

WP-50 形 日 立 温 水 ボ イ ラ

Hitachi Hot Water-Boiler Model WP-50

勝 尾 貞 徳* 荒 川 重 義*
Sadanori Katsuo Shigeyoshi Arakawa

要 旨

油だき温水ボイラは、蒸気、電気およびガスボイラに比べて、経済性をはじめ幾多の点で特異性を有しており、日立製作所でも早くからこの開発に鋭意努力をしてきたが、昭和39年度、日立パッケージ形エア・コンディショナとの併用を主目的とした独自の考案による斬新な温水ボイラ WP-25 および WP-40 形の2機種を発表し、好評を博した。昭和40年度は、これをシリーズ化した WP-20, WP-30, WP-50, WP-80 の本格的生産に着手し、量産販売中である。本報ではその中核製品である温水ボイラ WP-50 (出力 50,000 kcal/h) の構造、設計および試験成績について述べた。

1. 緒 言

近代産業の飛躍的発展と相まって、空調設備はきわめて急速に普及し、日常生活において冷暖房は生活上不可欠のものとなってきた。現在ヨーロッパでは温水暖房の全盛時代を迎えており、わが国でも特に最近の石油事情を背景にして、従来のストーブ依存概念から脱却して経済的、衛生的で、しかも全体暖房方式に好適な油だき温水ボイラが急速に普及しつつある。

日立製作所では、すでに昭和39年度より、出力 27,000 および 41,000 kcal/h の全自動運転方式温水ボイラ WP-25 および WP-40 形の開発を行なったが、昭和40年度からは、これらをシリーズ化し、WP-20, WP-30, WP-50, WP-80 形温水ボイラ (それぞれ出力 20,000, 30,000, 50,000, 80,000 kcal/h) の本格的量産販売体勢にはいった。

日立温水ボイラは外観および性能ともに従来の油だき温水ボイラ の概念から脱却し、設計、製作全般にわたって日立製作所の総合技術を集めたものである。本論文ではその中核製品である WP-50 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

2.1 仕 様

表1はおもな標準仕様を示したものである。日立温水ボイラ WP-50 形は事務所、銀行、病院、理髪店、学校、ホテル、研究室、塗装場および温室など一般用、工業用として広く使用される。

2.2 構 造

2.2.1 本 体

外観および構造を図1および図2に示す。機体主要部はボイラ本体、制御装置および燃焼装置の3部分で構造されている。ボイラ形状は搬入据付に便利のように丸形立式とし、据付面積を小さくコンパクトに設計した。ボイラ本体には円筒形燃焼室と煙管および水管により構成される立形多管式熱交換器を設け、独特な水循環方式により伝熱効果の増大を図った。さらに本体外周には給水、出湯口、湯温調節用アクアスタット、安全弁およびバーナ接続口などを設け、厚さ 25 mm のグラスロンウールを接着して、外板の外表面温度を下げるるとともに湯の保温効果を高め、その周囲を優美な外板で包装した。

燃焼室には2.2.2項に記述の横形油圧噴射式ガンタイプバーナを装備し、燃焼室下面には耐火レンガを設置して、燃焼室内のふく射伝熱効果を高めるとともに、据付台への伝熱を遮断し据付床部の過熱防止を図っている。

* 日立製作所笠戸工場柳井分工場

表 1 日立温水ボイラ WP-50 標準仕様

項 目(単位)		形 式	WP-50
用 途			温水暖房、給湯、工業用
本 体	外 装		合成樹脂塗料焼付 塗色：マンセル 2.5Y6/2
	本 体 外 径	mm	660
	本 体 高 さ	mm	1,500
燃 焼 装 置	オ イ ル バ ー ナ	使用燃料	灯油または軽油
		形 式	日立油圧噴射式オイルバーナ
		着火方式	自動着火方式
		噴 燃 量	7.7(油圧約 7 kg/cm ²)~8.6(油圧約 9 kg/cm ²)
	1 ナ	送 風 機	日立小形シロッコファン
		着 火 ト ラ ンス	200VA, 1φ, 50/60~, 一時間定格 一次電圧：100/110V, 二次電圧 10,000/11,000V
		送 油 方 式	日立小形ギヤーポンプ
		電 動 機	日立YTFO-KR, 125 W, 100V, 1φ 50/60~, 4 P, 連続定格, フランジ形
ボ イ ラ	最 大 出 力	kcal/h	50,000
	形 式		立形多管式
	ボイラ貯湯量	l	190
	最大出湯量 (50℃上昇の場合)	l/h	1,000
	出 湯 温 度	℃	40~85 (調整可能)
	最高使用圧力	kg/cm ²	1.0 (水頭圧 10 m)
	水圧試験圧力	kg/cm ²	2.0 (水頭圧 20 m)
	通風力制御方式		炉 内 圧 調 節 器
	煙 突 径	mm	200
	保 温 材		グラスロンウール
自 動 制 御 装 置	往水管接続口	in	PT 1¼Bネジ穴
	還水管接続口	in	PT 1¼Bネジ穴
	排水管接続口	in	PT 1¼Bネジ穴
	バーナ着火 制 御 方 式		フォトセルおよびプロテクトリレー使用
	湯温調整方式		アクアスタット (バーナ燃焼および停止)
	安 全 装 置		アクアスタット、プロテクトリレー安全スイッチ、 炉内圧調節器、安全弁 過電流継電器
	電 源		AC, 1φ, 100/110V, 50/60~
	製 品 重 量	kg	395

いっぽう、制御計器類は機器箱内に一式取りまとめて収納され、外部操作により保守、点検が容易にできる構造である。燃焼室内で完全燃焼した燃焼ガスは、煙管内を上方に分流しながらボイラ水と間接的に熱交換を行ない、最後に上板内において再び合流し、

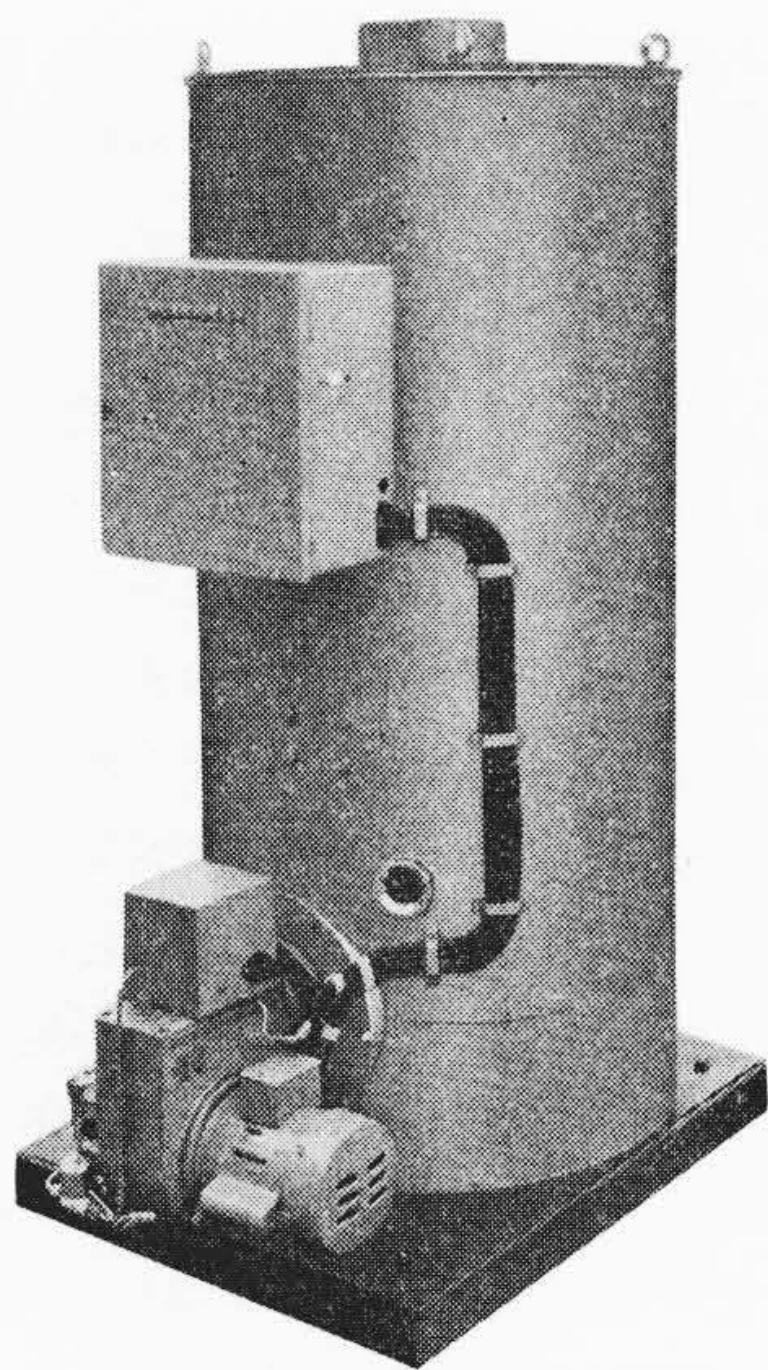
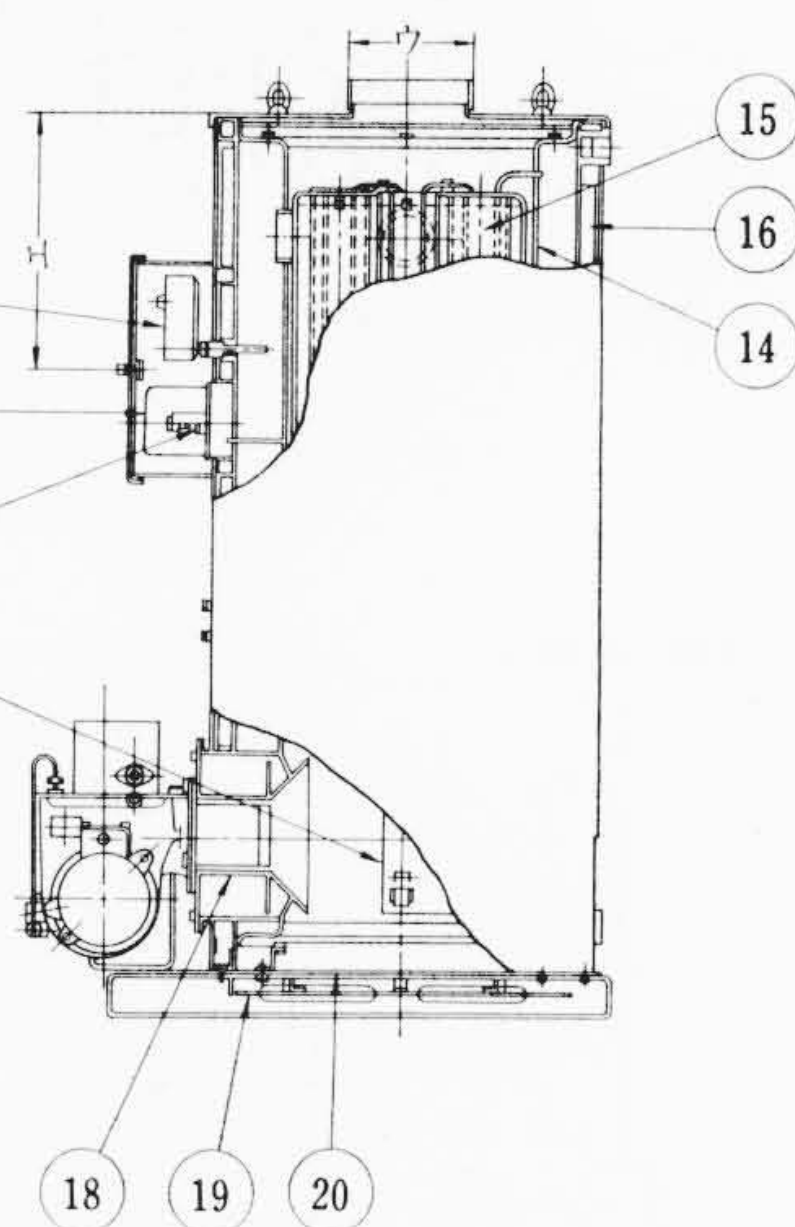
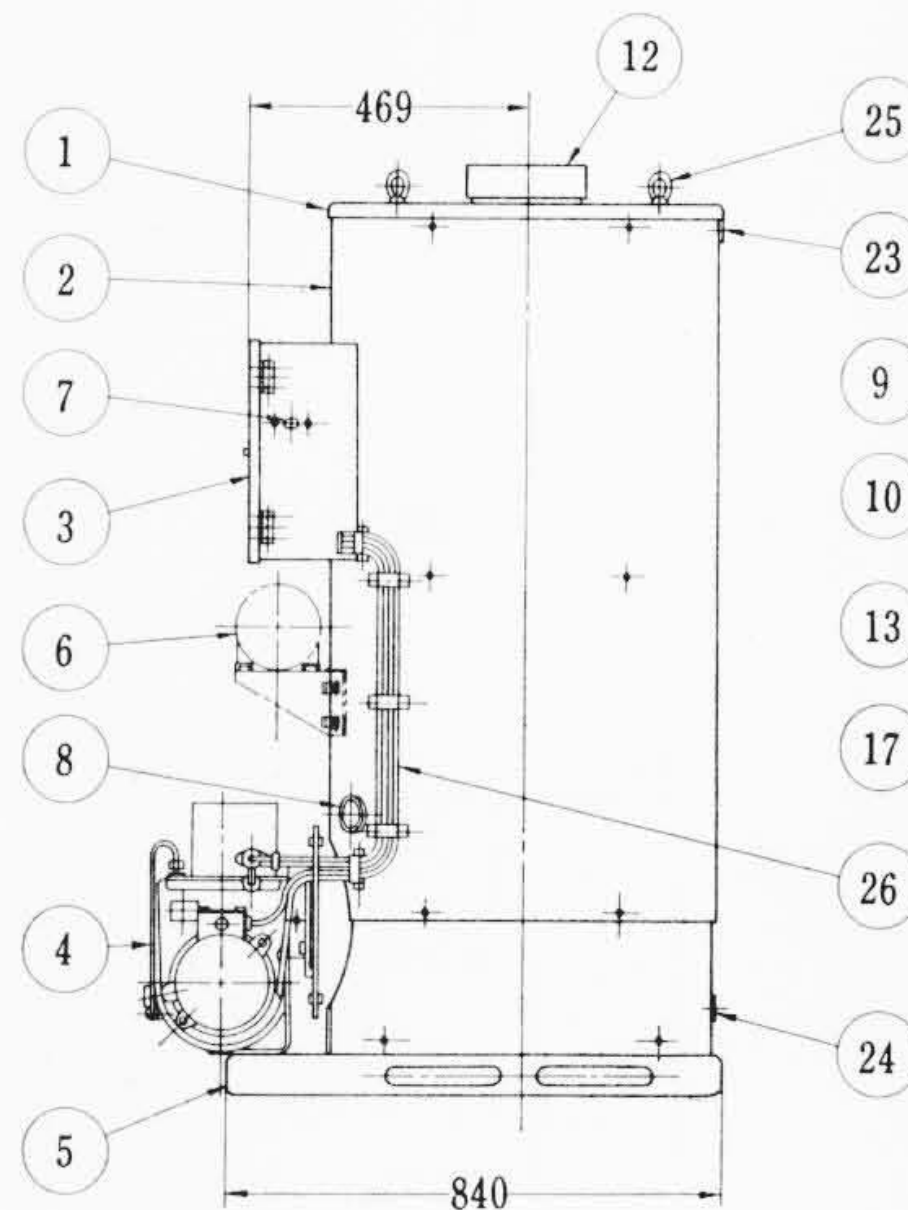
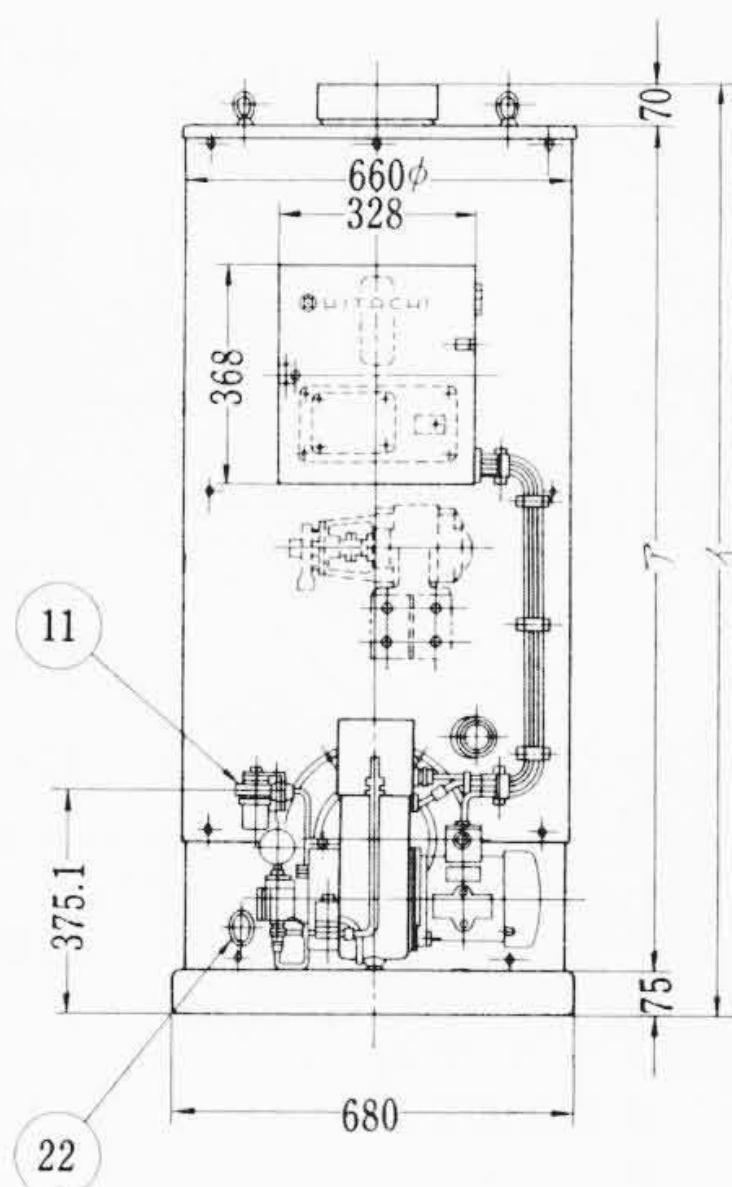
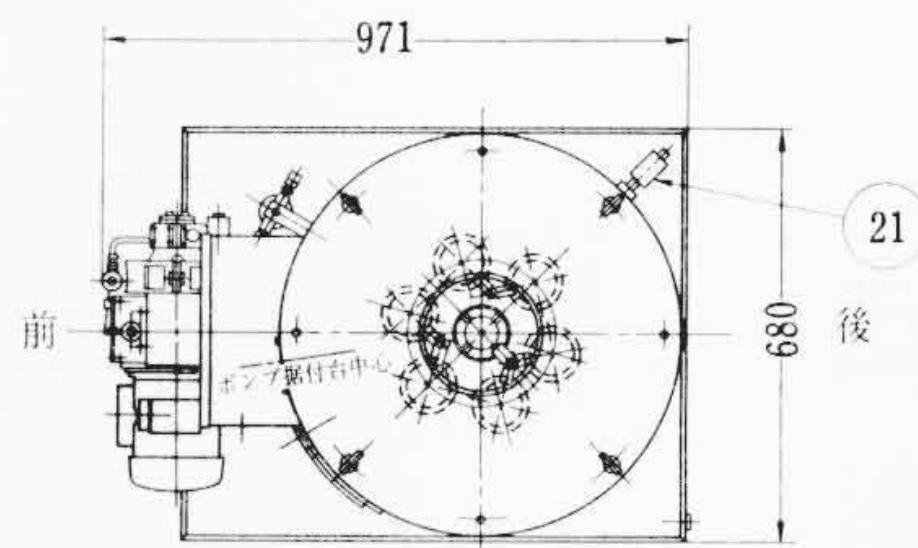


図1 WP-50 形温水ボイラ

寸法表				
形式	ア	イ	ウ	エ
WP-50	1,425	1,570	200	421.4



- | | | |
|-----------|------------|----------|
| ① 上板 | ⑩ プロテクトリレー | ⑲ 遮熱板 |
| ② 外板 | ⑪ オイルフィルター | ⑳ 耐火レンガ |
| ③ 制御機器箱 | ⑫ 煙突接続口 | ㉑ 安全弁 |
| ④ オイルバーナ | ⑬ 過電流継電器 | ㉒ 給水入口 |
| ⑤ 据付台 | ⑭ ボイラ本体 | ㉓ 温水出口 |
| ⑥ 循環ポンプ | ⑮ ガス制御パイプ | ㉔ ドレノ口 |
| ⑦ 操作スイッチ | ⑯ 保温材 | ㉕ 吊り金具 |
| ⑧ ノゾキ窓 | ⑰ バッフルプレート | ㉖ 制御機器配線 |
| ⑨ アクアスタート | ⑱ 保熱板 | |

図2 構造図

煙突部より排ガスとして屋外へ排出する。

2.2.2 オイルバーナ

図3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ー・ポンプを駆動し、直動式マグネットバルブを開弁し、さらに着火電極間に火花を発生させる。したがって、燃料タンクの燃料油をギヤー・ポンプ内に吸入し、所定の圧力に加圧して、バーナチップより80度の噴射角度をもって燃焼室内へ噴射し、霧状となり、着火電極間火花により自動着火する。いっぽう、燃焼空気はバーナ送風機により、バーナダンパ開口部より吸入され、バーナケーシング内を通過し、旋回翼および旋回筒によって旋回作用を生じ、燃焼室内に噴射された噴霧燃油と混合し、良好な燃焼が行なわれる。

このオイルバーナはバーナチップのみを取り替えれば、WP-30形およびWP-50形用として使用できるよう共用に設計されている。

2.2.3 ギヤー・ポンプ

図4に示すギヤー・ポンプは、日立温風暖房機用として開発されたものできわめて小形で高性能を有している。調整圧力は標準7kg/cm²であるが、油圧調整ネジにより燃料油の噴射圧力を調整し、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

図5は自動制御装置のつなぎ図である。自動制御装置は、火災の検出およびボイラ水温度検出によるオイルバーナ制御系と安全装置の二つに大別される。なお、オイルバーナの制御はオイル

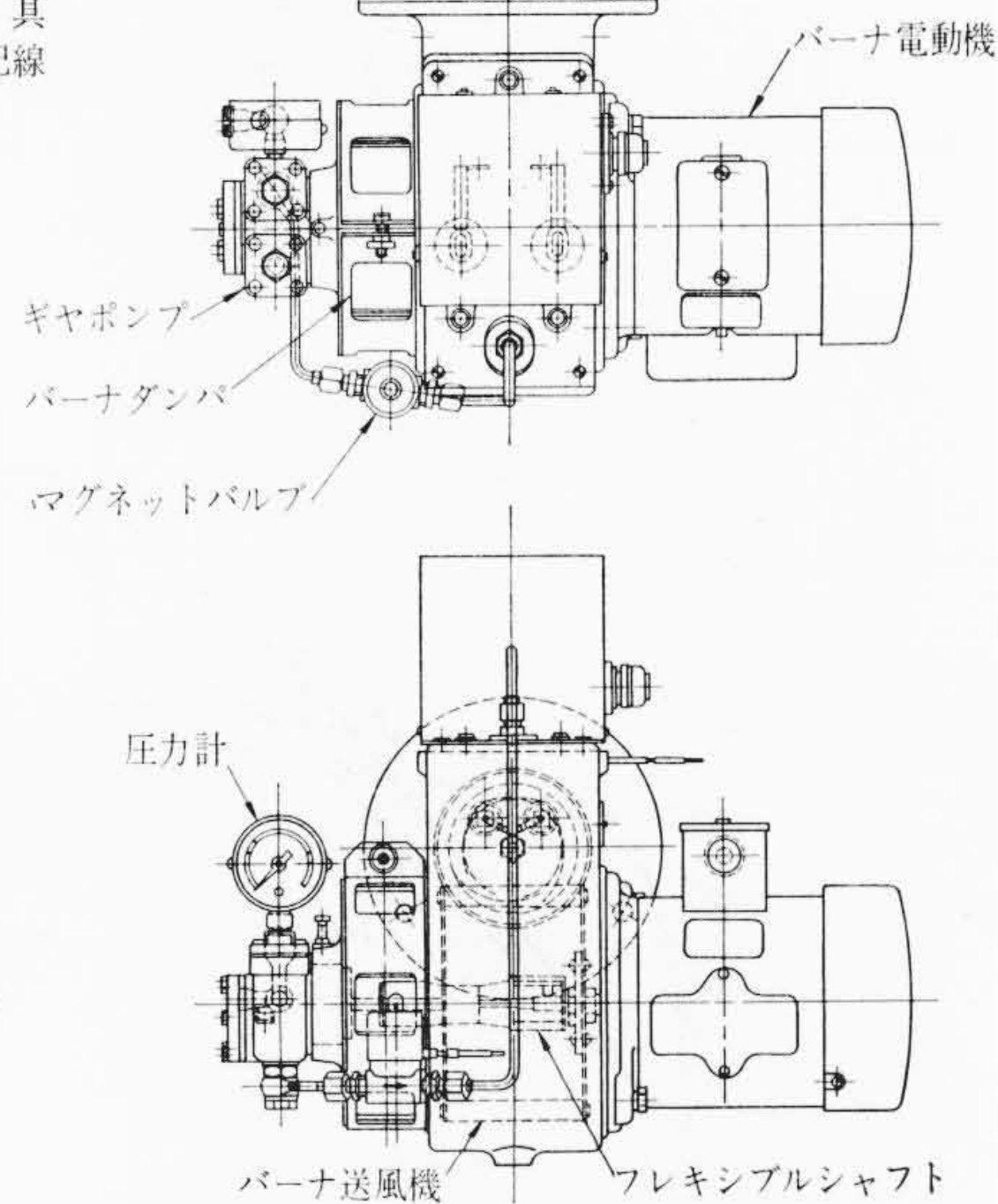


図3 オイルバーナ構造図

バーナの構造および燃焼空気ダンパ調節などを簡略化するため、ON・OFF 制御方式としてある。したがって本機は自動電気着火方式による完全自動制御機構であり、運転操作スイッチを押すだけでよく、取扱いがきわめて便利である。

3. 設計上の主要考慮点

3.1 キャビネット

(1) 本機は安定性に重点がおかれ、据付台のみが長方形で、本体は丸形立式としてある。搬入据付も便利で、据付床面積は小さい。

(2) 従来品ではオイルバーナおよび制御計器がキャビネット外部に露出しているものが大半であるが、本機ではオイルバーナ以

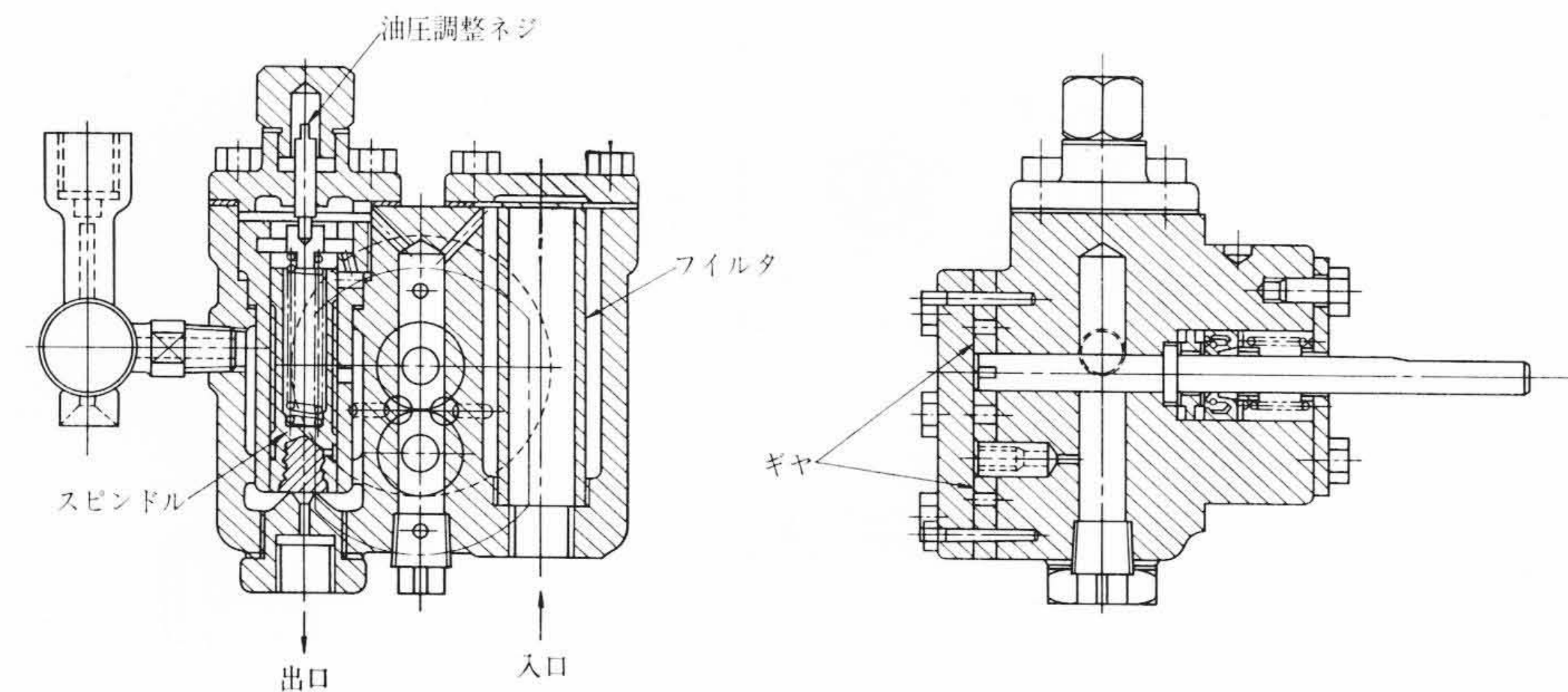


図 4 ギヤ・ポンプ構造図

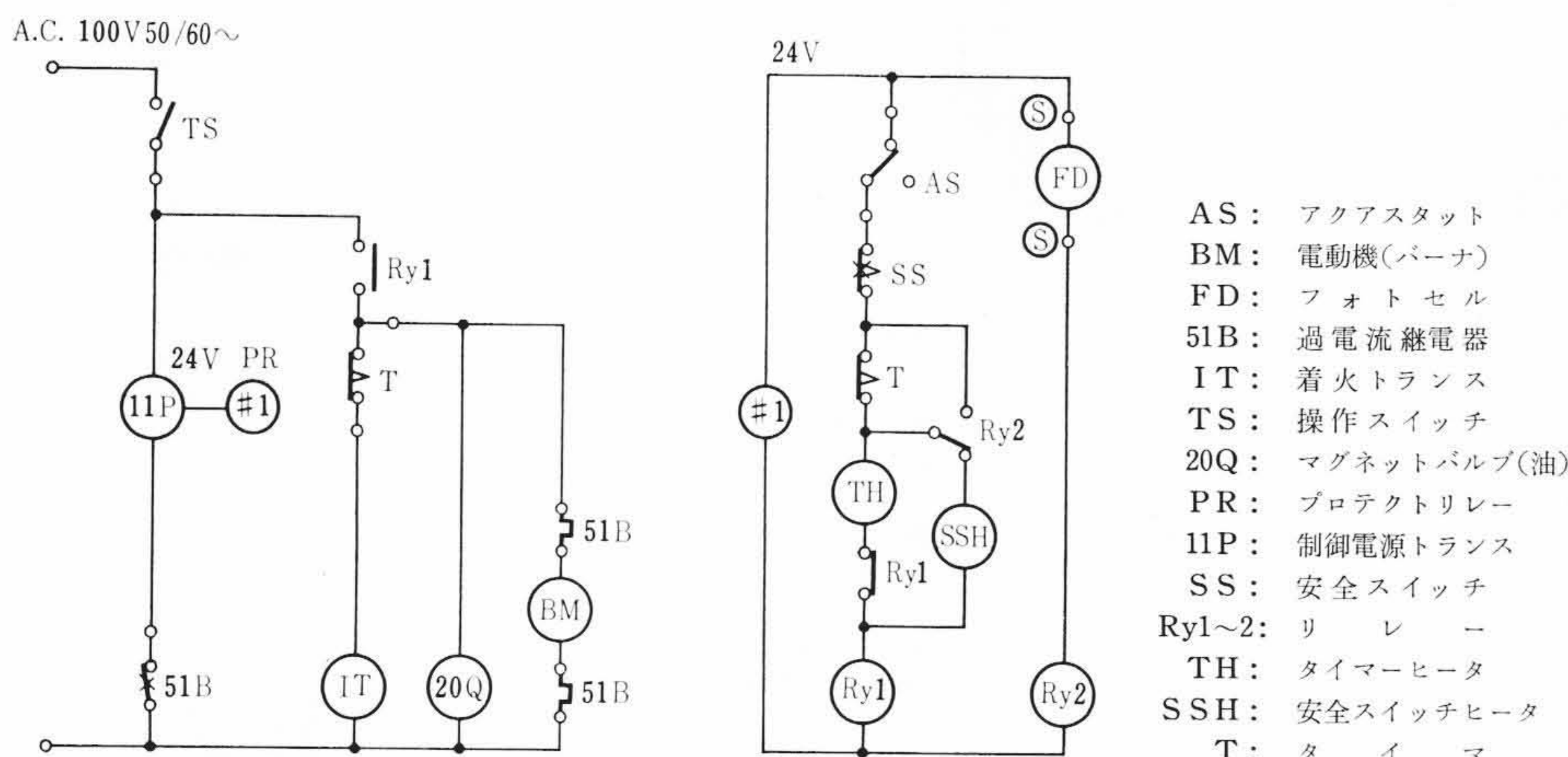


図 5 つなぎ図

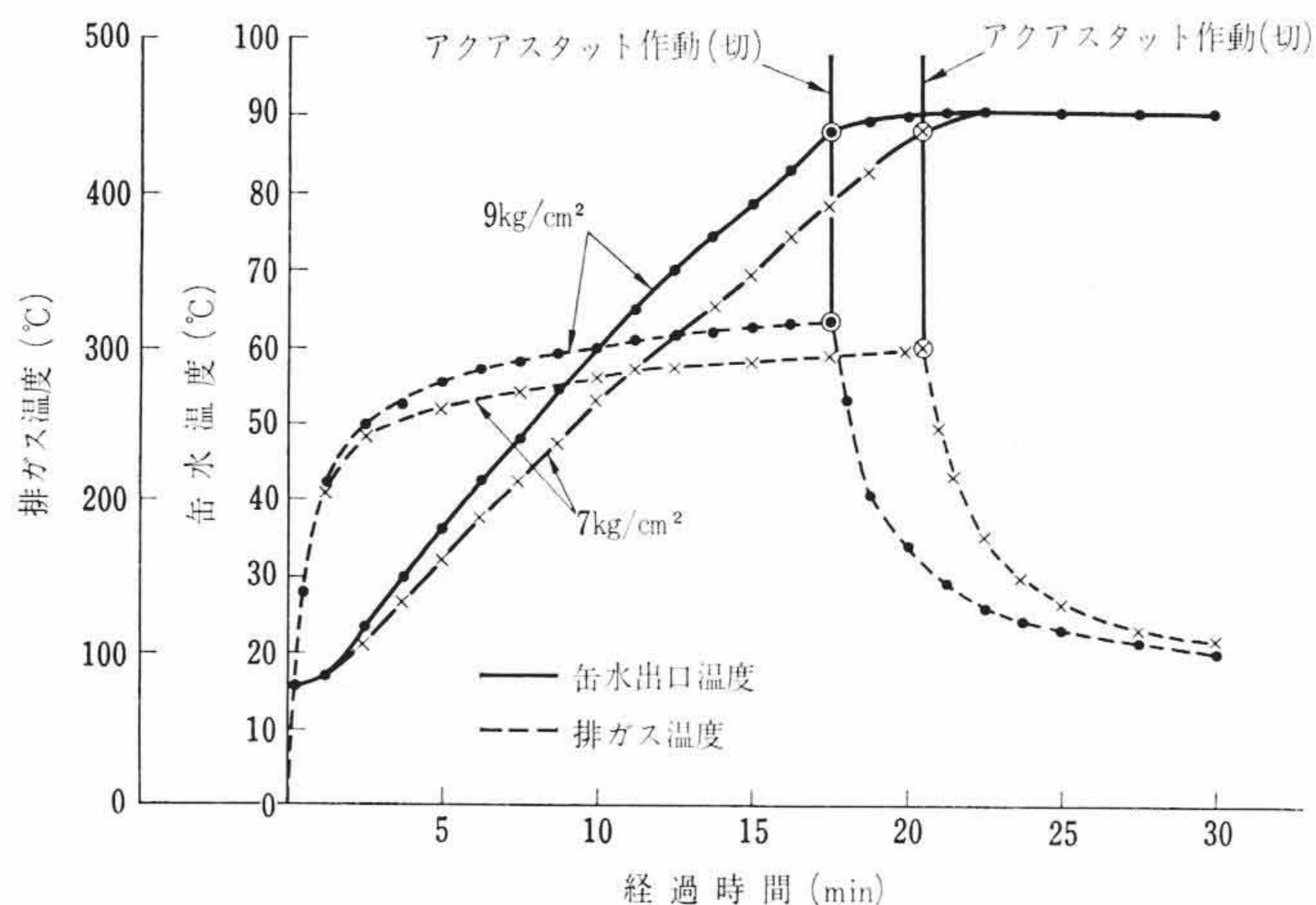


図 6 温度上昇特性 (貯水状態)

外の機器類は開閉式制御機器箱内に一式収納してあるから、取扱操作が簡単で保守、点検も容易である。

(3) 従来品は燃焼室および熱交換器内の清掃が非常に困難なものが多いが、本機はボイラ頂部の天井板を取りはずすだけで機内の掃除が容易にできるような構造にしてある。

3.2 ボイラ本体

(1) 本機は労働省で制定したボイラおよび圧力容器安全規則の適用を受けない。したがって運転に際してボイラ技士を必要としないよう、水頭圧 10 m 以下、伝熱面積 4 m² 以下になるように設計されている。また 2 重式熱交換器にして水循環経路を循環式と

してあるから、伝熱効果が良好である。このため排ガス温度は、約 300℃ 前後となり、一般品と比べて高性能を有している。

(2) 熱交換器は鋼板に特殊処理を施して、排ガス中の水蒸気および亜硫酸ガスの凝結による腐食防止ならびに缶内温水によるさびの発生を防止しているので耐久性が大である。また熱交換器は常時圧力のほかに、温度変化による熱応力を受けているのでそれらによる変形にも万全を期し缶内圧力が規定以上に上昇した場合には開弁して缶水を逃がし、熱交換器の破裂を未然に防ぐ安全弁を設けている。いっぽう、耐久力、強度および安全性の許す限りにおいて軽量化するとともに、始動後温水発生までの所要時間を極力短くし、迅速な給湯および暖房ができるようにしてある。

(3) 燃焼状態を監視するのぞき窓は、温風暖房機と同一構造とし、缶水水冷方式により金具の過熱防止を図っている。

3.3 オイルバーナ

(1) 日立温風暖房機用バーナを基本にして、横形油圧噴射式ガンタイプバーナを開発した。着火燃焼確認装置にはフォトセル (CdS) を採用し、バーナダンパにより燃焼空気を自由に調整できる構造とし、噴射容量を変えて運転する場合でも、常に適正な空気量を送ることができる。

3.4 自動制御装置

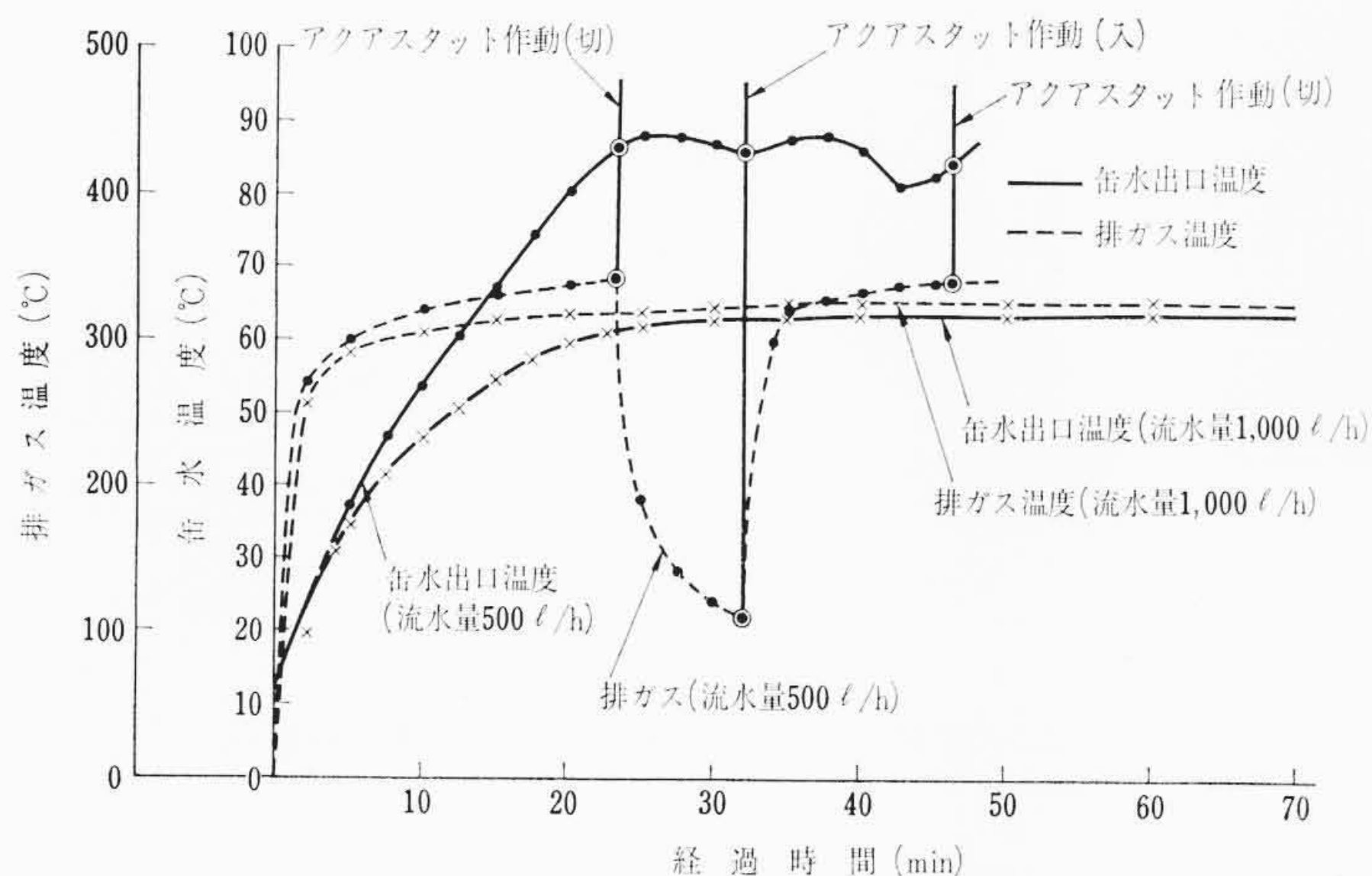
(1) 誤って燃料油なしでオイルバーナを運転した場合、燃料油があってもバーナチップから噴射しない場合、または電極損耗のため火花が良好に発生しない場合などの原因で着火燃焼が行なわれない場合、あるいは着火燃焼が行なわれてもすす付着および破損などの原因でフォトセルが着火燃焼を感知せず、このためプロテクトリレーが作動しない場合などには、不着火保護機能として、プロテクトリレー内に不着火確認時間約 20～45 秒の安全スイッチ

チを設けてオイルバーナを自動的に停止させ、燃焼室内への燃料油のむだ噴射を防止するようにしてある。

(2) 取扱者が万一空だきした場合には、熱交換器部の空気温度が上昇しアクアスタット感熱部が加熱されるので、湯温上昇時と同様アクアスタットの接点回路が切れてオイルバーナは自動的に停止するようにしている。

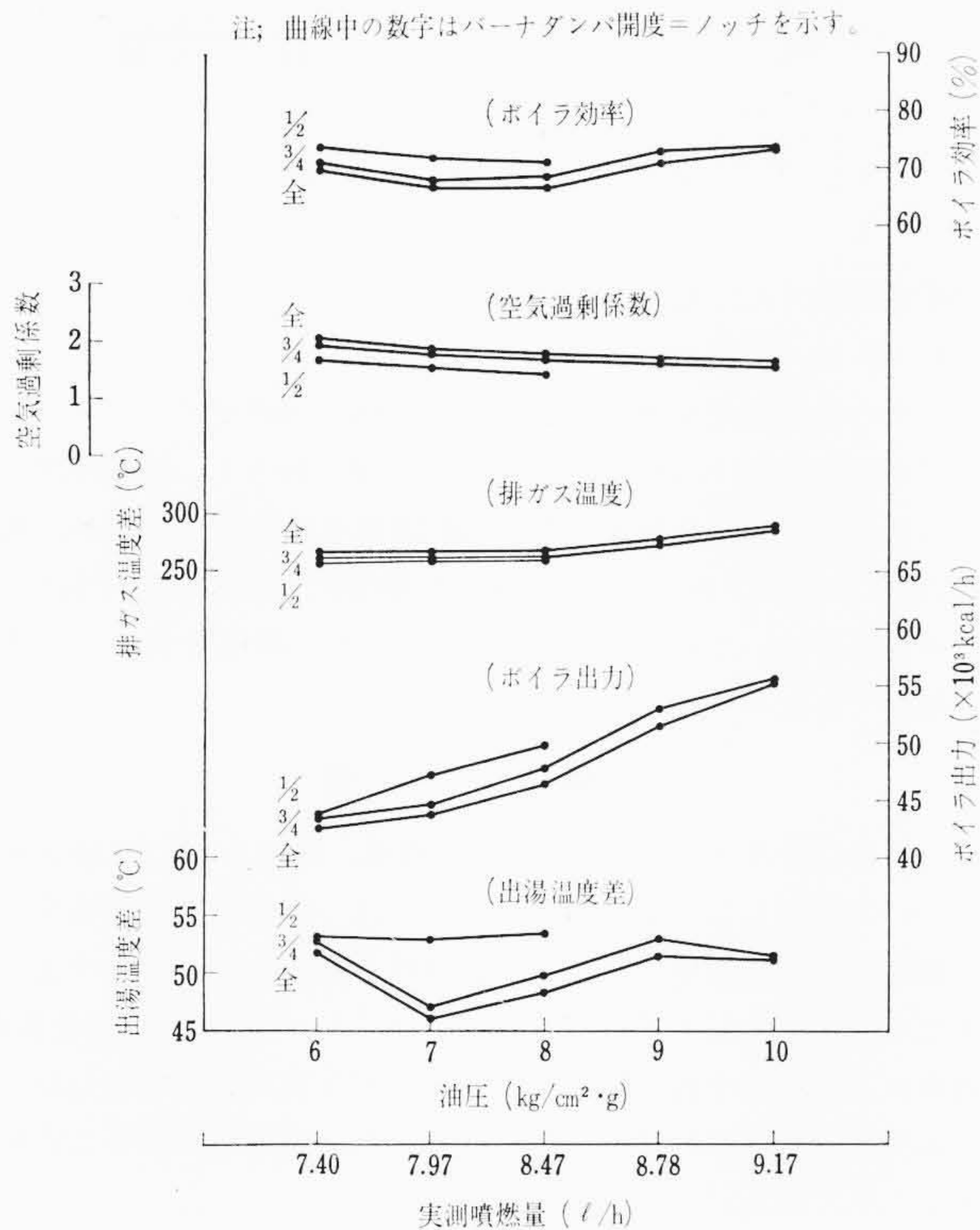
3.5 通風力制御

この種温水ボイラでは建築形状および周囲建築物などに制限されて所定の煙突状態に施工することが不可能な場合が多い。また煙突の高低や地方別による外気風速および風向条件などの相違によっ



- 条件: 1. 燃料消費量 8.78 l/h (油圧 9 kg/cm²・g)
 2. バーナダンパ開度 1/2 ノッチ
 3. アクアスタット設定温度 85°C, DIFF, 3°C 設定
 4. 給水温度 12.5°C
 5. 室温 20°C

図7 温度変化特性 (流水状態)



- 条件: 1. 使用電源 AC, 100V, 1φ, 50~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. バーナ運転状態 定常状態

図8 総合特性 (出湯温度差約50°Cの場合, 50~)

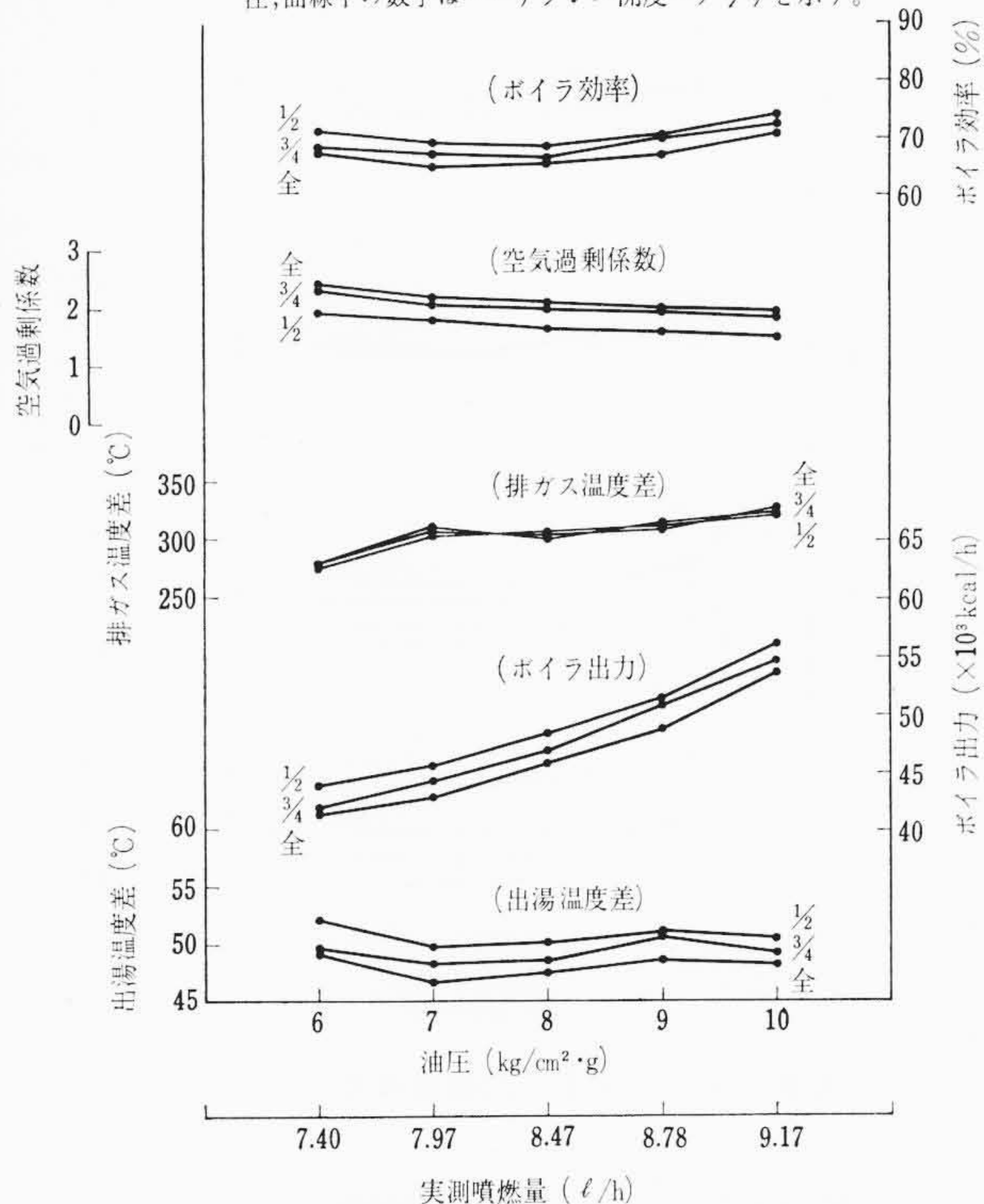
て、炉内ドラフトが支配される。このため炉内ドラフトの変動を招き、燃焼状態に及ぼす影響は非常に大きい。したがって本機では煙突の高低および外気風速の大小にかかわらず常時安定した燃焼を維持させるために、独特な炉内圧調節器を設けている。炉内圧調節器は炉内ドラフトの正負圧変動に対応して炉内圧ダンパが自動的に開閉動作し、燃焼室内のドラフトを一定に保持するような構造を持っている。

4. 試験成績

4.1 始動特性

4.1.1 温度上昇特性

注: 曲線中の数字はバーナダンパ開度=ノッチを示す。



- 条件: 1. 使用電源 AC, 100V, 1φ, 60~
 2. 燃料銘柄 白灯油
 3. バーナ運転状態 定常状態

図9 総合特性 (出湯温度差約50°Cの場合, 60~)

(1) 貯水状態

冷貯水状態にて白灯油燃焼、バーナダンパ開度 1/2 ノッチ、オイルバーナ噴射油圧 7 kg/cm² および 9 kg/cm² に設定した場合の運転経過時間に対する缶水温度と排ガス温度の変化を図6に示す。アクアスタット最高設定温度を 85°C に調整し、缶水 190 l (満水状態) が設定温度に上昇する時間を調べた。油圧 7 kg/cm² の場合約 20.5 min, 9 kg/cm² の場合は約 17.5 min を要した。バーナ燃焼停止後、熱交換器の予熱により缶水温度は最高 91°C 付近まで上昇する。またアクアスタット作動温度と缶水出口湯温とは、油圧 7 kg/cm² および 9 kg/cm² のいずれの場合でも約 3°C の相違を生じた。これはアクアスタット取付位置の影響と思われるが、実用上は支障を生ずることではない。

(2) 流水状態

流水状態にて、油圧 9 kg/cm² に設定した場合の運転経過時間に対する缶水温度と排ガス温度の変化を図7に示す。運転は標準仕様の出湯温度差 50°C の場合の最大出湯量 1,000 l/h を確認するために、油圧 9 kg/cm²、アクアスタット最高設定温度 85°C、流量 1,000 l/h で行ない、ほぼ完全に定常化するまで運転を継続した。その結果、定常温度差は約 53°C となり標準仕様を満足した。すなわち本機の最大出力は 53,000 kcal/h 程度の能力を持つことになる。また、始動時から定常化するまでの所要時間は約 30 分である。

参考までに、流量 500 l/h の場合も併記した。これは標準仕様能力に対して流量が少ないため、缶水温度は急上昇し、始動後約 23 分後にアクアスタットが作動して、バーナ燃焼を停止した。

4.2 総合試験

50/60~, 出湯温度差約 50°C の場合の定常運転状態における総合特性を図8および図9に示す。

ここでボイラ出力 H は、

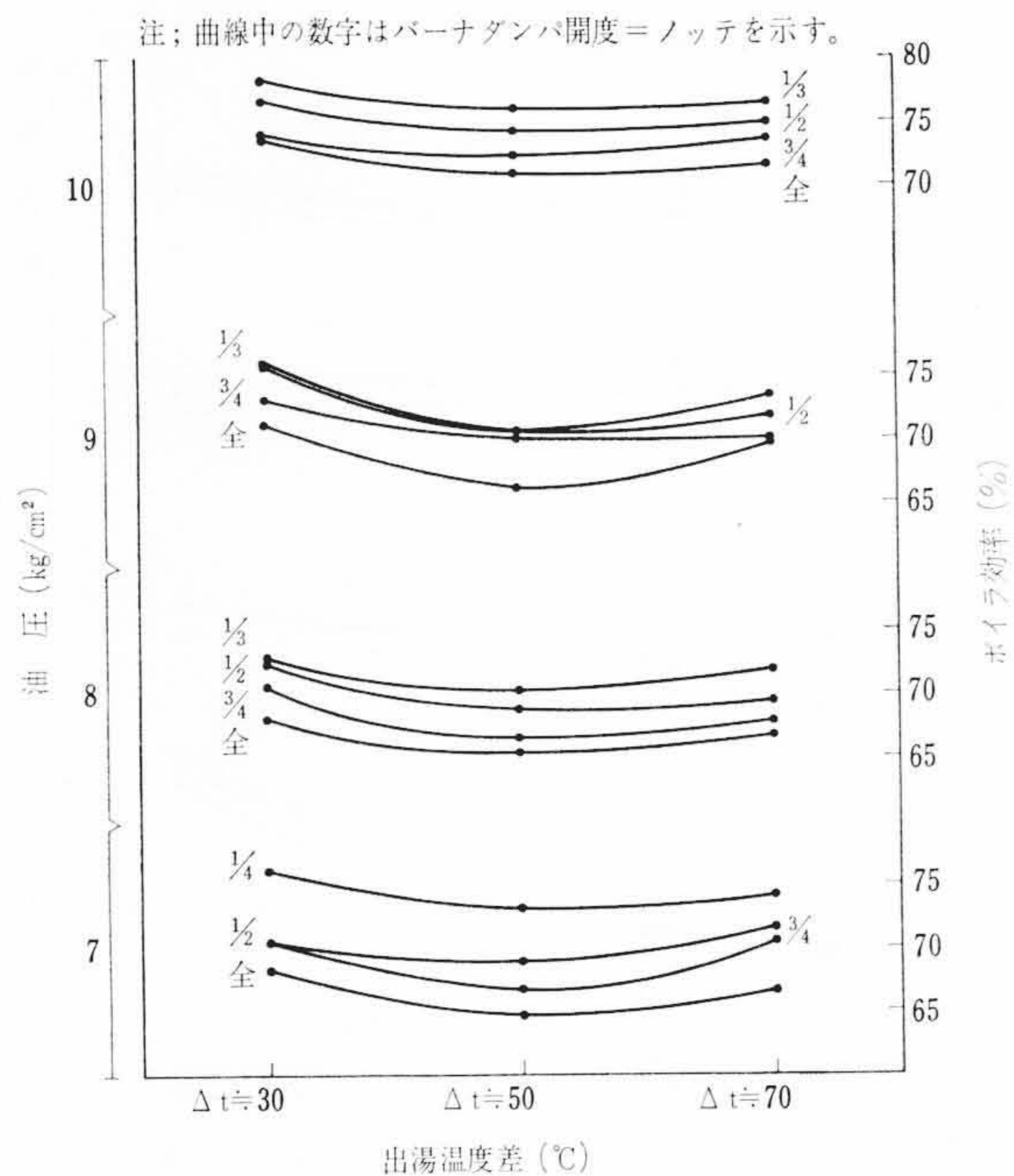


図 10 ボイラ効率—出湯温度差特性 (60 ㎖の場合)

$$H=60 \cdot N \cdot \rho \cdot c p (t_2 - t_1) \quad (\text{kcal/h}) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 N ：出湯量 (l/min)

ρ ：温水の比重 ≈ 1

cp ：温水の比熱 ≈ 1 (kcal/kg $\cdot^{\circ}\text{C}$)

t_1, t_2 ：出入口温水温度 ($^{\circ}\text{C}$)

によって与えられ、ボイラ効率 η は

$$\eta = \frac{H}{F_c \cdot H_u} \times 100 (\%) \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに、 F_c ：燃料消費量 (kg/h)

H_u ：燃料低位発熱量 (kcal/kg)

で与えられる。

表 1 に記述した出湯温度差 50°C の場合についてみると、本機は 50/60 ㎖のいずれの場合でも標準仕様最大出力 50,000 kcal/h を保証できることがわかった。またボイラ効率も適正ダンパ開度で 70% 以上となり、一般品と比べてほぼ満足すべき結果である。

出湯温度差に対する効率特性は図 10 に、バーナダンパ開度に対する煙濃度の特性は図 11 に示すとおりである。通常の使用状態で、煙濃度を No. 4 程度に保つことを目標にしたが、実測の結果、油圧 7 kg/cm² および 9 kg/cm² のいずれの場合においても、バーナダン

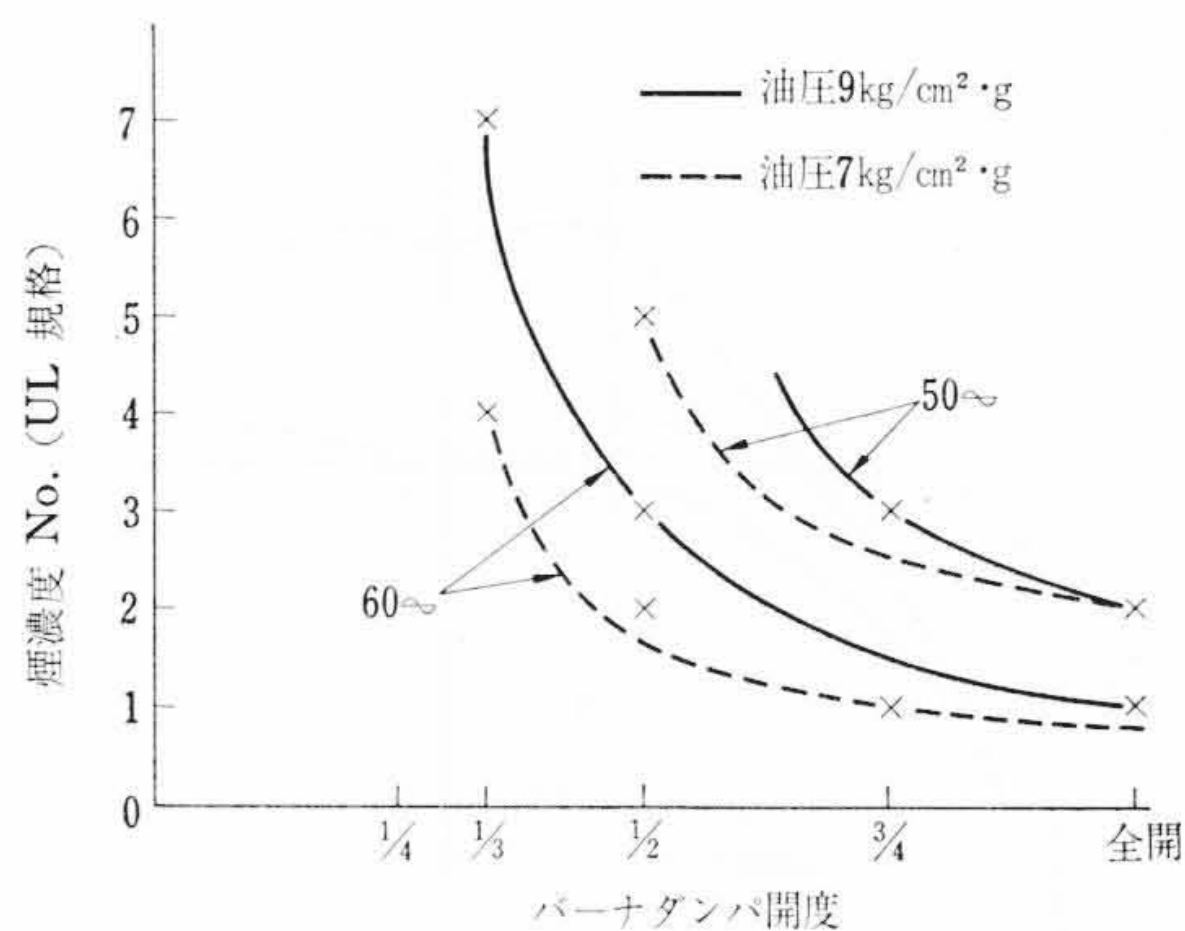


図 11 バーナダンパ開度—煙濃度特性

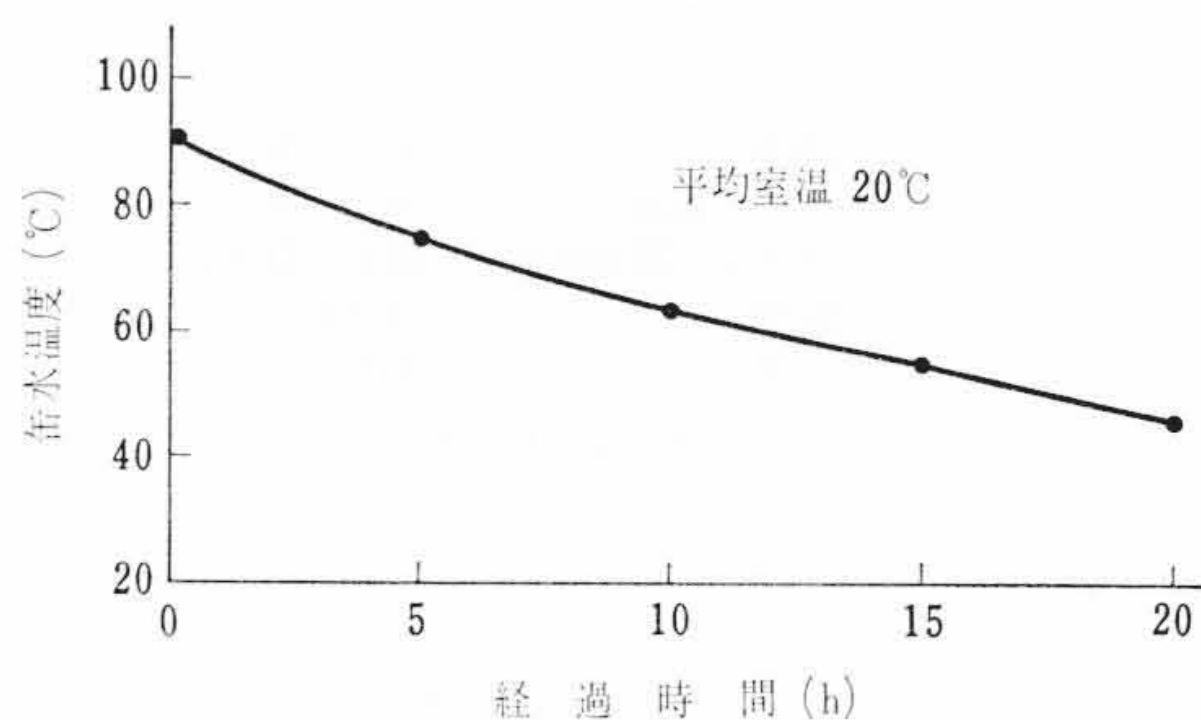


図 12 温度降下特性

パ開度を調節すれば煙濃度を No. 4 以下にすることができた。

4.3 停止後特性

ボイラの保温効果を調べるため、油圧 9 kg/cm² でアクアスタット最高設定温度 85°C に到達後、バーナの燃焼を停止し、経過時間に対する缶水の温度降下を測定した。図 12 はその結果であるが、油圧 7 kg/cm² および 9 kg/cm² のいずれの場合にもほぼ同様であり、20 時間経過後においても湯温は約 46°C でかなり高温を保っていることが確認できた。

5. 結 言

以上、日立温水ボイラ WP-50 形の構造、設計および試験成績などについて概説した。油だき温水ボイラは一般給湯用、暖房用として広範囲の用途に使用でき、その経済性と相まって今後ますます発展普及する製品として期待できる。デザイン、取扱操作、安全装置、熱効率および機能全般に関して慎重な検討を積み重ねてきたが、本機が広汎に普及され日常生活が近代化され、合理化されることを念願する次第である。