

日立サーモブロックについて

Hitachi Thermobloc

勝 尾 貞 徳*
Sadanori Katsuo

内 容 梗 概

油だき温風暖房機は蒸気、温水、電気およびガス暖房などに比して、経済性をはじめ幾多の点で特異性を有しており、国内でも昭和35年頃から広く注目されるに至り、急速な普及が予想されている。

日立製作所では、はやくからこの開発に努力していたが、昭和35年度、独自の考案による斬新な温風暖房機「日立サーモブロック」を発表し、好評を博した。昭和36年度は量産設備のもとに本格的生産に着手し、既にその大半を完成したので、本文にその構造、設計および試験成績などについて概説した。

1. 緒 言

最近空気調和装置の普及とともに、簡易形暖房機としてパッケージ形温風暖房機の需要が増加する傾向にある。

日立製作所では、いち早くパッケージ形温風暖房機の開発研究に着手していたが、35年度まったく独自の全自動運転方式による強制式熱交換形油だき温風暖房機「日立サーモブロック」を完成した。

昨35年度はPR-25形を市販するとともに、各種の展示会や見本市において好評を博したが、36年度はこれをさらに種々改良したPS-30形およびPS-45形、2機種の本格的量産態勢にはいり、既に製作台数の大半を完成した。

日立サーモブロックは、外観および性能ともに、従来の油だき温風暖房機の概念を改め、エアコンディショナ並みの高級化を図り、その設計、製作および量産設備にわたって日立製作所の総合技術が結集されている。

以下、PS形の構造、設計および試験成績などについて概説する。

2. 仕様および構造

2.1 仕 様

第1表におもな標準仕様を示す。日立サーモブロックは一般用として、事務室、銀行、百貨店、一般商店、学校および映画館などその用途は広く、工業用としても、温室や乾燥室などに使用される。

2.2 構 造

2.2.1 本 体

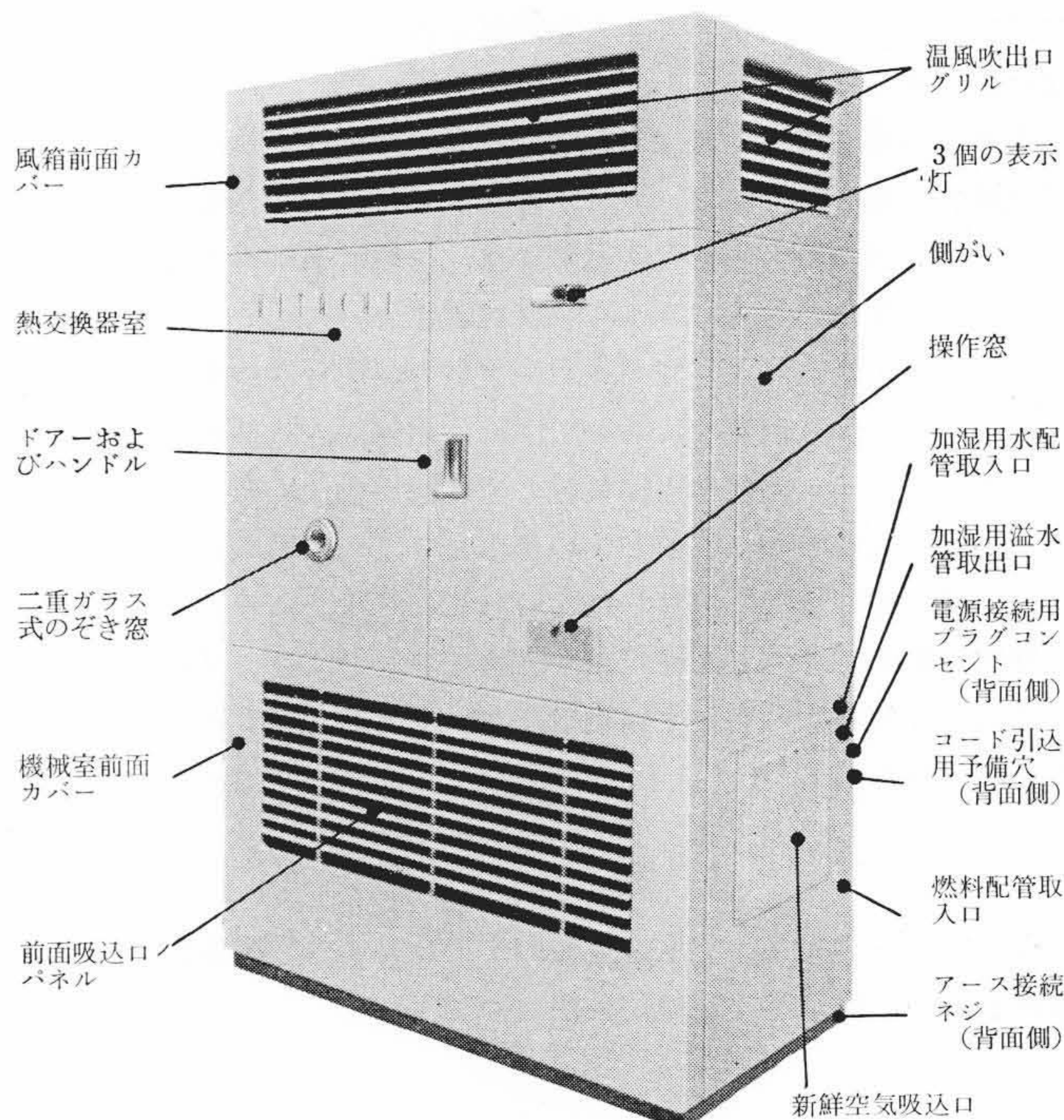
外観および構造図を第1図および第2図に示す。室内空気は吸込口パネルよりエアフィルタを通じて送風機に吸入され、熱交換器室内に吹き出され、熱交換器外表面に沿ってう回するうちに温風となり、吹出口グリルより三方に強制的に吹き出される。吹出方向は上下左右方向に調整することができる。また、ダクト施工により背面より空気を吸い込み、温風を天井方向または背面方向に導くことができ、種々組合わせると6種類の配置が可能である。新鮮空気は左右いずれ側からでも取入れできる構造としている。

熱交換器は火室と4枚の板形ラジエータとにより構成される。火室内で完全燃焼した燃焼ガスは、火室出口部で2分され、たがいに対象的にラジエータ内をう回して空気との熱交換を行い、最後に再び合流して排ガスとなり、煙突部より屋外に導かれる。

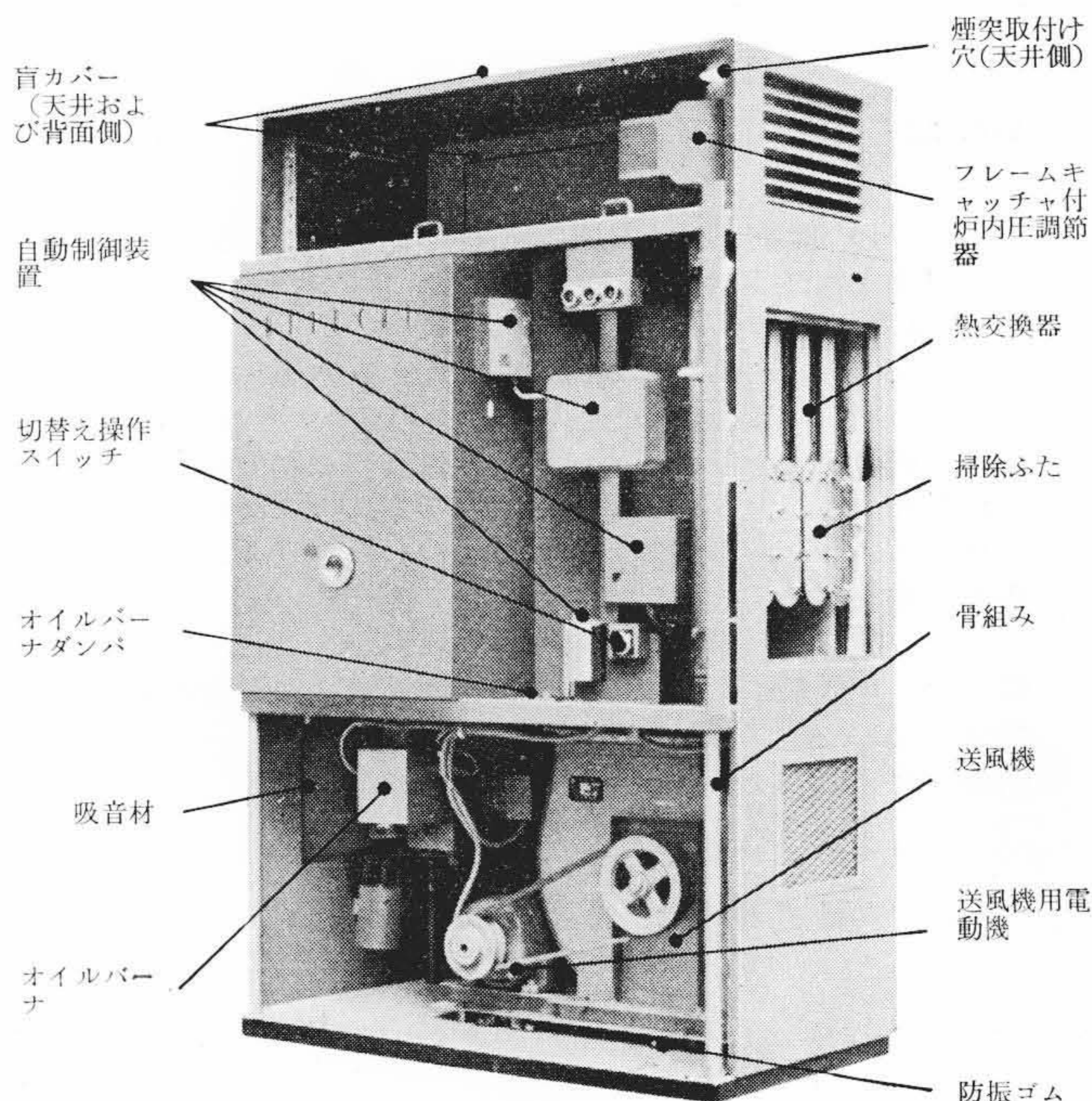
2.2.2 オイルバーナ

第3図にオイルバーナの構造を示す。バーナ電動機の始動と同時に、バーナ送風機およびギヤポンプが駆動され、マグネットバルブが開き、さらに着火電極間に火花が発生する。したがって燃

* 日立製作所笠戸工場

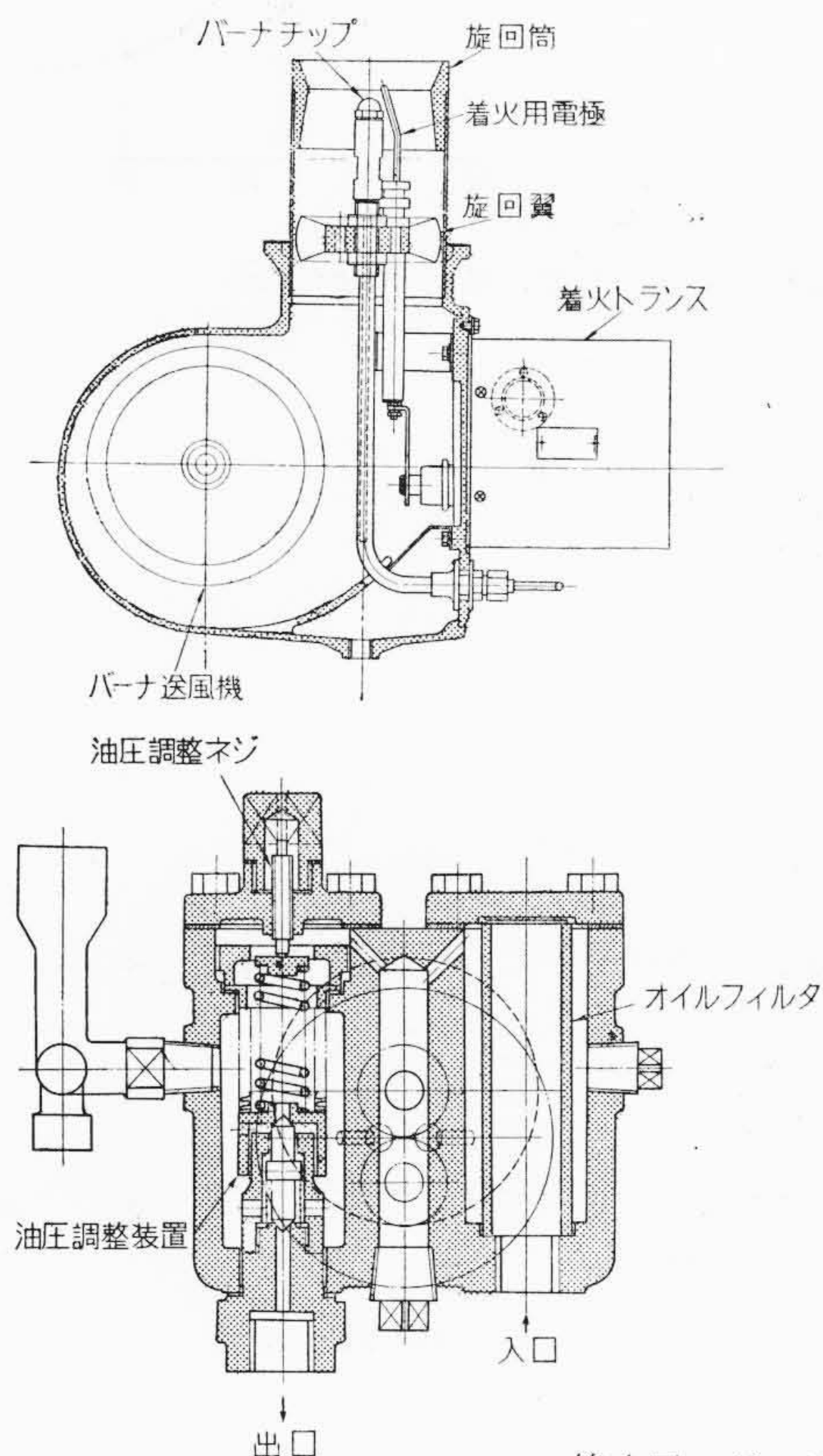


第1図 外 観 図 (PS-30)

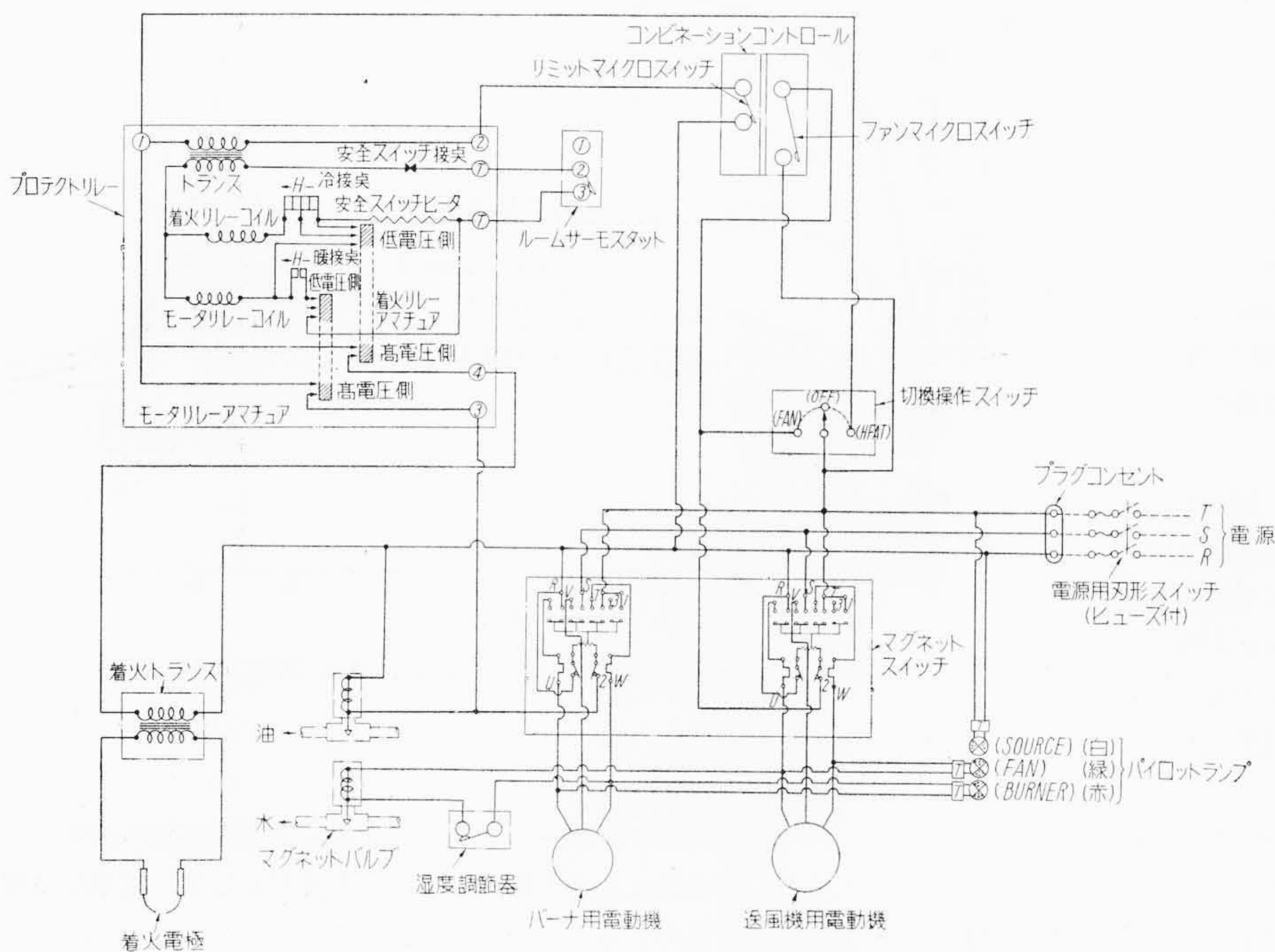
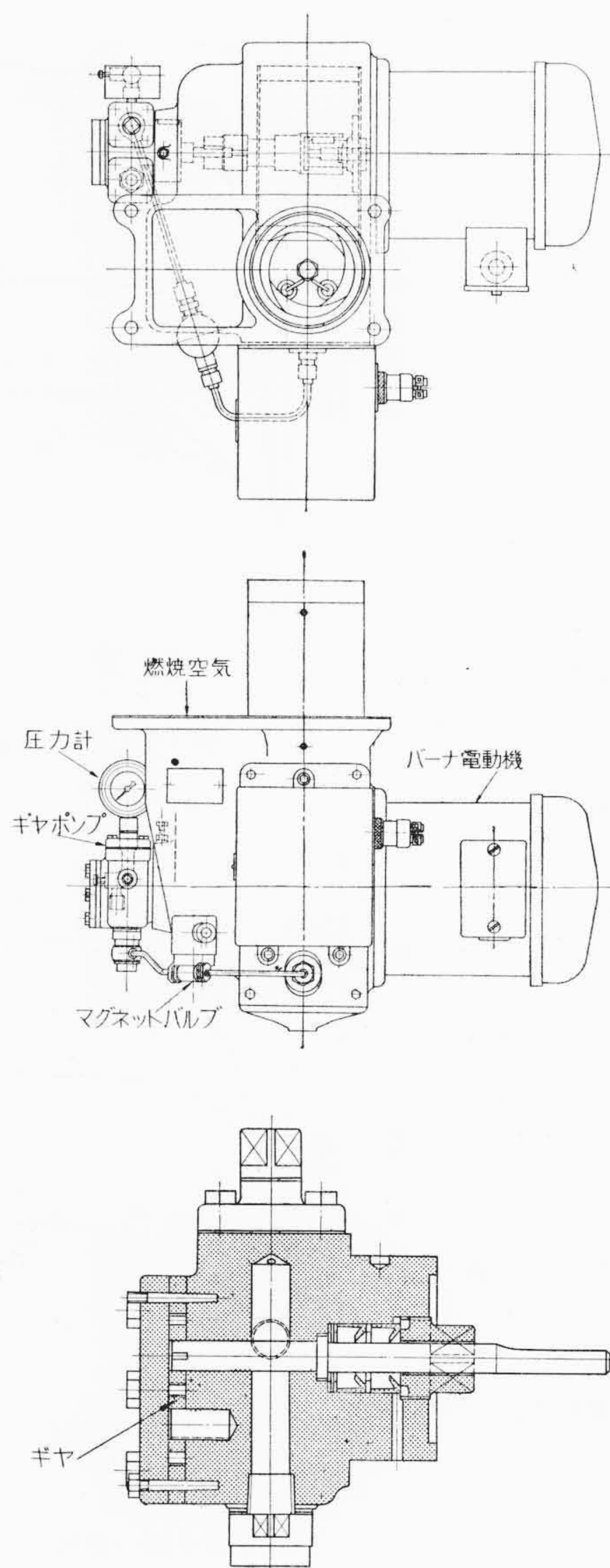


第2図 構 造 図 (PS-30)

第3図 オイルバーナ



第4図 ギヤポンプ



第5図 配線図

料タンクの燃油がギヤポンプ内に吸入され、所定の圧力に調節されて、バーナチップより噴霧状となって噴射し着火する。一方、燃焼空気は計器室下隅部のダンパより吸入され、熱交換器室内で予熱されたうえ、バーナケーシング内に至り、旋回翼および旋回筒によって旋回作用を生じ、噴霧燃油と十分混合し完全燃焼を行う。

このオイルバーナは、バーナチップのみを交換すれば、PS-30形およびPS-45形用として共用できるように設計されている。

2.2.3 ギヤポンプ

ギヤポンプは第4図に示すように、きわめて小形に設計されている。調整圧力は標準 7 kg/cm^2 であるが、 $6 \sim 9 \text{ kg/cm}^2$ の範囲内で油圧調整を行い、バーナチップ噴射容量を変えて運転することができる。

2.2.4 自動制御装置

自動制御装置は第5図の配線図に示すように、大別して燃焼ガス温度および室温検出によるオイルバーナ制御系、熱交換器室内空気温度検出による送風機制御系、室内湿度検出による加湿装置制御系および安全装置の4つに分類される。なお、オイルバーナの制御はオイルバーナ構造、燃焼空気ダンパ調節および送風量調節などを簡単にするため、ON・OFF式制御とした。

3. 設計上考慮した点

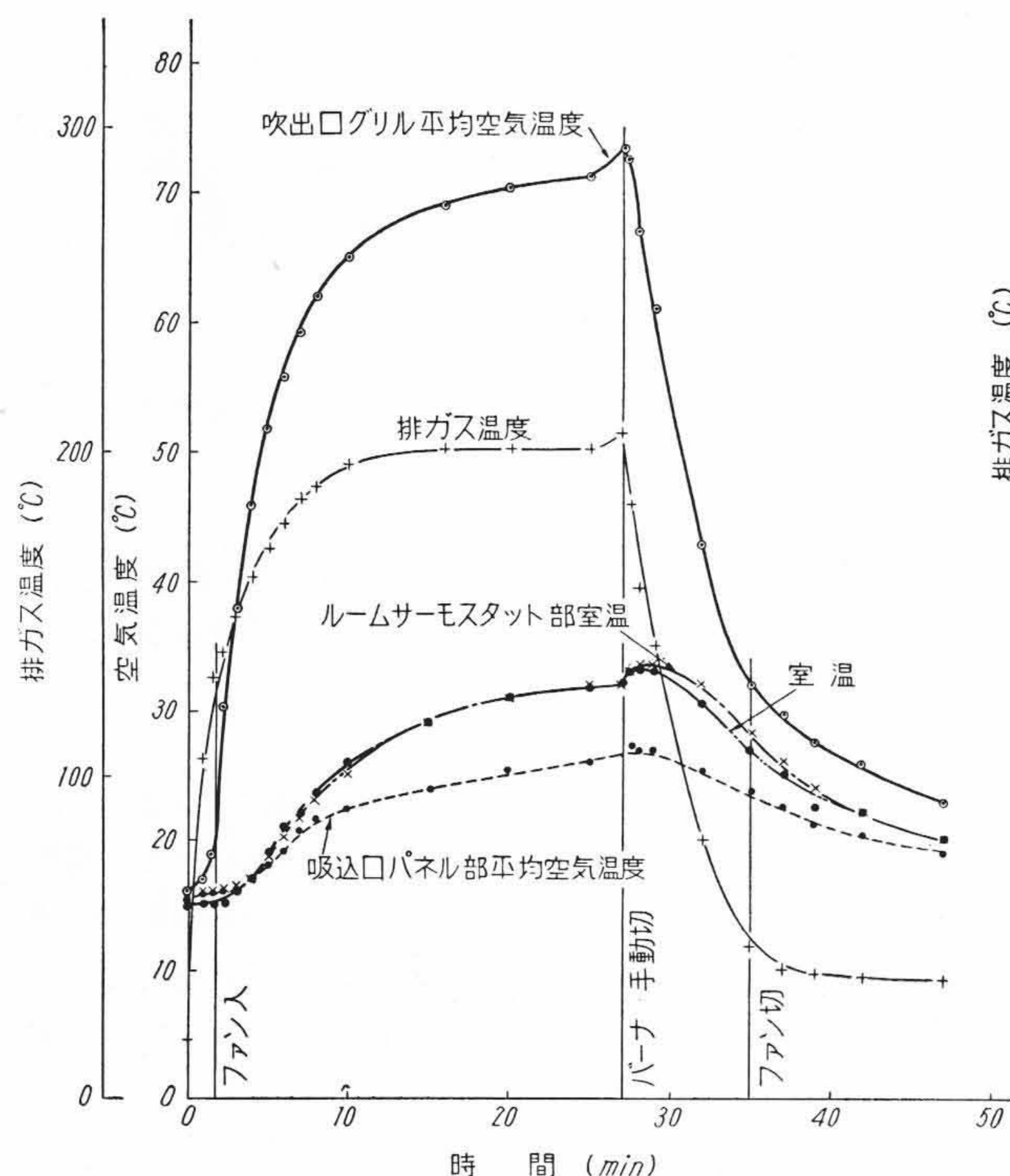
3.1 キャビネット

(1) この種暖房機では、一般に断面形状の真四角なもの、あるいは奥行の長い長方形のものが多く、本機は外国でも例の少ない奥行の薄い長方形として室内の据付に便利にした。

(2) 従来品では、オイルバーナおよび制御計器をキャビネット外部に露出しているものがほとんどであるが、本機ではすべての機器類をキャビネット内部に納め、外観を日立パッケージ形エアコンディショナと同程度にして室内との調和を良くした。

(3) 断面寸法を日立パッケージ形エアコンディショナとまったく同一にし、高さもほぼ同一として、日立パッケージ形エアコンディショナと並べて使用しても調和がとれるようにした。

(4) 従来品では新鮮空気取入方式のものは少なく、また、ダクト専用形はあってもダクト兼用形のキャビネットは少ない。本機では左右いずれ側から

第6図 連続運転特性線曲 (軽油, 油圧 7 kg/cm²)

でも必要な新鮮空気の入入れを可能にした。また、ダクト兼用形としたので先に述べたように、6種類の配置が可能となり、部屋の構造に合った据付ができるとともに一部屋のみでなく、複数の部屋の暖房にも好適である。

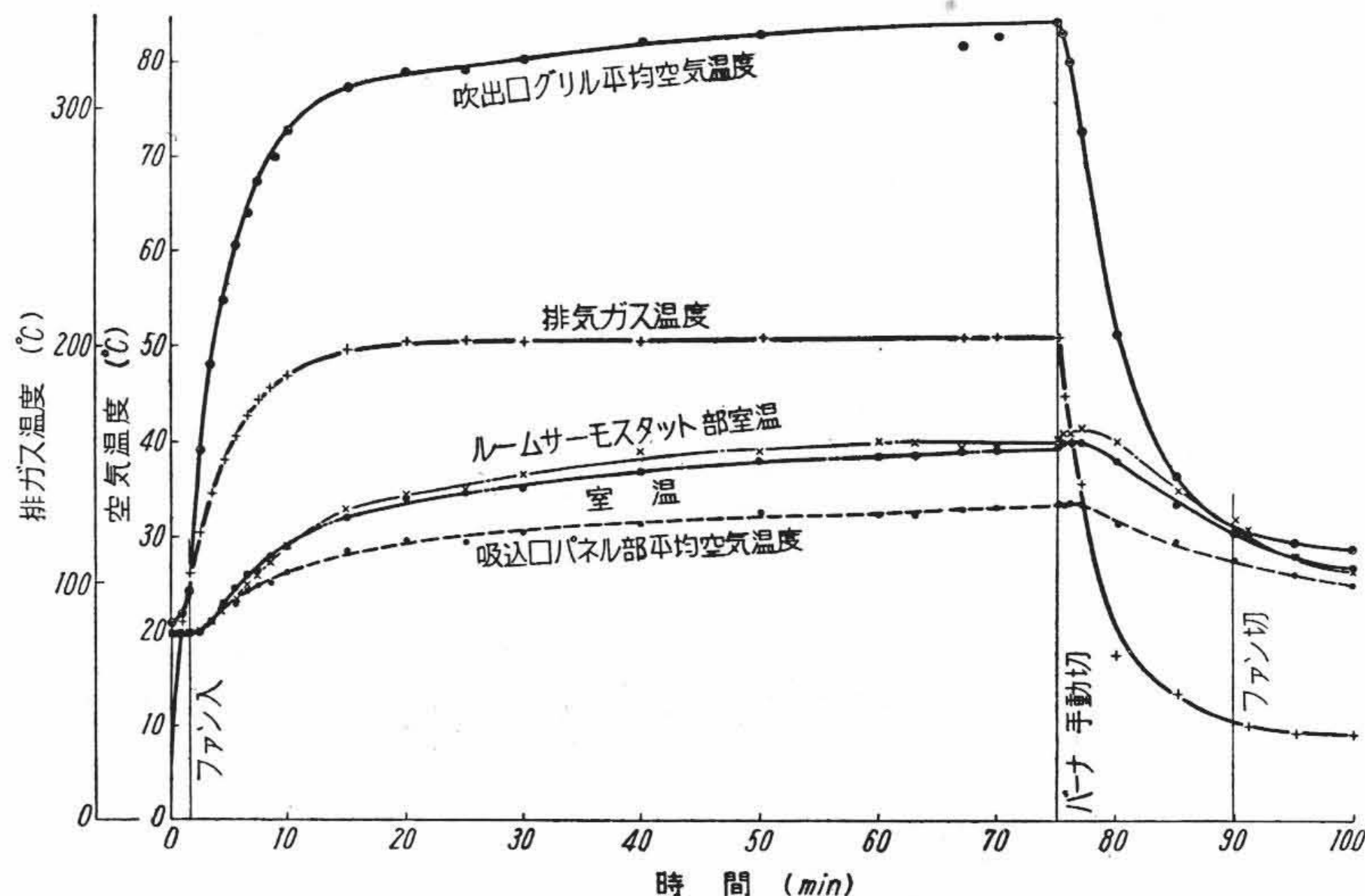
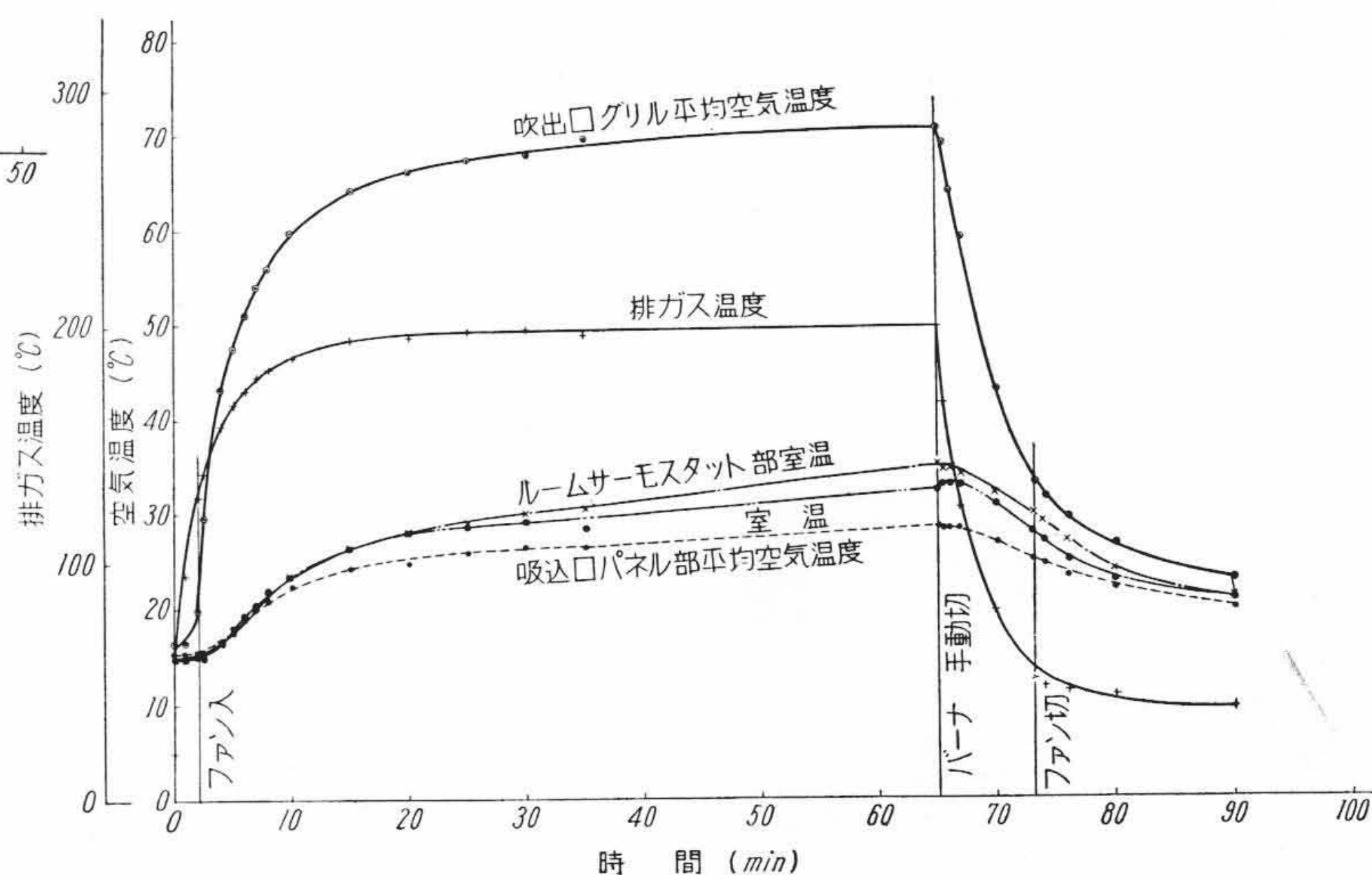
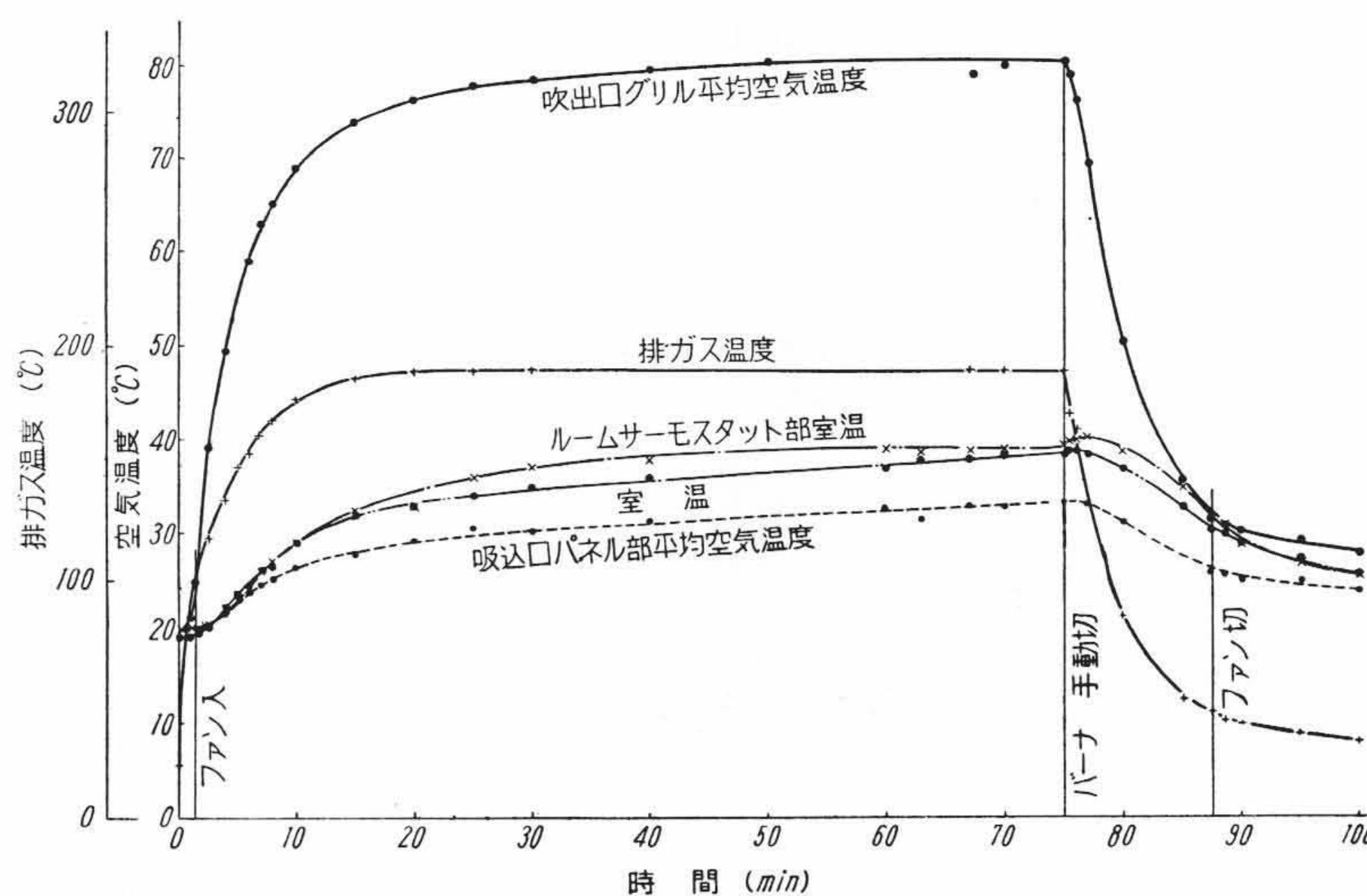
3.2 熱交換器

(1) 一般に、この種暖房機では熱効率が無視されがちであり、従来品では70~80%程度である⁽¹⁾。なかには、排ガス温度400~500°Cの製品もある。これらは、1~2 Pass 程度の簡単な熱交換器を限られたスペース内に納めて設計しているため、やむなく熱効率を犠牲にしたもので高温排ガスのため火災の危険もある。本機では、国内および外国でも例を見ない4 Pass 式熱交換器とし、向流熱交換方式とすることによって排ガス温度を約200°Cまで低くしており、このため平均87%の高効率を有している。

(2) 熱交換器を全ステンレススチール製として、排ガス中の水蒸気および硫酸の凝結による腐食⁽²⁾を防止して耐久性を大にした。また、耐久性と同時に、極力軽量化して始動後温風発生までの所要時間を第6~9図に示すように、きわめて短くし迅速な暖房ができるように設計した。

(3) 熱交換器外表面を流動する空気は、従来品では1 Pass のものがほとんどで直交流式熱交換のものでは、燃焼ガス出入口温度差のために、特に吹出空気温度の不均一が著しい。本機では空気のうちを3 Pass とし、向流式熱交換として温風が熱交換器室内部でう回中に混和され、吹出空気温度の不均一が比較的少ないようにした。

(4) 燃焼状態を監視するのぞき窓は、燃焼室に貫通する関係上、従来品では過熱して危険な例が多いが、本機では二重ガラス窓にするとともにのぞき窓金具への伝導熱を遮断し、2枚のガラス間に空気を流通して過熱することのないようにした。

第7図 連続運転特性線曲 (軽油, 油圧 9 kg/cm²)第8図 連続運転特性線曲 (白灯油, 油圧 7 kg/cm²)第9図 連続運転特性線曲 (白灯油, 油圧 9 kg/cm²)

3.3 オイルバーナ

(1) 垂直形オイルバーナとして、火焰による火室板の損傷を少なくし、停止時における燃油のカットを良好にして、従来品の横形バーナに見られる欠点を改良した。

(2) 従来品ではオイルバーナ燃焼空気を予熱なしに吸入してい

第1表 標準仕様表

形 式			P S-30		P S-45		
項 目 (単位)							
キャビネット	外 装			高級仕上鋼板製合成樹脂塗料焼付，塗色マンセル No. 10 YR 6/2 (メタリック)			
	外 法 寸 法	幅	mm	1,110		1,270	
		奥行	mm	585		660	
		高さ	mm	1,800		2,100	
	運 搬 時, 分 割 で き る 高 さ		mm	1,550+340		1,790+400	
燃 焼 装 置	使 用 燃 料			灯油または軽油			
	オ イ ル バ ー ナ	形 式		日立垂直形油圧噴射式オイルバーナ (空気予熱方式)			
		標 準 噴 燃 量	l/h	3.2 (油圧 7 kg/cm ² 標準油にて)		4.8 (油圧 7 kg/cm ² , 標準油にて)	
		送 風 機		日立小形シロッコファン			
		着 火 ト ラ ン ス		200VA, 50/60~, 1φ, 200/220V, 10,000/11,000V, 連続			
		送 油 ポ ン プ		日立小形ギヤポンプ			
		電 動 機		日立 TFOY-K, 125 W, 200/220V, 3φ, 50/60~, 4 P, フランジ形			
放 熱 装 置	最 大 放 熱 量		kcal/h	30,000		45,000	
	熱 交 換 方 式			強制式熱交換形			
	熱 交 換 器 形 式			全ステンレススチール製板形吊下式 (バイパス方式)			
	熱 交 換 器 室 保 温 材			ガラスクロス表面張式マイクロウール			
	通 風 力 制 御 方 式			フレームキャッチャ付炉内圧調節器			
送 風 装 置	送 風 機	形 式		日立 PAS-RH 形片側吸込シロッコファン			
		風 量	Nm ³ /min	35(可変式ブーリにより 50/60~とも同一)		53(可変式ブーリにより 50/60~とも同一)	
		静 風 圧	mmAq	22 (ダクト施工時最大 32)			
		回 転 数	r p m	900 (ダクト施工時最大 1,000)		720 (ダクト施工時最大 810)	
		電 動 機		日立 EFO-K, 550W, 200/220V, 3φ, 50/60~, 4 P		日立 EFO-K, 750W, 200/220V, 3φ, 50/60~, 4 P	
	防 振 装 置	防 振 装 置			共通架台方式による防振ゴム台		
		機 械 室 吸 音 材			カラーフォーム E.H. 不燃処理品		
		空 気 汜 過 装 置			アルミ製パーマネントウオシブルエアフィルタ		
		空 気 吸 込 口			前面側は吸込口パネルおよびエアフィルタ付 背面側はダクト接続可能		
		空 気 吹 出 口			前面吹出口は上下左右方向可変式グリル付 両側面吹出口は上下方向可変式グリル付 天井側および背面側はダクト接続可能		
		新 鮮 空 気 吸 込 口			右側または左側にダクト接続可能，エアフィルタ付		
		自 動 制 御 装 置	バ ー ナ 着 火 制 御 方 式			プロテクトリレー (バイメタル) 式自動着火	
送 風 機 制 御 方 式				コンビネーションコントロール方式			
室 温 調 整 方 式				ルームサーモスタット方式			
湿 度 調 整 方 式				日立自動加湿装置付			
暖 房, 換 気 切 替 え				送風機単独運転切替えスイッチ付			
安 全 装 置				コンビネーションコントロール, プロテクトリレー安全スイッチ, マグネットスイッチ, フレームキャッチャ付炉内圧調節器, 電源, 換気, 暖房の運転状態を表わす 3 個の表示灯			
電 源			A.C, 3φ, 200/220V, 50/60~				
製 品 重 量		kg	約 300		約 400		

るので、酷寒地では室温が上昇するまで寒冷空気を吸込むことになり、燃焼状態が比較的悪く、電極やバーナチップにカーボン付着を招くものがあるが、本機では燃焼空気予熱方式として、始動直後から良好な燃焼が行えるようにした。

3.4 通風力制御

この種汎用品では、所定の煙突を設備することは周囲建築物などに制約されて不可能な場合が多い。また地方別による外気風速、風向条件の相違も炉内ドラフトの変動を招き、燃焼状態に及ぼす影響が大きい。このため従来品と違って、本機では煙突の高低および外気風速の大小にかかわらず、常に安定した燃焼を行うために独特なフレームキャッチャ付炉内圧調節器を設けている。炉内圧調節器は炉内ドラフトの正負圧変動に応じてダンパを自動的に開閉してドラフトを一定に保つ作用をするようにしている。

3.5 自動制御装置

オイルバーナ制御系と送風機制御系とを独立させて、従来品にみられるように始動時の冷風吹出しや、停止時の余熱による過熱などがないようにした。また、加湿装置はオイルバーナおよび送風機が運転中でなければ水噴射できないようにインターロックした。

3.6 運転騒音

機械室内に防振支持装置と吸音材を設け、送風機ノーズにも独特な方法で吸音材を設けることにより、従来品に比較して、その運転騒音を 8~10%低くすることができた。機械室の吸音材は一般にモルトプレン(Sタイプ)が使用されているが、本機では特に不燃処理したカラーフォーム E.H.を使用するとともに、機械室内にオイルバーナのバックファイヤが絶対出ないように設計している。また、熱交換器室保温材には吸音を兼ねてマイクロウールを接着し、これ

にガラスクロスを表張りして吸音率を5%高めるとともに保温材繊維が吹き出ないように考慮して、従来品のようなアスベスト張りの欠点をなくした。

3.7 加湿装置

この種暖房機の加湿装置は大部分が単に蒸発皿に給水して蒸発させる方式であり、加湿能力が低い。本機では給水を燃焼室輻射熱により予熱したうえ、蒸発皿に噴射し、さらに蒸発皿水面に温風を吹き付けて波立てることにより、従来品と同一の蒸発皿面積でも蒸発量は約200%増加している。また、蒸発皿より水があふれることがあっても、いっ水管出口部では冷却されて排水されるようにしてあるから、熱湯による危険がない。

4. 試験成績

PS-30形およびPS-45形とも、ほぼ同一傾向であるので、ここでは主としてPS-45形の場合について述べる。

4.1 連続運転特性

PS-45形の軽油燃焼時、ダンパ開度25mmでオイルバーナ噴射油圧を7kg/cm²および9kg/cm²にした場合の各部空気温度と排ガス温度の運転時間に対する変化を第6, 7図に示す。第8, 9図は、おなじく白灯油燃焼の場合である。これらはいずれも春期における試験成績であるが、初期室温を冬期におけるそれに補正して考えてさしつかえない。運転は暖房機能力と暖房負荷とが完全にバランスしている場合を調べるために、ルームサーモスタット回路を殺して行っており、ほぼ完全に定常化するまで運転を続けたのち手動停止した。吹出空気温度はいずれも約20~25分ではほぼ定常化する。これは蒸気圧力7kg/cm²の油だき煙管ボイラのウォームアップに比して25%、おなじく石炭だきボイラに比して12%程度の時間である⁽³⁾⁽⁴⁾。

部屋の中央床上1.5mの点における室温と本機ルームサーモスタット取付部室温とはほぼ一致しており、その取付位置は正しい。(特殊な部屋構造では、ルームサーモスタットは任意の位置に取付替えができるようになっている)

排ガス温度は熱交換器予熱に熱量を奪われ、定常化するの約15分後となり、停止後のそれもおなじく約15分である。

吹出空気および排ガス温度の温度上昇曲線部と温度降下曲線部とはほぼ完全な逆対称となる。

室内空気は強制対流を行い、本機の吸込口パネル前において最低温度となる。

吹出空気温度と吸込口パネル部空気温度との差(出入口空気温度差)は、定常状態において次のようになる。

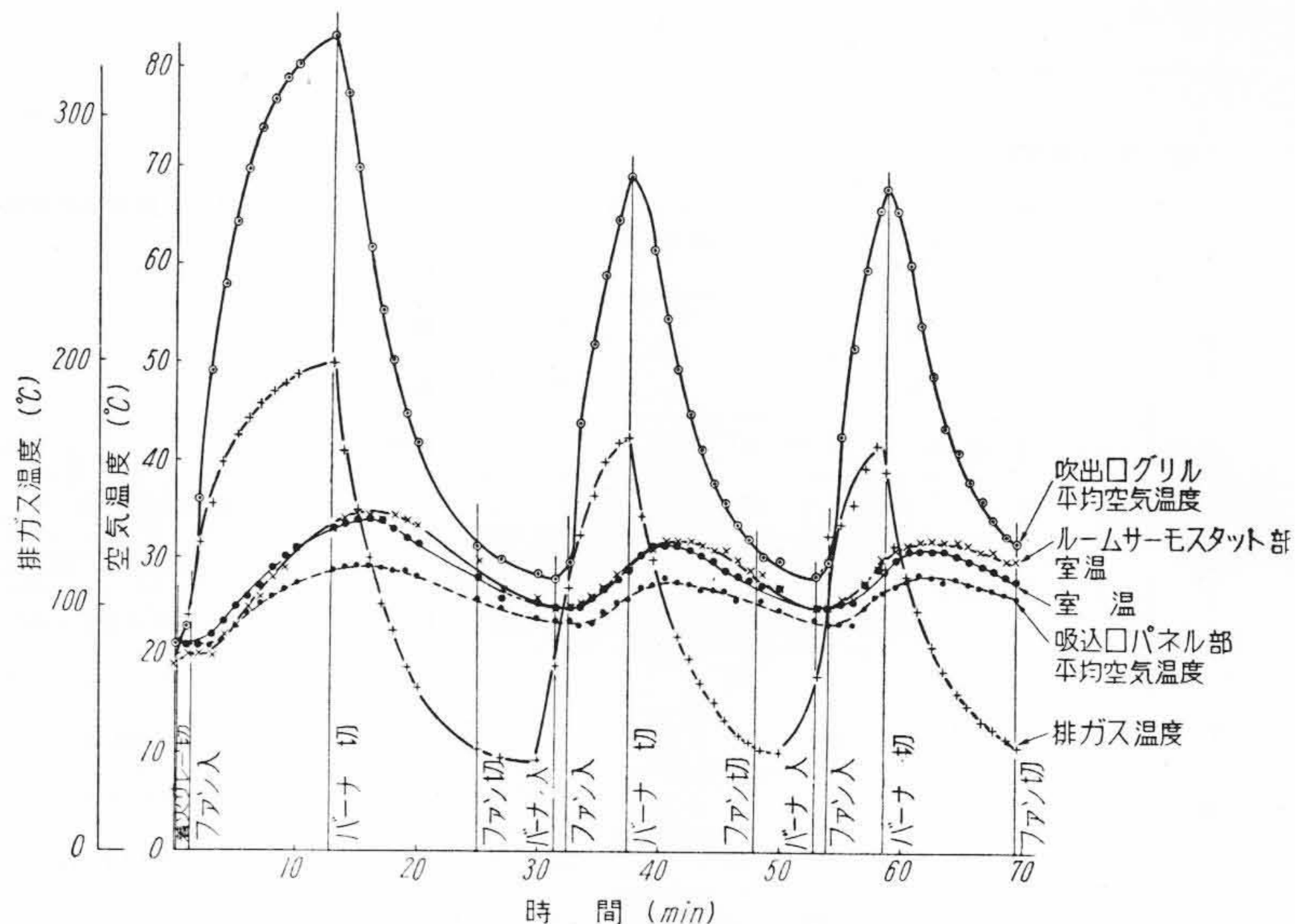
ただし、()内は計画値に対する割合を示す。

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| (1) 軽油, 油圧7kg/cm ² において | 45°C (112%) |
| (2) 軽油, 油圧9kg/cm ² において | 51°C (106%) |
| (3) 白灯油, 油圧7kg/cm ² において | 43°C (108%) |
| (4) 白灯油, 油圧9kg/cm ² において | 48°C (100%) |

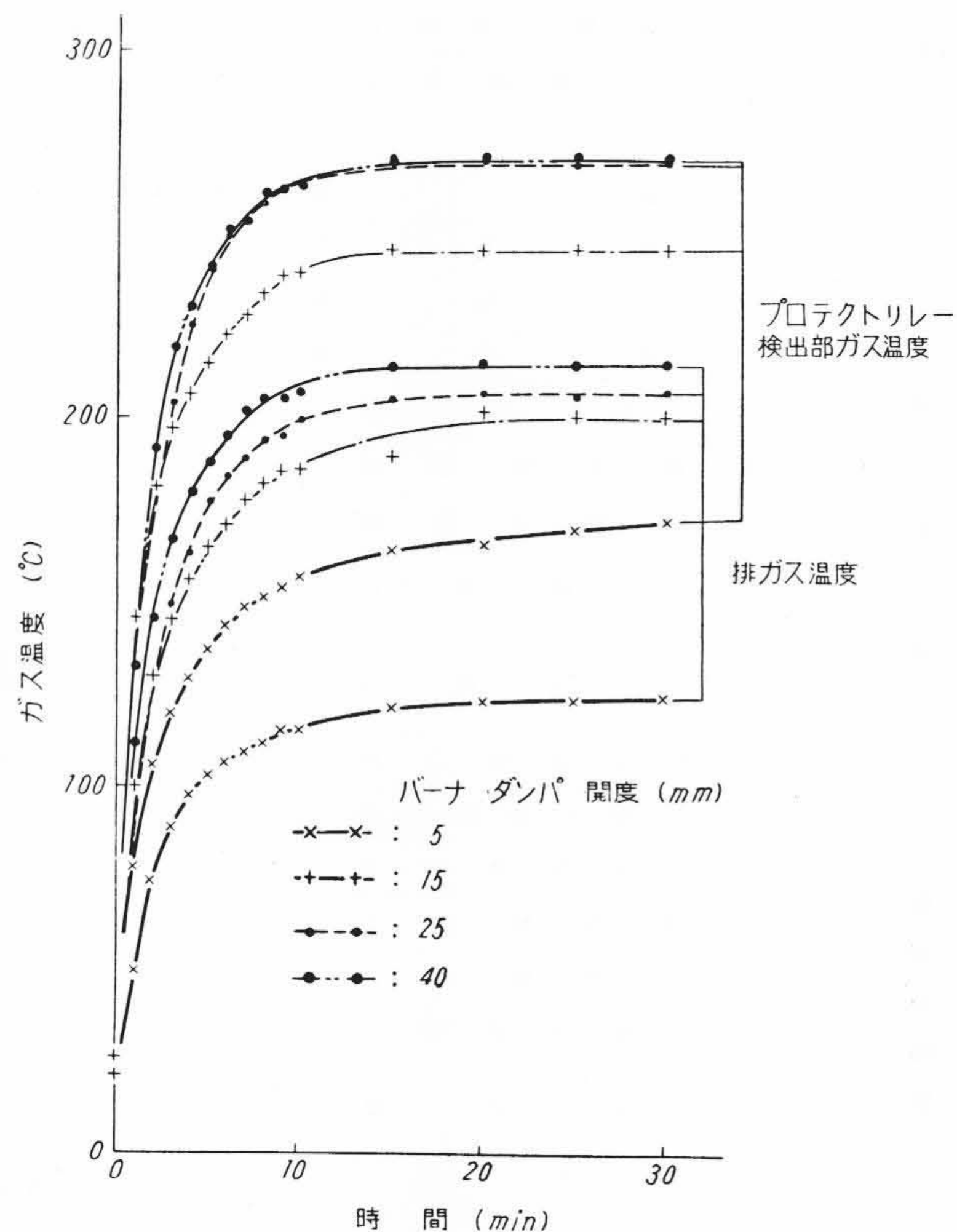
白灯油の場合、軽油の約94~96%程度放熱量が低下することがわかる。これは効率の低下ということではなく、バーナチップ噴射容量の低下に基くものであり、白灯油の場合若干油圧を上げれば軽油と同等になる。

4.2 サイクル運転特性

PS-45形のサイクル運転特性を第10図に示す。軽油燃焼、噴射油圧7kg/cm²およびダンパ開度25mmの運転条件におけるもので、サイクル特性を顕著に記録するため、暖房能力に比して若干狭い部屋で運転した。また、ルームサーモスタット設定温度は、春期で



第10図 サイクル運転特性曲線 (軽油, 油圧7kg/cm²)

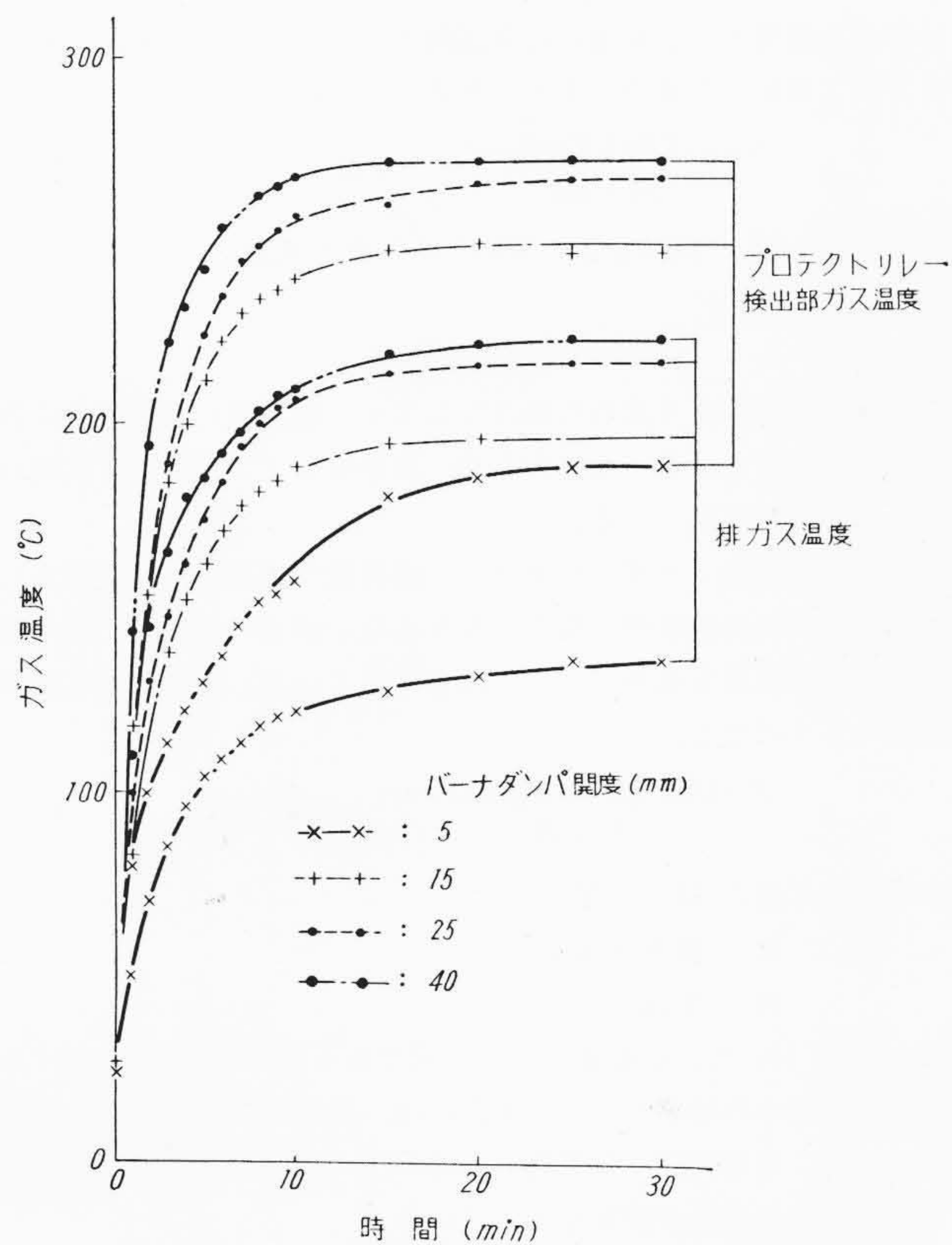
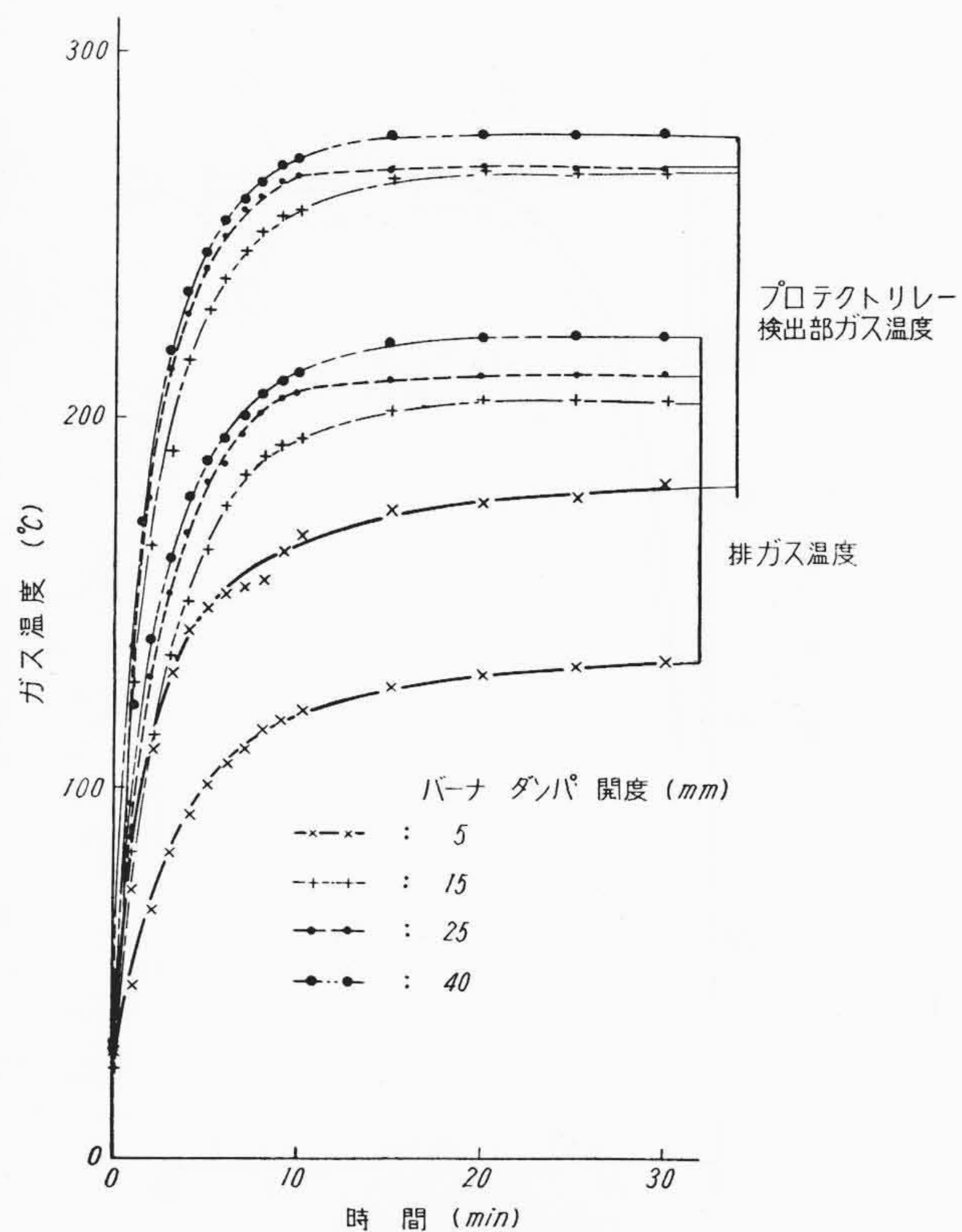
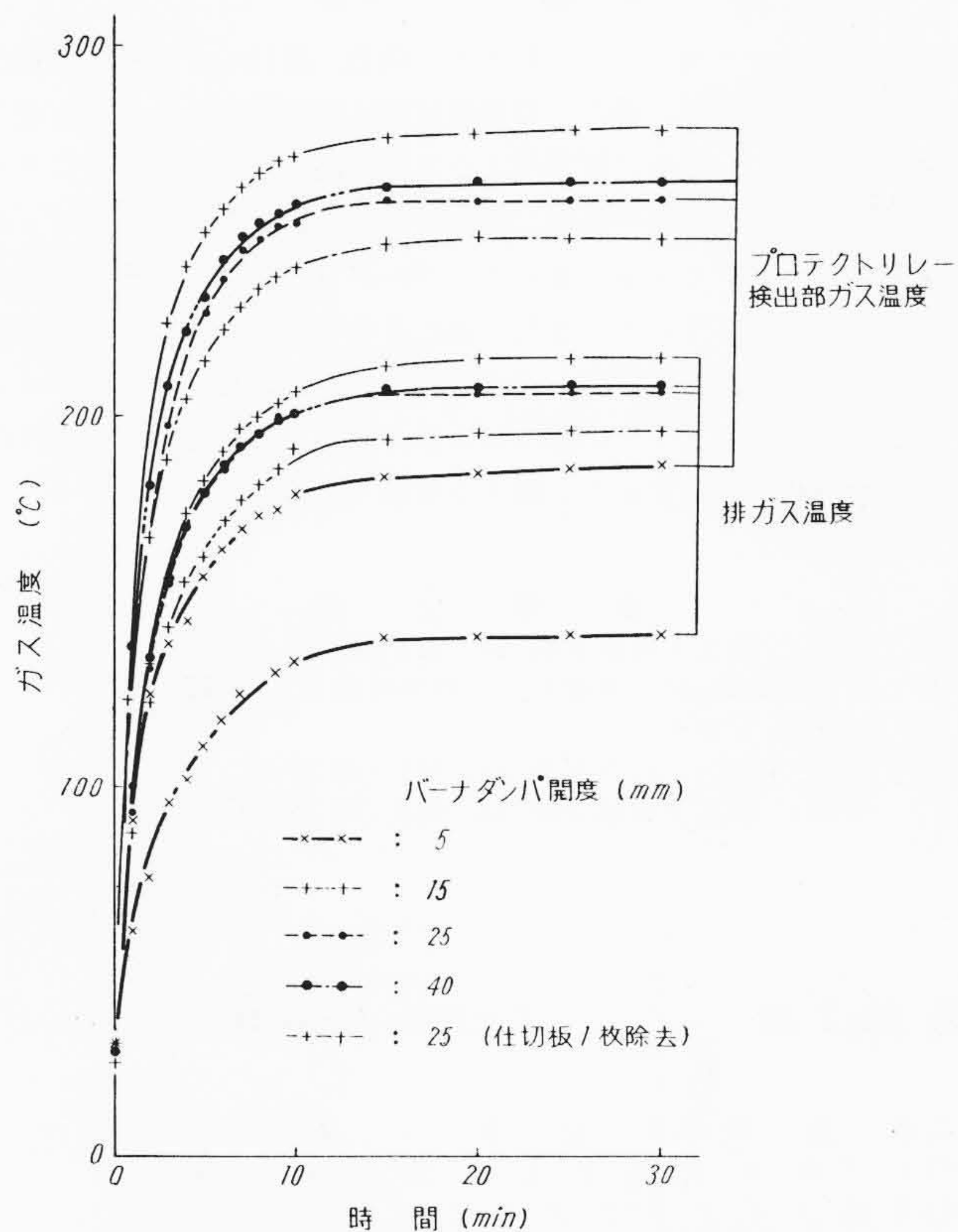
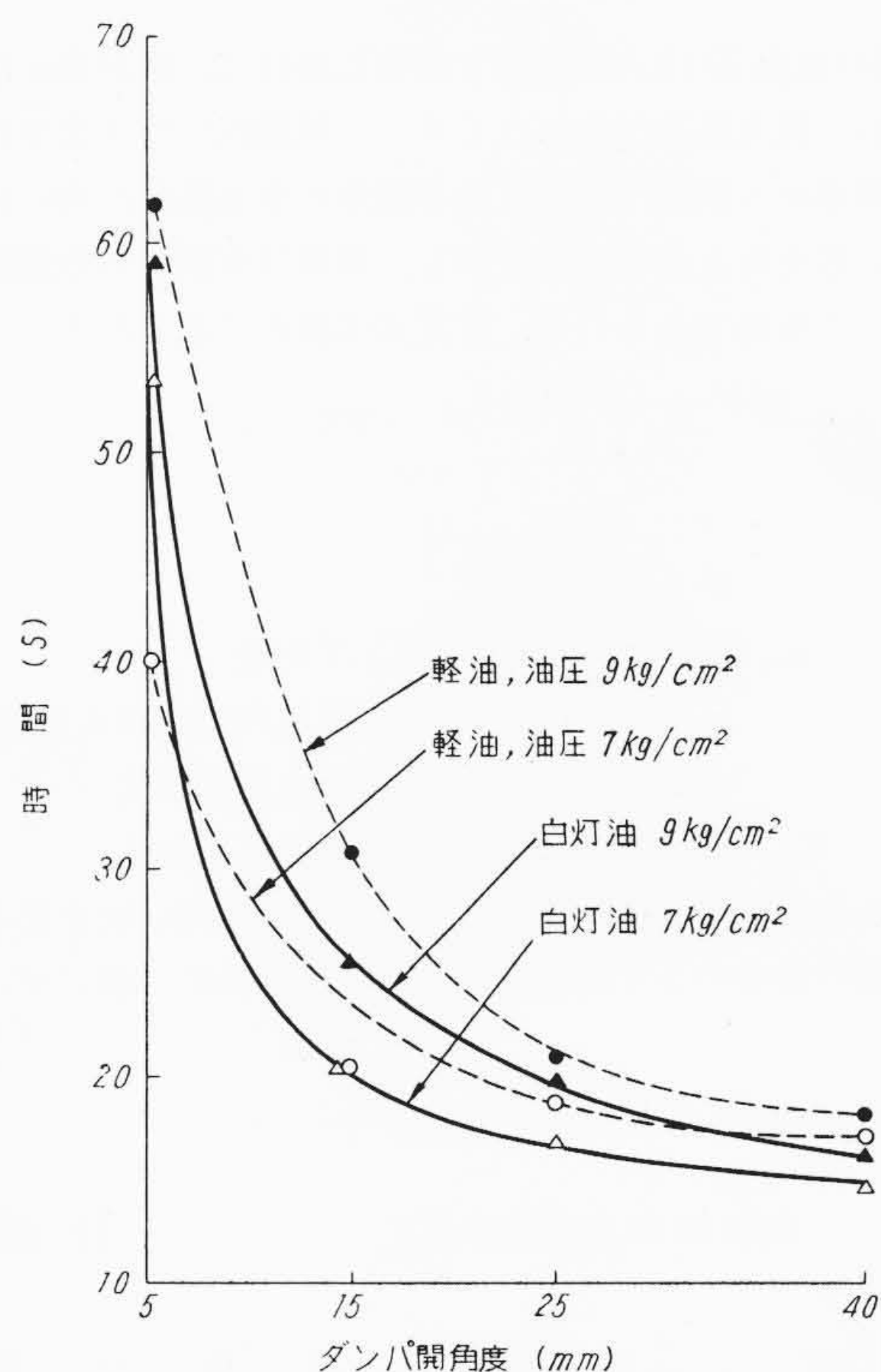


第11図 ダンパ開度特性 (軽油, 油圧7kg/cm²)

あったため30°Cとしている。暖房能力に適した部屋ではさらに暖房サイクルのピッチはながくなり、吹出空気温度および排ガス温度の定常域があらわれてくる。第10図の場合、終日運転したと考えると、全運転時間に対する実動時間は、オイルバーナが約28.5%、送風機が約71%であり、オイルバーナおよび送風機のいずれかが作動している時間は約76%である。また、そのいずれも停止している時間は約24%である。

4.3 ダンパ開度特性

PS-45形のダンパ開度に対する、プロテクトリレー検出部ガス温度および排ガス温度の特性を第11~14図に示す。排ガス煙色は、ダンパ開度5mmで0.5号煙程度となるほかは、すべて完全無色透明状となる。ただし、第12図の場合のみダンパ開度15mmでも0.2号煙程度となる。第13図に熱交換器ラジエータ部仕切板を除去

第12図 ダンパ開度特性 (軽油, 油圧 9 kg/cm²)第14図 ダンパ開度特性 (白灯油, 油圧 9 kg/cm²)第13図 ダンパ開度特性 (白灯油, 油圧 7 kg/cm²)

第15図 ダンパ開度と着火リレー作動時間

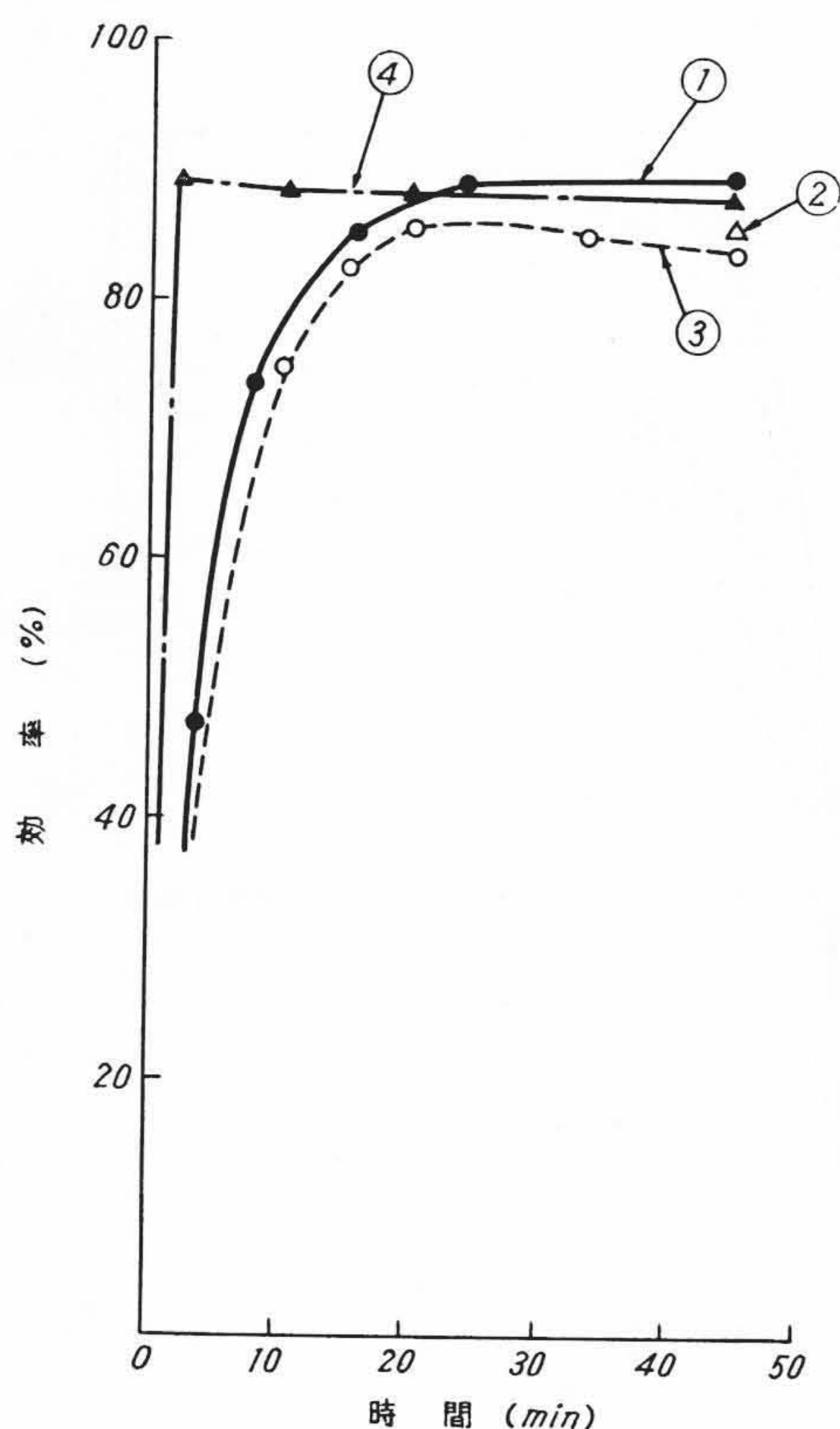
し燃焼ガスを一部バイパスさせた場合を示している。

また、プロテクトリレーバイメタルの熱膨脹により冷接点がはずれ、着火リレーが OFF となるまでの時間は第15図のように、燃料、油圧およびダンパ開度を変えてもプロテクトリレー安全スイッチ作動時間 90 秒以内となり、プロテクトリレーそう入位置が正しいことがわかる。

4.4 効 率

第16図に始動後、定常状態となるまでの運転時間に対する効率変化を示す。本図は PS-30 形の場合で軽油燃焼、油圧 9 kg/cm² の場合を示しているが、PS-45 形もほとんど同じである。また油圧を 7 kg/cm² にしても、白灯油燃焼の場合でもほぼ同一の値を示す。

効率は、空気側の入出熱より求める場合と、ガス側の損失熱より求める場合とがある。また、暖房機を室内に設置するか否かによっては熱損失の考え方も変わってくる。



第16図 効率曲線

第16図の曲線①は入出熱より求めた場合で、暖房機が暖房室内に設置され、吸入風量がもれなくすべて風箱内に吹き出され、しかも熱交換器室から風箱内に吹き出る部分の空気温度が均一に加熱されていると考えたときの効率を示し、風箱外表面からの放散熱は暖房熱量として有効であるので、算定式は次式で示される。

$$\eta = \frac{60V \cdot \rho \cdot CP \cdot (t_2 - t_1)}{F_c \cdot H_u} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

η : 効率

V : 吸入風量

ρ, CP : 空気の比重および比熱

t_2 : 熱交換器室より風箱内に吹出る空気温度

t_1 : 吸込口パネル部吸込空気温度

F_c, H_u : 噴燃量および燃料低位発熱量

点②は曲線①と同一条件であるが、ただ風箱内に吹き出る空気温度を曲線①の場合のように温度のみの算術平均値で扱わず、不均一

に分布する温度および風速から各区画ごとの放熱量を求め、これらを合計して算出した場合であり、次式のようになる。

$$\eta = \frac{60 \cdot \rho \cdot CP \cdot \sum Vi (ti_2 - t_1)}{F_c \cdot H_u} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 Vi : 風速比より求めた各区画の風量

$$\sum Vi = V$$

ti_2 : 各区画の吹出空気温度

曲線③は入出熱より求めた場合であるが、暖房機が暖房室外に設置されたと考えたときのものであり、放熱量および効率は、吹出口グリル前面で計算している。

曲線④は損失熱より求めた場合で、暖房機が暖房室内に設置され外表面からの自然放散熱を損失とみなさない場合のもので、室内横引煙道よりの暖房有効熱はここでは省略している。したがって計算式は次のようになる。

$$\eta = \frac{F_c \cdot H_u - CPm \cdot Vgh (te - tr)}{F_c \cdot H_u} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 Vgh : 排ガス量

te : 排ガス温度

tr : 室温

第16図において、始動後不定常区間である約20分以内における曲線④は見掛けの効率であり、実際には、熱量は熱交換器予熱に奪われている。定常状態での平均効率は87%となり、この種の暖房機としては国内で最高の効率を示している。

5. 結 言

以上、日立サーモブロックP S形の構造、設計および試験成績などについて概説した。油だき温風暖房機は経済的である点で有利な立場を保持しているが、従来品よりさらに高効率化し、外観のデザインについても、従来の外観二義的な考え方より脱却して、パッケージ形エアコンディショナ並みにレベルアップした点、その意義は大きいものと信じている。また、油だきの特長を生かした暖冷房兼用形への飛躍を期して研究も続けられているが、日立サーモブロックの広汎な普及により、事務所および工場などの暖房がより近代化され、合理化されることを念願する次第である。

参 考 文 献

- (1) 今井: 衛生工業協会誌 34, 911 (昭35-12月)
- (2) F. Münzinger (高瀬訳): 蒸気原動力上, 177 (昭-28, コロナ社)
- (3) 高橋, 勝尾: 日立評論 41, 811 (昭34-6)
- (4) 今井: 衛生工業協会誌 34, 910 (昭35-12月)

昭和36年9月発行予定

計測器特集号第2集

日立評論 別冊第44号

◎最近の計測技術の進歩
◎磁気変調方式記録計の諸特性
◎日立空気作動調節計およびベローズ形差圧発信器の特性
◎電子式流量変換器積算計および調節器
◎多点監視記録制御装置
◎空気分離装置用ガス分析計
◎新しい自動分析計

◎最近の日立電子顕微鏡
◎エアモニタによる大気汚染の測定
◎X線マイクロアナライザとその応用
◎磁気共鳴とその応用
◎配電盤用指示電気計器の空気制動装置
◎シンクロ스코ープの諸問題
◎遠隔測定装置の最近の傾向
◎タービン用伸び差計の改良

発行所 日立評論社
取次店 株式会社オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地

振替口座 東京 71824 番
振替口座 東京 20018 番