# 日 立 75mm HMC 冷 凍 機

Hitachi 75 mm High Speed Multi-Cylinder Refrigerating Machines

金 本 → 夫\*
Kazuo Kanemoto

# 内 容 梗 概

新形日立75 mm HMC 冷凍機は従来の HMC 冷凍機を一段と高速化することによって小形軽量化を図ったもので、高速化による性能の低下および振動、騒音の問題を解決し、しかもフッ素系冷媒を使用した冷凍機の一つの欠点であった潤滑油のあわ立ちによる油上りの問題を他社にさきがけて解決したものである。本文はこの75mm HMC 冷凍機の試作研究の要点に触れつつその性能および構造を説明する。

# 1. 緒 言

冷凍機の需要は近年ますます増加の一途をたどっており、冷凍、 冷蔵設備をはじめ空気調和および化学装置などの広い分野にわたっ て普及してきたが、これに伴って各種冷凍機の進歩改良にも著しい ものがあった。冷凍機はその性能が優秀で信頼度の高いものである ことが望まれているが、少なくとも次にかかげる条件を満足する必 要がある。

- (1) 小形軽量で据付面積が小さいこと。
- (2) 振動,騒音が小さく,据え付けおよび基礎が簡単なこと。
- (3) 自動運転が可能なこと。
- (4) 最適の容量でしかも最少の動力で運転できるよう自動容量 調整機構を完備していること。
- (5) 使用効率が高く、しかも保守が簡単なこと。
- (6) 価格が安く、保守の費用がかからないこと。

日立製作所においては多年にわたる豊富な技術的経験と不断の研究の成果を基にして大はターボ冷凍機から小は出力 0.2 kW 程度の往復動形に至るまで数多くの優秀な冷凍機を製作し、いずれも高速、高性能化の傾向に従ってその開発の努力を続けているが、ここには新形 75mm HMC 冷凍機の研究試作の結果を述べる。

本機は約2年間にわたる性能試験,寿命試験および実用試験を徹底的に実施し,性能的に優秀な成績をうることができた。特に,従来の冷凍機の一つの欠点とされていた潤滑油のあわ立ちによる油上りの問題を本機において解決することができた。以下その概要を説明する。

## 2. 標 準 仕 様

日立75mm HMC 冷凍機の標準仕様を第1表に、その外観写真および概略寸法をそれぞれ第1、2回に示す。各機種ともに一部の部品を除きすべて共通部品とし、品質管理を採り入れた量産方式によって部品の均一性すなわち部品の互換性を図ってある。

本機は第1図および第2図に示すように、凝縮器を圧縮機と電動機の共通架台上に置いたコンデンシングユニットであり 電動機は防滴二重かご形 (形式 EFOU-KK 4P 200/220V) を標準としている。

#### 3. 横 浩

#### 3.1 圧縮機の構造

圧縮機の構造は第3図に示すとおりで、以下圧縮機の構造について述べる。

#### (1) シリンダ配列

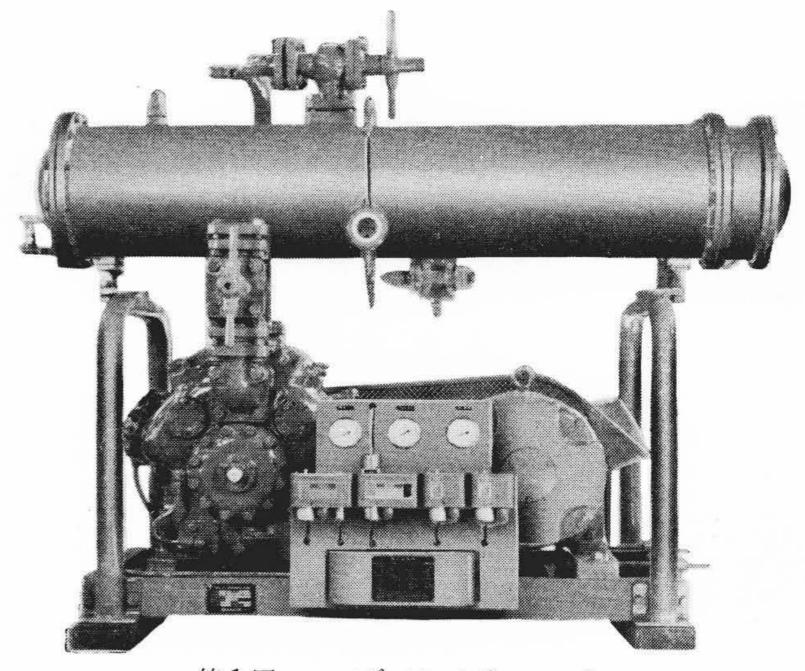
本機のシリンダ配列は第4図に示すとおりで、クランク軸方向

\* 日立製作所清水工場

第1表 75 mm HMC 冷凍機標準仕様

仕:	機 種 様	6 5	<b>简</b>	8 5	高 筒		
形	-1-	75 - I	F6R	75-F8R			
No	大	CW	AW	CW	AW		
シ	リンダ配列	V	V	W	V		
シリ	ンダ径 (mm)	7	5	7	75		
スト	ローク (mm)	5	8	5	58		
11	転数 (rpm)	1,7	20	1,	720		
	トンディスプレ メント (m³/h)	1	59	2	12		
馭	動 方 式	Vベルト掛	C形×4	Vベルト掛	C形×5		
冷凍容量(kcal/h)		31,100	72,590	41,400	96,500		
電	動機	15 k W EFOU-KK 4 P 200 V 50/60∼	22 k W EFOU-KK 4 P 200 V 53/60∼	22 k W EFOU-KK 4 P 200 V 5 )/60∼	30 k W EFOU-KF 4P 200 V 59/60∼		
容量	調整範囲 (%)	100,	66, 33	100,	75, 50		
容量調整	調整方式	白 重	协 式	白 月	<b></b>		
潤	封入量 (l)	1	2	1	6		
滑油	給 油 方 式	強制	給 油	強制	給 油		
管接続	吸入側 (mm)	5	5	5	55		
恢 続	吐出側 (mm)	5	5	7	0		
凝縮	形式	横形シェルア	ンドチューブ	横形シェルア	ンドチューフ		
器	冷却管	160 ローフィ	インチューブ	160 ローフ	インチューブ		
冷	媒		R	-12			

注: 冷凍容量は凝縮温度 40℃, 蒸発温度 5℃(AW), -15℃(CW) のときの値を示す



第1図 コンデンシングユニット

のシリンダ列を2列としてWおよびWV形配列とし、シリンダにはシリンダライナを使用して一体のクランクケースにそう入

機	幾種		B (mm)	C (mm)	$\mathop{D}_{(mm)}$	$\mathop{E}_{(mm)}$	F (mm)	重量 (kg)	据付面積 (m²)	凝	縮器冷	却水配	管	
55 P C D	CW	1,990	1,450	1,490	940	300	56	1,000	1.16	クーリタワの		その他	の場合	
75-F 6 R	AW	1,990	1,450	1,540	940	350	56	1,170	1.16	入口	出口	入口	出口	
75-F 8 R	CW	1,990	1,450	1,540	940	350	72	1,240	1.16	a i g H	I to box	н	T	G
	AW	2,100	1,450	1,580	940	390	72	1,300	1.16		11			
15mm HMC F	W 3 R-AW	3,290	1,910	1,900	1,060	340	72	1,910	1.9	Iおよ びG	Н	I	G	

注: 重量は電動機重量を含む。

第2図 コンデンシングユニット寸法図

し、クランクシャフトは一つのクランクピンに 6R 機は 3 個のコネクチングロッドを、8R 機は 4 個のコネクチングロッドを取り付けた複列形とした。このような特殊のシリンダ配列を採用した理由は、共通部品をできるだけ多くして量産に適合させるとともに、振動源となる慣性力をつり合わせるためである。

## (2) 吸入弁機構

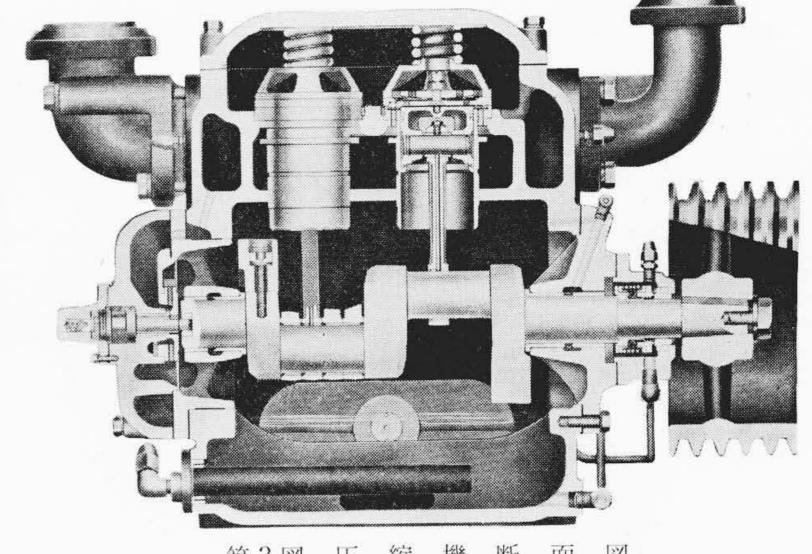
冷凍機が高速運転になるに従い、吸入弁座のガス通路面積は従来のものに比較して大きくとる必要がある。本機では第21図に示すようにシリンダライナのつばの部分に吸入弁座を設け、吸入ガスは吸入弁座に沿って設けられた長穴より吸入弁を押し上げ、シリンダライナの内部に吸入される構造になっている。吸入弁板はシリンダライナに設けられた弁座とセフティヘッドとの間げきを上下運動し、セフティヘッドに取り付けられたS.V スプリングにより吸入弁座に押し付けられている。

## (3) 吐出弁機構

本機の吐出弁機構は第5図に示すように3枚のダイアフラム弁からなり、セフティヘッドに設けられた吐出弁座の上に特殊ナットおよび皿ボルトで固着されている。吐出弁スプリングは使用せず、弁板自身の有する弾力によって吐出弁を閉じるので高速回転においても作動は確実である。また、その慣性が小さいので、弁板および吐出弁座の摩耗は少なく、しかも弁の開閉による騒音の少ない耐久性のある吐出弁機構である。第6図は吐出弁の部品写真を示す。

#### (4) 軸封装置

従来の冷凍機に使用されている軸封装置では、軸封装置内の圧力と外気の圧力との圧力差によってしゅう動面の面圧が変動するので一定の適切な接触を保つことがむずかしかった。本機では、シール面の接触圧力を一定に保つように、バランスタイプのラバーベロ形メカニカルシールを採用した。その構造を第7図に、その部品を第8図に示す。この構造はシャフトに密着して回転するドライビングスリーブ、ラバーシート、伸縮自在のしかも圧力平衡を保つラバーベローズ、シールリング、これをしゅう動するフローティングシートおよびしゅう動面に圧力を与えるスプリング



第3図 圧縮 機 断 面 図

とから成っている。また、軸封装置の外周には油圧が導かれており、シール面に強制給油している。

#### (5) 歯車ポンプ

本機の歯車ポンプは日立製作所独特の精密歯切方法による直線 歯形内接歯車ポンプを採用しており、外接歯車ポンプに比較する と下記の特長がある。

- (a) 容積が少なくてすむ。
- (b) 漏えいが少なく, 効率が良い。
- (c) 吸入または吐出方向を変えることなく圧縮機の正,逆回 転が可能である。
- (d) 高速回転に耐える。

第9図に内接歯車ポンプの構造を、第10図にその部品を示す。

(6) コネクチングロッド、ピストンおよびクランクシャフト

第11~13 図にそれぞれコネクチングロッド、ピストンおよびクランクシャフトを示している。コネクチングロッドは型鍛造によって強度を高め、軽量化を図り、大端部には耐摩耗性の大きいホワイトメタルを、小端部には燐青銅のメタルがはめ込まれている。また、ピストンピンの強制潤滑を行なうためにロッドの中心に貫通した穴が設けてある。

ピストンはプラグタイプの薄肉鋳鉄製で、組織および重量の均

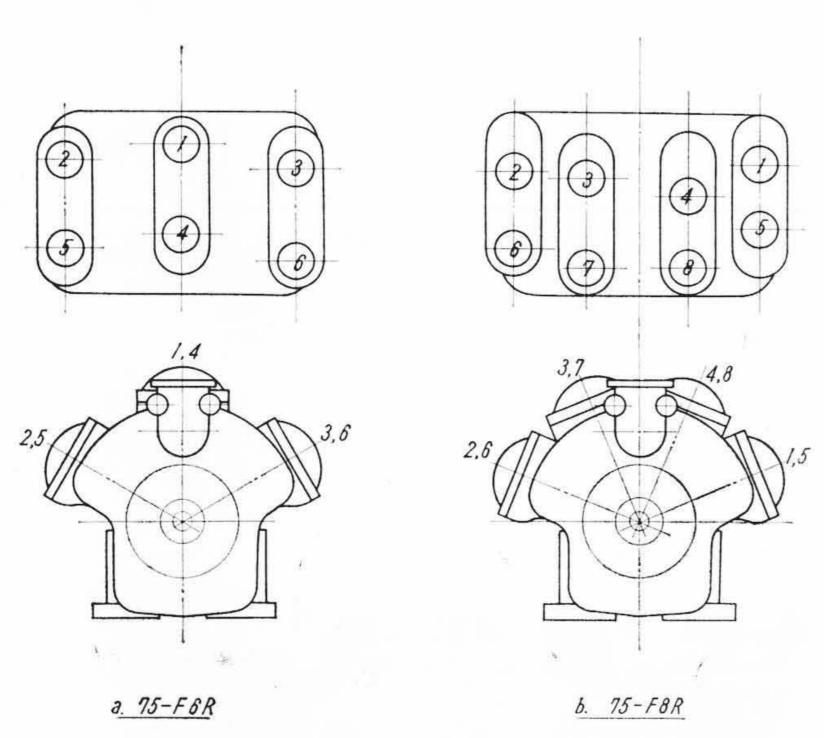
H

一化を図るために精密鋳造を行なっており、しかも熱処理によっ て耐摩耗性を高めている。

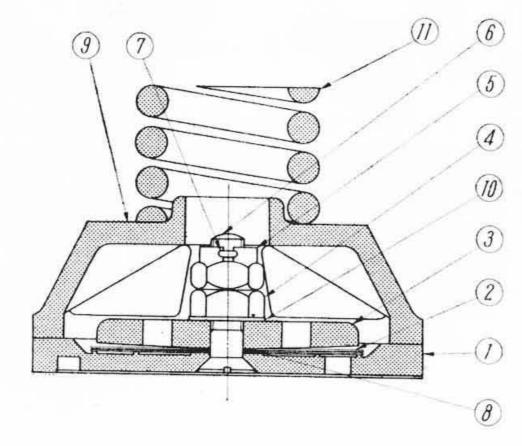
シャフトの各しゅう動部は熱処理によって硬度が高められ、強 制給油される。

#### (7) 油循環系統

油循環系統は第14回に示すように、クランク室、油だめ部から 120メッシュの金網よりなるオイルストレーナを通って内接歯車 ポンプに吸い込まれ所要圧力まで加圧されたのちに、各しゅう動 部分および軸封装置に給油され,油圧調整弁を経てクランク室油

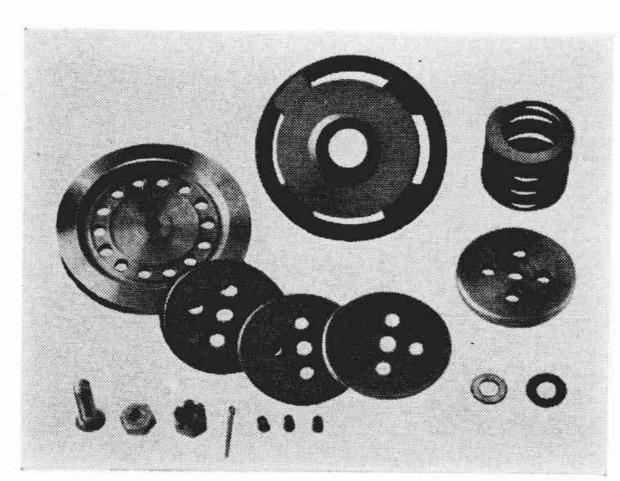


第4図



項番	部 品 名	項番	部 品 名
1	バルブ座	7	ワ リ ピ ン
2	DV プレート	8	ディスタントピース
3	バルプ受け	9	スプリング受け
4	ナット	10	サラ座金
5	キフガタナット	11	ベッドスプリング
6	DVオサエボルト		

第5図 吐 出 機 構

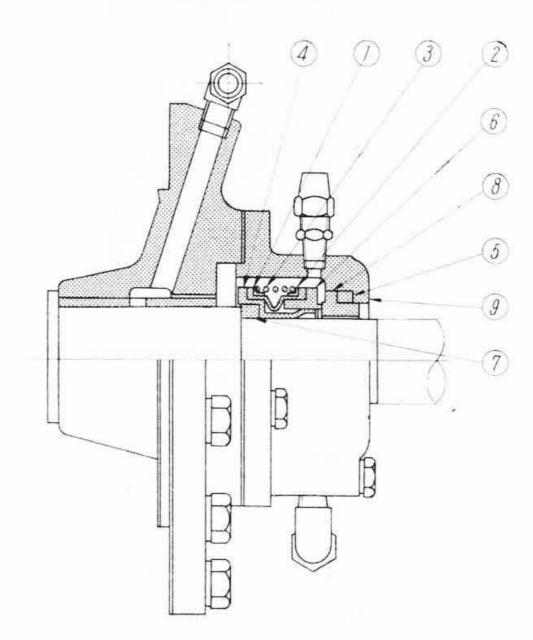


第6図 吐 出

だめ部にもどる。また圧力油の一部は容量調整機構に使用される。

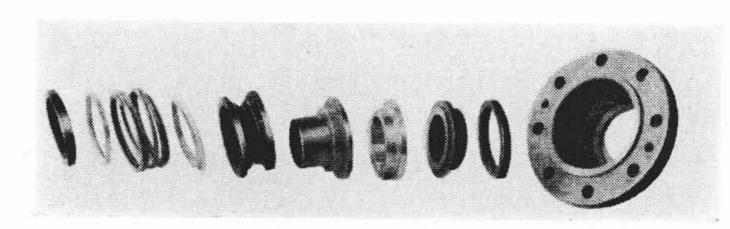
#### 3.2 コンデンシングユニットの構造

本機は圧縮機と電動機を同一ベース上に取り付け、その上に橫形 の凝縮器を共立架台によって取り付けている。ベースフレームは防 振ゴムが取り付けられる構造になっており、その場合にベースフレ ームと共立架台は簡単に分離できる。

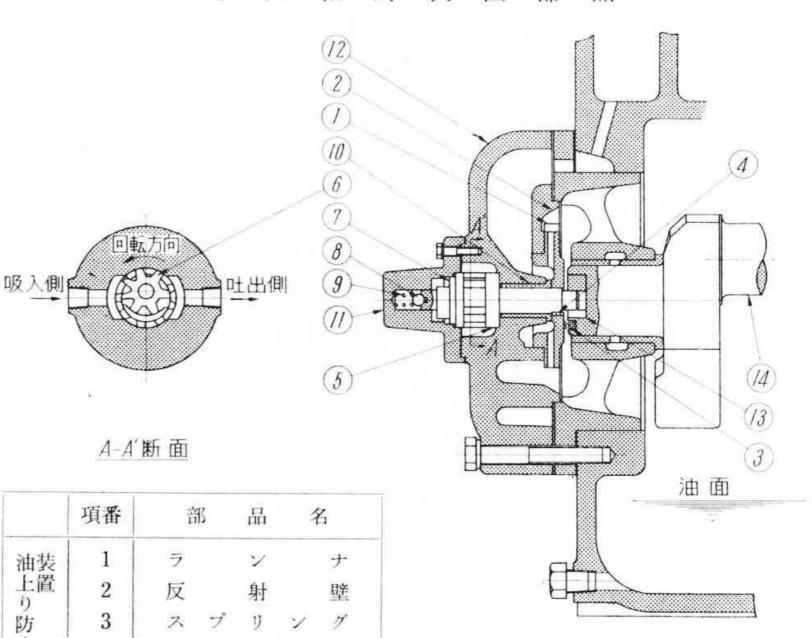


項番	部 品 名	項番	部品名
1	ラバーベローズ	6	シールリング
2	スプリングシート	7	ラバーシート
3	スプリング	8	フローティングシート
4	ドライビングスリーブ	9	シールカバー
5	ラパーシート		

第7図 シャフトシール構造図

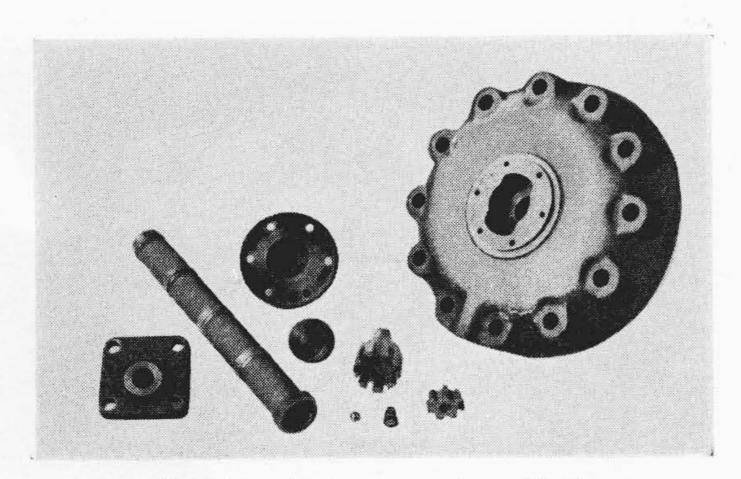


第8図 封 装 置 部 品

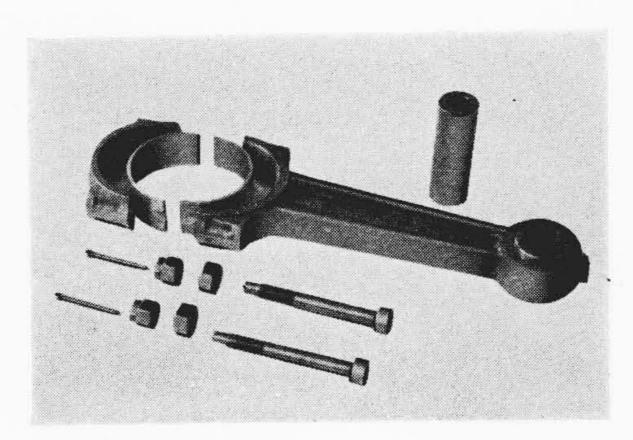


ギヤーポンプカバー 12 13 クランクシャフト 14

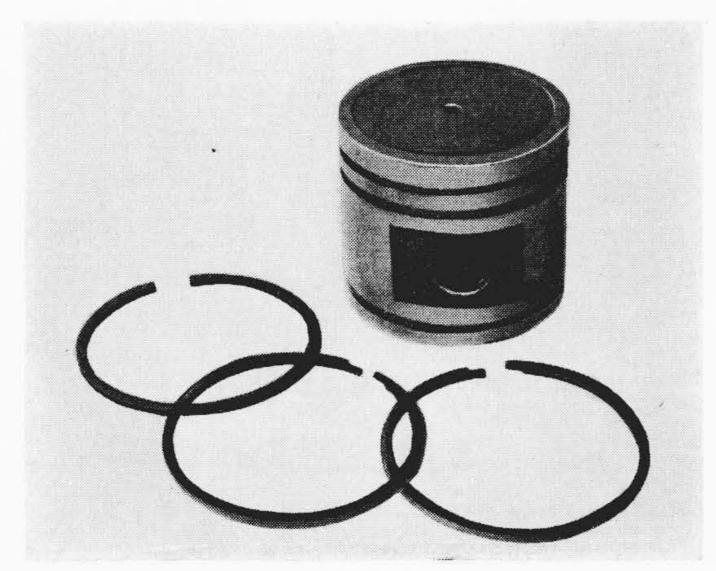
第9図、歯車ポンプおよび油 上り防止装置の構造



第10図 歯車ポンプの部品



第11図 コネクチングロッド



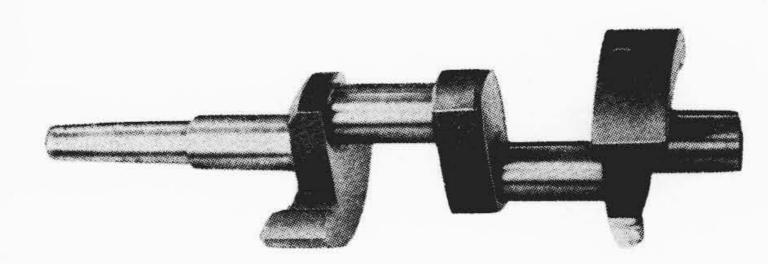
第12図 ピストンおよびピストンリング

凝縮器の構造は横形シェルアンドチューブ方式になっており、シェルおよびチューブプレートには高級仕上鋼板を、冷却管には熱通過率の良い銅管のフィンチューブを用いた。凝縮器の冷却水の出入口は3個設けてあり、井水や水道水の場合のみでなく、クーリングタワーを使用した場合でも冷却水の出入口を変えるだけで、そのまま使用できる構造になっている(第2図参照)。

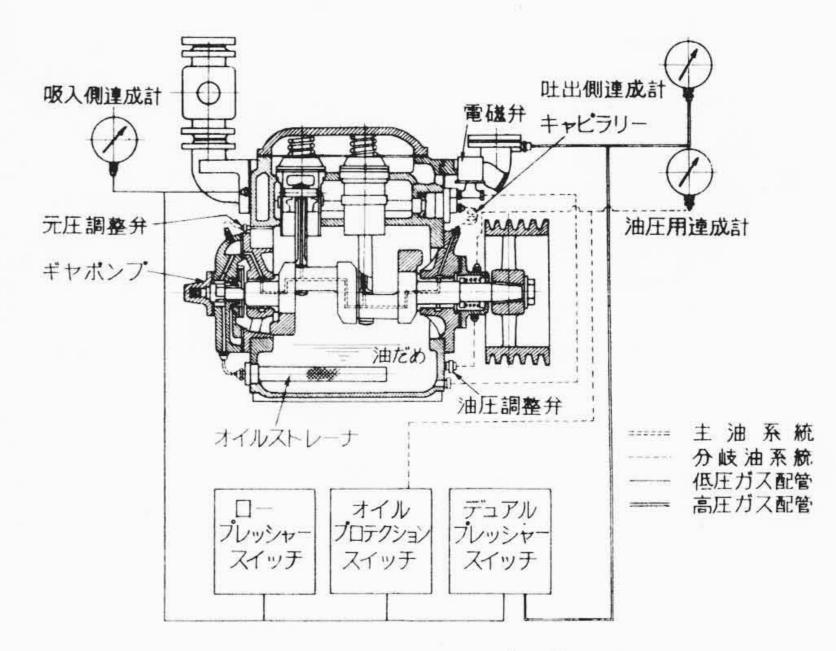
#### 4. 油上り防止装置

従来から冷凍機用圧縮機には 第15 図 に示すように吸入室とクランク室内の圧力バランスを保つためにバランス穴を設けているが、このために圧縮機の起動時にクランク室内の圧力が急速に降下するとき潤滑油中に含まれている冷媒の沸騰によって、潤滑油があわ立ちを起し、バランス穴(第15 図)を通ってシリンダに導かれ、油上りを生ずることがよく知られている問題点であった。平常運転においても、このバランス穴を流れるガスの流速が大きくなると、クランク室内に飛散する油滴が吸入室に導かれる。これも定常的には好ましくないものであった。

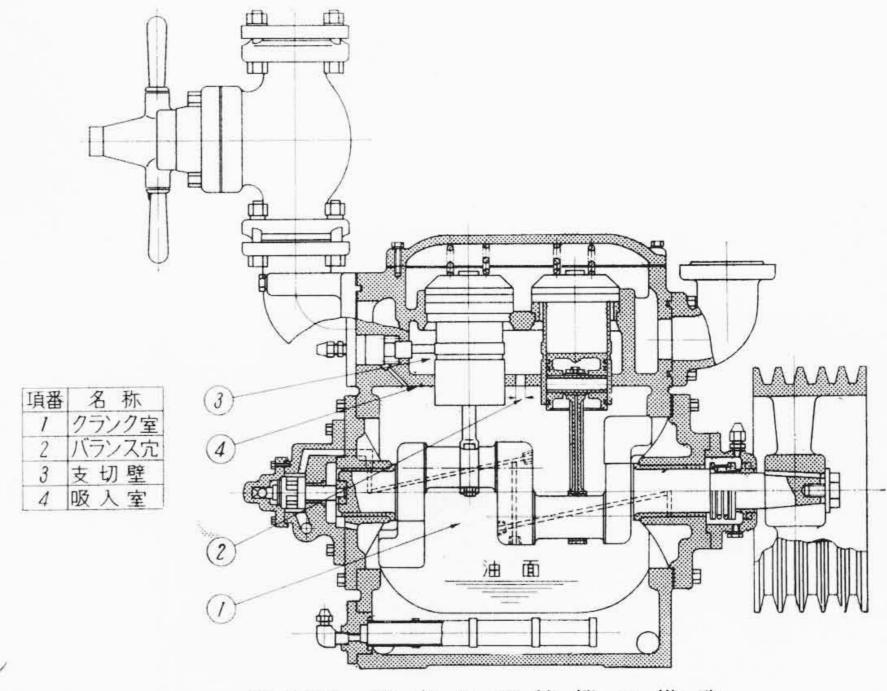
油上り防止装置の具備すべき条件は下記のとおりである。



第13図 クランクシャフトおよびバランスウエイト



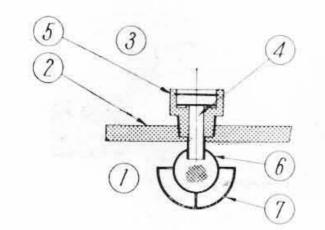
第14図油循環系統図



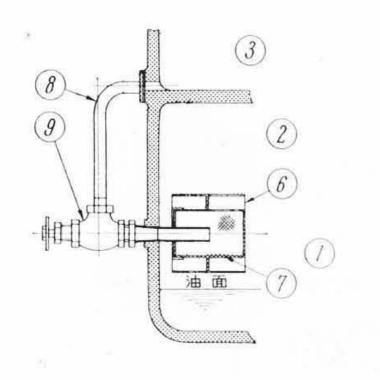
第15図 従来の圧縮機の構造

- (1) クランク室圧力を吸入室圧力に等しくすること。
- (2) バランス穴を流れるガスの流速がある程度大きくなっても 油滴が吸入室に運ばれないこと。
- (3) 潤滑油の泡立時に消泡効果をもち、油とガスに分離する能力があること。
- (4) ピストンとシリンダ間げきから上った油は自動的に圧縮機 の吸入側からクランク室に回収できること。

今までの油上りを防止する目的で圧縮機 (第15 図参照)の吸入室とクランク室の間を 第16 図 a, bに示すような油上り制御機構で連結することが考案され実用化されているが、いずれも上記の条件をすべて満足するものはなかった。 第16 図 a はバランス穴の入口に油分離装置 (細かいメッシュの金網あるいはスチールウール、合成繊維材などを積み重ねたもの)を設け、油とガスの分離を行なうものであり、吸入室とクランク室との間にチェックバルブを設けて停止時に、冷媒が潤滑油に溶解するのを防止し、起動時におけるク



(a) チェックバルブによる油上り制御機構

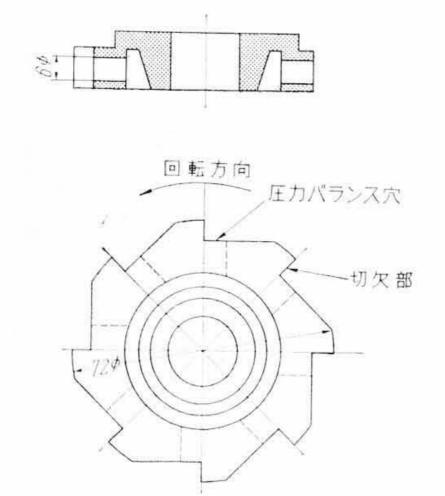


項番	名称および部品名
1	クランク室
2	支 切 壁
3	吸入側ガス導入部
4	圧力バランス穴
5	チェックバルブ
6	油滴侵入, 防止装置
7	ジャマイタ
8	バランスパイプ
9	业:

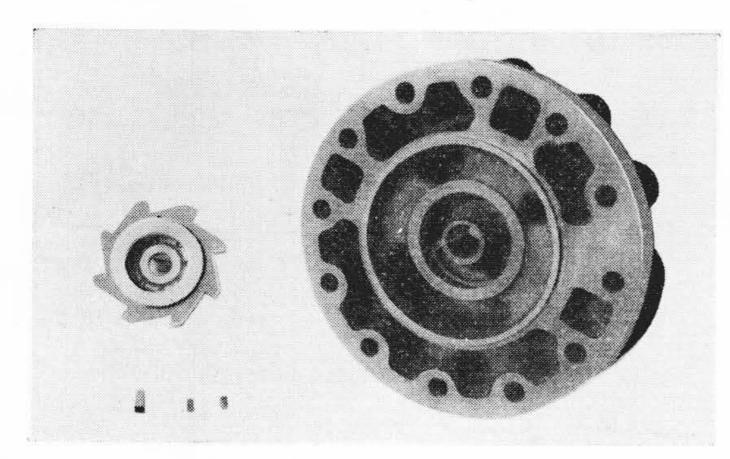
日

(b) バランスパイプによる油上り制御機構

第16図 油上り制御機構



第17図 ランナの形状および寸法



第18図 油上り防止装置部品図

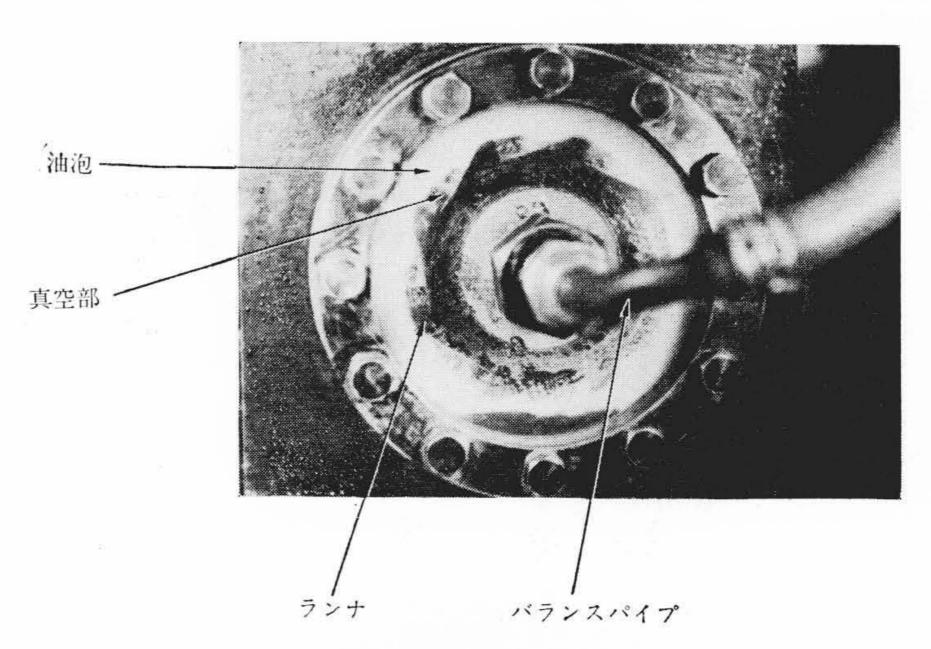
ランク室内の急激な圧力降下を避け、あわ立ちを制御しようとする ものである。

また 第 16 図 bはバランスパイプを流れるガス流速を十分に小さくし、しかもバランスパイプに落差をもたせるよう立ち上がらせることによって油上りを制御するものである。

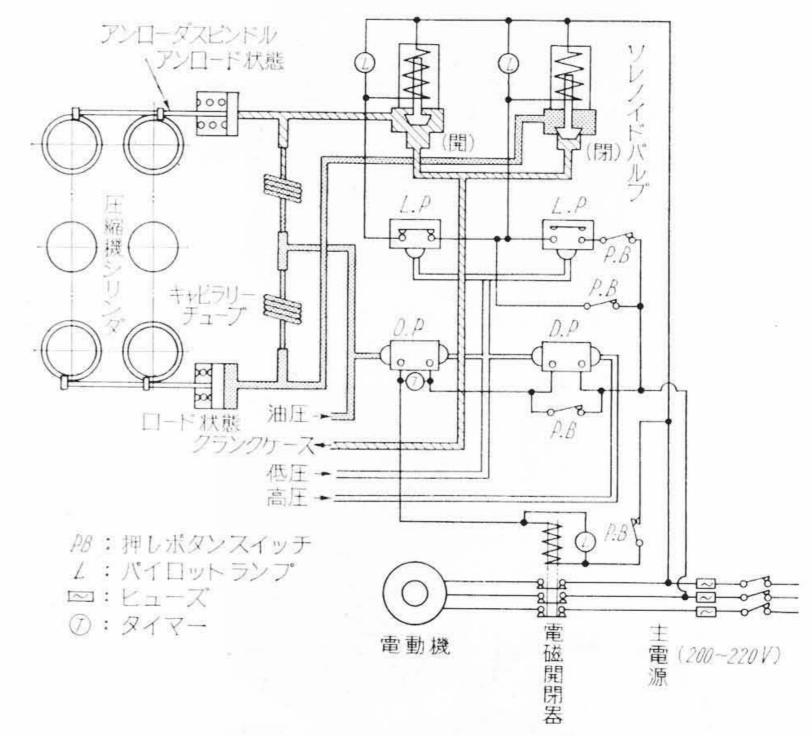
われわれの研究結果によると 第 16 図 a および b に示す油上り制御機構では、平常運転においてはある程度の油上り防止効果は見られたが、起動時のあわ立ちによる油上りに対しては防止効果はなく、またピストンとシリンダ間げきから上った油を自動的に回収する効果はほとんど得られなかった。そこでわれわれは、第9 図に示すような油上り防止装置を考案し、他社にさきがけて本機で実用化した。

#### 4.1 油上り防止装置の原理および構造

第9図に防止装置の全体の構造を,第17図に油上り防止装置のランナの形状,寸法を,第18図にその部品を示す。



第19図 ランナの油泡つぶし機構



第20図 自動容量調整系統説明図

起動時に、潤滑油中に含まれる冷媒の沸騰によってクランク室内は泡状の潤滑油で満たされる。その泡状の中でクランクシャフトの回転を利用してランナを回転させ、その遠心力とそのランナの回転方向の背部に生ずる圧力降下によって油泡をつぶし、潤滑油と冷媒ガスにはたらく遠心力の差によってそれぞれを分離して、冷媒ガスのみをランナに設けられた圧力バランス穴を通して吸入室へ導くものである。

第19回はこのときのランナの消泡状況をクランク室に設けた透明窓から撮影した写真である。

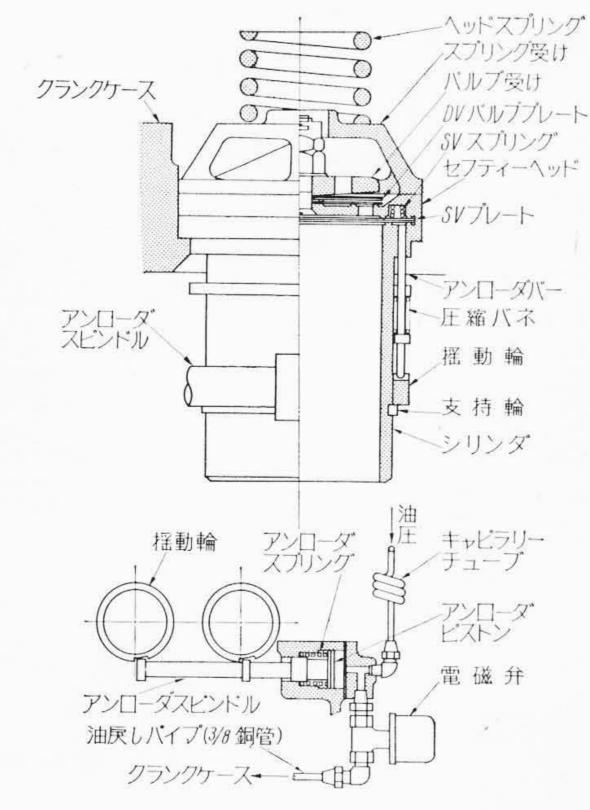
他方ピストンとシリンダとの間げきから上った潤滑油は、圧縮機の吸入側に設けられたガスストレーナによって冷媒ガスと潤滑油に分離され、この潤滑油を上記ランナに導き、遠心力によってクランク室の油だめ部にもどされる。

#### 5. 容量調整機構

冷凍負荷の変動に応じて冷凍容量を調整する方策が種々考案され 実用化されているが、本機では吸入弁開放式を採用し、その作動圧 力として内接歯車ポンプからの圧力油を使用した。

第20,21 図は本機に採用した容量調整機構を,第22 図にその部品を示す。この機構における吸入弁の開閉は,アンローダ,ピストンの左右運動によりシリンダライナの周囲にある揺動輪に回転運動を与え,この揺動輪に直立するバーの上下運動によって行なう。

アンローダ、ピストンの左右運動はLPスイッチ(またはサーモ

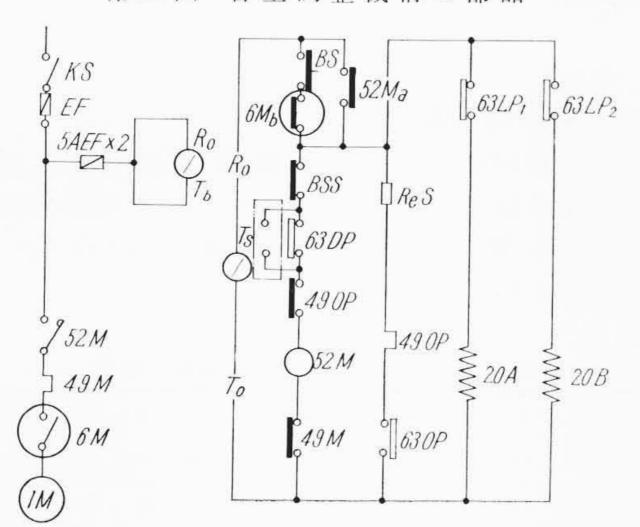


日

第21図 容 量 調 整 機 構



第22図 容量調整機構の部品



記号	器 具 名 称	記号 器 具 名 称
6	スターデルタ開閉器	ReS )
49	過負荷継電器	490P オイルブロテクションス
52	交 流 接 触 器	630P
1 M	誘 導 電 動 機	63LP1 )
KS	刃 形 開 閉 器	$\begin{array}{c c} 63LP_2 \end{array}$
EF	筒形ヒューズ	20A
a	線輪付勢により接点閉路	$\begin{array}{c c} 20A \\ 20B \end{array}$
b	線輪付勢により接点開路	63DP デュアルプレッシャースイ
BS	運転用押ボタンスイッチ	BSS 停止用押ボタンスイッ
Ts	タンプラスイッチ	

注:6M,6M6はスターデルタ起動の場合にのみ使用する。 第23図 直入起動および人-J起動の場合の標準電気結線図

スタット)と電磁弁とによってアンローダピストンにかかる油圧を 切入して行なった。本機構では電磁弁が開いた場合にしゅう動部へ の油圧低下をきたすおそれがあるので、アンローダピストンへの油 圧は油量制限装置(毛細管)を通して導く方法を採り、油圧の安定 を図った。油量制限装置の諸元は高粘度および低粘度の油について 実験を行なって決定したもので、油量不足をきたす心配はなく、作 動時間も早く、しかも確実に作動させることに成功した。

自動運転の安全装置として油圧調整弁、デュアルプレッシャースイッチ $(D \cdot P)$ 、オイルプロテクションスイッチ $(O \cdot P)$ を設けた。 $O \cdot P$  スイッチは、なんらかの異常現象により油圧が規定圧力より低下した場合、圧縮機を自動的に停止し、各しゅう動部の焼損を防止するものである。 $D \cdot P$  スイッチは異常高圧または異常低圧が起きた場合の保護スイッチである。

以上のように安全装置および自動容量調整装置が完備しているので自動運転が可能である。

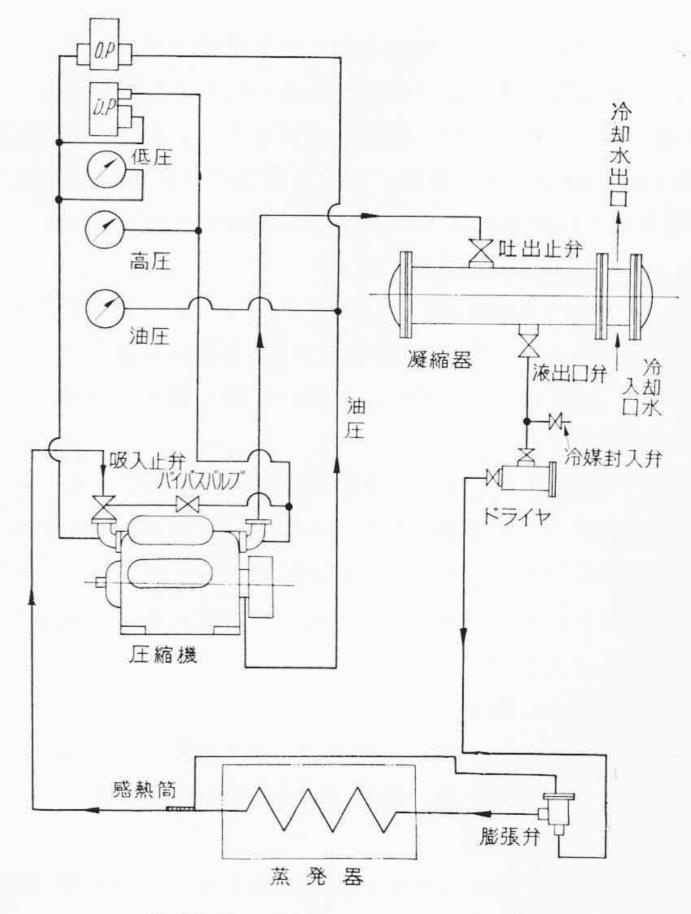
電動機の起動には直入起動とスターデルタ起動とがある。第23図は後者の標準電気結線図である。スターデルタ起動を容易に行なうために第24図のようなバイパス配管を設けた。第23図の電気結線は起動操作を手動で行なう半自動運転の場合を示したものであるが、冷凍機の起動を自動的に行なう全自動運転も可能である。

# 6. 性 能

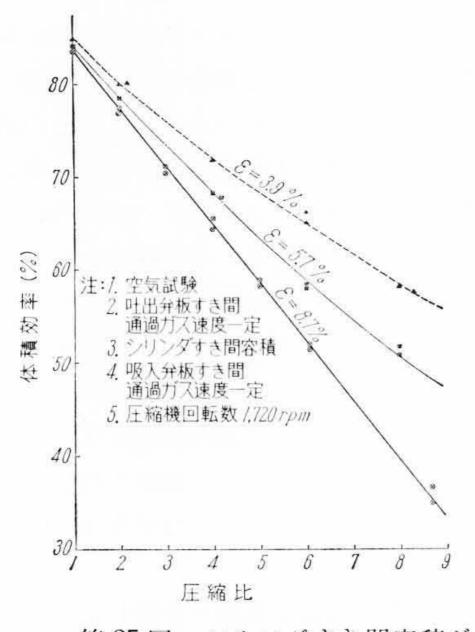
## (1) 性 能

往復動圧縮機の性能に及ぼす諸元としては吸入弁および吐出弁の間げきを通過するガス速度による抵抗と弁の作動不良、シリンダのすき間容積、シリンダの加熱および吐出弁のガス漏えいなどが考えられるが、本機は高速回転であることを考慮して弁抵抗、弁の作動およびシリンダのすき間容積の影響について重点的に研究を行ない、性能の向上を図った。第25,26図は体積効率に影響するシリンダのすき間容積および吐出弁板間げき通過ガス速度に関する実験結果の一例を示したものである。これらの実験結果を基にして広範囲の仕様を満足するよう吐出弁および吸入弁の諸元を決定した。

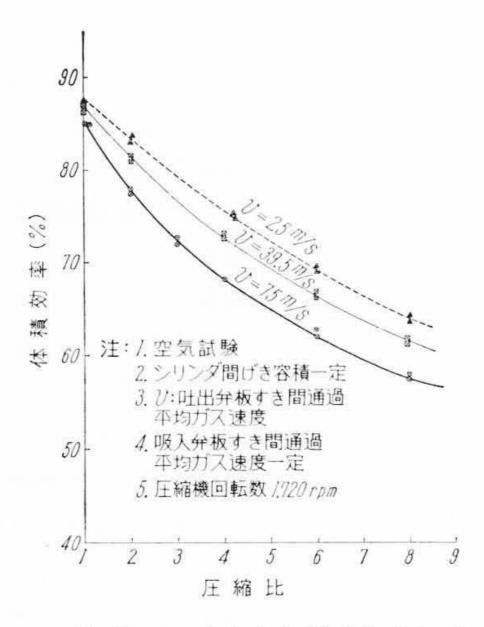
その結果は**第27**図に示すように従来の115 mm HMC 冷凍機に 比較して,蒸発温度 0°C,凝縮温度 40°Cにおいて,単位ピストン押



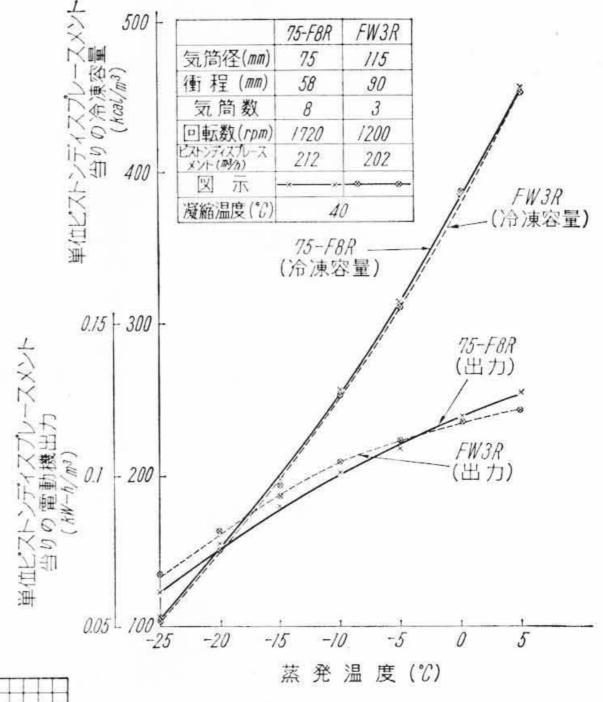
第24図 冷凍サイクル系統図



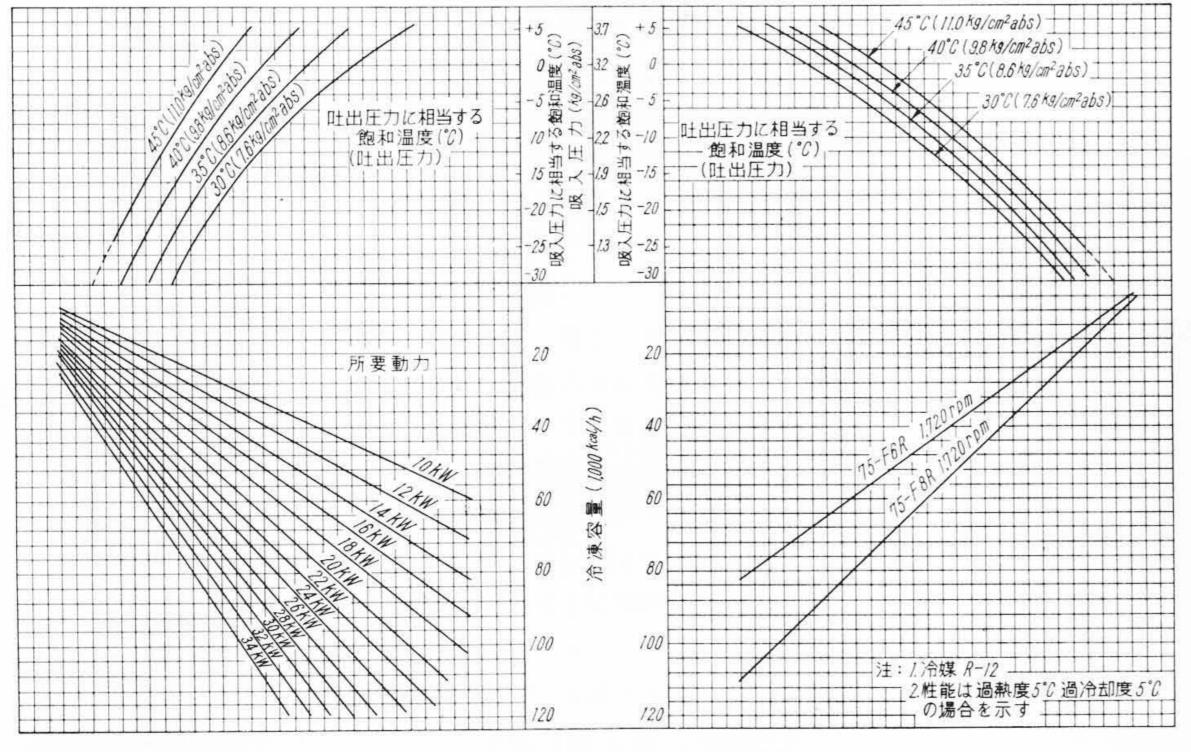
第25図 シリンダすき間容積が 性能に及ぼす影響



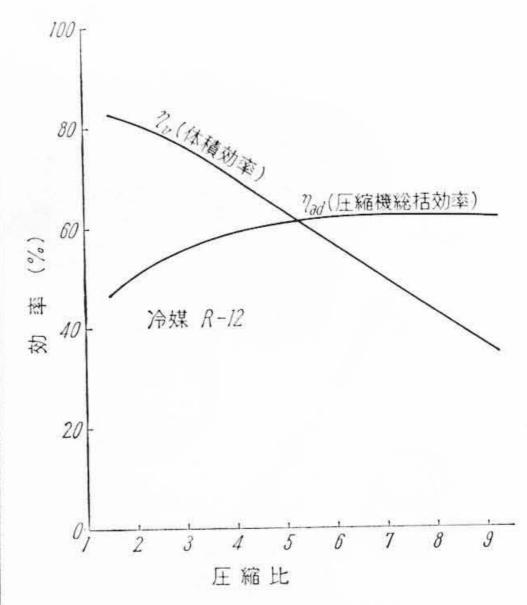
第26図 吐出弁板間げき速度が 性能に及ぼす影響



第27図 性能比較曲線



第 28 図 75 mm HMC 冷凍機性能曲線



第29 図 75 mm HMC 冷凍機体 積効率, 圧縮機総括効率曲線

しのけ量 (m³/h) 当りの冷凍容量および所要動力がほぼ等しい。すなわち、本機は従来機に比べ回転数を約43%高くしたにもかかわらず従来機に比しそん色のない性能を確保することができた。第28回は本機の各凝縮温度、蒸発温度における冷凍容量および所要動力を、第29回にその体積効率および圧縮機総括効率を示している。

#### (2) 容量調整機構の作動特性

容量調整機構の作動時間は 第30 図 に示すとおりで、油の粘度によって差異はあるが、実験の範囲内では無負荷から負荷になる場合 0.5~1.8 秒、負荷から無負荷の場合 0.4~1 秒で確実に作動する。

#### (3) 歯車ポンプの性能

第31 図 は吐出圧力を変えた場合の性能特性曲線である。吐出油量は吐出圧力によって変動しないことを示しており、また低粘度の場合、歯車ポンプのすき間からの漏えい量の増大によって吐出量は多少低くなっているが、油圧低下を起こす心配はなく、安定した性能を確保することができた。

#### (4) 振動および騒音

本機を第32図に示すような防振ゴム上に据え付けて振動実験を行なった結果、本機の各部の振動は第2表に示すとおりで、その振動は片振幅で $34\mu$ である。

次に騒音は第32図に示めす位置で測定した。その結果は第3表に示すとおりで、圧縮機から1m離れた点で83ホーン以下であ

る。

#### (5) 圧縮機の起動電圧特性

本機の起動電圧特性を示したのが **第 33**, **34** 図 である。直入起動の場合には  $V_2$ =122 V で起動でき,スターデルタ起動の場合には圧力差 (吐出圧力-吸入圧力) が  $2 \, \mathrm{kg/cm^2}$  以下であれば  $V_2$ =150 V で容易に起動できる。

第2表 75 mm HMC 冷凍機の振動

		71 -	- ~		-7.7.5		. 13	214 124				2.1	
測定位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
片 振 幅 (μ)	26	15	15	27	13	13	12	24	22	16	34	21	23
測定位置	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
片振幅	25	7	4	6	7	13	17	17	15	20	21	16	16

注:(1) 圧縮機回転数 1,800 rpm

(2) 無負荷運転

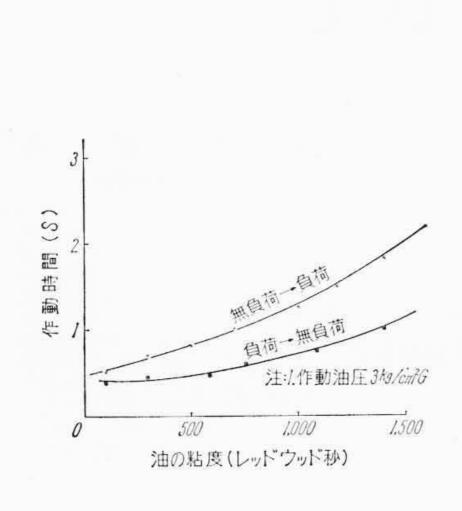
(3) 振動測定位置は第32図に示す

第3表 75 mm HMC 冷凍機の騒音

144		運	暗騒音	測定騒音(ホーン)					
機	種	吸入圧力 (kg/cm <sup>2</sup> G)	吐出圧力 (kg/cm <sup>2</sup> G)	回転数 (rpm)	(ホーン)	1	2	3	4
75-F8I	R-AW	2.0	8.0	1,720	70	83	81.5	82	80

注:(1) 測定は各部から1m離れた点で行なう

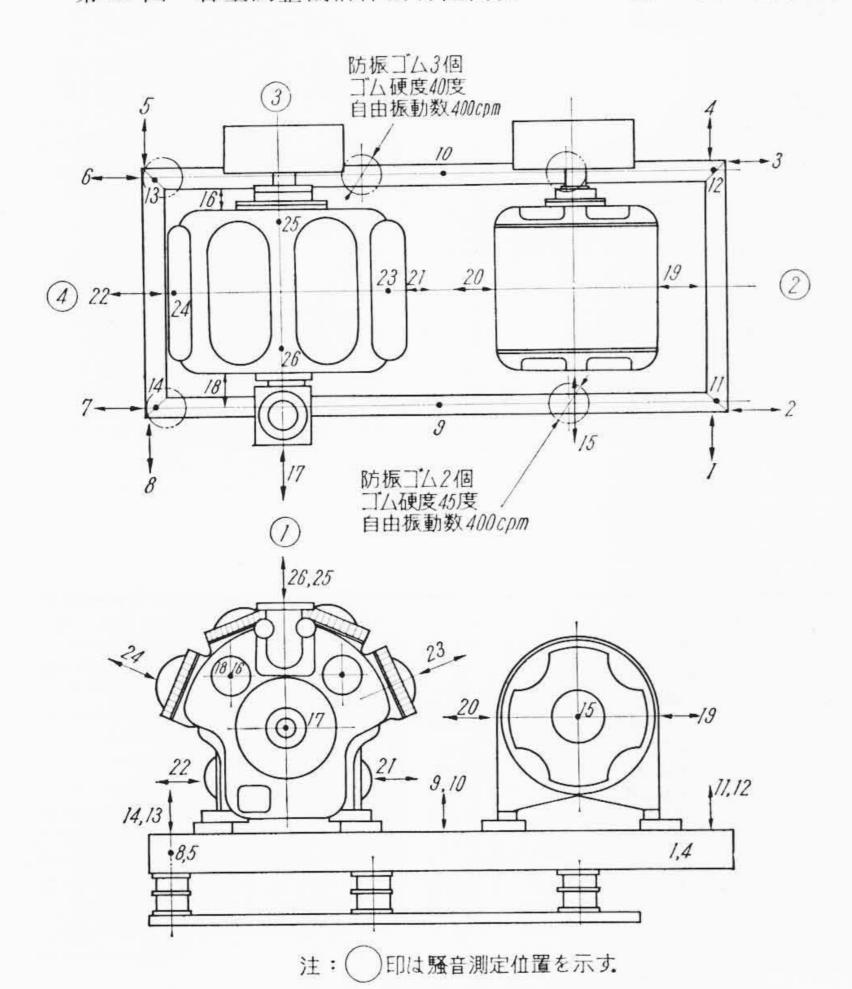
- (2) 冷媒 R-12 を使用し全負荷運転する
- (3) 測定位置は第32図に示す



世出量 注:1. 吐出油圧 8kg/cm²G - 2. "5kg/cm²G - 3. 吐出油圧 25kg/cm²G - 4. 吐出効率 5. 回 転 数 1,720 rpm 500 収入油粘度(レッドウッド秒)

第30図 容量調整機構作動特性曲線

第31図 歯車ポンプ性能特性曲線



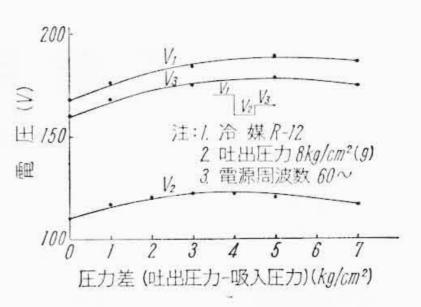
第32図 振動および騒音測定位置

#### 7. 従来の HMC 冷凍機と本機との大きさの比較

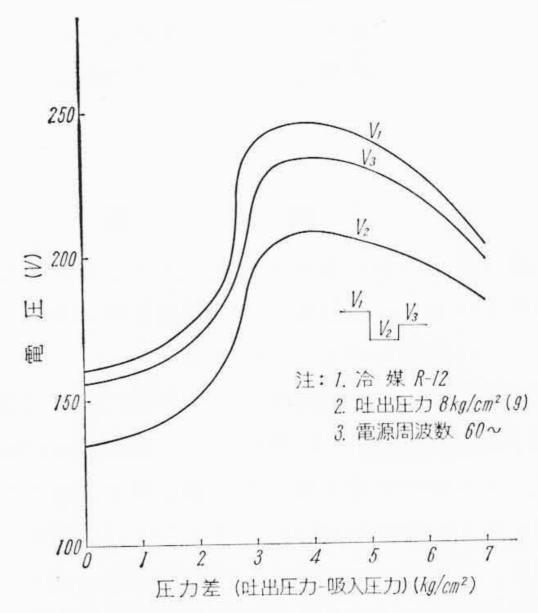
日立 115 mm HMC 冷凍機 (FW 3 R-AW) と日立 75 mm HMC 冷凍機 (75-F8 R-AW) との大きさを比較したのが**第 2 図**である。 すなわち,75-F8 R-AW は FW 3 R-AW に比較して据付面積で 40%, 重量で 32% 小形軽量化されている。

# 8. 結 言

以上,75 mm HMC 冷凍機について説明してきたが、その結果を



第33図 直入起動の場合の最低起動 電圧特性曲線



第34図 人-4 起動の場合の最低起動電圧特性曲線

まとめると次のようになる。

- (1) 本機は従来の HMC 冷凍機に比較し約43%高速回転にした にもかかわらず同じ程度の性能を確保することができた。
- (2) 起動時の潤滑油のあわ立ちによる油上りはもちろん,定常 運転時のピストンとシリンダの間げきからの油上りに対しても有 効に作動する油上り防止装置を完成した。
- (3) 高速化することによって小形,軽量化され,従来の HMC 冷凍機に比較して重量で32%,据付面積で40%程度小さくなった。
- (4) 冷凍負荷の増減に応じて最高の効率で運転することができ、自動容量調整装置の作動が早く、確実である。
- (5) 自動容量調整装置およびバイパス配管を設けてあるので起動回転力は小さくてすみ,スターデルタ起動も可能である。また,保護装置が完備しているので安全な全自動運転が可能である。
- (6) 振動および騒音が少ない。

以上のように日立75mm HMC冷凍機は数多くのすぐれた点をもっているが、さらに研究を推進し、新しい冷凍機の開発に努力する考えである。

## 参 考 文 献

- (1) 須藤: 日立評論 36, 1223 (昭 29-8)
- (2) 越智: 日立評論 40, 958 (昭 33-8)