

日立天井つり形温風暖房機 HR 形とその特性

Overhead Type Warm-air Furnace and Its Characteristics

新井 克* 堀 公一* 河内 宗義*
 Katsushi Arai Kōichi Hori Muneyoshi Kōchi

要 旨

油だき温風暖房機は蒸気、電気およびガスだき暖房機に比べて多くの特長をもっているため、日立製作所でも早くからこの生産を続けているが、昭和40年度より従来の機種に加えて日立天井つり形温風暖房機 HR-80 (最大放熱量 80,000 kcal/h)、HR-150 (最大放熱量 150,000 kcal/h)、HR-300 (最大放熱量 300,000 kcal/h) を開発した。本機は据付のための面積を全然必要とせず、広い部屋をきわめて効率よく暖房できるので、従来から生産されている HP 形(パッケージ形最大放熱量 20,000 kcal/h~500,000 kcal/h)⁽¹⁾ とともに好評を博している。本報では HR 形の構造および試験結果について述べた。

1. 結 言

近代産業の飛躍的發展と相まって、工場などの環境衛生が問題視されるようになった。工場など広い部屋を効率よく暖房するためには、一般にダクトを付設した温風暖房機が使用されているが、暖房機のほかにダクト工事を必要とし、また暖房機を設置するために床面積、壁面などの一部を占有することとなり、直接・間接的に暖房計画および費用面で重要な問題となっている。

これを解決するものとして、暖房機を天井つり形とし、暖房機本体にダクトを有する方式が考えられ、ここに新しい形式の経済的な全自動制御式温風暖房機・HR-80、HR-150、HR-300 が実現されたわけである。本機は本文中に示すような仕様・構造のもので、つぎのような特長をもっている。

(1) 天井よりつり下げる構造で据付床面が不要であり、床面積および壁面を有効に利用することができる。

(2) 細長い熱交換器部分がダクトを兼ねているので、温風分配のためのダクトを設備する必要がなく、ダクト設備スペース内に暖房機が納まる。またダクト工事量も不要となり、経費を節約することができる。

(3) 温風ファンによる強力な温風の分配力と上部高温空気の吸込循環とにより室内の上下の温度差が極小となり、また天井部から外部への熱漏えいを少なくし、高い経済性を発揮する。

(4) すぐれた機構により、燃焼が完全に行なわれ、熱効率も高く、燃料の消費が節約される。

(5) 操作盤の押しボタンスイッチを押すだけで運転操作ができる全自動制御機器を備えている。また寒気中での始動も燃焼が安定していて、燃焼監視装置の故障の原因となることがなく、各種の安全装置機能とともに安全運転が確保されている。

2. 仕様および構造

2.1 仕 様

表1におもな標準仕様を示す。ここに示すように燃料に白灯油を使用するもの、A重油を使用するものの2形式が製作されている

* 日立製作所栃木工場柳井分工場

表1 標準仕様

項 目 (単位)	形 式	HR-80		HR-150		HR-300	
		K	A	K	A	A	
本 体	外形寸法	幅	mm	9,835	14,010	14,885	
		奥行	mm	2,370	2,600	2,520	
		高さ	mm	715	815	1,185	
		分割できる幅 (最大値)	mm	4,130	6,130	6,130	
オイルバーナ	使用燃料(注1)	K形:白灯油 ・ A形:A重油					
	形 式	油圧噴射誘引通風方式					
	着 火 方 式	自動着火					
	噴 燃 量	l/h	10.5	10	19.5	19	38
	電 動 機	kW	0.4				1.05 (0.3+0.75)
	オイルヒータ	kW	—	1.0	—	1.0	1.5
最 大 放 熱 量	kcal/h	80,000		150,000		300,000	
煙 突 径	mmφ	200		250			
温風送風機	形 式	多翼送風機					
	風 量	m ³ /min	70/80 (55/60 c/s)		135/150 (50/60 c/s)		300(50/60 c/s)
	電 動 機	kW	0.75×2台		2.2×2台		3.7×2台
制 御 装 置	不着火保護装置	フォトセル (CdS) およびイグナイトリレー					
	送風機制御方式	コンビネーションコントロール					
	室温調整方式	ルームサーモスタット					
	安 全 装 置	コンビネーションコントロール、イグナイトリレー安全スイッチ、過電流継電器、過熱防止用温度ヒューズ、制御機器用ヒューズ、表示灯、パージ機構、油温インターロックスイッチ(A形のみ)					
電 源	A・C, 3φ, 200V, 50/60 c/s						
製 品 重 量	kg	520		870		1,400	
標 準 付 属 品	ルームサーモスタット, 制御機器箱, オイルフィルタ, 安全ダンパ						
概 略 暖 房 面 積 (注2)	m ²	150~240 (天井高さ6mの場合)		320~530 (天井高さ6mの場合)		450~800 (天井高さ10mの場合)	
許容つり高さ(本体中心)	m	4.0~7.5/9.0 (50/60 c/s)		5.0~9.0/10.5 (50/60 c/s)		7.0~12.5 (50/60 c/s)	

注 ① 白灯油: JISK2203 1号, A重油: 50℃粘度, 6 cst またはレッドウッド No. 1, 41 s, 以下その他は JISK2205 1種

② 概略暖房面積は、鉄骨スレートぶき建物で、室温上昇 15℃ の場合の参考値である。厳密には個々の建物の条件に基づき、暖房負荷計算を行なう。

(HR-300はA重油用のみである)。

2.2 構 造

図1, 2, 3に外観・寸法およびその構造を示している。広い部屋すなわち工場、倉庫、体育館などへの用途を考慮した温風暖房機で、天井つり形として細長い熱交換部はダクトを兼ね、ファン吐出部の温風動圧を温風の吹き降ろしに有効に利用できる構造である。また天井へのつり下げは図2に示すA・B・C・D・Eの各点につり金具を用意し重量を分散するように取り付けることができる。また制御機器箱および温度調節器は設置にさいして、暖房機本体から独立して使用に便利な位置に取り付けるよう考慮され、これら三部分を電気

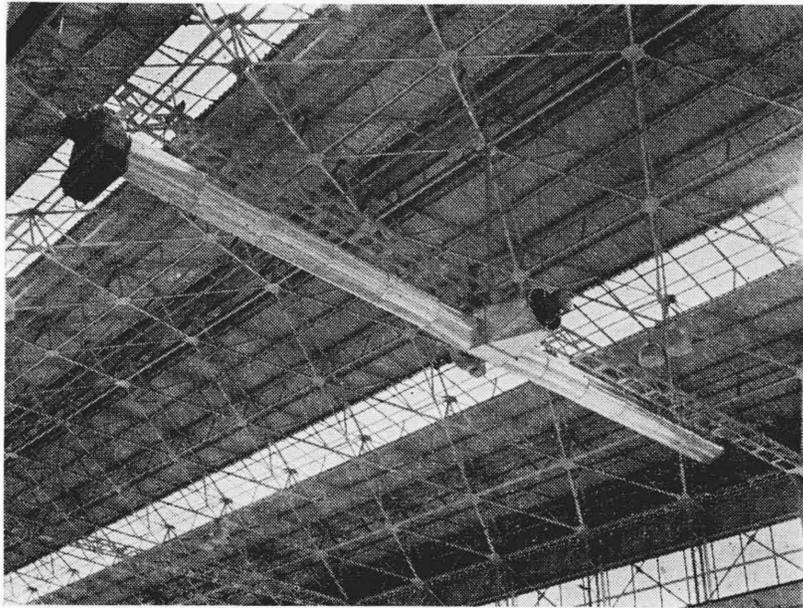


図1 天井つり形温風暖房機 HR-150

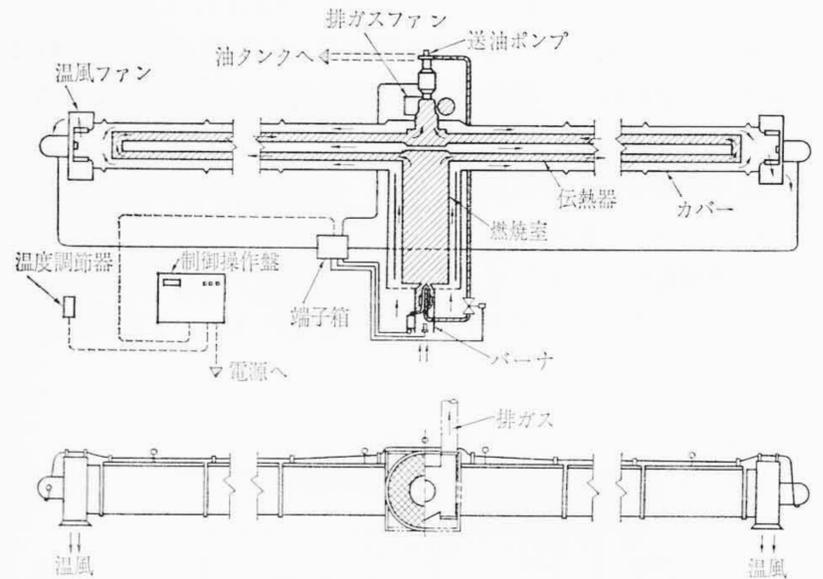
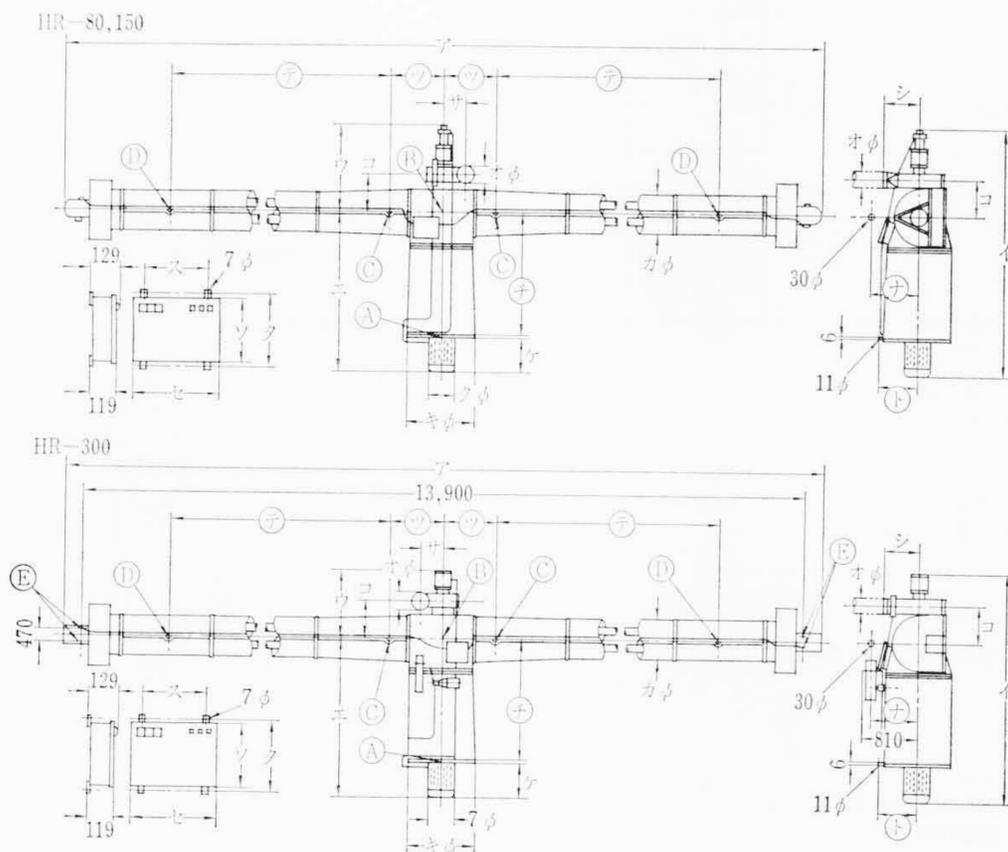


図3 HR-80, 150 構造図



主要寸法表 (単位 mm)

形式	ア	イ	ウ	エ	オφ	カφ	キφ	クφ	ケ	コ	サ	シ	ス	セ	ソ	タ
HR-80	9,835	2,370	955	1,415	200	405	660	350	370	415	230	380	370	480	340	350
HR-150	14,010	2,600	965	1,635	250	520	730	350	370	420	265	450	370	480	340	350
HR-300	14,885	2,590	890	1,630	250	655	851	350	370	500	251	405	420	530	410	420

支持点位置と負荷重量

形式	支持点位置寸法 (mm)					
	㊦	㊧	㊨ max	㊨ min	㊩	㊪
HR-80	1,020	590	3,540	2,630	360	350
HR-150	1,240	590	5,540	4,600	395	450
HR-300	1,235	690	5,540	4,600	460	450

図2 HR 形寸法図

配線で結合すれば、制御機器箱のスイッチ操作により起動・停止を行なうほか室温の変化により自動的に ON-OFF 制御し、室内をほぼ一定の温度に保持することができる。

2.2.1 暖房機本体

図3のように制御機器箱、温度調節器以外のすべての部分は本体に取り付け組み立てられるが、搬入、据付けに便利のように中央部分、伝熱管(熱交換器)部分、温風ファンに分割することができる。また各部の温度差と熱膨張を考慮し不必要な拘束をしない組合せ構造を採用するとともに、天井への取付用のつりボルトは

中央部、伝熱管部各2箇所、計6箇所(HR-300はファンに各2箇所計10箇所)に配置してある。塗色については温風ファンに淡青色、そのほかの部分には銀白色のツートンカラーを採用した。

中央部分のバーナより燃焼室内に噴霧された燃料は、空気と混合燃焼して高温ガスとなり、両翼の伝熱管にはいり、温風ファンの手前からまた中央部へとU字状に流れ、中央部の排ガスファンにより煙突へと排出される。この間に燃焼室周囲、伝熱管外を通して温風ファンに吸入される空気と熱交換する。暖まった空気は暖房に適する温度となり、ファン吐出口より高い吹出し風速をもって室内に吹き出される。

2.2.2 オイルバーナ

オイルバーナはHR形の構造に適合するよう考案されたもので、一般の温風暖房機に多用されている油圧噴射式でありながら、通風方式を誘引通風にしたもので、構造上の重量のバランスと取り扱いの簡易化を実現したものである。燃料油は中央部他端の排ガスファン駆動用電動機に直結されたギヤポンプにより加圧供給される(HR-300のみ単独電動機駆動)。

着火は高圧放電(10,000V)による自動着火方式が用いられ、バーナに取り付けられた着火用トランスと着火電極により行なわれる。着火、着火安全制御は自動的に行なわれ、バーナの火炎検知用にCdSセルが用いられている。また着火に先だち約30秒のプレバースを行なうよう制御装置が構成されている。

2.2.3 自動制御装置

自動制御装置は制御機器箱を中心に、本体に取り付けられたファン制御用スイッチとリミットスイッチとをあわせたコンビネーションコントロール、バーナに取り付けられたCdSセル、温度調節器などにより、各電動機、電磁弁、そのほかの電気回路の開閉を行なうように構成されている(図4参照)。

始動、停止の運転操作は制御機器箱に設けられている押ボタンスイッチにより行なうことができる。

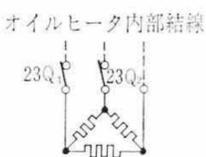
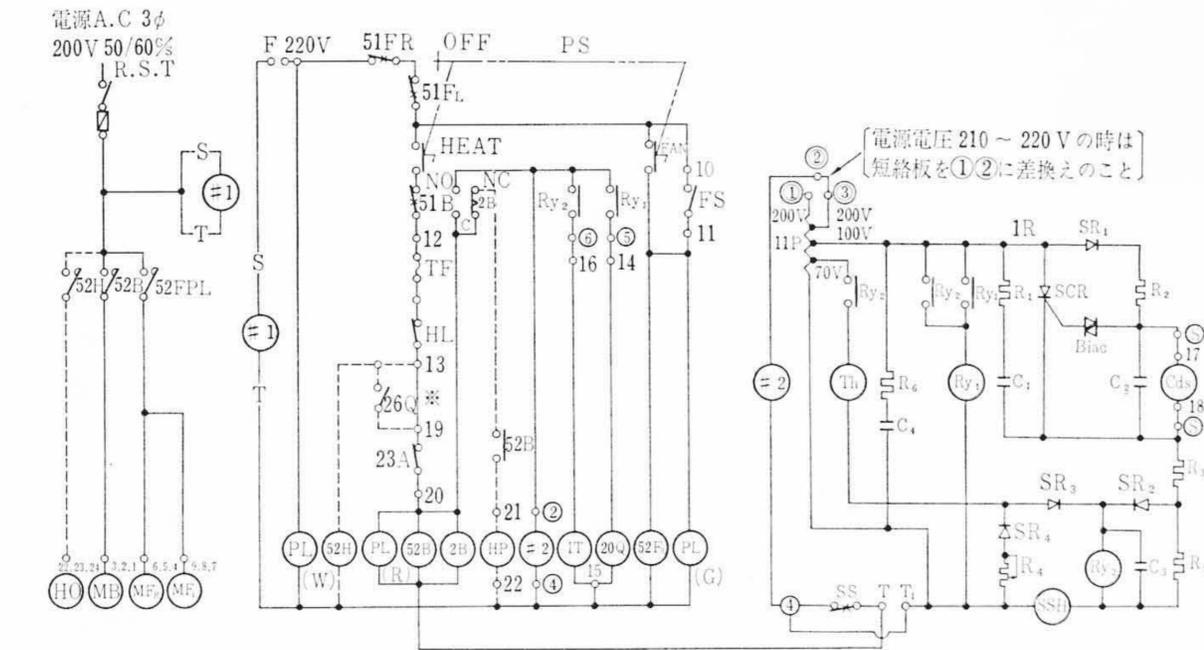
- (1) 室内温度調節: 温度調節器による暖房機燃焼の ON-OFF 制御により行なわれる。
- (2) 燃焼監制安全制御: イグナイトリレー(商品名)がバーナに取り付けられた CdS セルの受光強さの変化をとらえて、

着火、燃焼、消炎を監視し、着火回路の開閉を行なうとともに、不着火時の安全を保つため着火開始後一定時間(約15秒)内に着火が行なわれない場合には燃焼制御回路を開放する安全スイッチをもっている。安全スイッチは手動復帰を必要とし、燃焼システムの事故を防止する。

(3) ファン制御: ファンスイッチにより燃焼開始後、機内の空気温度が上昇してきたのち、温風ファンを運転し、冷風の吐出によるコールドドラフトの防止を行ない、また燃焼停止

時には熱交換器の余熱が減少するまで温風ファンの運転を継続し、熱の有効利用をはかるとともに余熱による事故の防止をする。

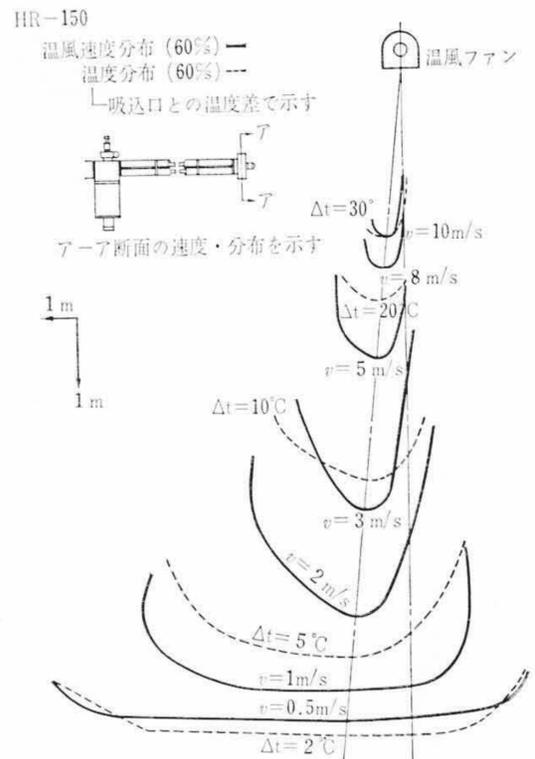
(4) リミット制御: ファンスイッチと同一の空気温度を検出し、その温度が異常な高温となったときには燃焼を停止し、温風温度の過上昇および熱交換器その他の部分の過熱による事故を防止する。またこのほかに温度ヒューズが設けてあり、過熱が極度に進行することを二重に防止している。



- 注意 1. ○端子はイグナイトリレー端子を示す。
 2. 1~24は制御機器箱内端子盤番号および機器箱端子番号を示す。
 3. 実線部はK形(白灯油)を示す。A形(A重油)の場合は破線を追加する。
 4. ※印の実線はA形(A重油)の場合は不要。

記号	名称	記号	名称
F	5A ヒューズ	(OFF)	3点押ボタンスイッチ
23A	ルームサーモスタット	PS (FAN)	
2B	チエンリレー (パーナ)	(HEAT)	
20Q	オイルヨウデンジベン	(W)	パイロットランプ (白)
23Q1.2	オイルサーモスタット	PL (G)	パイロットランプ (緑)
FS	ファンスイッチ	(R)	パイロットランプ (赤)
51B	{ パーナ電動機用 過電流継電器	IR	イグナイトリレー
51FR, 51FL	{ ファン電動機用 過電流継電器 (R.L)	TF	過熱防止用温度ヒューズ
52B	{ パーナ電動機用 マグネットスイッチ	11P	制御電源トランス
52FRL	{ ファン電動機用 マグネットスイッチ (R.L)	Biac	シリコンバルス素子
52H	{ オイルヒータ用 マグネットスイッチ	C1~C3	コンデンサ
MB	バーナ電動機	R1~R5	抵抗
CdS	フォトセル (CdS)	RY1	リレー (1)
MF, MF.L	ファン電動機 (R.L)	RY2	リレー (2)
HL	ハイリミットスイッチ	SCR	シリコン制御整流素子
IT	着火トランス	SR1~SR4	シリコン整流素子
HO	オイルヒータ	SS	安定スイッチ
		SSH	安全スイッチヒータ
		Th	サーミスタ
		26Q	インターロックスイッチ
		HP	プレートヒータ

図4 HR-80, 150 ツナギ図



(HR-150, 60 c/s のとき)
 図6 温風吹出状態

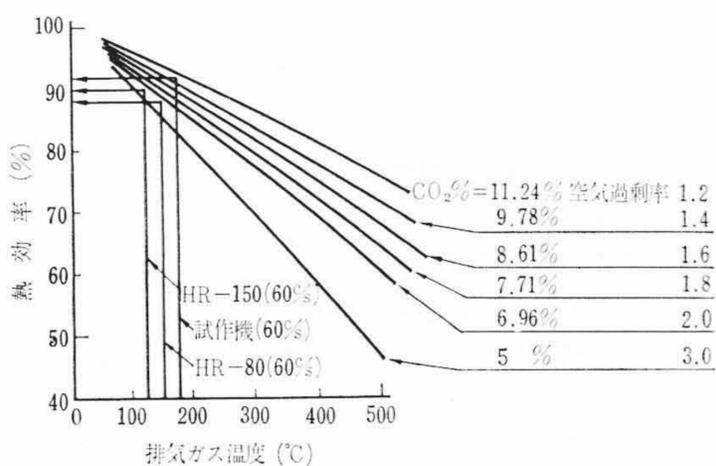


図5 各機種熱効率

表2 暖房能力試験結果例

番号	測定項目	HR-80K		HR-150K		HR-300A
		50 c/s	60 c/s	50 c/s	60 c/s	50/60 c/s
1	油 圧 kg/cm ²	9	8	6	6	16.5
2	油 量 l/h	10.5	10.5	19	19.5	37.3
3	油 温 °C	31	31	30	31	25
4	油 量 kg/h	8.18	8.2	14.9	15.2	32.6
5	発熱量 kcal/h	85,100	85,200	155,000	158,000	329,000
6	ダンパー開度*	⊖	⊕	⊖	⊕	⊕
7	排ガス温度 °C	169	150	136	127	177
8	効 率 %	88.5	87.8	90.5	90	89.5
9	ドラフト mmAq	-1.1	-1.7	-1.4	-2.4	-1.4
10	温風温度上昇 °C	66	55	61.5	51	64

* ダンパー開度は ⊖ で 68% ⊕ で 45% である。

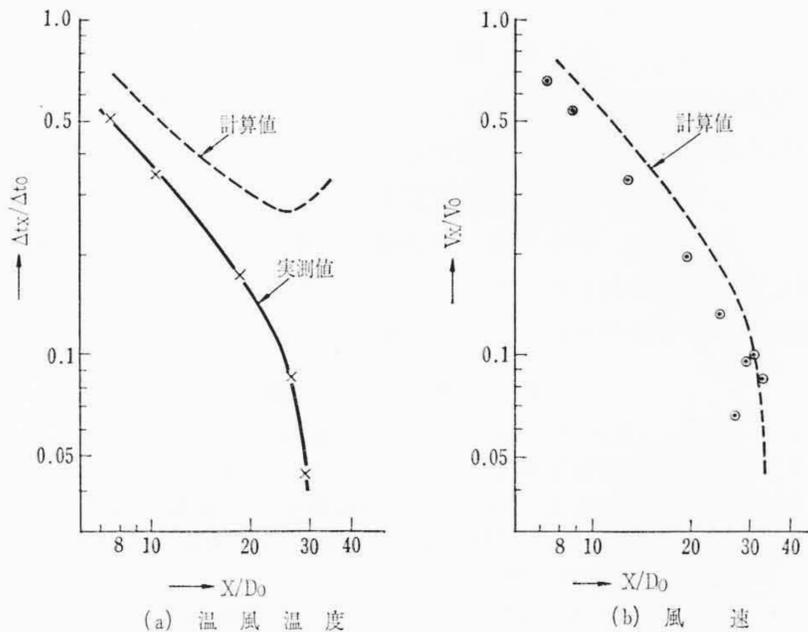


図7 温風温度および風速の計算値と実測値の比較
ただし HR-150, 60 c/s 運転の場合を示す

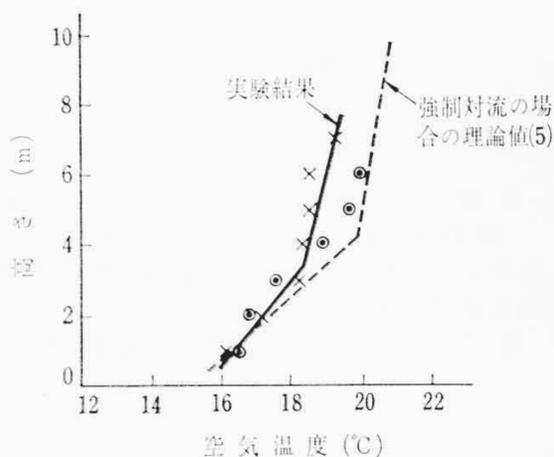


図8 室の高さによる温度変化

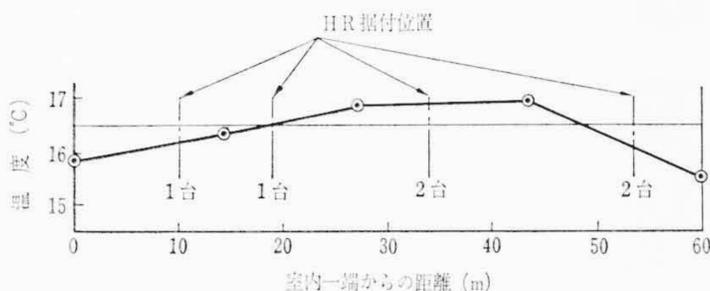


図9 室内温度 (床上 1.5 m にて)
ただし両端の測定は壁面より 0.5 m 離れた点での値を示す

3. 性能

3.1 暖房機性能

(1) 暖房放熱量

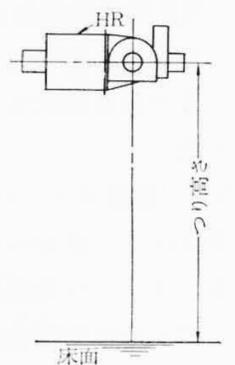
表2に放熱量試験の結果の例を示す。図5はこのときの排ガス温度と熱効率の関係を図示したものである。排ガス測定による効率は約90%である。一般の温風暖房機が80~85%の効率のものであるから、HR形温風暖房機の効率がすぐれていることがわかる。

(2) 温風吹出特性

図6に吹出ジェットの流れ、温度分布の一例としてHR-150の60 c/s運転の値を示す。この図は温風暖房機が壁から十分離れ、すき間風などの温風の流れを偏向させるような強い室内通風の無い部屋に、温風降下限界よりやや高い位置に設置させたときに相当している。またこの図は暖房機本体の長手方向軸に直角な断面であって、温風ファンの回転方向によって吹出流の軸線が鉛直

表3 HR形許容つり高さ
許容つり高さ(単位m)

	50 c/s	60 c/s
HR-80	4~7.5	4~9
HR-150	5~9	5~10.5
HR-300	7~12.5	
吹出グリル取付のHR形最適つり高さ(単位m)		
	50 c/s	60 c/s
HR-80	4~6.5	4~7
HR-150	5~8.5	5~9.5
HR-300	7~11.5	



線よりやや傾いていることが現われている。図6に直交して吹出流の軸線を含む断面での分布は図中温風ファンよりの吹出流の軸線の右側とほぼ等しい分布で軸線の内側に分布することも確認された。

一般に非等温鉛直吹き降ろしジェットを中心線上の速度、温度の計算式⁽³⁾⁽⁴⁾として次式が用いられる。

$$\frac{V_x}{V_o} = \frac{K}{\frac{X}{D_o}} \left\{ 1 - \frac{1.9B_o \left(\frac{X}{D_o} \right)^2}{K} \right\}^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\Delta t_x}{\Delta t_o} = \frac{0.83K}{\frac{X}{D_o}} \left\{ 1 - \frac{1.9B_o \left(\frac{X}{D_o} \right)^2}{K} \right\}^{-\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 V_x : 非等温流吹出気流の中心速度

V_o : 1次空気の吹出速度

X : 吹出口中心よりの距離

$D_o = \sqrt{(4/\pi) A_o}$

A_o : ノズル、ダクト端の吹出口面積

K : 吹出口定数

B_o : 浮力係数

Δt_x : 非等温吹出気流の中心温度差

Δt_o : $t_i \sim t_o$, 1次空気の温度差

t_i : 周囲温度あるいは室内の温度

t_o : 1次空気の温度

である。

図7(a),(b)に(1),(2)式による計算結果を破線で示した。計算値と測定値に全般的に相違があり、とりわけ温度のほうが差が大きい。この理由として、前式が完全なノズルによる試験結果と次元解析によってできた式であり、この暖房機の場合の温風ファンの吹き出し口との差があり、前式中の K, D_o のとり方に問題があること、および吹出軸線に傾きがあることがあげられる。図7(b)の V_x/V_o では到達速度記録がほぼ計算値とよく一致していることから、 $\Delta t_x/\Delta t_o$ の差は予想軸線の相違が主因と考えられる。さらに軸線の傾きによる浮力の作用により速度軸と温度軸に差が出ていることも大きな原因であると考えられる。

3.2 実用性能

(1) 上下方向の温度分布

図8に全室完全暖房の状態でも床上1.5mの温度を約16°Cに保った場合の、吹出ジェット気流に関係のない中間地点での上下の温度分布を示す。図中破線で示した値は一般の強制温風暖房の場合についての温度分布⁽⁵⁾である。床付近の急こう配が緩和されていることがわかる。一般の温風暖房ではこの上部高温空気熱が天井などからの熱漏えいによって消費されてしまうことを考えると、HR形温風暖房機の上部空気吸込再循環の効果と合わせ大

きな効果を期待することができる。

(2) 平面温度の分布

HR形温風暖房機を全室暖房の状態にて、許容最高位置に設置した場合の床面上1.5mの位置での温度分布を図9に示す。このときの室温調節器の設定は16℃であり、ほぼ均一の温度が得られた。

3.3 設置高さの許容範囲

表3はその値を示したものである。上限を越える高さでは温風が床面上まで十分到達しない。また下限以下の高さでは特殊付属品の吹出グリル付の場合、吹出口下部周囲に強いドラフトが残り不快感を与える。

4. 結 言

天井つり形温風暖房機HR形は、ダクトと熱交換器を兼ねた構造であり広範囲を効率よく暖房することができる。この長所と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、熱効率など機能全般および暖房効果に関して慎重な検討を積み重ねてきたが、本機がさらに広く普及し環境衛生が十分改善されることを念願する次第である。

参 考 文 献

- (1) 勝尾：日立評論 43, 1132 (昭36-9)
- (2) 日本暖房機器工業会：暖房 5, 37 (昭41-8)
- (3) 空気調和衛生工学会：空気調和衛生工学便覧, 377 (昭38)
- (4) Alfred Koestel: Heating, Piping, & Air Conditioning, 26, 143 (June 1954)
- (5) 内田秀雄：空気調整の基本計画, 85 (昭31 共立出版)

Vol. 28

日立造船技報

No. 3

目 次

- 自由ピストン・ガス発生機設計因子の検討
- 自由ピストン・ガス発生機における吸気管効果
- 自由ピストン・ガス発生機の燃焼およびガス流れと性能
- 実船と模型の相関例および操だ速度と操縦性の関係
- 可変吸入口つきアングル弁

- 船内吸音構造の組合せ変化とその効果
- エポキシ樹脂製各種機器すえつけ用ライナ
- 垂直蒸発管における熱伝達と動特性 (第1報)
—管内沸騰に関する実験的研究—
- 強じん鋳鉄による超高張力鋳鉄の研究

.....本誌に関する照会は下記に願います.....

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町 60

第30巻

日 立

第2号

目 次

- 科 学 随 想.....相 島 敏 夫
- オモチャとデンチ
- 集団による創造—プラント・エンジニアリング—
- 信号「赤」で必ず停める—自動列車停止装置—
- ポンプ小屋のある風景—男鹿半島の風物をたずねる—
- コンピュータ, 詰将棋を解く

- 自然を自動制御する—三方原台地の引水事業に一役かうテレメター—
- 万博シリーズ 第1回
- 話のロビー/日立マンとともに
- COLOR SPOT / 試練に耐えて
- High Light / ローカル線の主役
- サイエンス・ジョッキー

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
振替口座東京71824番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座東京20018番