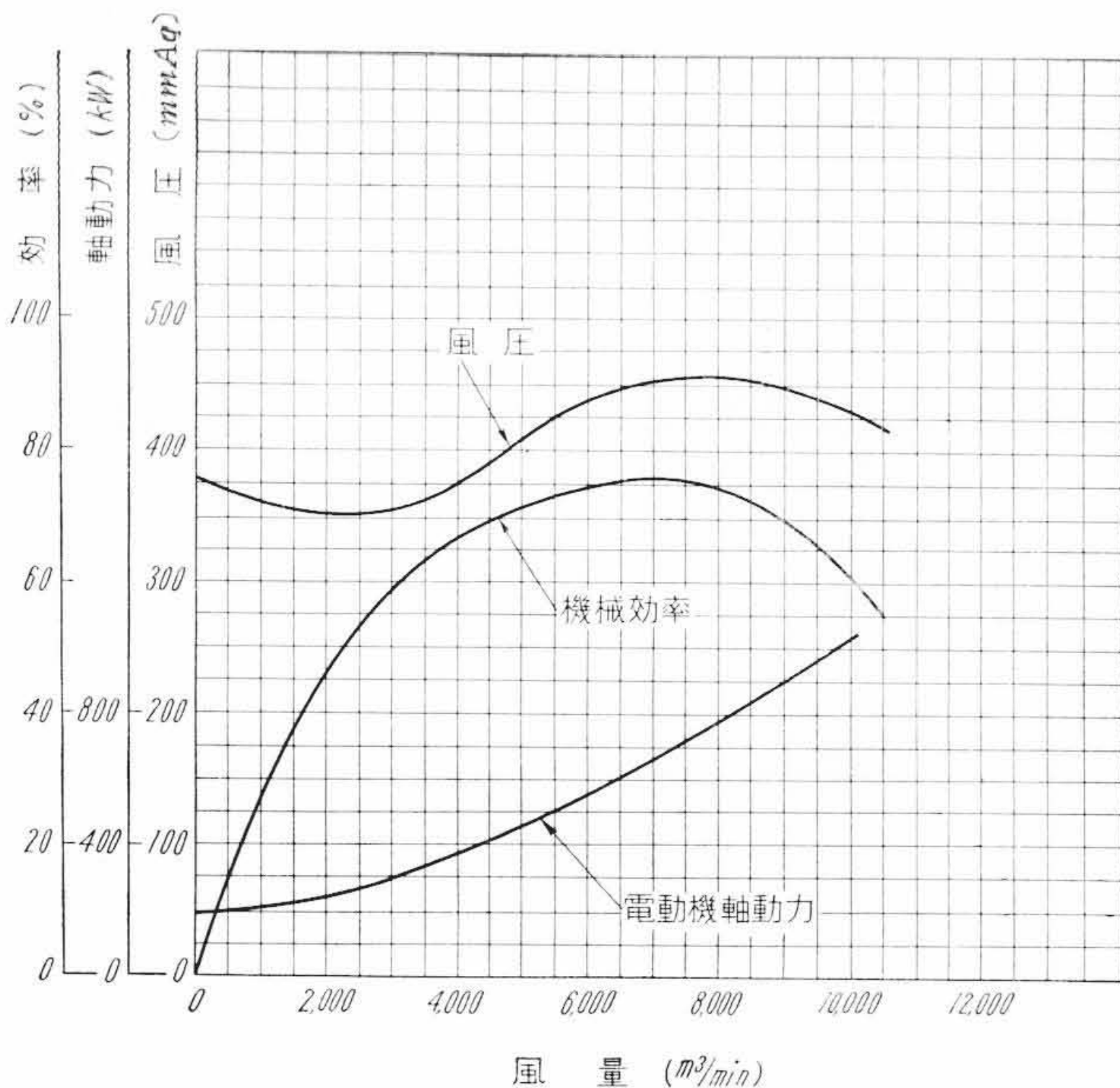
3. 構造

ボイラファンは遠方操作による自動運転を行うため連続運転にたいして十分耐え、使いやすく保守点検が容易にできるものでなければならない。以下簡単に構造について説明する。



形式 PDR-CH, 回転数 (同期) 600 rpm

第5図 誘引用 #20 両吸込形プレートファン特性曲線



形式 PDS-CH, 回転数 (同期) 600 rpm

第6図 誘引用 #14 両吸込形多翼ファン特性曲線

3.1 押込通風機

FDF には両吸込形翼形ファンを使用している。第7図は屋内形、第8図は屋外形を示す。屋外形は吸込口に防雨フードを付けた構造で、風量制御には自動汽罐制御装置 (Automatic Boiler Control 略して A. B. C.) によるベーンコントロール方式を採用している。

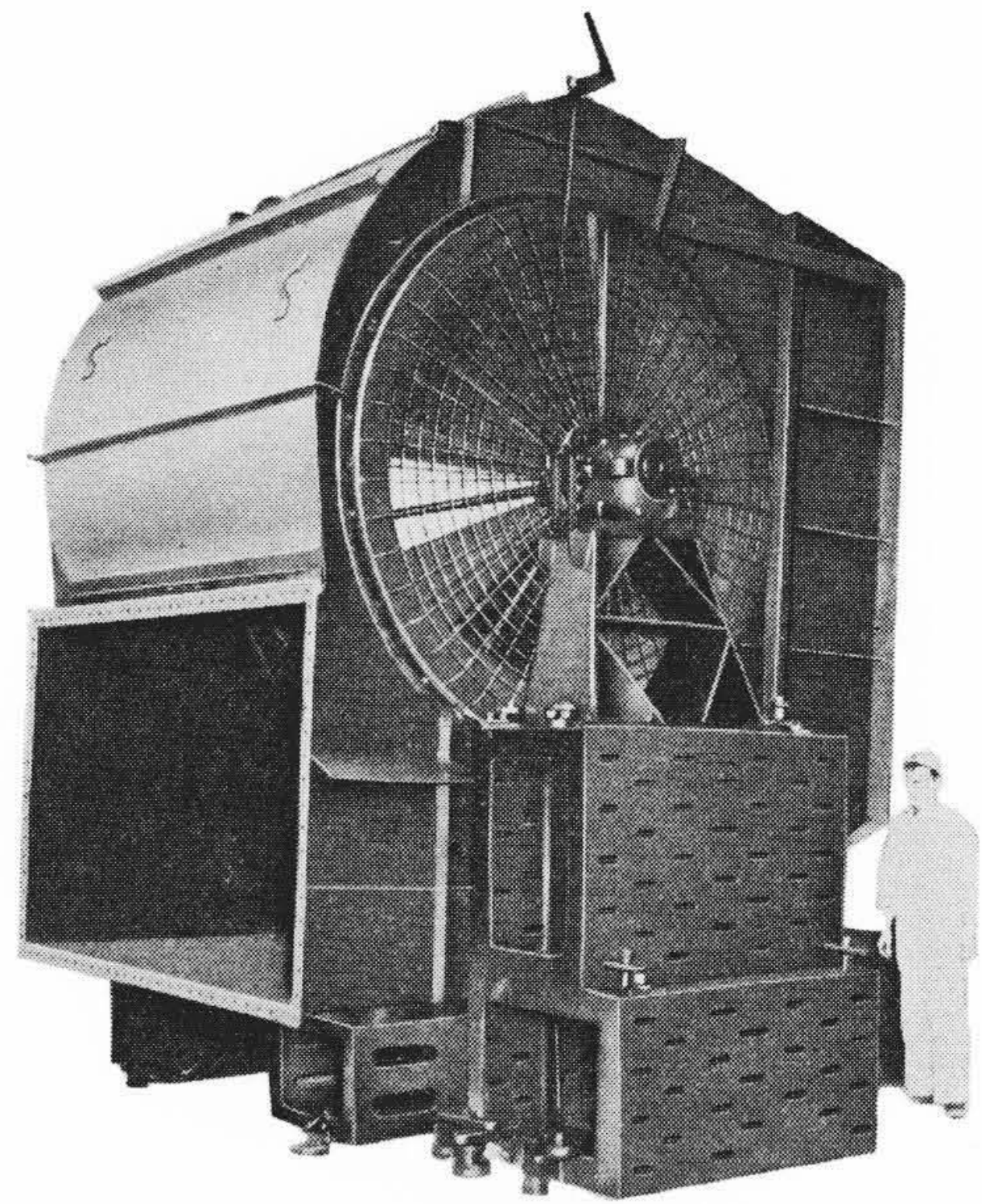
羽根車は第1図のような翼形ハネを持った全溶接構造で溶接部の検査は磁気探傷, カラーチェック, X線検査など万全を期している。

軸受には今までも使用されていた通風機自身のドラフトを利用する空気冷却方式の軸受メタルを使用している。

3.2 誘引通風機

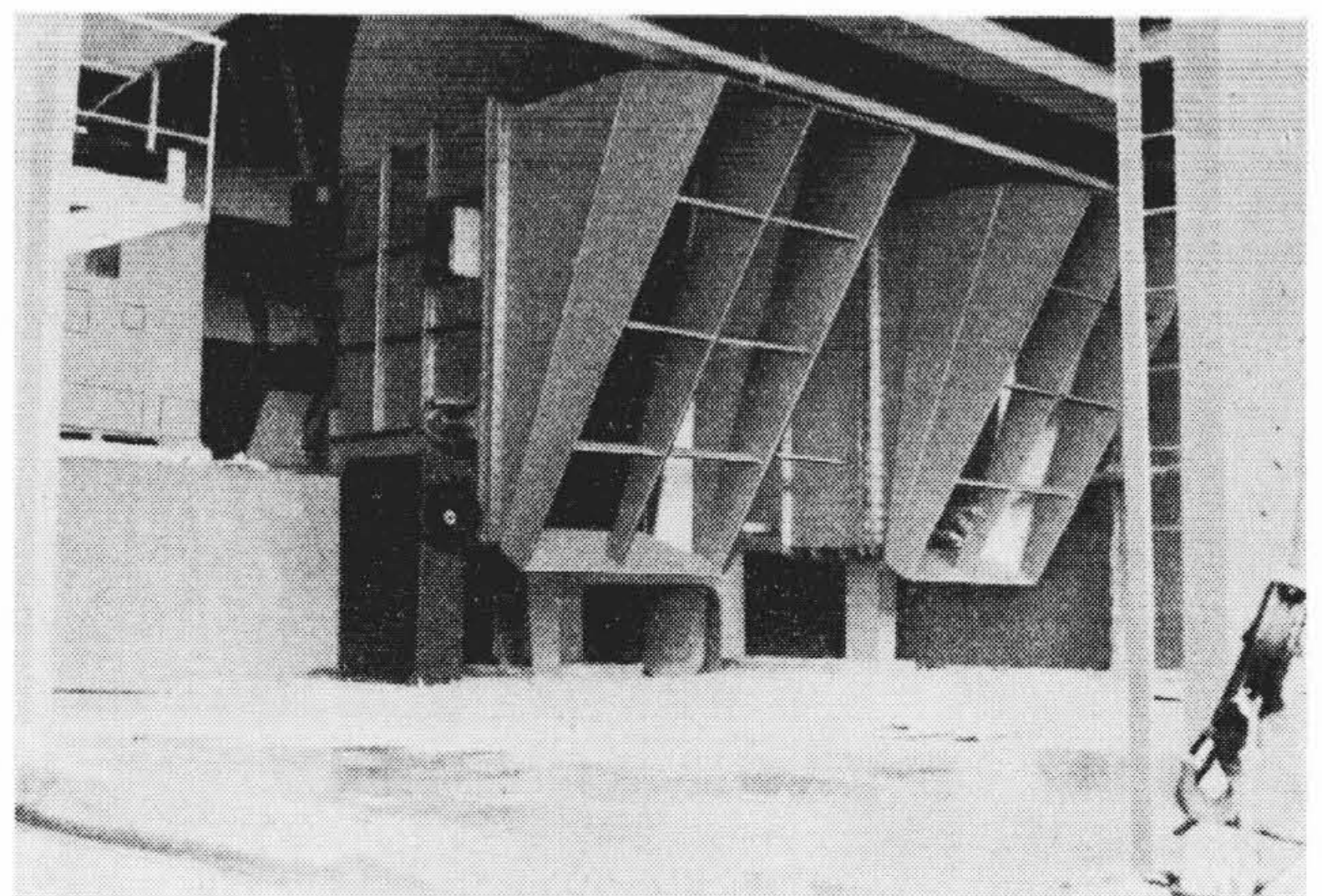
IDF には両吸込形プレートファン, 多翼ファンを使用し、風量制御には自動汽罐制御装置によるサクシジョンダンパーコントロール方式を採用している。第9図は組立写真を示す。

第10図はプレートファン, 第11図は多翼ファンの羽根車を示す。いずれも羽根の摩耗しやすい箇所にはライナを付けるなど十分考慮を払っている。



(ベーンコントロール装置付)

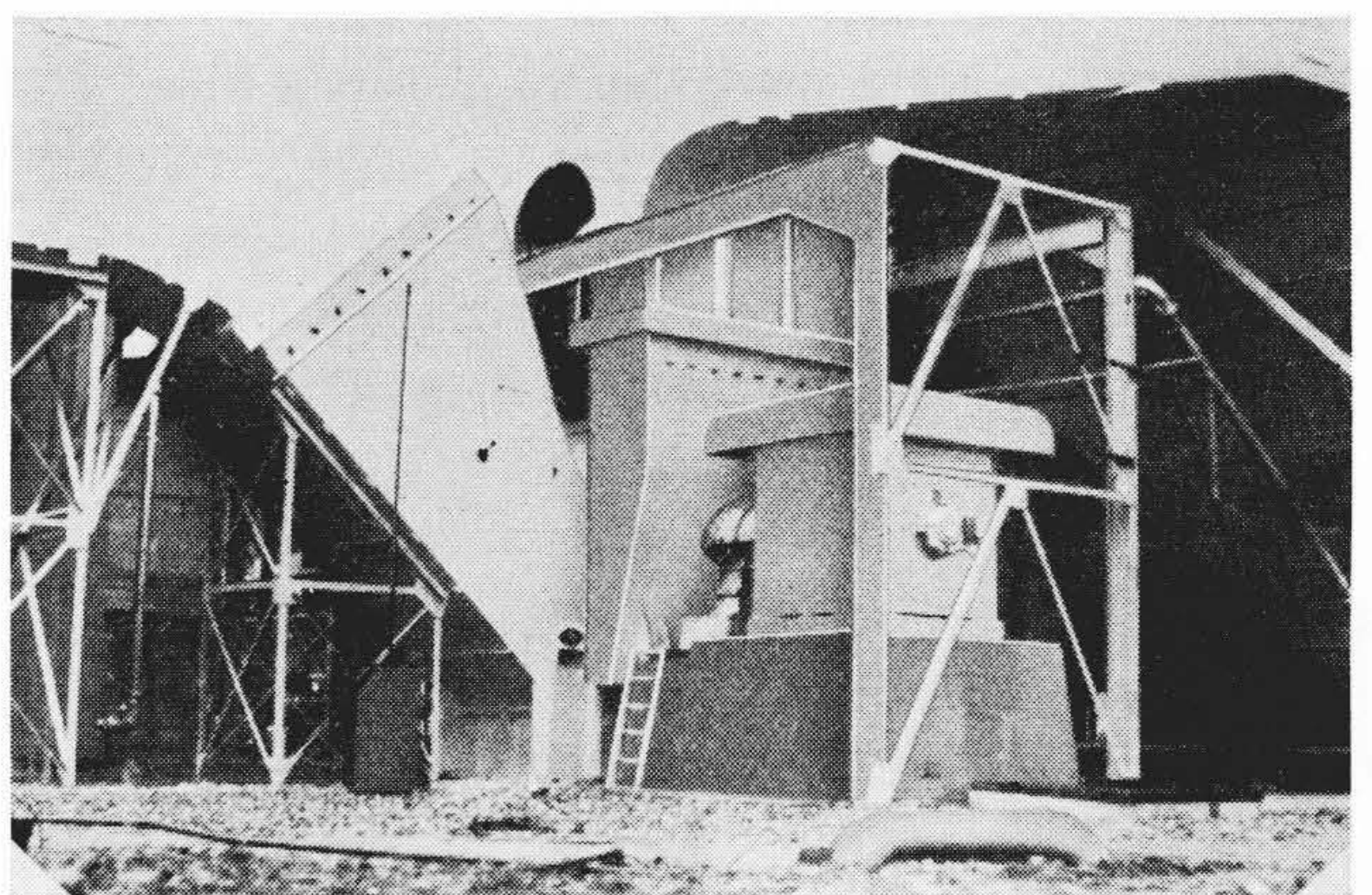
第7図 屋内形押込通風機外観



(吸気口付近から見たもの)

東北電力仙台火力発電所向 450 kW, #16 両吸込形翼形ファン

第8図 屋外形押込通風機外観



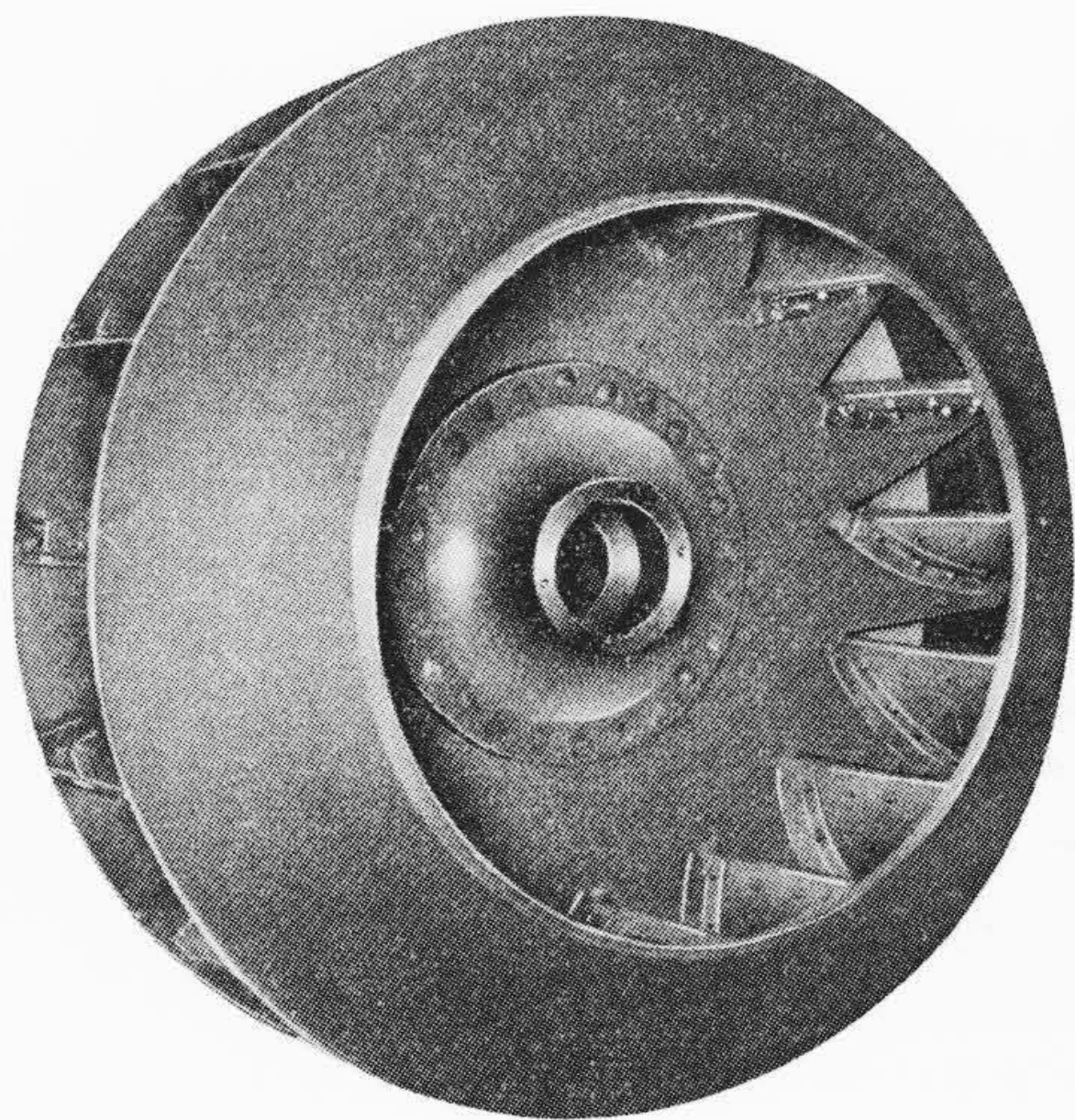
(東北電力仙台火力発電所向 1,000 kW, #20 両吸込形プレートファン)

第9図 誘引通風機外観

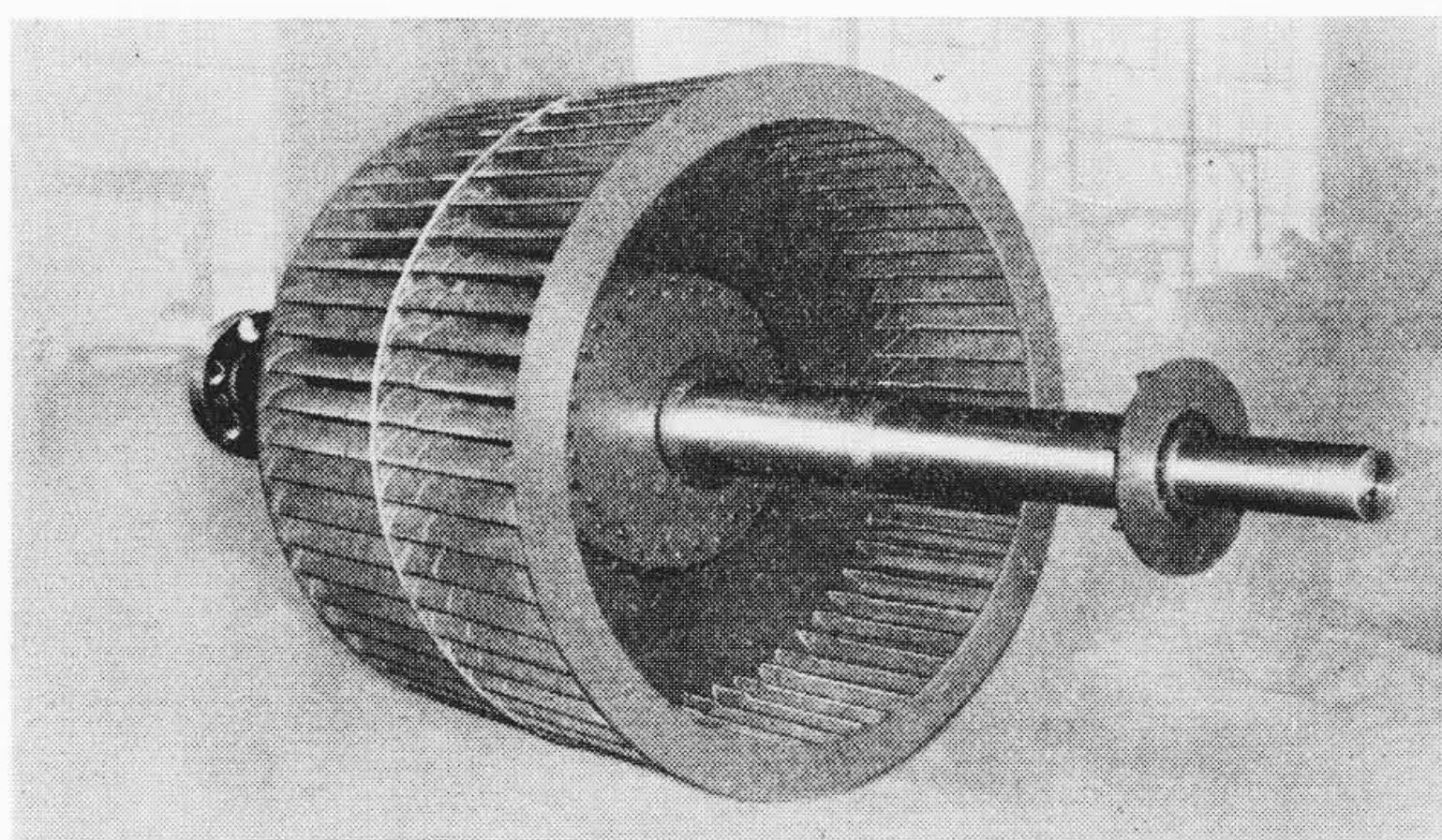
IDF はすべて屋外設置でこのため軸受のシャフト貫通部には雨水切りを付け、直射日光による軸受温度上昇を防ぐためにカバーを取付けている。また高温ガスを取り扱うので熱の輻射, 伝導による軸受温度の上昇を防ぐためにシャフトに小形の羽根車を取り付けている。

3.3 ガス再循環通風機

GRF は400°C近い高温でしかも多量のダストを含んだボイラ燃焼



第10図 誘引用プレートファン羽根車



(東京電力千葉火力発電所向 1,120 kW, #16 両吸込形多翼ファン用)

第11図 誘引用多翼ファン羽根車

排ガスを吸込み炉内にもどす通風機で、摩耗および高温に対して十分な考慮を払わねばならない。

通風機で一番摩耗するのは羽根車の羽根で摩耗はその表面摩擦速度の二乗から三乗に比例する。したがって羽根車としては羽根の相対速度をできるだけ小さくするようにしなければならない。この場合プレートファンがほかの機種と比較して一番相対速度が低く、また摩耗の激しい羽根にライナを取り付け、この交換も一番簡単なのでプレートファンを使用している。

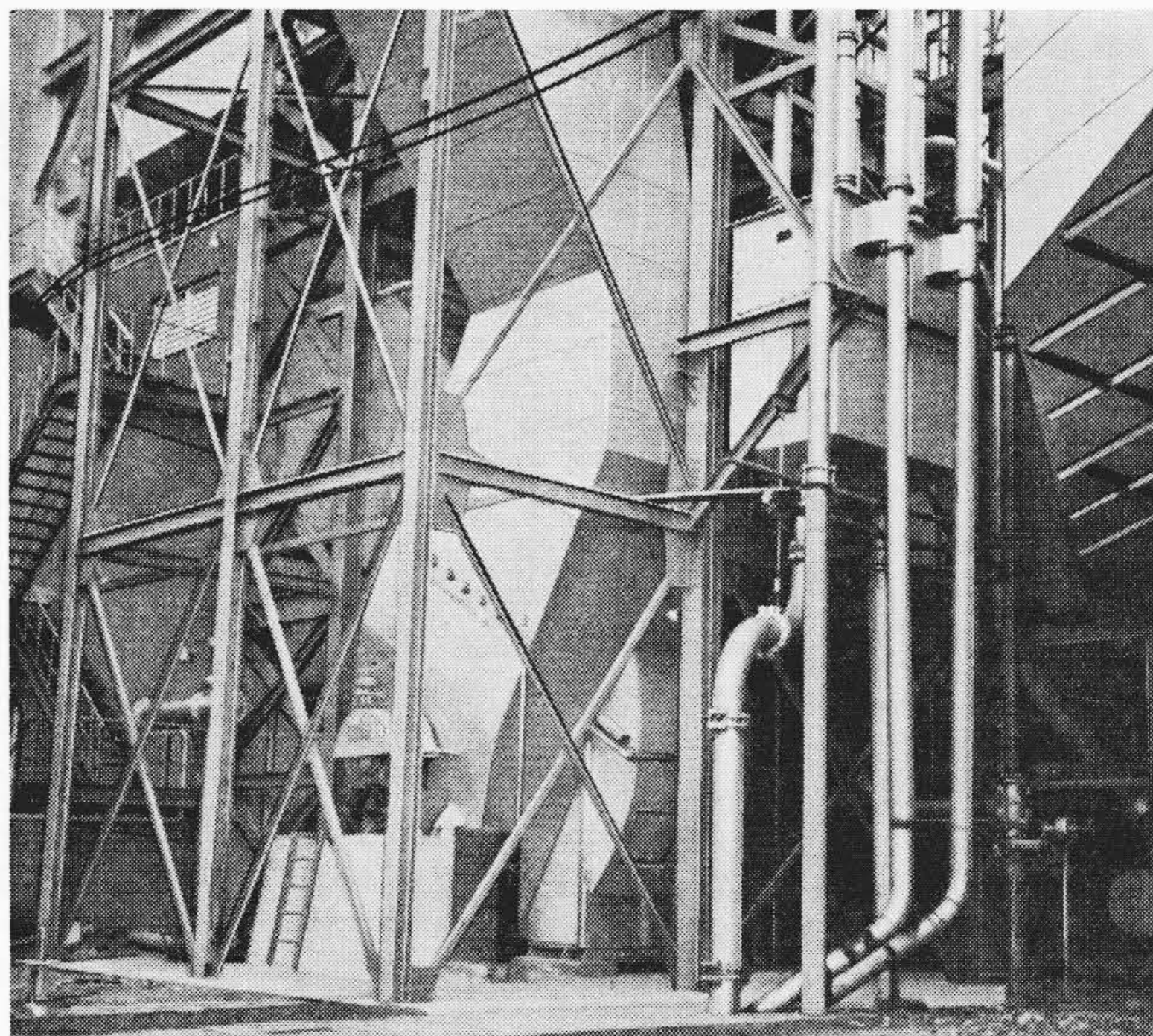
熱に対してはケーシングの伸びを考慮してケーシングと基礎コンクリートとの間に鋼板製ベースを置き、ケーシングの伸びをこのベースとの間で吸収し、IDFと同様シャフトに放熱用小羽根車を付け軸受メタルを水冷または空気冷却する方法をとっている。

風量制御は自動汽罐制御装置によるサクシジョンダンパーコントロールで、ボイラ運転中に GRF を停止すると炉内高温ガスの逆流による焼損が考えられるので燃焼用空気を一部 GRF 内に送り、ケーシング内を常に炉内および煙道部よりも高い圧力に維持するように考慮している。第12図は組立写真を示す。

3.4 一次通風機

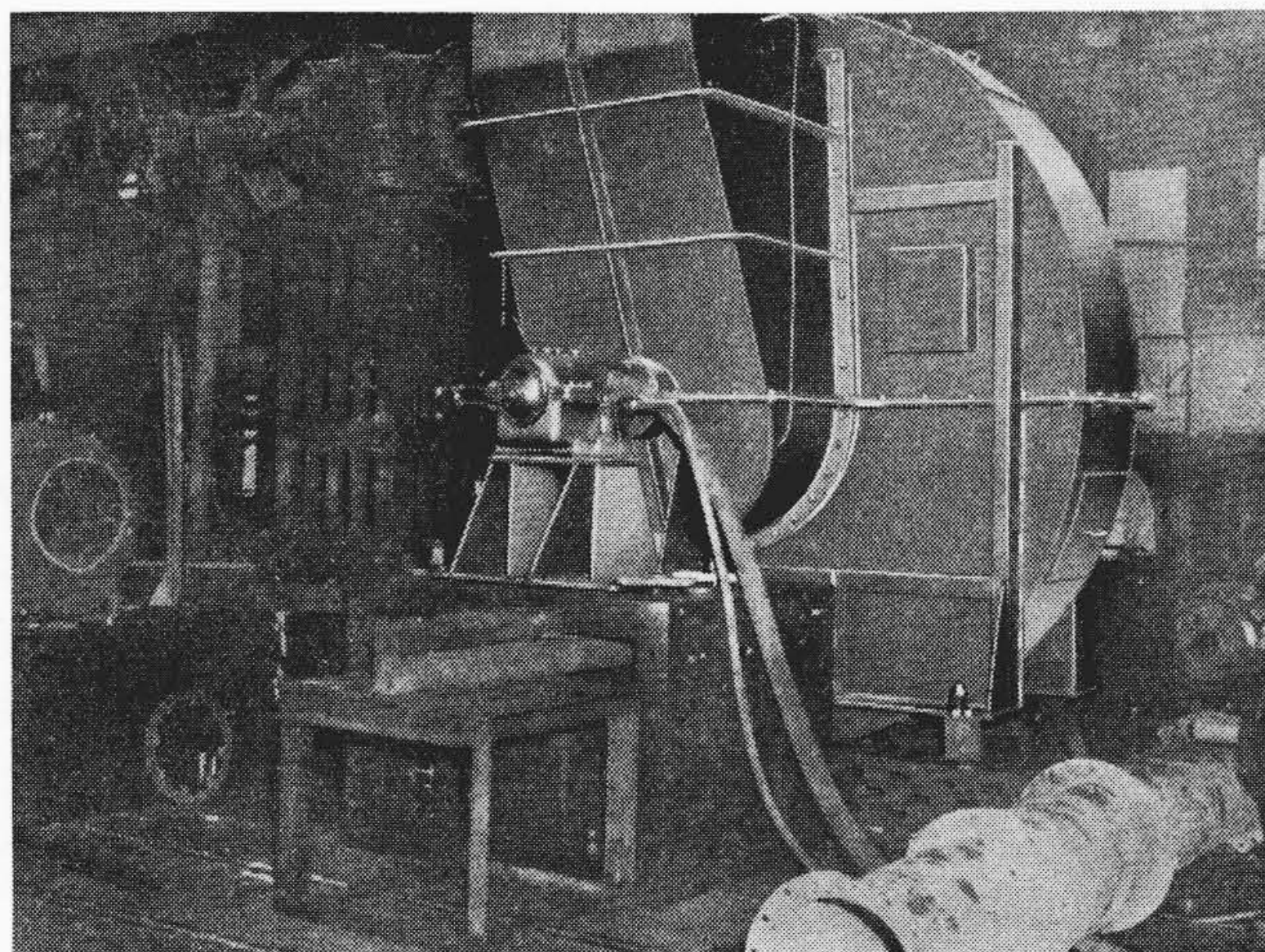
PAFは取扱ガスが高温でしかもファンとしては風圧が高く、したがってこの種の大きさの通風機としては高周速機に属するもので、第13図は組立写真を示す。

羽根車は FDF と同様翼形ファンを使用しているが、風量に比べ比較的風圧が高いので第14図に示すとおり羽根車は幅がせまく、このため心板、側板を平行にして通しボルトで羽根を取付けるという特殊な構造をとっている。この PAF は高温、高圧、高速という過酷な条件で運転するため軸受はラジアル荷重を平軸受、スラスト荷重をボールベアリングで受ける特殊構造でボールベアリングの交換は簡単にできるよう軸受箱とベースに考慮が払われている。



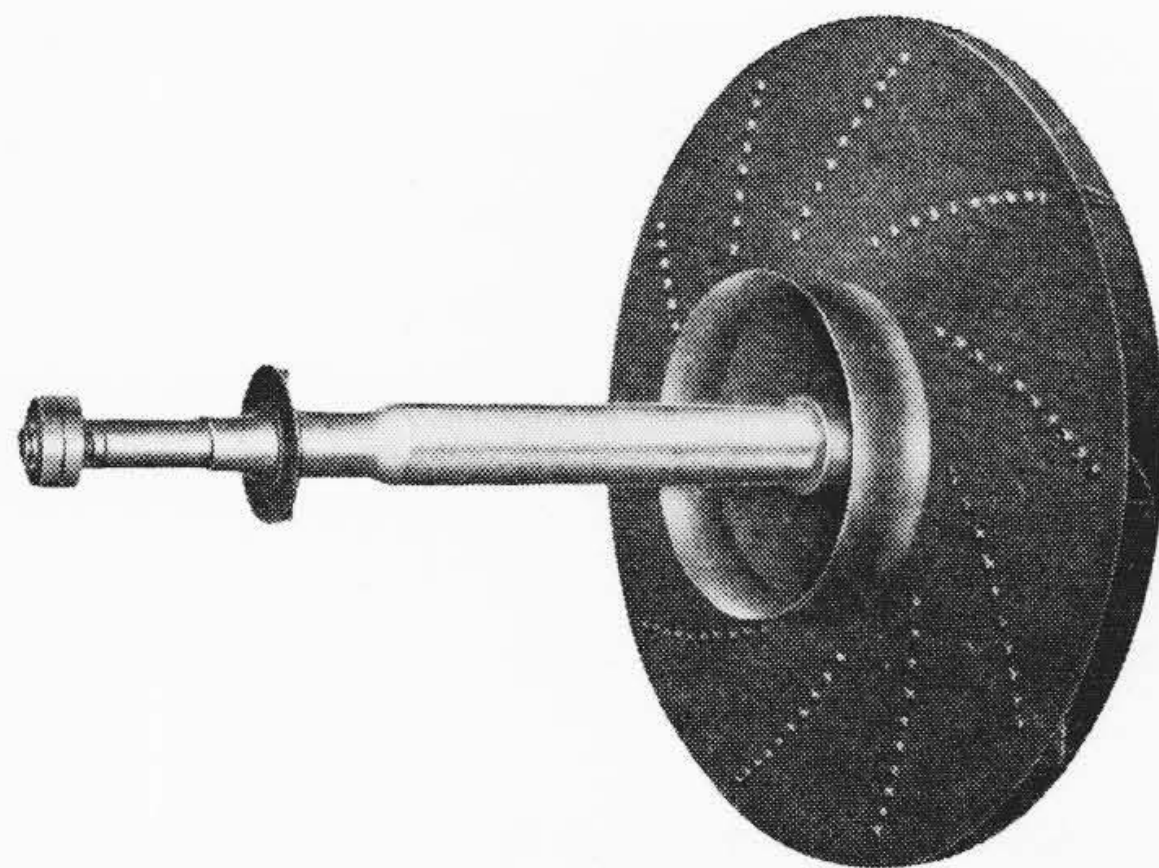
(東北電力仙台火力発電所向 600 kW, #19 片吸込形プレートファン)

第12図 ガス再循環通風機外観



(東京電力千葉火力発電所向 #14 片吸込翼形ファン)

第13図 一次通風機外観



(東京電力千葉火力発電所向 #14 片吸込翼形ファン用)

第14図 一次通風機用羽根車

4. 結 言

以上日立大形ボイラファンについて、FDFに翼形ファンの採用、IDFに高性能プレートファン、多翼ファンの採用などについて従来のものと異なる点を説明したが、今後火力発電設備もさらに大容量化する傾向にあり、またボイラも従来の平衡通風方式から強圧通風方式に移行、サイクロンファーンボイラの開発、強制循環ボイラの開発などボイラも次第に新方式に移行しつつある。ボイラファンもこれら主機と歩調をあわせて前進するためなおいっそう研究に努力し、わが国の火力発電プラントの発展に微力をつくしたいと考えるもので関係各位のご指導を切に願います。