

日立温風暖房機 HP-20 形
Hitachi Packaged Warm Air-Furnace Model HP-20

勝 尾 貞 徳*
Sadanori Katsuo

内 容 梗 概

昭和 35 年頃から国内においても広く注目されるに至った油だき温風暖房機は、その後、急速な進展を示し、37 年度には各大手電機メーカーのほとんどが製品を発表するに及んだ。
日立製作所では、すでに 35 年度 PR-25 形を発表して以来、主として、中形のデラックス機種⁽¹⁾の量産を継続してきたが、38 年度より小形簡易機 HP-20 形を量産販売することにした。この小形機は従来にない新機軸を採用しているので、その構造、設計および試験成績などについて概説する。

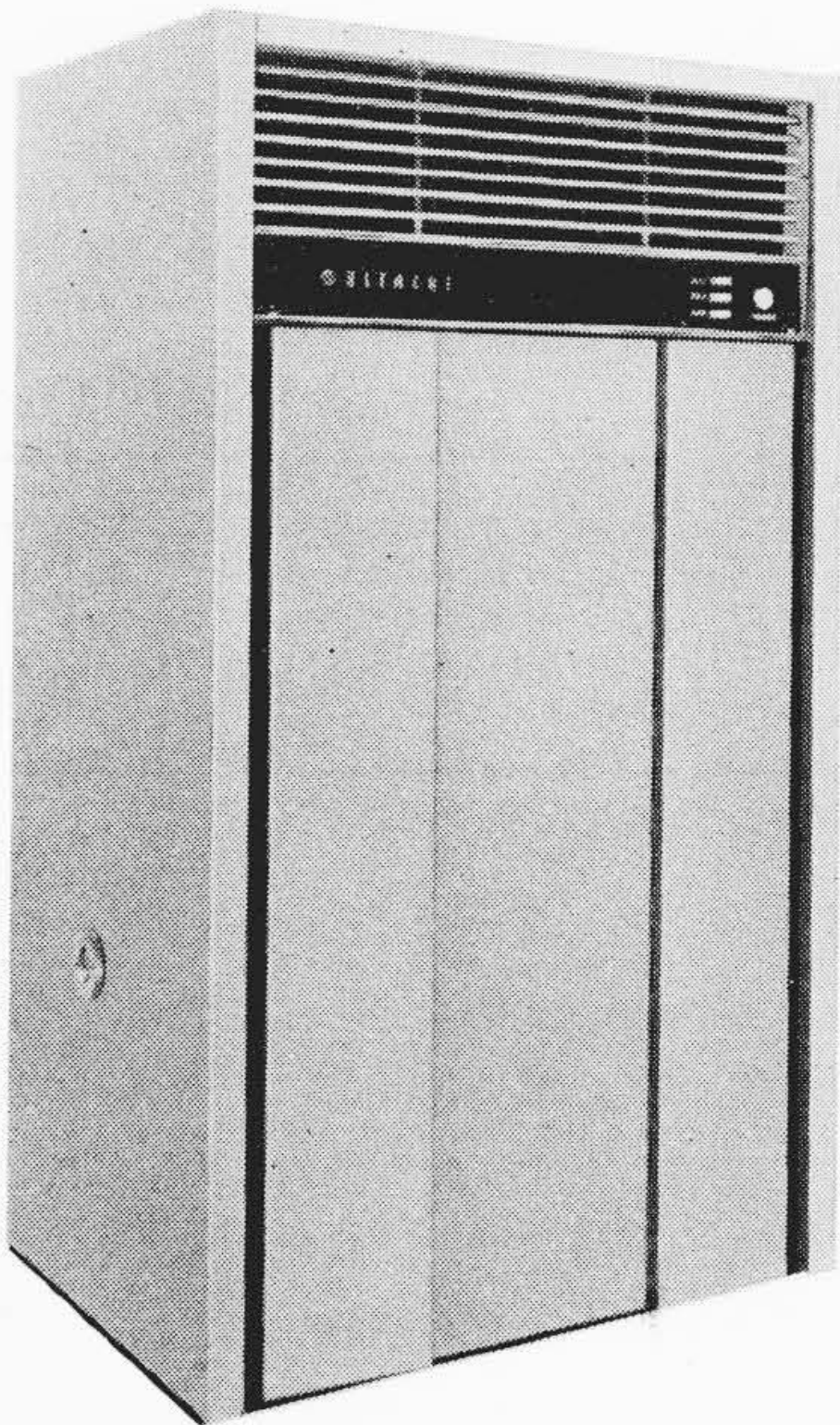
1. 緒 言

白灯油を主燃料とする油だき温風暖房機は経済的、かつ衛生的であり、しかも近代的な全体暖房方式に好適であるところから、国内でも急速に普及しつつある。
日立製作所では、すでに昭和 35 年度より、放熱量 30,000 および 45,000kcal/h の全自動運転方式によるデラックス形⁽¹⁾⁽²⁾を量産販売してきているが、37 年度には、さらに放熱量 20,000 kcal/h の小形簡易油だき温風暖房機 PT-20 形⁽³⁾を発表し好評を博した。
38 年度からは、この PT-20 形を種々改良した HP-20 形も本格的量産することになり、すでにその製作台数の大半を完成している。この HP-20 形は、さきに述べたデラックス形に比し、より小形で安価な簡易機ではあるが、その油燃焼機構や制御機能をはじめ、熱効率などについては、一般の小形機にはみられない特異性を有している⁽⁴⁾ので、以下、その構造、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。HP-20 形は比較的狭い一般事務室、喫茶店、バーおよび一般商店などに適するように設計されている。



第 1 図 外 観 図 (HP-20)

* 日立製作所笠戸工場

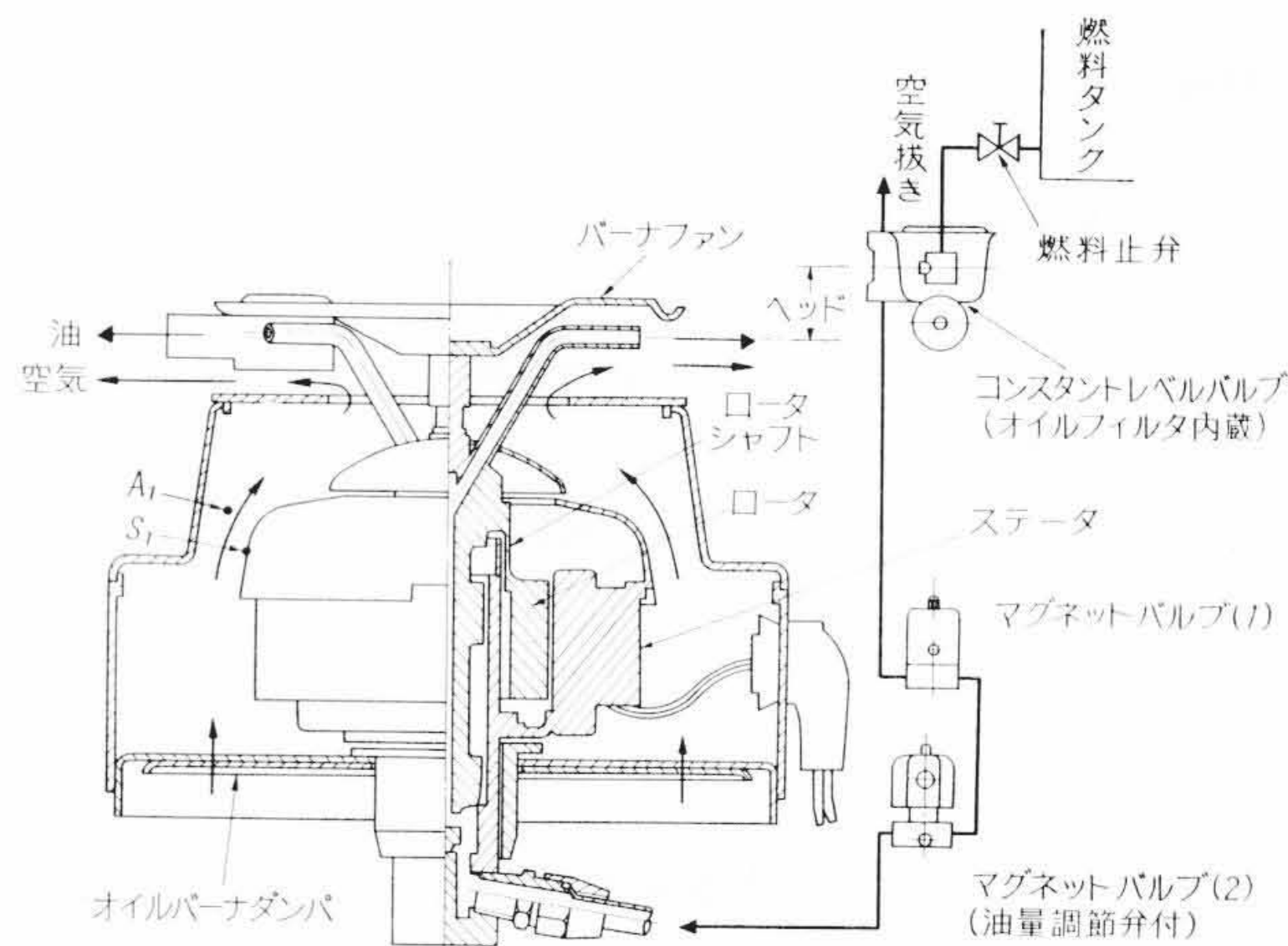
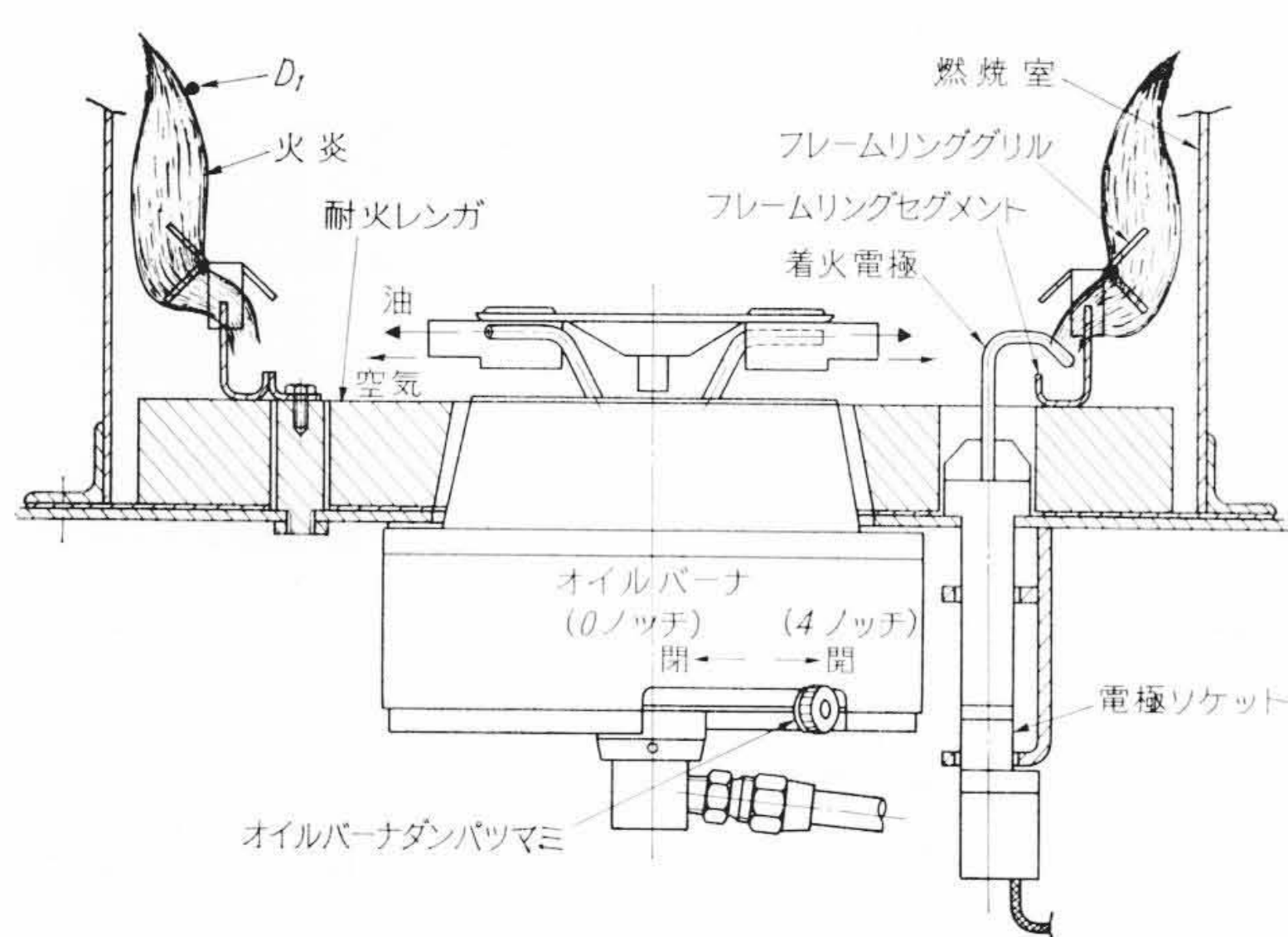
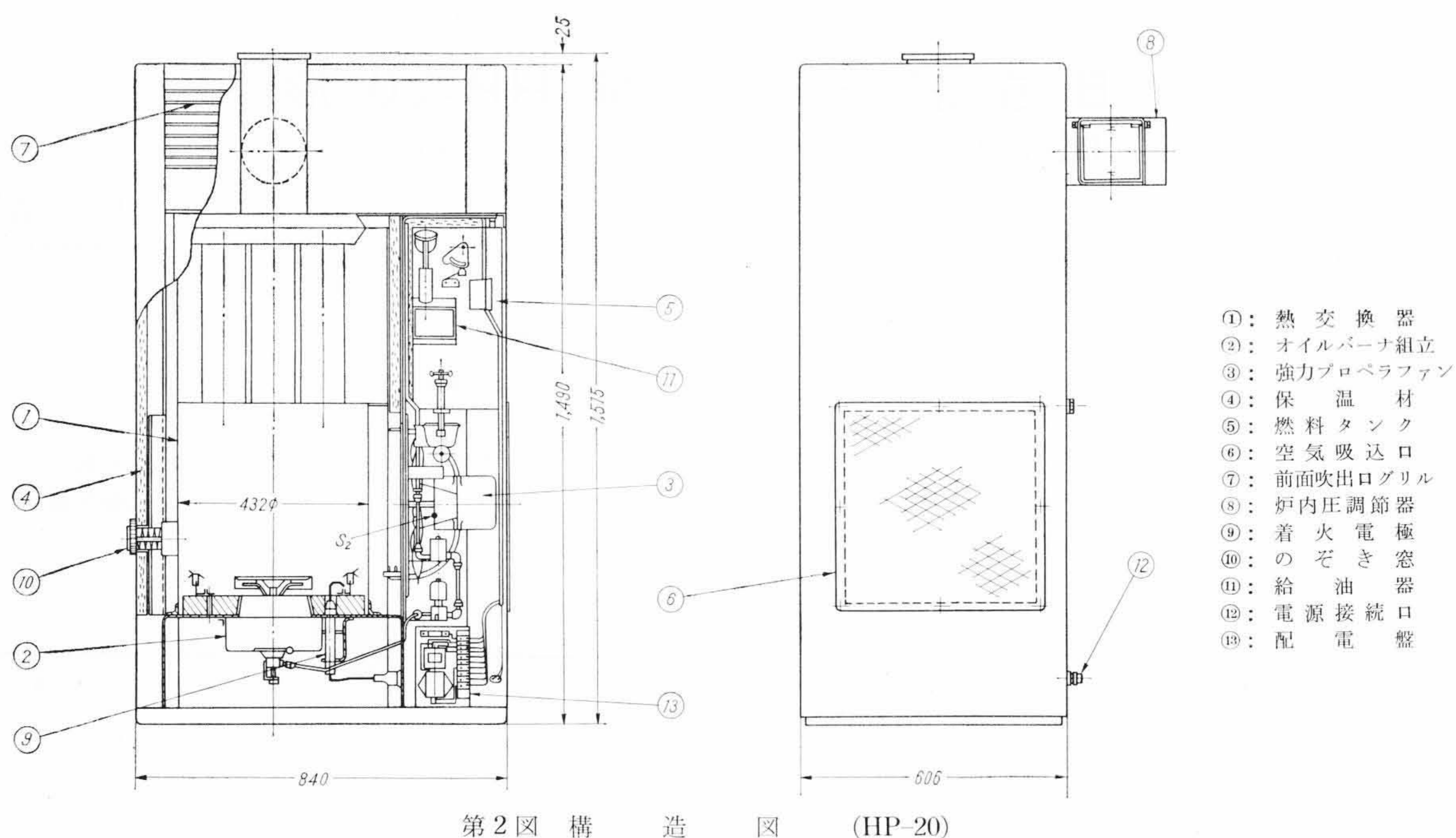
第 1 表 標 準 仕 様 表

項 目 (単位)		形 式	HP-20
幅×奥行×高さ		(mm)	840×606×1,490
燃 焼 装 置	使 用 燃 料		灯油または軽油
	形 式		ロータリ・ウオール・フレイム・オイルバーナ・F-1 形
	着 火 方 式		自動着火方式
	噴 燃 量	l/h	2.8 (絞りを調整)
	着火トランス		200V A, 1 φ, 50/60 [〜] 連続定格 { 一次電圧 100/110V 二次電圧 10,000/11,000V
	電 動 機		25W, 115V, 1 φ, 60 [〜] , 4P, 連続定格
放 熱 装 置	放 熱 量	kcal/h	20,000
	熱 交 換 方 式		強制式熱交換形
	熱 交 換 器		全ステンレススチール製
	熱交換器室保温材		グラスロンクロス表面張式グラスロンウール
	通 風 力 制 御 方 式		垂直、水平方向兼用形炉内圧調節器
送 風 装 置	送 風 機	形 式	日立 SN304 形 30 cm 強力プロペラファン
	風 量	Nm ³ /min	19/22 (50/60 [〜])
	電 動 機		全密閉形コンデンサーモートル 41/66 W (入力), 100V, 1 φ, 50/60 [〜]
	防 振 装 置		防振ゴムパッド
	空 気 吸 込 口		前面および右側面に吸込口付
	空 気 吹 出 口		上下方向三段調節グリル付
制 御 装 置	バーナ着火制御方式		始動、着火、再着火ともに押ボタンスイッチ式
	送風機制御方式		押ボタンスイッチ式
	室温調整方式		押ボタンスイッチ式
	安 全 装 置		停電リレー、過熱防止用二重温度ヒューズ タイムリレー、電源ヒューズ、燃料低位警 報ブザー、電源表示灯、炉内圧調節器
電 源			A. C., 1 φ, 100/110V, 50/60 [〜]
製 品 重 量		kg	195
概 略 暖 房 面 積 (天井高さ 3m の場合)		m ²	67~200 (20~60坪)

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。室内空気は右側面の打抜カバー部および正面の右側ドア周辺のすき間から、プロペラファンにより吸入されたうえ、熱交換器室内に送り込まれ熱交換器外表面に沿って回るうちに温風化し、吹出口グリルより室内に強制送風される。温風の吹出方向は上下方向に三段調節できる構造を備えている。
熱交換器は円筒形燃焼室と放熱管とにより構成される立形方式のものであり、燃焼室内で完全燃焼した燃焼ガスは放熱管内を上方に分流しながら管外空気との熱交換を行ない、最後にヘッダー内において再び合流し、排ガスとして煙突部より室外に排出される。



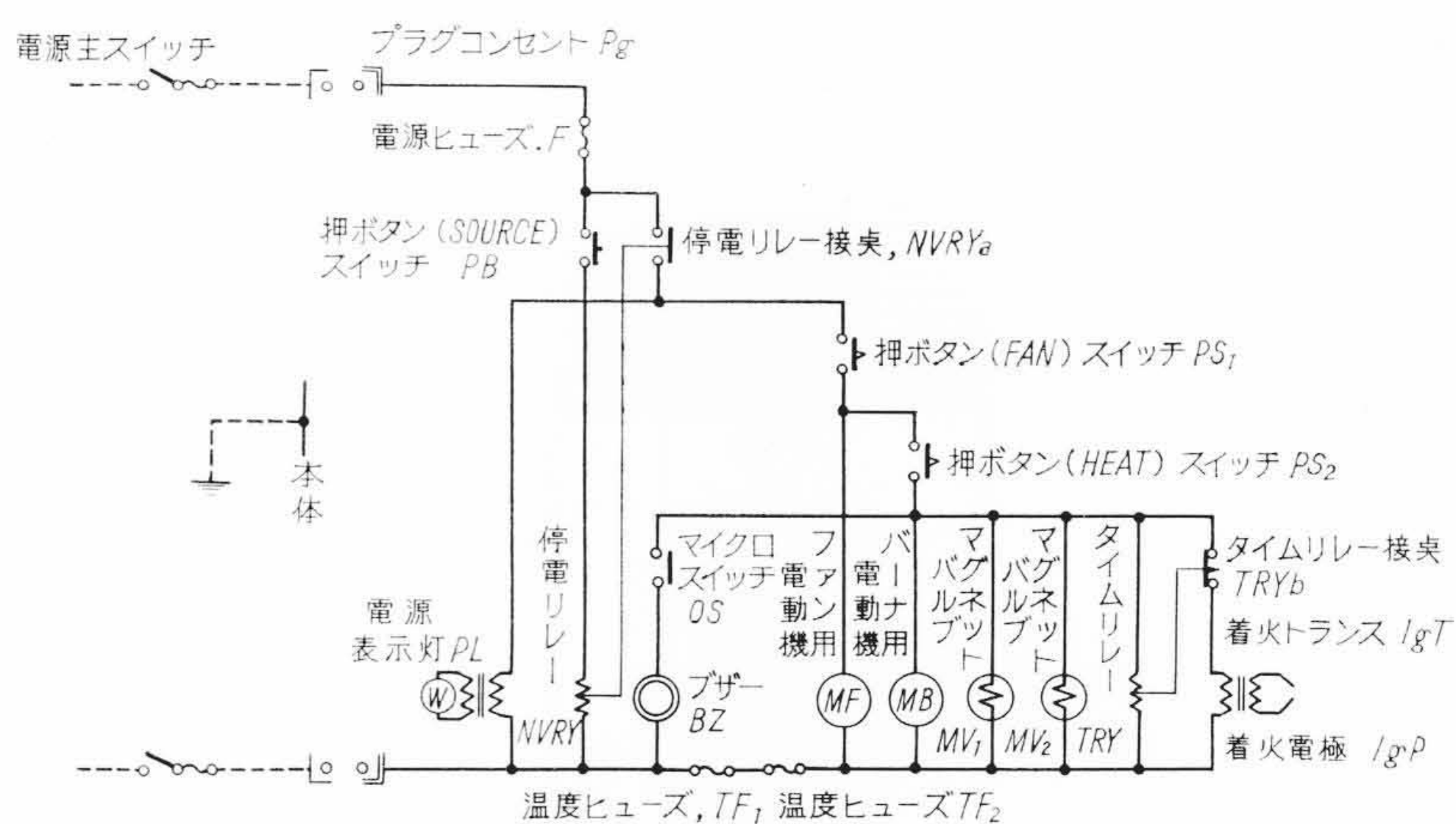
2.2.2 オイルバーナ

第3図に取付状態、第4図に構造説明図を示す。このオイルバーナは Rotary Wall Flame Type であり、重力給油方式により使用される。すなわち、オイルバーナより高所のキャビネット内に燃料タンクを装備しており、燃料油は燃料止弁→コンスタントレベルバルブ→マグネットバルブ(1)、(2)→オイルバーナ→フレームリングセグメントの経路を経て燃焼室内で燃焼する。

コンスタントレベルバルブはフロート式油面コントロールバルブであり、このバルブ内で油面を一定に保持することにより、燃料タンクの油面変動による重力変化をオイルバーナに与えないように絶えず重力を一定に制御し、燃料消費量の変動を防止する。

マグネットバルブ(1)、(2)はオイルバーナと電氣的に同時制御され、燃料消費量の設定はマグネットバルブ(2)に付属している油量調節弁の開度調節によって行なわれる。

オイルバーナはステータとロータ部分、およびオイルバーナダンパ、バーナファンなどにより構成しているが、このような構造にすることによりバーナ自体はもちろん、暖房機全体をコンパクトにまとめることができた。バーナステータに通電すれば、ロータと、これに固定しているロータシャフトおよびバーナファンが



回転するとともに、マグネットバルブが開弁し、燃料油は重力によりバーナ内を流動して、2本の噴射管端より遠心力でフレームリングセグメントの方向に噴射され、霧状となり、着火電極間火花により自動着火する。一方、バーナファンの回転により、燃焼用の空気は本体背面の打抜カバー部および正面左側ドア周辺のすき間から吸入され、オイルバーナダンパ部を通過してバーナステータ周囲を空冷しながら燃料油と同一方向に吹き出され、フレーム

リングセグメントおよびグリル部で燃料油と完全混合し、良好な燃焼が行なわれる。

2.2.3 制 御 装 置

第5図につなぎ図を示す。一般の小形機では点火棒による手動着火方式が多く用いられているが、本機は自動電気着火方式を採用して一般の人の取り扱いに便利ようにした。この着火操作は押ボタンを押すのみでよく、約15秒経過すればタイムリレーが作動して自動的に着火火花を停止し、電力浪費と電極損耗を防止する。ただし、簡易機であるため室内温度の調節は一般の石油ストーブと同様、人為的に燃焼運転をON-OFFさせる必要があるが、自動着火式であるので押ボタンを操作するのみでよいから、比較的容易であり、従来の一般小形機のように始動のつど、点火棒着火したり、あるいはパイロットファイヤを絶えず維持しておく必要もない。

3. 設計上の主要考慮点

3.1 キャビネット

この種小形汎用機では、本来の暖房機能のほかに室内調和上、外観をも重視するので、特に次のような取扱機能との関連性をもったデザインを採用した。すなわち、取扱者が万一、無意識に本機の右側面を壁に接触させて据え付けた場合、あるいは邪魔物を置いた場合にはファン吸入風量が激減して機内過熱を生じることになるので、過熱防止装置を設けるとともに、予備空気吸込口として正面右側ドア周辺にすき間を設けた設計とした。このドアはマグネットドアとして燃料タンク給油や機器の保守点検に便利ようにしている。また、本機の背面を完全に壁などに接触されると燃焼空気の吸入が不可能となり、オイルバーナが自然消火して未燃油が（重力給油式であるので）あふれ出ることになるので、予備燃焼空気吸込口として、おなじく正面左側ドアの周辺に十分なすき間を設け、燃焼空気激減によるバーナ自然消火を防止した。ドアの周辺は段違い構造としているので、かりに正面に邪魔物が置かれても空気吸入はできる。

温風吹出口グリルを全閉状態にして運転すると機内過熱現象を生じ安全装置が作用するが、安全装置の作動そのものが故障だと判断されて、不評を招くこともあるので、できるだけ安全装置の作動ひん度が少なくなるような対策を施しておくべきで、このため吹出口グリルは開度固定式とし、上下または前後に組み入れ方を変えれば、温風吹出方向を三段階に調節できる設計にした。また、運転騒音の低減とコストの面より、送風装置として従来、この種温風暖房機に多く使用されているシロッコファン方式をやめ、一般の汎用換気扇を採用したため、占有空間もきわめて小さくすることができた。

3.2 熱 交 換 器

オイルバーナの構造上、燃焼室内ドラフトがプラス側になることはバーナステータ部分の過熱を招くことになるので好ましくない。従来の実験から0.5~1.0 mmAq程度の火炎上マイナスドラフトで使うことが理想的である。後述のごとくバーナファン静圧とほぼバランスする+2~+4 mmAq程度の燃焼室火炎上のプラスドラフトならば、燃料消費量約3.0 l/h以下においては、一時的には支障ない。しかし、実際には煙突の高低、外気風速および風向条件などによって支配されやすいので、炉内圧調節器を付属するようにした。さらに顧客によっては、所定の煙突を設けずに運転されることもあり得るので、このような場合には、煙突の誘引作用がなくなるが、この場合といえどもオイルバーナ過熱や燃焼不良を生じないほうがよい。このため、熱交換器としては立形方式を採用し、かりに煙突なしで使用されても、熱交換器自体が煙突効果を発揮して0.5~1.0 mmAq程度のマイナスドラフトを確保できるように設計している

ので、煙突有無のいかんにかかわらず、燃焼機能やバーナ過熱に対する支障はない。したがって、本機の場合、煙突は単なる排気管としてのみ必要であって、いわゆる誘引作用を発揮するための煙突ではないので、いたずらに長大な煙突を必要としない。むしろ初期始動時の流動抵抗を高める要因となるので、かえって抵抗のできるだけ少ない短い排気管とすべきである。

この排気管としての煙突は、据付場所の都合に応じて本機頂部または背面側のいずれからでも導けるように設計されている。特に美観を重要視する部屋に用いる際には、背面から屋外に煙道を取り出せるので好都合である。

3.3 オイルバーナ

一般に熱交換器を小形化して暖房機全体をコンパクトなものにするには、熱貫流率ならびに両流体間の温度差を大にする必要がある。熱貫流率を高める場合、空気側流速、ガス側流速、ならびに熱交換面形状ともに、本機の場合には汎用換気扇の静圧、熱交生産性および炉内ドラフトなどの制約が伴い、温度差を高めるには、空気側温度は適度な暖房温度という面から制約されるので、最小限の空気過剰率で完全燃焼させてガス側温度を高くする必要がある。本機では上述のようなWall Flame Typeのオイルバーナを使用することにより、燃焼室の伝熱壁面周辺で旋回燃焼させ、受熱空気との温度差ならびにガス側熱伝達率を大にすることができ、比較的簡単な熱交換器で高熱効率が得られた。さらに従来のガンタイプやロータリあるいはポット式バーナと異なり、一定の噴霧油をフレイムリング円周上に配分して燃焼する方式であるため燃焼空気との完全混合が比較的容易に行なわれ、着火も円周上に沿って順次着火していくので着火音も比較的低いなどの利点がある。

重力給油方式の暖房機では火炎が自然消火すると未燃油があふれ出すおそれがあるので、オイルバーナは安定性のすぐれたものにする必要がある。小形簡易機では高価な保護装置は一般に装備されないもので、特にその必要性が大である。炉内圧調節器を設けているので、突風吹き込みや過誘引作用は緩和されるが、本機の場合、さらにフレイムリンググリルを燃焼中赤熱化して保火作用をもたせ、円周上で広く燃焼させる方式であるため、一般のガンタイプなどのように一点の燃焼中心を有するバーナよりも燃焼保持の安定性を高めることができた。

3.4 制 御 装 置

自動着火方式であることは上述したが、保安機能として、まず、空だき事故防止のためにプロペラファンを運転しなければ、オイルバーナの運転ができないように電氣的ならびに機械的インターロックを設けた。温度ヒューズは燃焼室壁で最も高熱化するフレイムリンググリル付近の空気通路とプレナムチャンバの燃料タンク上方にあたる個所との2個所に設けて万全を期した。また、オイルバーナのロータシャフトは燃料による自己潤滑方式としているので、万一初期試験運転時、誤って燃料なしで長時間運転されると焼付事故を招来する可能性もあるので、燃料タンクにフロート機構による油面指示装置を設け、この油面表示板をカムとしてマイクロスイッチと連動させて燃料なしでオイルバーナを運転するとブザーが警報を発するようにした。もちろん、燃料低位警報ブザーとしても役だつわけで夏期に誤ってバーナ運転した場合にも、燃料を排油しておけば警報を発するので好都合である。

暖房運転停止後は、必ず燃料止弁を閉じるべきであるが、閉じ忘れた場合、万一、マグネットバルブのシートネスが悪いと漏油する事態を生じるので、最悪の場合に備えてシート面構造を異にするマグネットバルブをさらに設けている。着火電極も従来のような分割形二極電極では、保守の際、電極間隔寸法を狂わせ着火不良を生じることが考えられるので、二極電極間隔を固定した一体形のものを

開発し、着脱容易なプラグイン方式に設計したので保守が容易となった。以上のほか、停電リレー、表示灯なども設け小形簡易機としては、従来にない充実化をはかった。

4. 試験成績

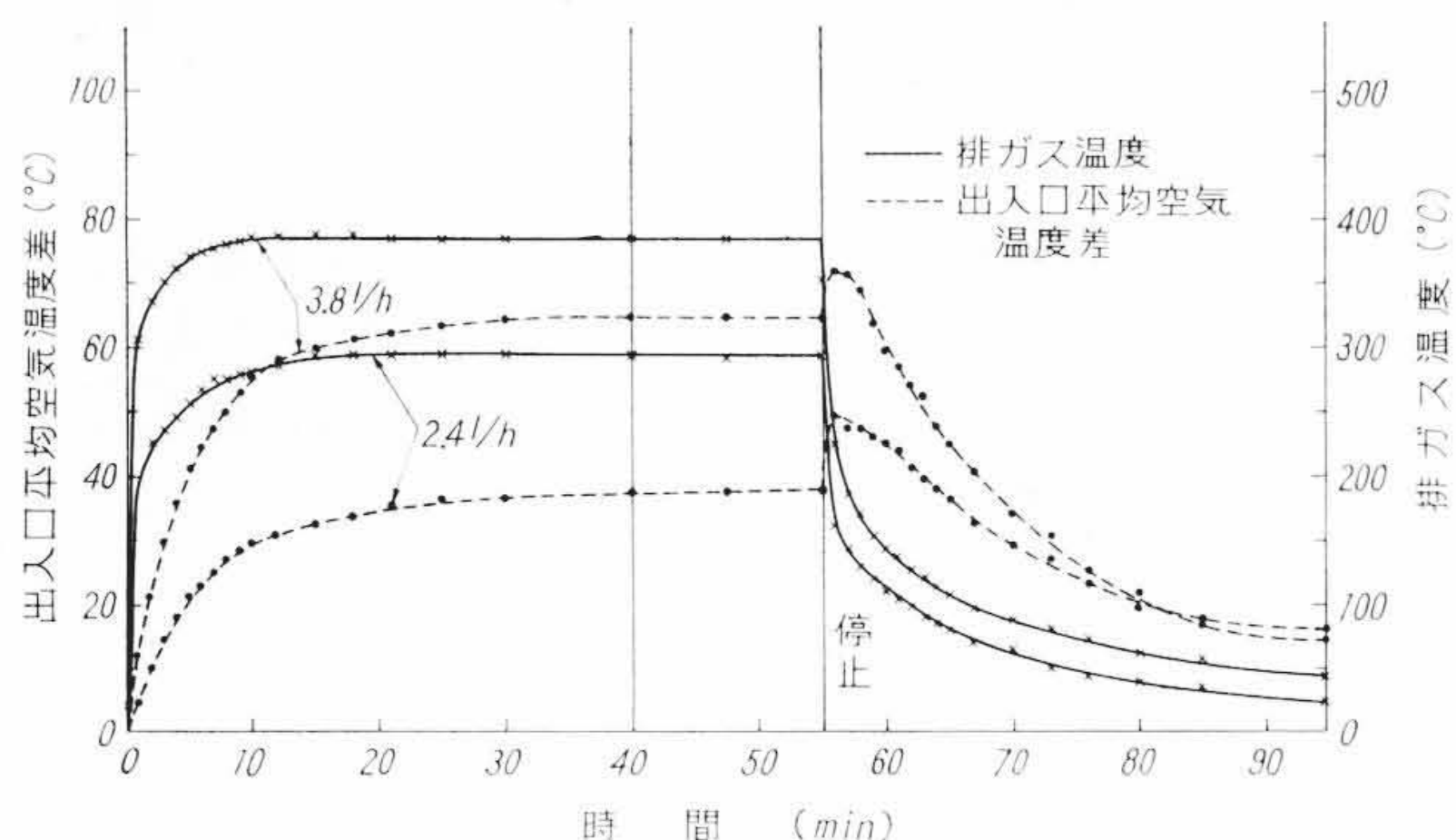
4.1 連続運転特性

冷缶状態より始動後定常状態に達し、運転停止後ふたたびもとに復すまでの暖房機出入口空気平均温度差と排ガス温度(暖房機出口)との時間変化曲線を第6, 7図に示す。50/60とも燃料消費量のいかにかわらず出入口空気温度差および排ガス温度は、始動後約15~20分間ではほぼ定常化するが、このように従来の暖房ボイラ⁽⁴⁾などに比較してウォームアップの迅速性にまさることは油だき温風暖房方式の有利な特長といえる。熱交換器を本機のように小形軽量化するほどウォームアップは迅速化してくる。運転停止後は排ガス温度は急激に降下するが、吹出空気温度は機内余熱により一時的に7~10℃温度上昇したのち下降しはじめる。

一般にこの種暖房機ではオイルバーナ運転停止後、ファンのみは数分間継続運転して余熱による機内過熱を防止するのが常であるが、本機では上記のように余熱による温度上昇をわずかにし得たのでファンのみによる冷却運転の必要がなくなり、制御装置を簡略化することができた。

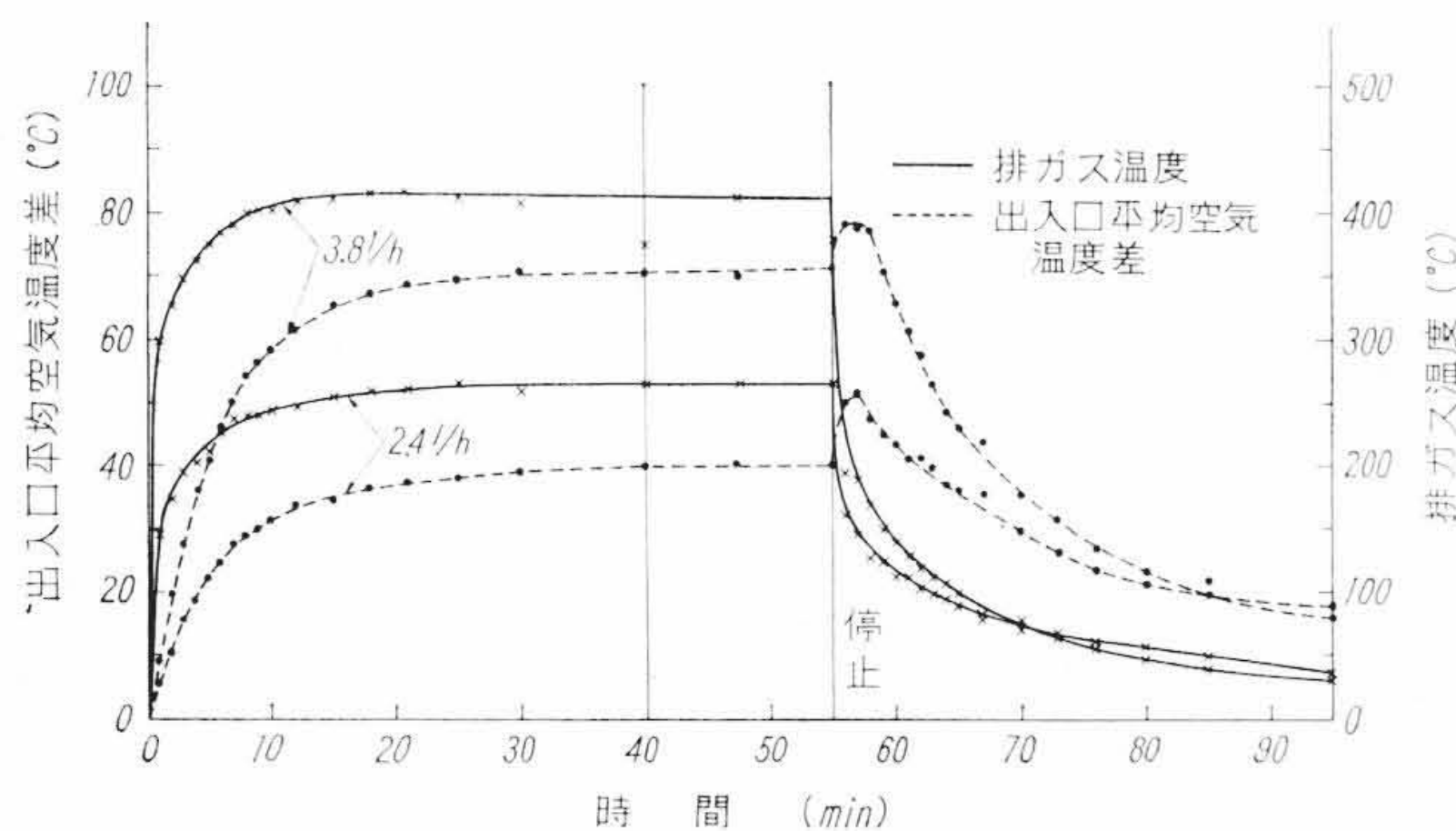
4.2 総合特性

第8, 9図は使用電源A.C., 100/110V, 50/60Hz別の定常運転状態



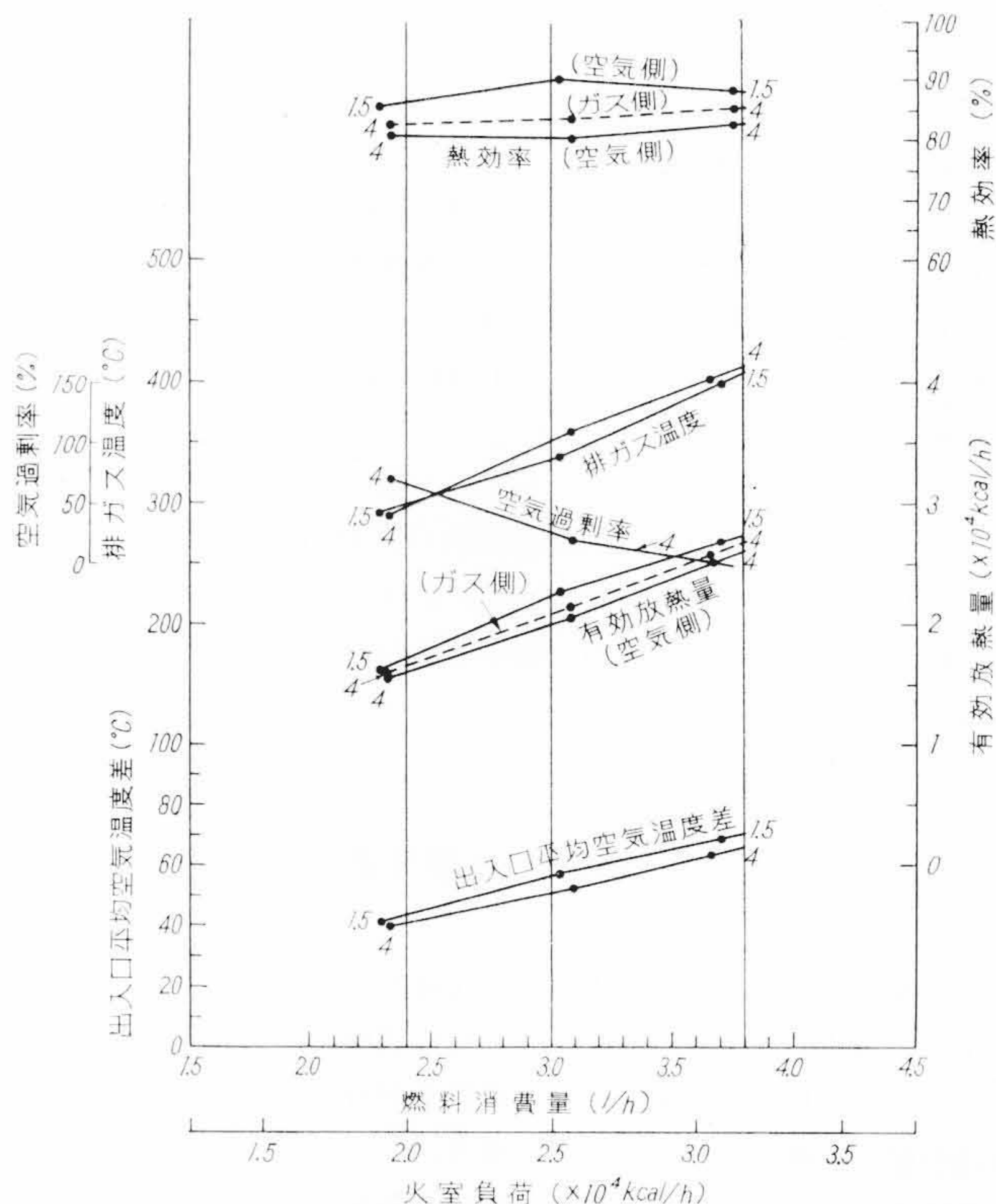
- 条件: 1. 使用電源 A.C., 100V, 50~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 燃料消費量 2.4 l/h, 3.8 l/h
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. パーナダンパ開度 1.5ノッチ
 7. 入口空気温度 20℃

第6図 連続運転特性 (50~)



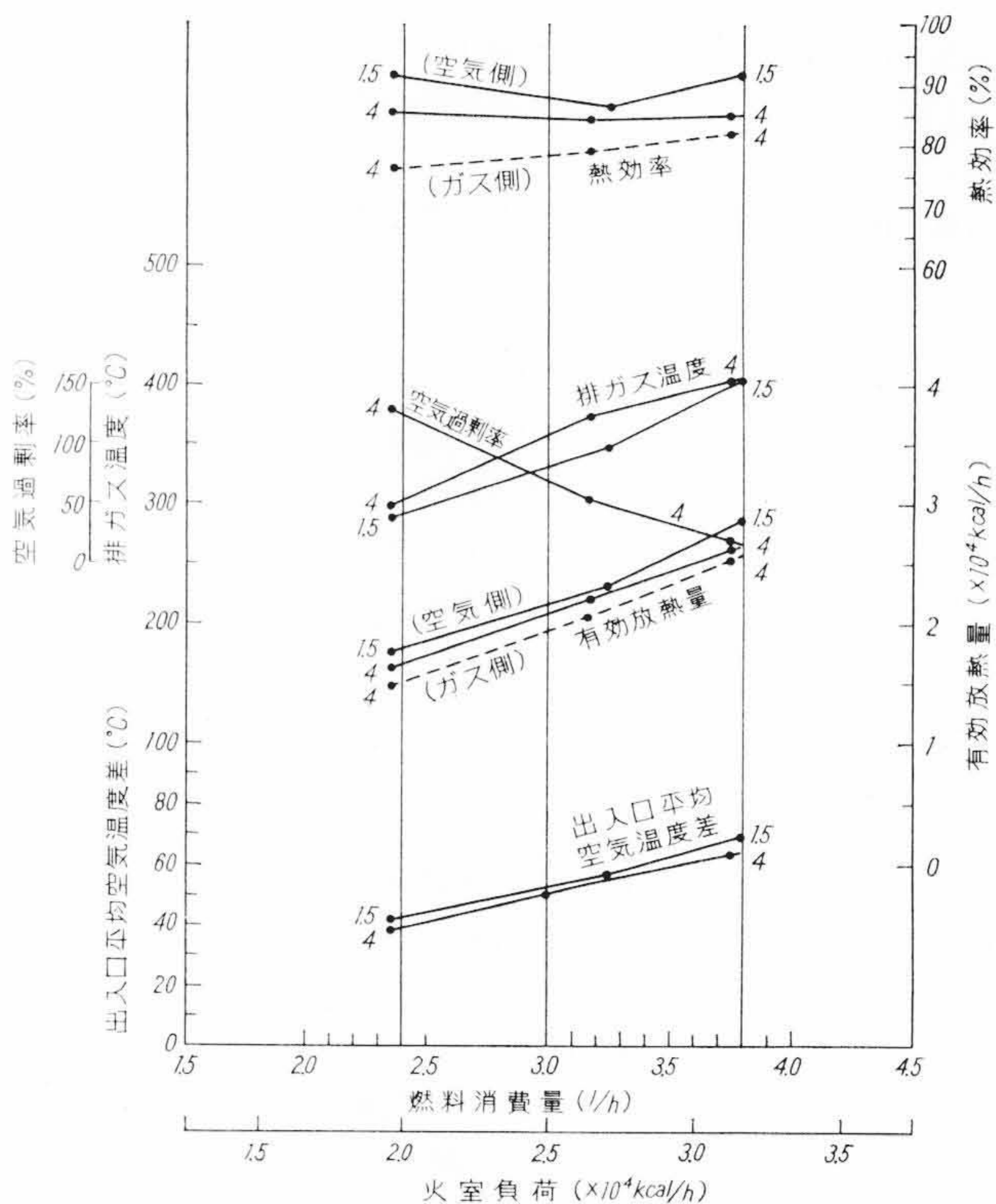
- 条件: 1. 使用電源 A.C., 100V, 60~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 燃料消費量 2.4 l/h, 3.8 l/h
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. パーナダンパ開度 1.5ノッチ
 7. 入口空気温度 20℃

第7図 連続運転特性 (60~)



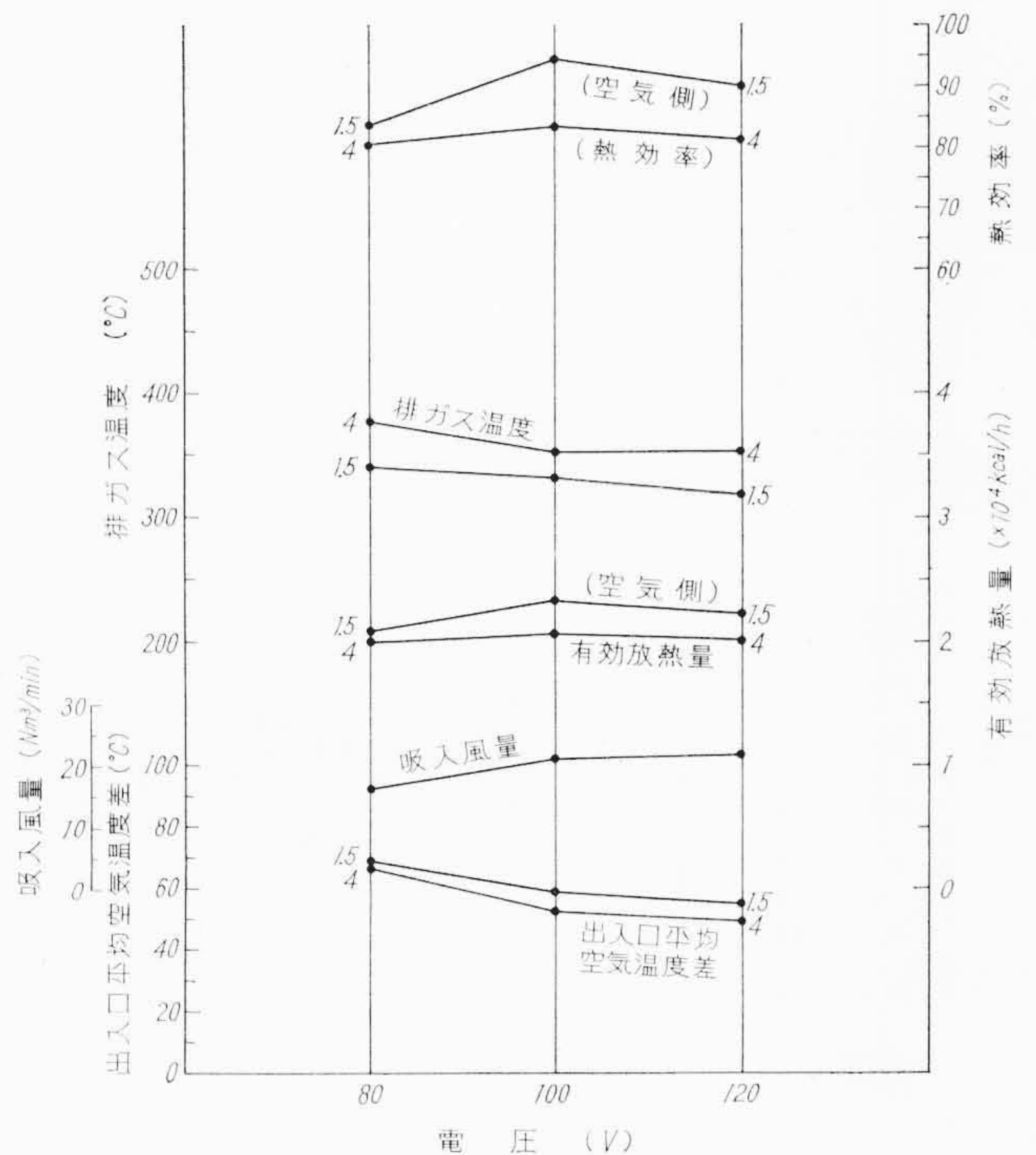
- 条件: 1. 使用電源 A.C., 100V, 50~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 運転状態 定常時
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. 平均吸入風量 21.2 Nm³/min
 7. 暖房時室温 20℃
- 注: 曲線中の数字はパーナダンパ開度ノッチを示す。

第8図 総合特性 (50~)



- 条件: 1. 使用電源 A.C., 100V, 60~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 運転状態 定常時
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. 平均吸入風量 22.3 Nm³/min
 7. 暖房時室温 20℃
- 注: 曲線中の数字はパーナダンパ開度ノッチを示す。

第9図 総合特性 (60~)

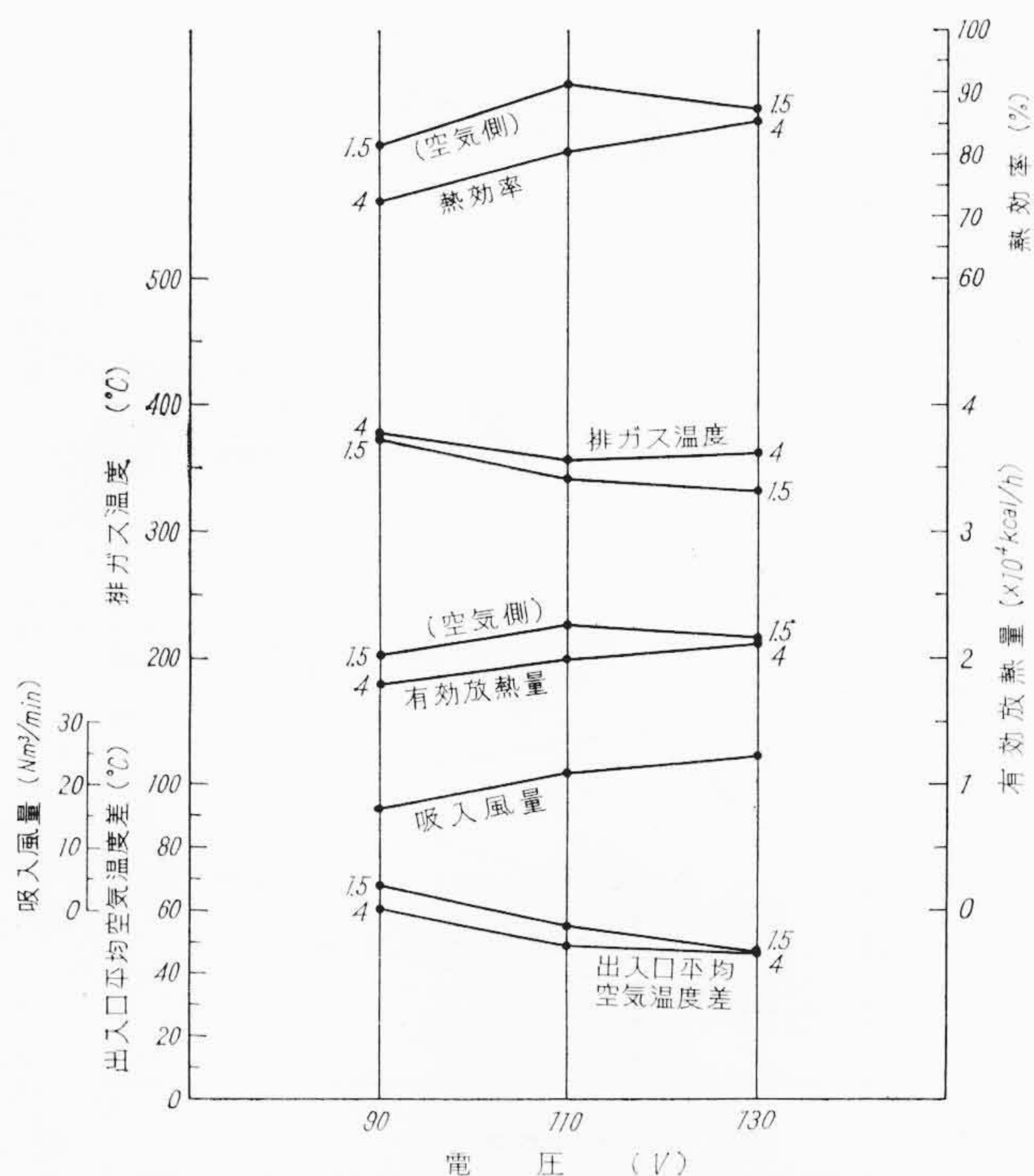


- 条件： 1. 使用電源 A.C., 80, 100, 120V, 50~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 運転状態 定常時
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. 燃料消費量 3.0 l/h
 7. 暖房時室温 20℃
- 注： 曲線中の数字はバーナダンパ開度ノッチを示す。

第10図 電圧変動特性 (50~)

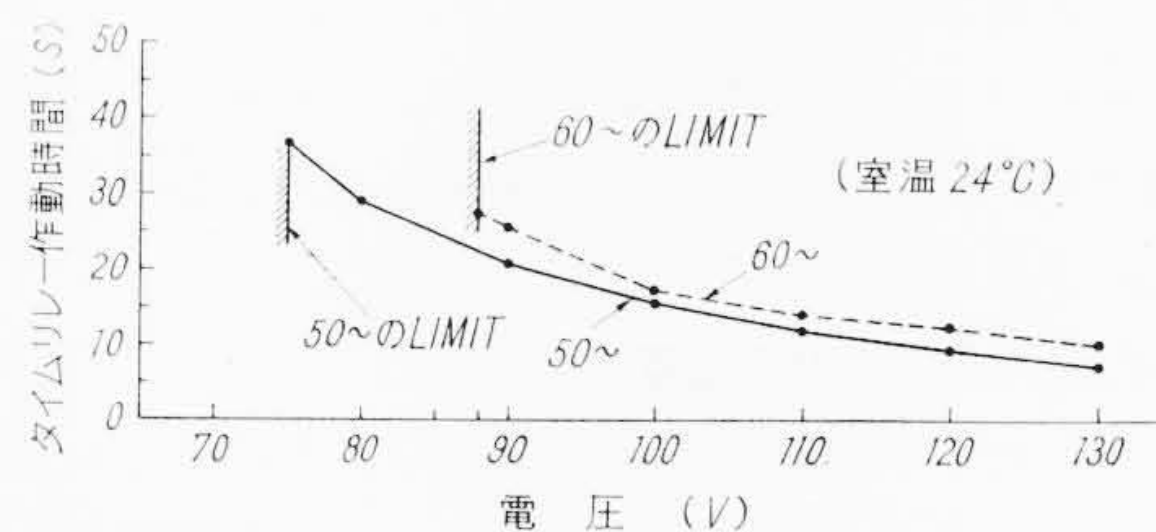
における総合特性を示す。暖房室温 20℃ のとき、吹出空気温度を最高 90℃ まで許容するとすれば、出入口空気温度差は 70℃ となるが、本機では燃料消費量を定格仕様の 135%、すなわち 3.8 l/h 程度まで過負荷使用が許容されることがわかる。したがって、その場合の有効放熱量は、約 27,000 kcal/h の暖房機ということが出来る。暖房機としての最低吹出空気温度を 60℃ とすれば暖房時の室温との差は約 40℃ となり、燃料消費量を約 2.4 l/h まで絞って使用することになる。定格仕様燃料消費量 2.8 l/h においては仕様有効放熱量 20,000 kcal/h にきわめて近似の好結果を得ることができた。

もともと、このオイルバーナは火室容積ならびにファン風量を燃料消費量に応じて変更するならばバーナ自体としては約 1.9~5.7 l/h の広範囲に使用できる設計である関係上、負荷に対する熱効率変化は顕著に現われていない。しかし、各負荷に対する空気過剰率を適正值に設定して同一条件で運転することは困難であり、微少な効率変化はは握しがたく、測定誤差に支配される傾向がある。これは比較的小容量の暖房機であるうえに、加熱、受熱流体ともに気体であるために、風量ならびにガス量測定に誤差を生じやすいことに起因するが、真の熱効率は出入口空気のエントルピー差で求めた場合（空気側と図表に示す）と排ガス損失熱より求めた場合（図表中にガス側と示す）との、ほぼ平均値とみなしてよからう。オイルバーナダンパを全開（4 ノッチ）した場合の空気側およびガス側熱効率はデータとして図示しているの、その平均値が求められるが、オイルバーナダンパを絞り気味（1.5 ノッチ）で運転した場合、過剰空気量が微少で測定できず、ガス側による熱効率は図示していない。しかし各燃料消費量に応じてオイルバーナダンパを約 1.5 ノッチ～全開 4 ノッチまで調節すれば、図示効率曲線の上限（空気側より求めた 1.5 ノッチの場合の熱効率）と下限（おなじく 4 ノッチの場合）との範囲内で使用できることは確実であり、一般の中、大形機でも熱効率 70~80% であるのと比べて小形機としては高热効率に属するといえる。



- 条件： 1. 使用電源 A.C., 90, 110, 130V, 60~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. 運転状態 定常時
 4. 煙突有無 有
 5. 通風条件 自然状態
 6. 燃料消費量 3.0 l/h
 7. 暖房時室温 20℃
- 注： 曲線中の数字はバーナダンパ開度ノッチを示す。

第11図 電圧変動特性 (60~)

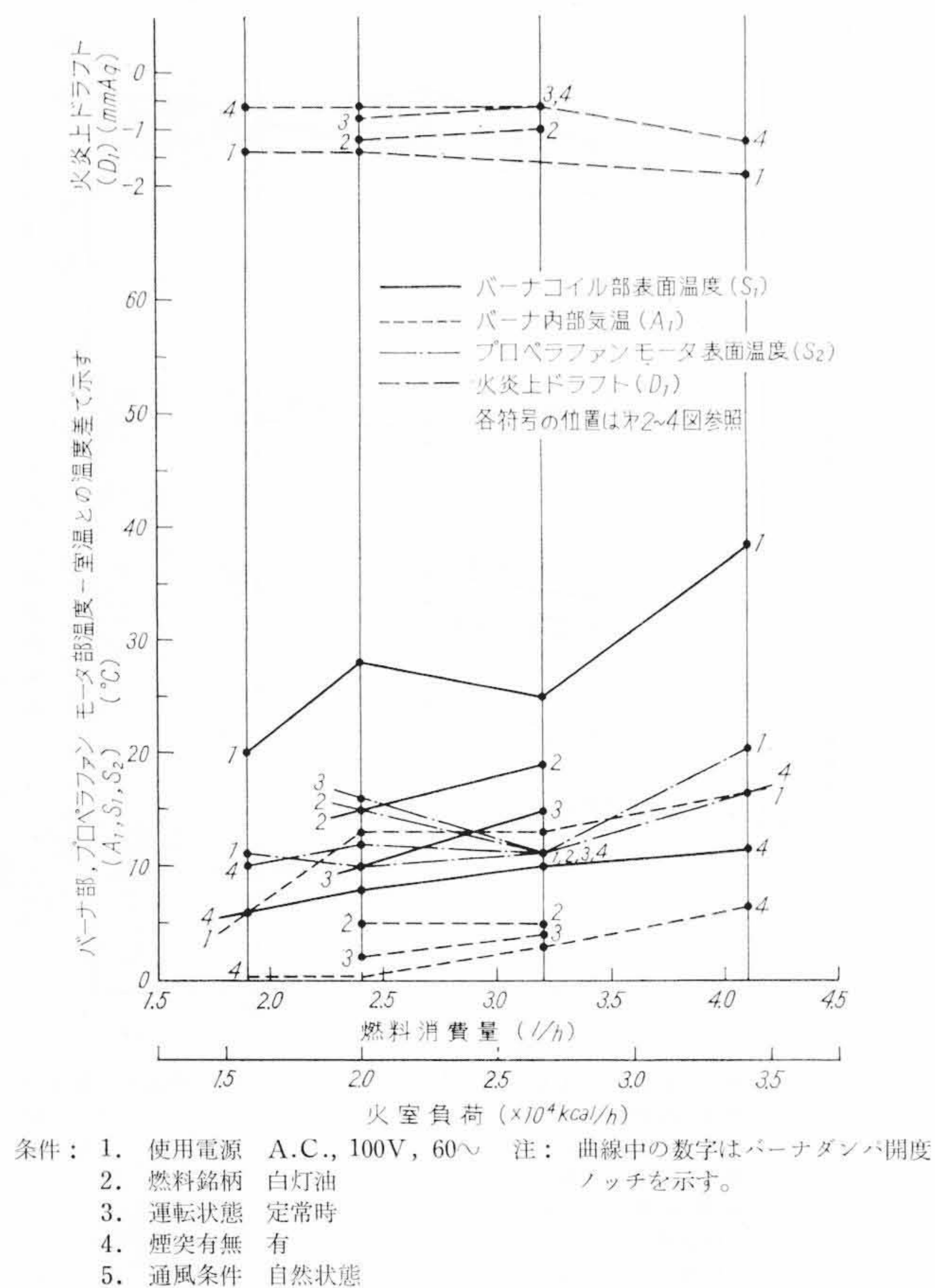


第12図 タイムリレーの電圧変動特性

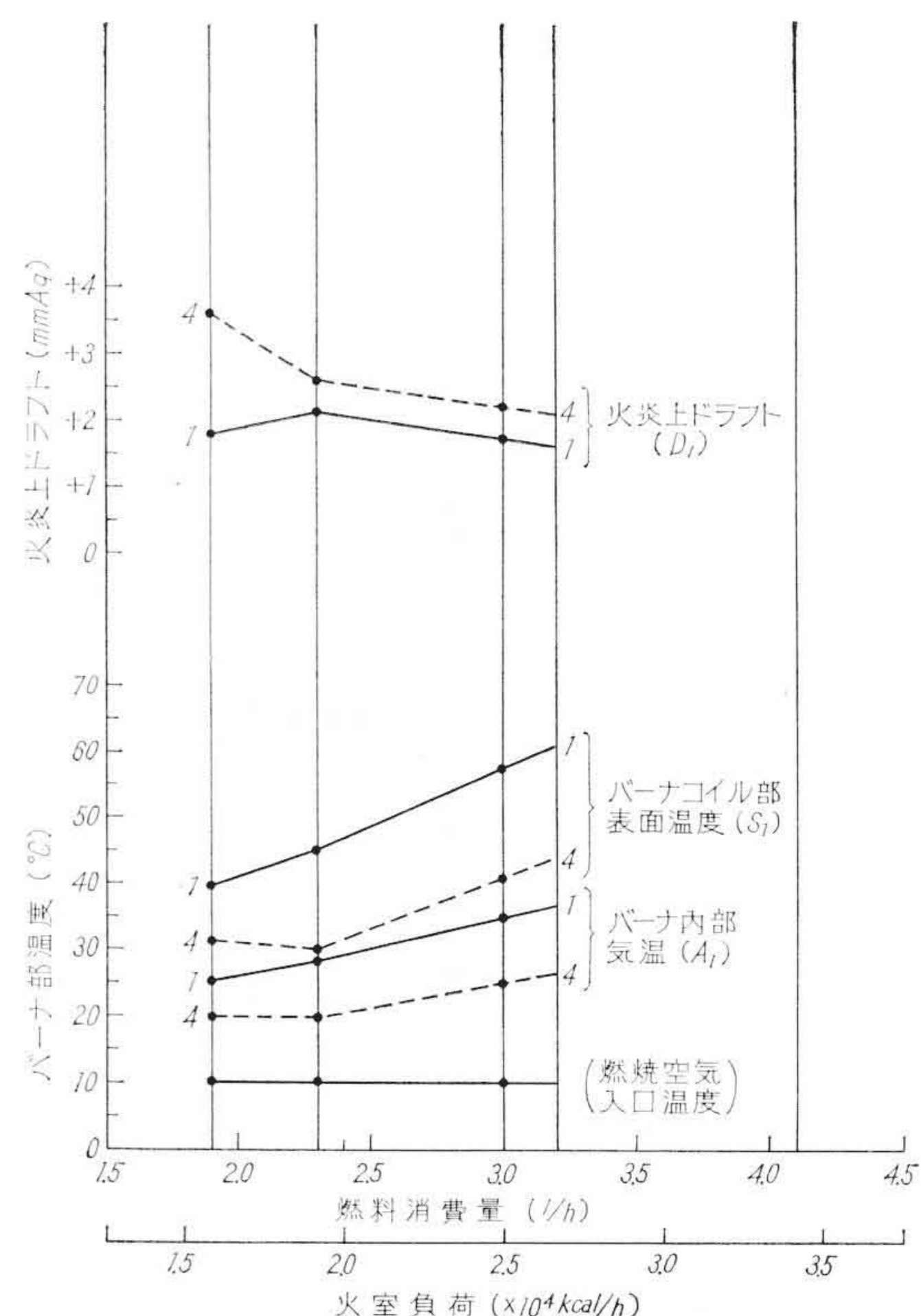
4.3 電圧変動特性

第 10, 11 図に燃料消費量 3.0 l/h のときの定常状態における電圧変動特性を示す。プロペラファン吸入風量が電圧変動に応じて増減するため、機内空気流速が変動し、空気側熱伝達率に変動を招く。電圧降下時の影響のほうが顕著に現われ、風量減少のため出入口空気温度差は高くなるが、熱効率は低下する傾向を示している。したがって、排ガス温度は上昇し、有効放熱量は減少する。しかし、燃焼空気取入量が適正であれば、80V (50~), 90V (60~) においても、ほぼ 80% 以上の比較的高熱効率で運転でき、有効放熱量も約 20,000 kcal/h を得ることができる。高電圧の場合には吸入風量の変動がわずかであるため、定格電圧時の特性と大差ない。

着火火花制御用タイムリレーの電圧変動特性を第 12 図に示す。定格電圧時のタイムリレー仕様動作時間 15 秒は満足されている。着火トランス自体は連続定格の設計であるので、かりにタイムリレーが作動しなくても電気的事故を生じるわけではなく、あくまで電力浪費をさけるためのものであるから、特に動作時間を 15 秒に限定する必要はないので、リレーが確実に作動する限度までは使用可能である。この限度は約 75~80V (50~) および 88V (60~) となる。また、着火火花持続時間は最低 5 秒間程度で十分であるので、50/60~ともに 130V までは支障なしに使用できる。



第 13 図 オイルバーナ内部温度 (正常運転中)



第 14 図 オイルバーナ内部温度 (逆風吹き込み時)

このほかの各機器の最低使用可能電圧は、着火トランス火花放電上 65V、プロペラファン吸入風量上 80V、マグネットバルブ励磁上 65V、警報ブザー 35V、停電リレー 65V となり、この種汎用品として電圧変動に十分対応できることがわかった。

4.4 オイルバーナの内部温度について

本機に使用したオイルバーナは、上述のようにすぐれた利点を有してはいるが、バーナモータ自体をオイルバーナ機構の一部としてバーナハウジング内に装備しているため、燃焼ふく射熱による過熱の有無については各種条件下の試験を実施し、実用上何ら支障ないことがわかった。すなわち、正常運転中は第 13 図に示すように $-0.5 \sim -1.5 \text{ mmAq}$ の燃焼室火炎上ドラフトを保ち、燃焼空気によりバーナステータ部は空冷されるので、燃料消費量 4.1 l/h までの過負荷試験においても、過熱上の支障は生じない。ただし、安全を期するためバーナダンパは 1.5 ノッチ以下には絞り調節できないようにしてある。また、プロペラファンモータ部の過熱についても同様、問題ないことがわかった。

オイルバーナ内部の過熱に対する最悪条件は、煙突先端からの逆風吹き込みの場合である。実用上は、このような場合炉内圧調節器のダンパが開口して逆風の炉内侵入を防止するが、過熱の傾向を把握するために炉内圧調節器を除去して、煙突先端から圧縮空気を吹き込んで燃焼室内を徐々にプラスドラフトとし、バーナファン静圧

とほぼバランスする点、つまり燃焼空気不足により自然消火する点で各部の温度を調べた。この場合は燃焼空気によるバーナ内部の空冷作用が低減するので、第 14 図に示すように温度は上昇するが、バーナダンパを上述のように 1.5 ノッチ以下に絞って使用しないかぎり、過熱による支障は生じない。試作機についてはすでに 1 個年以上の実用試験を行なっているが、オイルバーナに故障はなく十分実用に耐えることを確認している。

5. 結 言

以上、日立温風暖房機 HP-20 形の構造、設計および試験成績について概説した。小形汎用機であるだけでなく、火気を扱う空調機なので外観デザイン、取扱操作、安全装置、熱効率および機能全般について慎重な試作研究を積み重ねてきた新方式の機種であるが、本機が広く一般に普及することにより、温風暖房方式の真価を高揚できるものと信ずる次第である。

参 考 文 献

- (1) 勝尾：日立評論 43, 1132~1138 (昭 36-9)
- (2) 勝尾：産業機械 134, 22~29 (昭 36-11)
- (3) 勝尾：新しい建築設備 新春特集 暖房設備 114~118 (昭 38-1)
- (4) 高橋，勝尾：日立評論 41, 811 (昭 34-6)