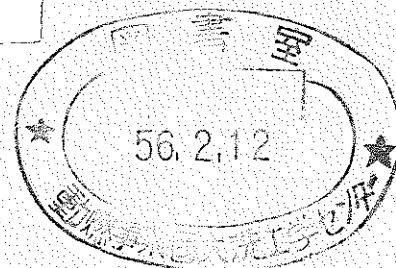


区分変更	
変更報告番号	＝
決裁年月日	平成13年7月31日

# 高速実験炉「常陽」運転技術資料

運転参考資料機器編 SMD - 18  
フロン冷凍機設備



1980年11月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
	N 952 80-17
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

動力炉・核燃料開発事業団

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



PNC<sup>T</sup>N 952 80-17

1980年 11月

## 高速実験炉「常陽」運転技術資料

### 運転参考資料機器編

#### SMD18 フレオン冷凍機設備

坂場秀男<sup>\*</sup>, 吉川 進<sup>\*</sup>, 田辺博明<sup>\*</sup>  
佐田正弘<sup>\*</sup>, 扇谷幸弥<sup>\*</sup>, 田村政昭<sup>\*</sup>  
鈴木幸男<sup>\*\*</sup>, 福田 達<sup>\*</sup>

#### 要 旨

「常陽」運転技術資料大系の整備の一環として、格納容器雰囲気調整系を構成するフレオン冷凍機設備に関する運転参考資料を作成した。

本資料は大別して理論編とから構成されているが、それぞれ図および表を挿入して可能な限り平易なものとなるよう心掛けて作成されたものであり、フレオン冷凍機の運転に際しては貴重な資料になるものと思われる。

今後とも検討、改良を加え、更に充実した内容となるよう努める所存である。

## 目 次

1. 緒 言 .....	1
2. 冷凍機理論 .....	1
2.1 冷凍サイクル .....	3
2.2 「常陽」ターボ冷凍機の構造 .....	7
2.2-1 主モーター .....	7
2.2-2 ターボ圧縮機 .....	7
2.2-3 凝縮器 .....	7
2.2-4 K.O (ノックアウト) ドラム .....	7
2.2-5 潤滑油装置 .....	7
2.2-6 油回収装置 .....	11
2.2-7 抽気回収装置 .....	11
2.2-8 圧縮機容量調整装置 .....	12
2.2-9 膨張弁 .....	13
2.2-10 冷却器 .....	13
2.2-11 冷媒ポンプ .....	13
2.2-12 保護装置 .....	14
2.3 「常陽」冷凍機の特性と異状現象 .....	18
2.3-1 冷媒R-11使用による機器の特長 .....	18
2.3-2 直接膨張式冷却 .....	18
2.3-3 ターボ圧縮機の特性 .....	19
2.3-4 凝縮圧力の変化 .....	19
2.3-5 熱負荷とその変動 .....	21
2.3-6 ターボ冷凍機運転不能時の温度上昇 .....	22
2.3-7 膨張弁での液閉塞 .....	23
2.3-8 メカニカルシールの漏油 .....	23
3. フレオン冷凍機の運転 .....	24
3.1 フレオン冷凍機の運転条件 .....	24
3.1-1 フレオン冷凍機関係電源リスト .....	24
3.1-2 フレオン冷凍機廻り計器リスト .....	26
3.1-3 警報項目一覧 .....	28

3.1-4	フロン冷凍機の運転基準値 .....	30
3.2	フロン冷凍機の運転手順 .....	45
3.3	熱負荷別による運転要領 .....	51
3.3-1	モード1 調整操作 .....	54
3.3-2	モード2.1 " .....	59
3.3-3	モード3 " .....	61
3.3-4	モード2.2 " .....	62
3.3-5	膨張弁の調整方法 .....	62
3.4	異常時の処置要領 .....	63
3.4-1	異状原因とその対策 .....	63
3.4-2	定格出力時に於ける冷凍機2台トリップ時の処置 .....	65
3.4-3	電源喪失時に於ける処置 .....	66

## 1. 緒 言

格納容器雰囲気調整系のうちフロン冷凍機の運転に関する要領書等はこれまでに断片的に発行されているが、これらを系統立ててまとめたものはなく、しかもフロン冷凍機の運転そのものも気液2相を対象として取扱わなければならないが、その調整運転に際しては多分に職人芸的な領域に踏み込まなければならない面があり、一層運転を難しくしている。

このため、フロン冷凍機の運転を誰もが平易に実施できるよう今回、冷凍機の理論を初めとしたフロン冷凍機の運転に関する包括的な運転参考資料を作成した。

本資料の内容は冷凍機に関する理論編及び運転編とから成り、それぞれ可能な限り図及び表を挿入して分かり易いものとした。今後は本資料を基に冷凍機の運転全般に関する指針としていただければ幸いである。

尚、本資料の他にフロン冷凍機に関する写真集を作成したのであわせて利用していただきたい。

## 2. 冷凍機理論

熱の自然な移動は高温部から低温部へと行なわれる。そこで低温部から高温部への熱移動あるいは高温部からの強制的な熱吸収のために用いられるのが冷凍機である。しかしその対象とする温度範囲は広く、冷凍機の種類や動作流体としての冷媒の種類も数多くある。図 2.1 に各種冷媒の飽和圧力と温度の関係を示す。

対象設備の温度に適した冷媒が幾つか選定されると、更に冷媒の冷凍効果(図 2.2)や装置の取扱い・保守の難易度により適切な冷媒と圧縮機が決定されることになる。表 2.1 に示すように各冷媒に適する圧縮機は概略その沸点によって

往復式 (0℃以下)

回転式 (0～30℃)

遠心式 (30℃以上)

のように分類される。



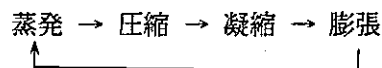
表 2.1 現在使われている主な冷媒と用途

冷媒の用途	冷媒の名称	化学記号	使用温度範囲	冷凍機の種類	冷凍機の容量	用途
普通用	アンモニア	NH <sub>3</sub>	中・低	往復式および吸収式	中・大	製氷・冷蔵・化学工業・漁船 その他一般
	R-11	CCl <sub>3</sub> F	高	遠心式	大	冷房用
	R-12	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	高・中・低	往復式 遠心式	小・中 大	冷蔵・冷房・熱ポンプ・化学 工業用その他一般
	R-22	CHClF <sub>2</sub>	高・中・低 超低	往復式	中・大	冷蔵・冷房・熱ポンプ・化学 工業その他一般
	R-113	C <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	高	遠心式	小・中	冷房用
	R-500	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (73.8%) CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub> (26.2%)	高・中	往復式	小・中	冷房・冷蔵
	R-502	CHClF <sub>2</sub> (48.3%) C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> (51.2%)	高・中 低・超低	往復式	中・大	冷蔵・冷房
特殊用	R-13	CClF <sub>3</sub>	超低	往復式		低温化学工業用 低温研究用
	R-21	CHCl <sub>2</sub> F	中・高	往復式 遠心式		特殊冷房用 化学工業用 小形冷凍機用
	R-114	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	中・高	往復式 遠心式		特殊冷房用 化学工業用 小形冷凍機用
	エタン	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	超低	往復式		低温化学工業用 低温研究用
	エチレン	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	超低	往復式		
	プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	超低	往復式		LPG貯蔵 LPGタンク

(注) 使用温度範囲 高：10～0℃      中：0～-20℃  
 低：-20～-60℃      超低：-60℃以下

### 2-1 冷凍サイクル

冷凍設備において冷媒は



という変化をしながら循環している。この冷媒の循環によって冷凍が行なわれることを冷凍サイクルという。冷媒の状態変化を P-i 線図（モリエル線図）に表わすと第 2.3 図のようになる。



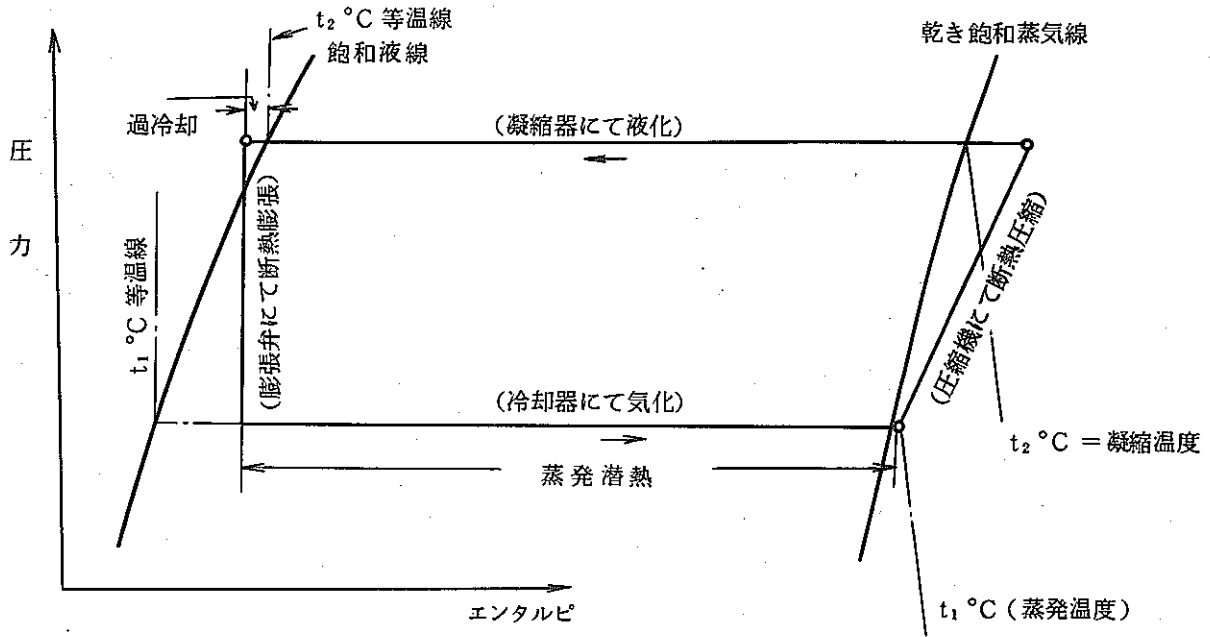


図 2.3 標準的な冷凍サイクル

この図の状態変化は冷凍機各要素が近くにあり、長い配管のない冷凍機のものである。圧縮行程は断熱圧縮、膨張行程は断熱膨張また蒸発行程は等圧気化である。しかし装置が大きくなると冷却器内圧損および戻り配管圧損により必ずしも膨張→蒸発行程は直線的とはならない。

ここで「常陽」の冷凍サイクルをP-i線図に表わすと図 2.4 及び図 2.5 のようになる。

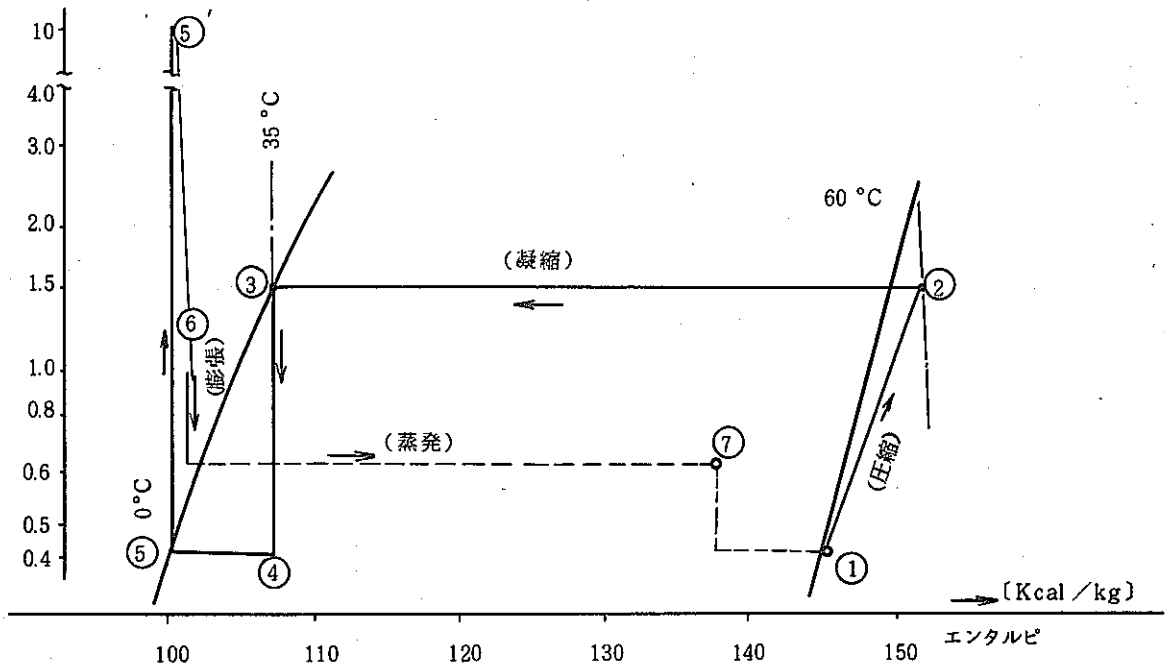


図 2.4 原子炉運転中の冷凍サイクル(S. 55. 6)

- ①→② ターボ圧縮機にて圧縮される。
- ②→③ 凝縮器にて冷却，液化される。
- ③→④ フロート弁を通り液冷媒のみ K.O.ドラムに戻る。
- ④→⑤ 0℃，400mmHg 真空の液体となる（戻りガスと熱交換する）
- ⑤→⑤' 冷媒ポンプで圧送される
- ⑤'→⑥ ヘッド差，配管圧損および圧力調整弁により圧力低下する。
- ⑥→⑦ 膨張弁にて圧力低下し，冷却器を通りながら吸熱する。
- ⑦→① K.O.ドラムに戻り，乾き飽和蒸気となる。

以上の変化を冷凍装置全体と対応させると図 2.6 に示すようになる。

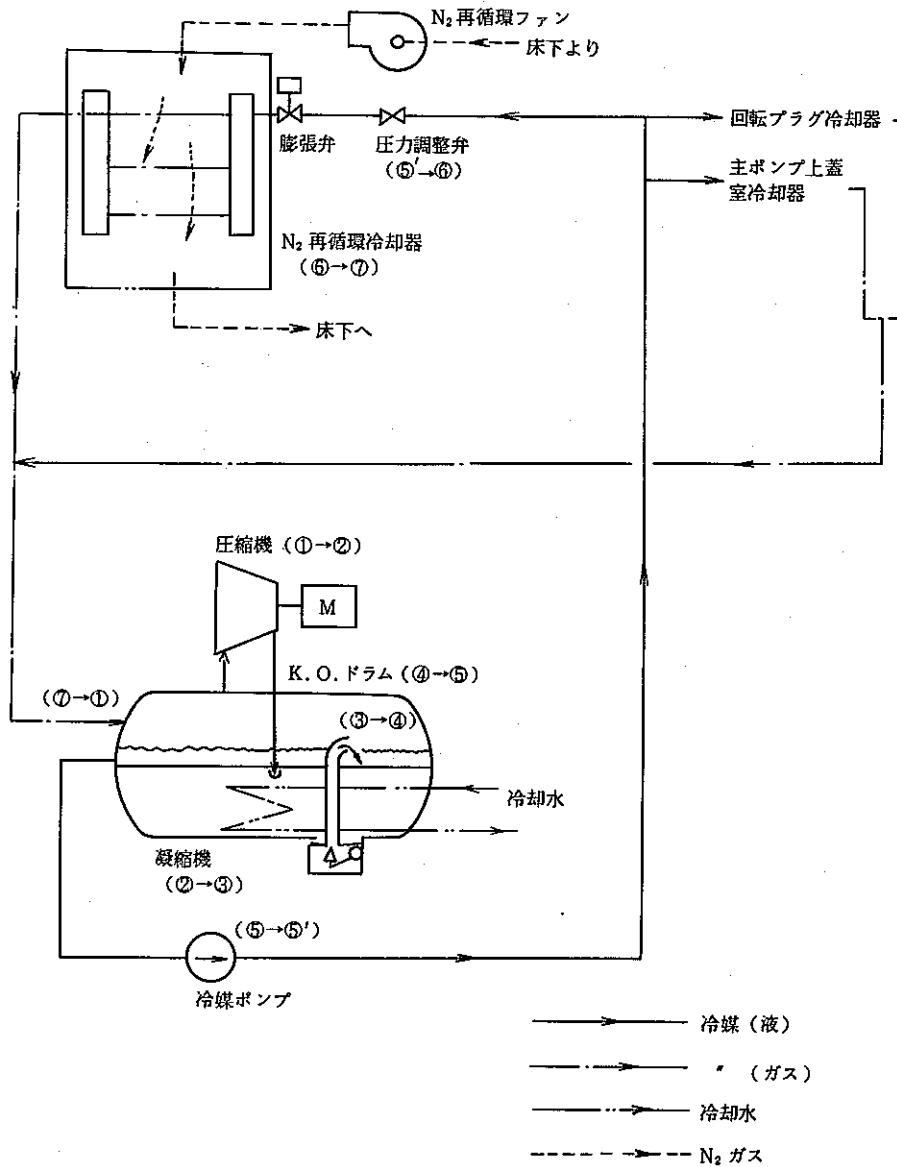


図 2.6 「常陽」冷凍装置の全体図

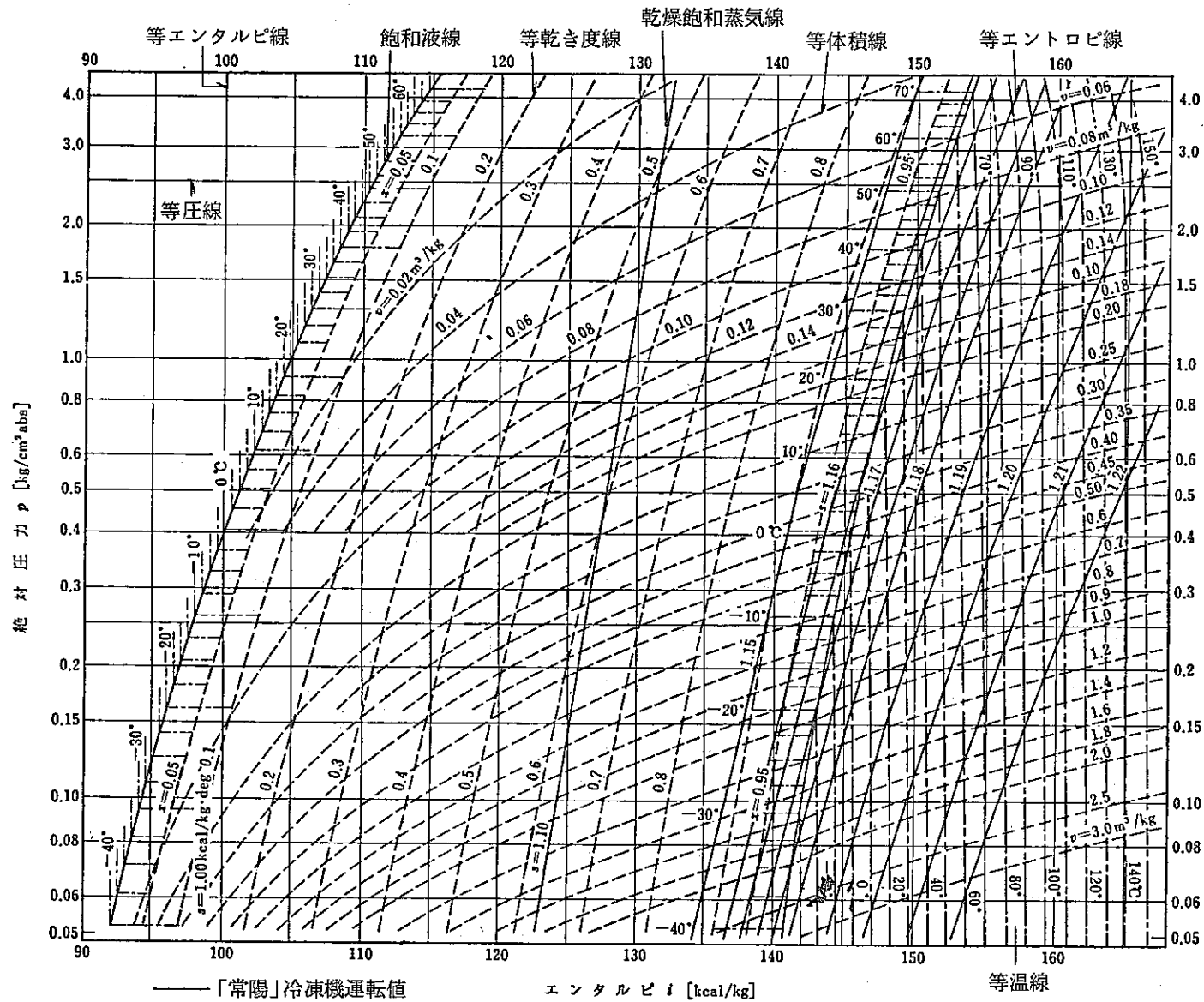


図 2.5 R-11 (CFCl<sub>3</sub>) の P-i 線図

## 2-2 常陽ターボ冷凍機の構造

冷媒としてR-11 ( $\text{C Cl}_3\text{F}$ ) を使用し、圧縮機には遠心ターボ圧縮機を用いている。主要機器の概要は次のとおりである。

### 2.2.1 主モーター

鋼製(4.5 mm厚)キュービクル構造の三相誘導電動機で人-△式起動(切換え2秒)を行なう。

### 2.2.2 ターボ圧縮機

前述P-i線図の高圧・低圧状態を構成する原動力を発生するもので、凝縮器やK.O.ドラム周辺の冷媒や潤滑油の流れはすべて吸込圧・吐出圧の支配下にある。

主モーターにより増速歯車(2.970/12.640 rpm)を介して駆動される。圧縮機インペラと増速部は同一ケーシングに納められているが、両者の間にラビリンスシールを設け、さらに同部へ吐出ガスを導入して潤滑油のガス側への侵入を防止している(内部シール)。また低速軸がケーシングを外気へ貫通している部分にはメカニカルシールを用いて外気の侵入を防止している(外部シール)(図2.7参照)。

なお内部シールから増速部へ漏入するガスは潤滑油と共にタンクへ行き、タンク上部オイルセパレータを通して圧縮機入口へ戻る。

### 2.2.3 凝縮器

圧縮機で約 $0.5 \text{ kg/cm}^2$ に圧縮された冷媒ガスは凝縮器冷却管に触れ、液化する。下部液体だまりの液はフロート弁により液面制限をうけながら圧力差(凝縮器 $0.5 \text{ kg/cm}^2$  + K.O.ドラム真空 $\approx 1 \text{ kg/cm}^2$ )によってK.O.ドラムに移動する。冷却水は空調系循環ポンプにより、停止機・運転機とも常時供給されている。

### 2.2.4 K.O.(ノックアウト)ドラム

凝縮器の液冷媒がフロート弁を通して膨張し、負荷( $\text{N}_2$ 再循環冷却器など)から帰ってきた冷媒ガスと熱交換する。ガス成分は圧縮機に吸込まれ、液成分は冷却ポンプへ吸込まれる。K.O.ドラムの圧力が低下し過ぎると約2m下にある冷媒ポンプは吸込水頭が小さくなり、キャビテーションの原因となる。またK.O.ドラム液面が200 mm以上になった場合には大きな粒径の冷媒が圧縮機に吸込まれ、インペラの浸触が激しくなる原因となる。これらの理由から、蒸発圧力低による圧縮機トリップ、K.O.ドラム液面高による圧縮機のトリップが設定されている(なお、空調冷却装置としては通常ブライン(不凍液とした水)の配管をK.O.ドラム内に設けて冷水とし、これを負荷に送って熱回収をする。したがってその場合にはK.O.ドラムが冷媒の「蒸発器」となるが、本装置では $\text{N}_2$ 再循環冷却器、回転プラグ冷却器および主ポンプ上蓋室冷却器が冷媒の「蒸発器」となる)。

### 2.2.5 潤滑油装置

油タンク中に浸漬された潤滑油ポンプの吐出油はストレーナ及び油クーラを通して軸受、メカニカルシール部へ供給される。油タンク内の潤滑油は冷媒ガスの溶け込み量(図2.9参照)

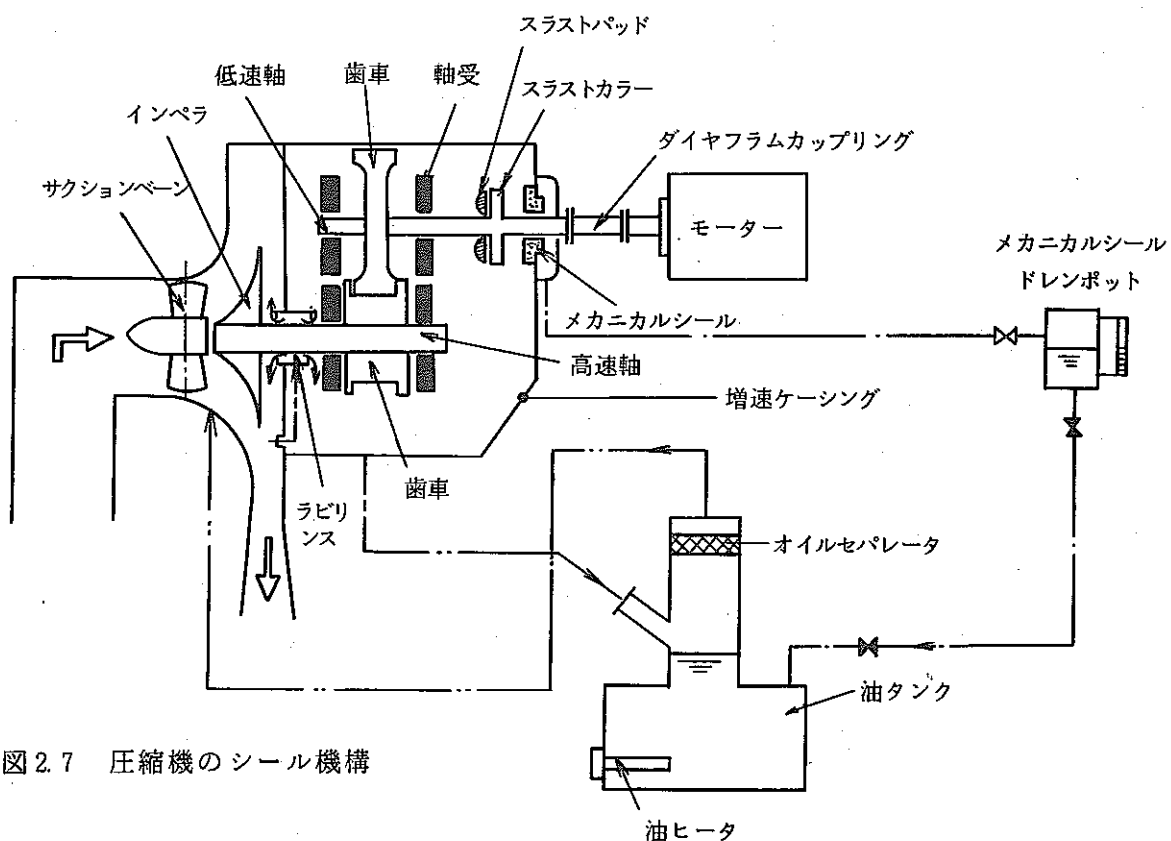


図 2.7 圧縮機のシール機構

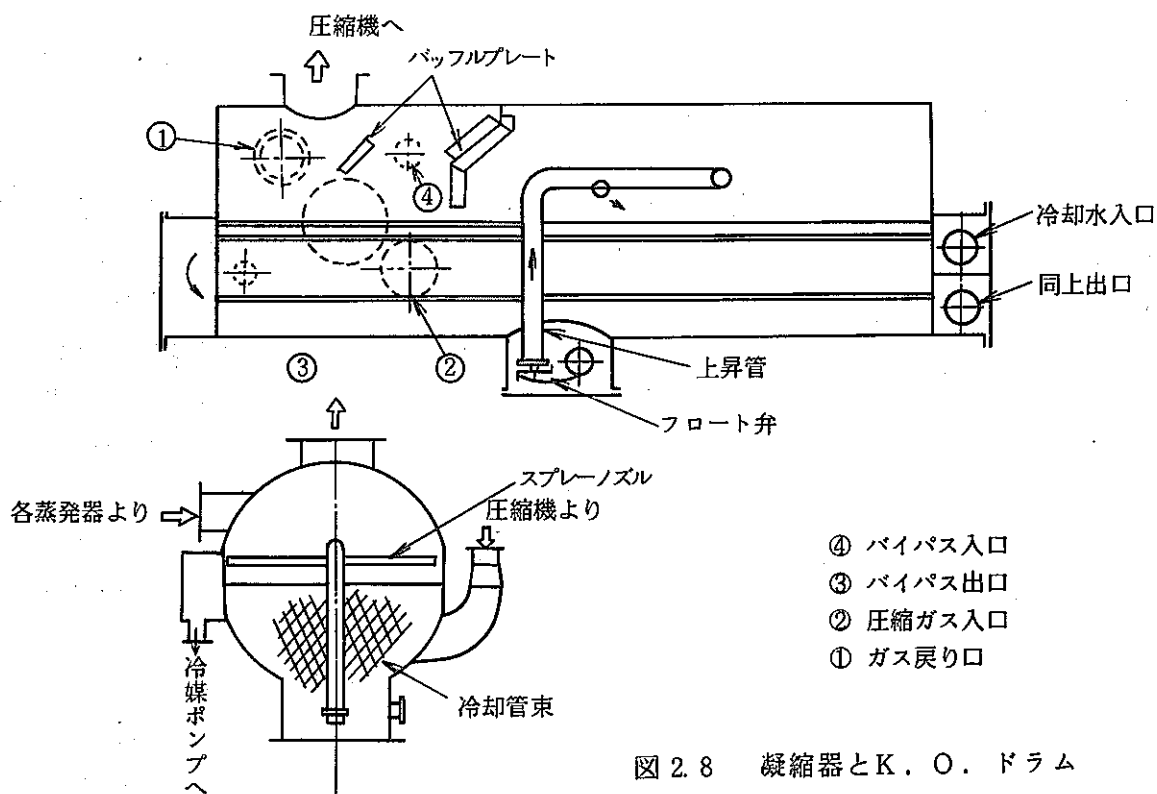


図 2.8 凝縮器とK. O. ドラム

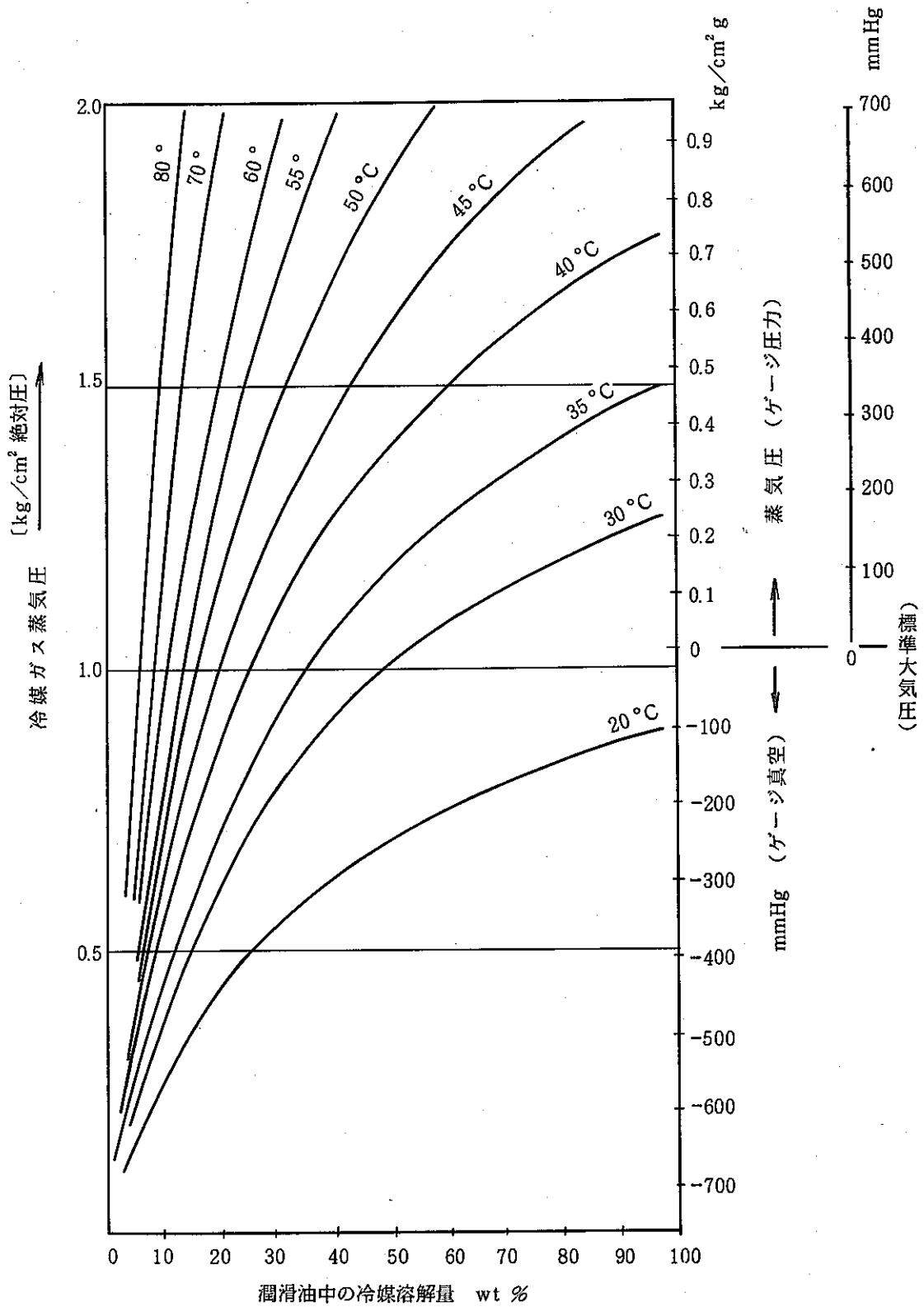


図 2.9 潤滑油に対する R-11 の溶解度曲線

を低下させるためになるべく温度を上げる必要があるのでヒータにより55~60℃に保たれる。

停電時および油ポンプトリップ時に油圧保持用としてスプリング式アキュムレータが作動し（スプリングの力により潤滑油を吐出）、慣性で回転する圧縮機が停止するまでの間給油を続ける（図 2.10, 図 2.11）。

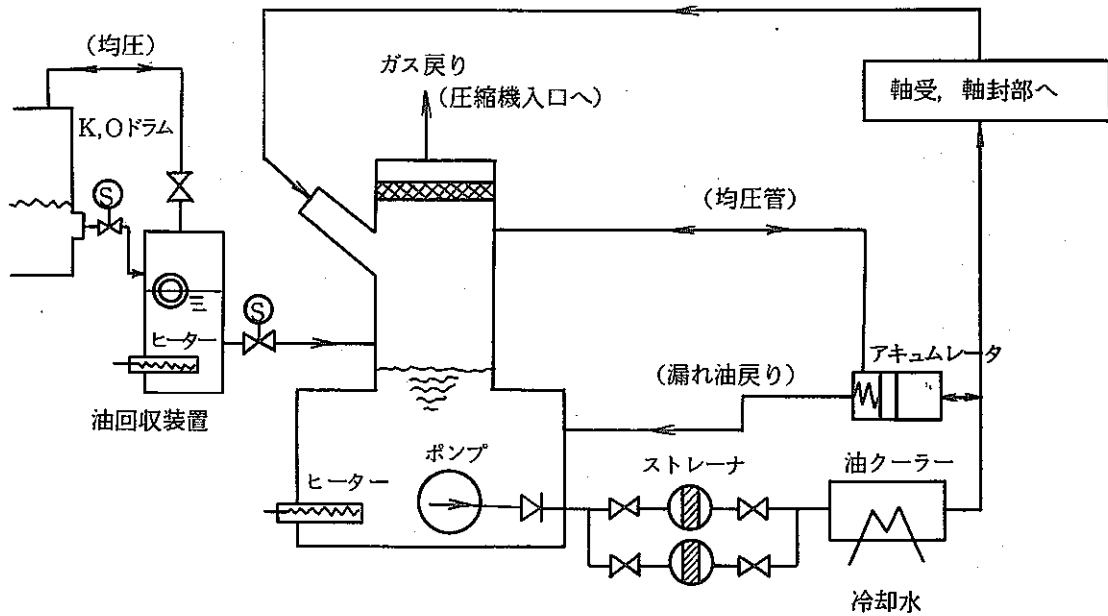


図 2.10 潤滑油装置全体フロー図

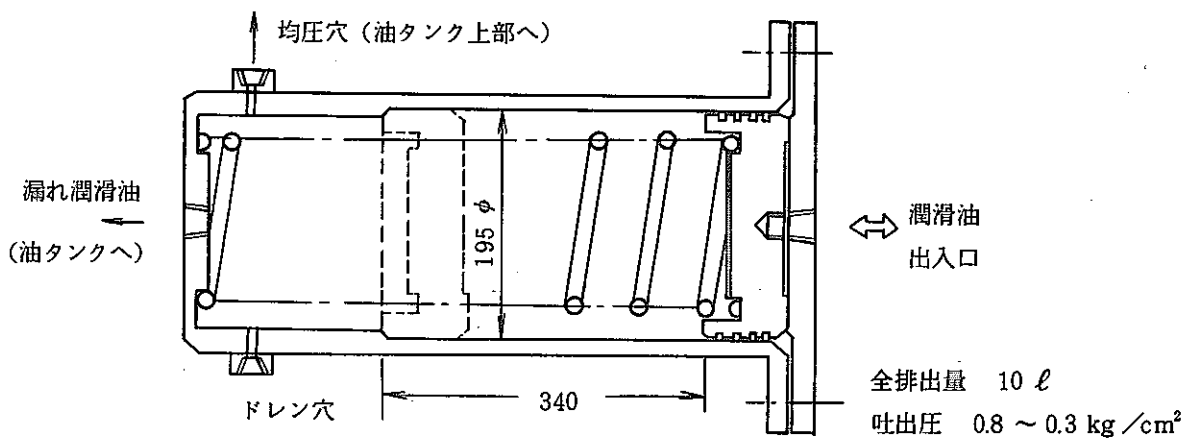


図 2.11 スプリング式アキュムレータ

2.2.6 油回収装置

冷媒ガス中に溶け込んだ潤滑油を回収する装置で、K O ドラム液面部より流入した液冷媒と潤滑油はヒータで加熱され、冷媒はガスになってドラムに戻る。潤滑油はある量以上になると電磁弁が開いて油タンクへ戻る。

2.2.7 抽気回収装置 (図 2.12)

R-11の冷凍サイクルでは真空になっている部分があり、万一大気中の空気や不凝縮ガスが侵入するとそれらは凝縮器に蓄積し、その分圧によって凝縮圧力の上昇、冷凍能力の減少を引き起す。それによってさらに圧縮機のサージングを発生したり、空気中の水分により機内の発錆の原因となる。

これら不凝縮成分や水分を系外に排出するために抽気回収装置を設けている。凝縮器上部より冷媒ガスを導入し、冷媒と水分を液化し、比重差で上部に浮いた水分はドレン弁より排出できる。また不凝縮ガスは抽気コンデンサ圧力を上げ、設定値以上になると電磁弁が開いて大気に放出される。

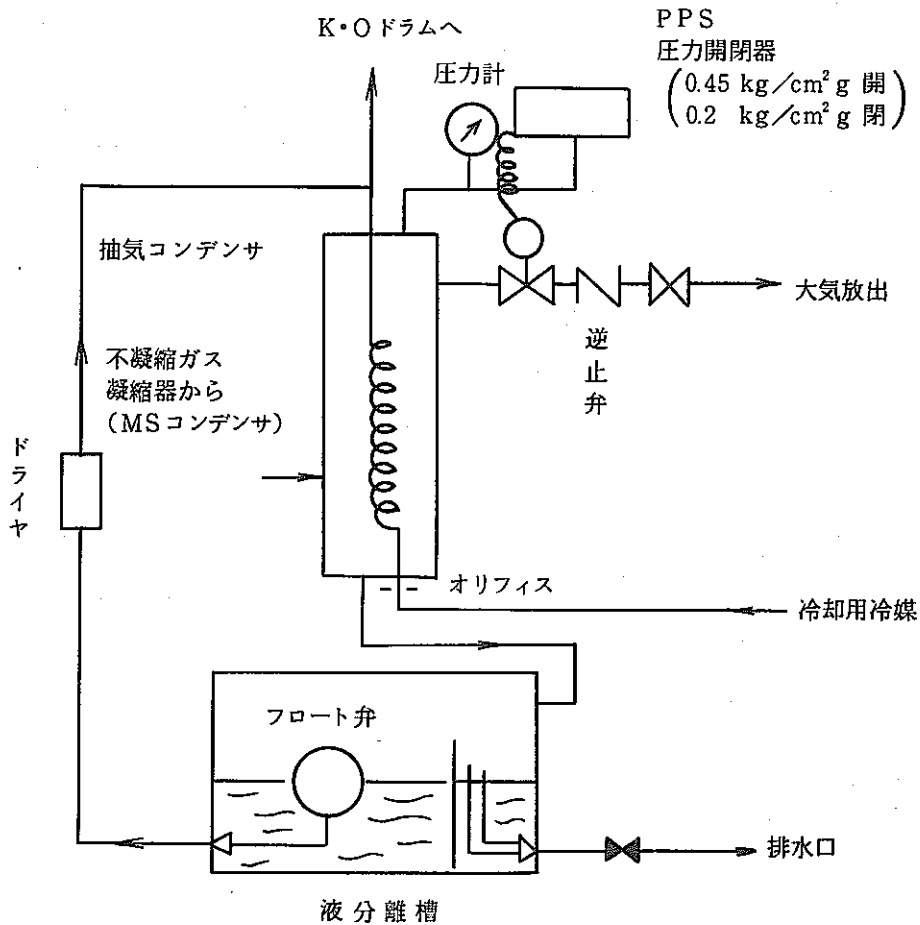


図 2.12 ターボ冷凍機抽気回収装置図



2.2.8 圧縮機容量調整装置（ベーンコントロール）

各蒸発器の熱負荷の変動により、圧縮機吸込圧力が変化する。本冷凍機では吸込圧力一定制御を行なう。K.Oドラムのガス圧力を抵抗値に変換し、容量調節器のブリッジの一辺に接続して圧力変化に追従したコントロールモーターの正逆転を行なわせベーン開度調整を行う。

一方、圧縮機起動時には吸込圧力が設定値 0.41 ata  $\approx$  458 mmHg より大幅に高く、過電流状態になるため主モータ電流値が定格の95~97%以下に低下するまでC.Mは開動作をしない。この“電流値制限”優先は連続運転中も行なわれ、主モータ電流値が100%を超えるとC.Mは停止し、圧力制御回路からの“閉”の信号にのみ従うことになる。

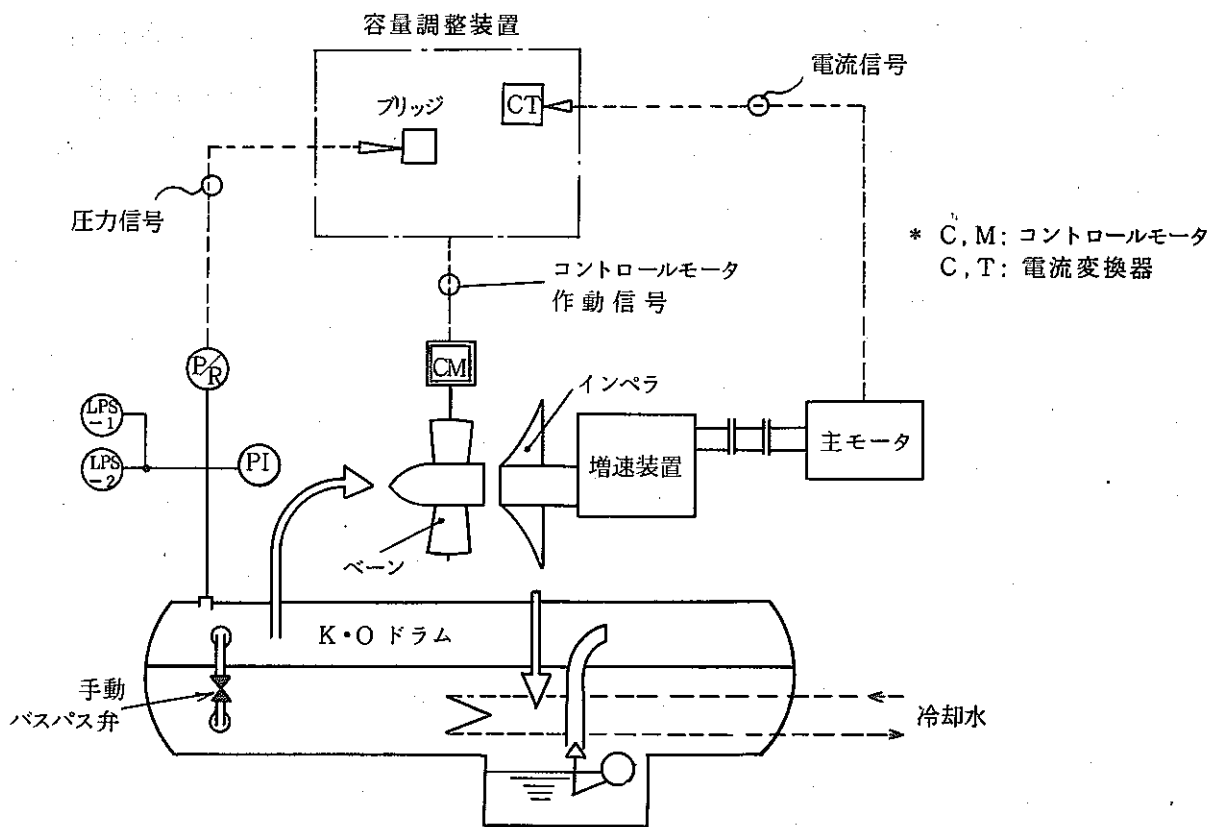


図 2.13 ベーンコントロール

(注) 手動バイパス弁

冷凍負荷が減少してベーン開度が減少すると、サージング手前でベーンはロックされ操作盤面の「低負荷」赤ランプが点灯する。この状態で連続運転すると冷媒吸込圧力が低下し冷凍機は自動停止する。このとき手動バイパス弁を開けば低負荷の連続運転が可能である。

### 2.2.9 膨張弁

冷却器（冷却コイル）に流入する冷媒量は冷却負荷に応じて変化しなければならない。この機能が良好でないと所定の温度に保てないと同時に圧縮機に吸込まれる冷媒ガスが過熱したりまたは逆に液が戻ることになる。冷却コイル前にある膨張弁は手動で行なうにはわずらわしくまた正確な調整は困難である。したがって自動的に行なう方式として次の2つが主に用いられる。

#### ① 定圧式自動膨張弁

冷却コイル中の冷媒圧力が蒸発温度と一定の関係を有することを利用して、冷却コイル中の冷媒圧力を一定にする方式で、負荷の変動が少ない場合に用いられる。

#### ② 温度式自動膨張弁

冷却コイルを出る冷媒ガスの過熱度を一定にする方式で、負荷の変動があっても効率よく運転できる。この方式の場合、過熱度の調整、冷却コイル容量と膨張弁の適合あるいは冷却コイル寸法などの選定を間違えるとハンチングの原因となる。

「常陽」では負荷の変動が少ないことや、冷媒の戻り配管が長いことなどの理由から定圧式を採用している。

### 2.2.10 冷却器（N<sub>2</sub>再循環冷却器など）

(9)の膨張弁で（圧縮機吸込圧力）+（戻り配管圧損） $\cong$  300 mmHg 真空まで膨張した冷媒は気化しながら冷却コイルを通過し熱を回収する。冷却コイルはいずれの冷却器もフィンチューブを使用し、内側を冷媒が外側をN<sub>2</sub>ガス又は空気が通過し熱交換をする。

なお、N<sub>2</sub>再循環冷却器では冷却コイルの上下位置により気化しきれずに冷媒の流れを妨げる場合があるので各コイルの途中から下部へ液成分を抽出し、出口集合管へバイパスするラインを設けている。

### 2.2.11 冷媒ポンプ

絶対圧約 0.4 kg/cm<sup>2</sup> の液冷媒を20m高い位置にある冷却器（N<sub>2</sub>再循環冷却器など）に送るために遠心式全密閉形ポンプを設けている。ポンプの吐出量は冷却器前の圧力調整弁および膨張弁の開度によって決まるので、そ

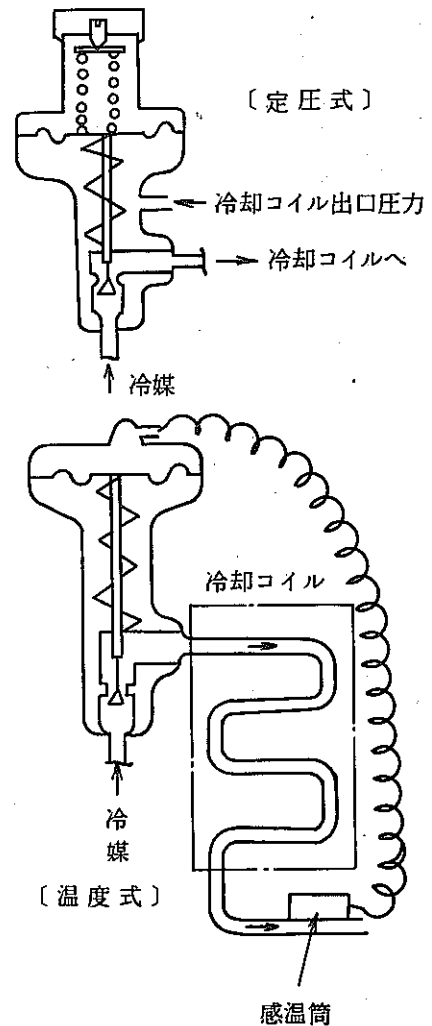


図 2.14 自動膨張弁

の量と圧縮機の吸込量とがバランスしていればK.O. ドラムの液面は一定に保たれる。この関係を崩さないために、冷媒ポンプの発停は圧縮機と連動している。また、停止中に運転機側または蒸発器側より逆流しないように出口弁の開閉も冷媒ポンプの運転・停止に連動する。

## 2.2.12 保護装置

冷凍装置の健全な運転、起動の為に次のような現象に対して保護装置を設けている。

### ① 冷媒蒸発圧力低下 (LPS 1, LPS 2)

熱負荷の減少により戻りガスが減少したり、飽和度の低いガスが戻って来る（リキッドバック）と蒸発圧力が低下し、サージングの原因となり、圧縮機の安定した運転ができなくなるので $-510\text{ mmHg}$  (LPS 2) でプレアラーム、 $-520\text{ mmHg}$  (LPS 1) でトリップさせる。

### ② 凝縮器内圧力過上昇 (HPS 1, HPS 2)

冷却水温度の上昇、冷却管表面の汚れなどにより凝縮量が低下し、器内圧力が上昇すると冷凍サイクルのバランスがくずれ、更に凝縮器の破壊板（ラブチャディスク）が破れ冷媒を放出することになる。 $0.95\text{ kg/cm}^2$  (HPS 2) でプレアラーム、 $1.0\text{ kg/cm}^2$  でトリップさせる。

### ③ 凝縮器冷却水断水 (FS)

冷却水流量低下により②と同じ現象となる。50%流量でトリップさせる。

### ④ 潤滑油圧力低 (OPS 1, OPS 2)

$0.4\text{ kg/cm}^2$  (OPS 2) でプレアラーム、 $0.3\text{ kg/cm}^2$  でトリップさせる。なお、給油部（増速機）が低圧のため、圧力スイッチは給油部との差圧を検出する。

### ⑤ 潤滑油タンク温度高 (OTS 1)

タンク内温度  $70^\circ\text{C}$  でトリップさせる。

### ⑥ 冷媒液面過上昇 (LSH)

冷媒ポンプの吐出量低下などによりK.O. ドラム液面が上昇し過ぎると大粒径の冷媒が圧縮機に吸込まれ、インペラの浸蝕、損傷を引き起こす。K.O. ドラム下面から  $200\text{ mm}$  液位でレベルスイッチが作動し、トリップさせる。

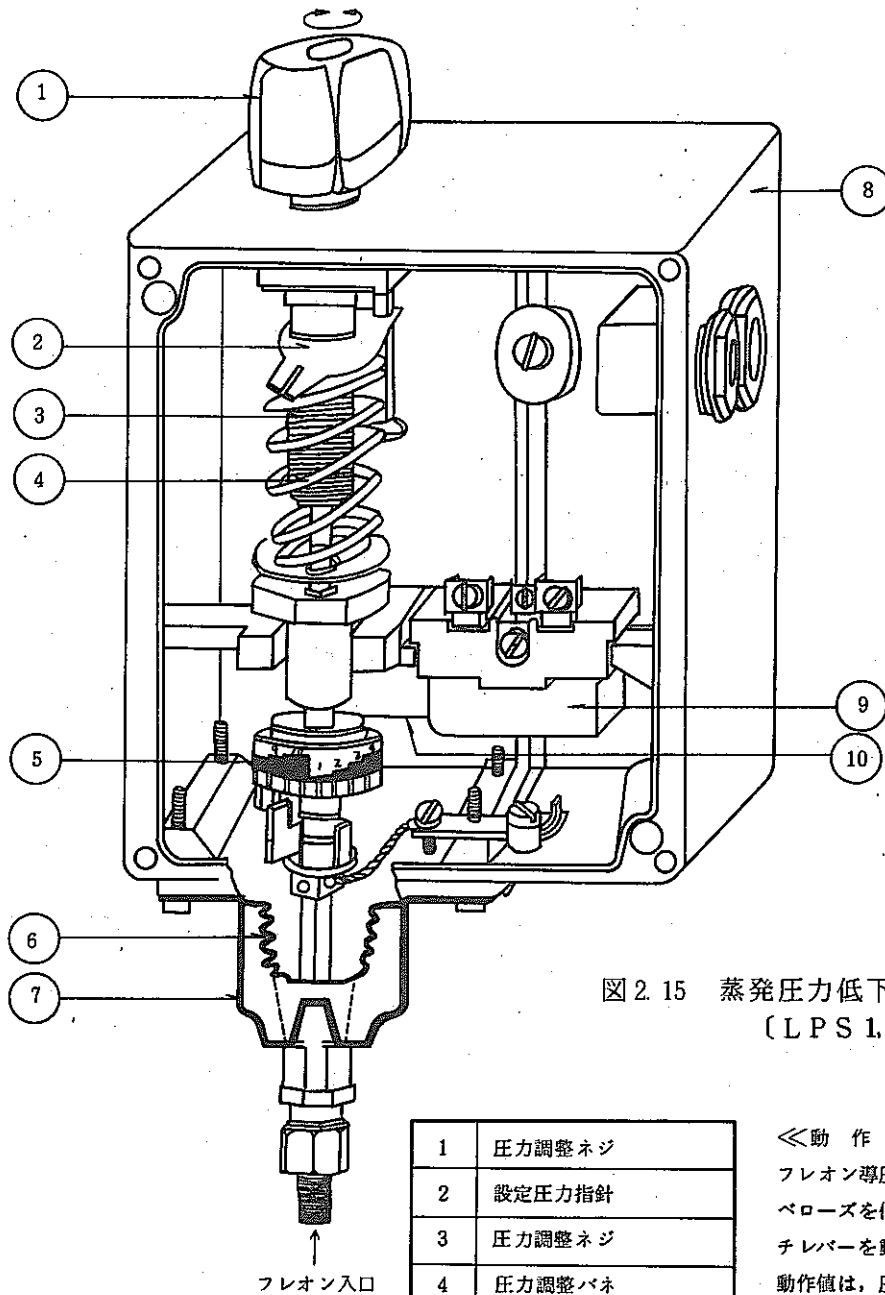


図 2.15 蒸発圧力低下用保護装置  
〔LPS1, LPS2〕

1	圧力調整ネジ
2	設定圧力指針
3	圧力調整ネジ
4	圧力調整バネ
5	復帰圧力調整ネジ
6	ベローズ
7	ベローズカバー
8	ケーシング
9	マイクロスイッチ
10	マイクロスイッチ動作レバー

《動作原理》

フレオン導圧管から導かれたガス圧がベローズを伸縮させ、マイクロスイッチレバーを動作させる。

動作値は、圧力調整ネジを廻すことにより、ベローズ反力となる圧力調整バネ力を変化させ設定を行なう。また復帰圧力の調整は、復帰圧力調整ネジにより、調整が可能である。

※蒸発圧力が負圧になりすぎて、リセット不可になる場合がある。この際には、圧力調整バネをドライバ等で押し上げる事により、リセットが可能である。(圧力調整ダイヤルは絶対に廻さないこと。)

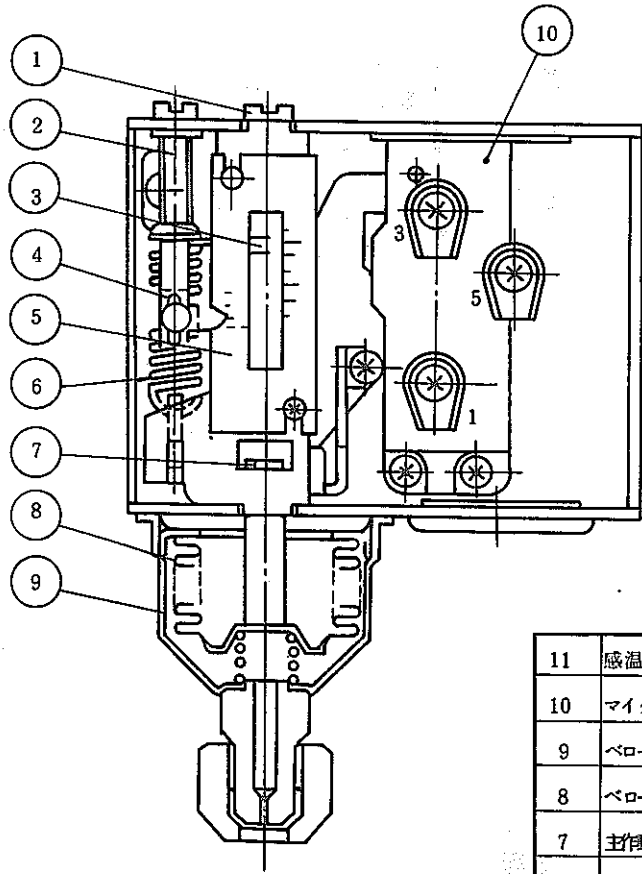
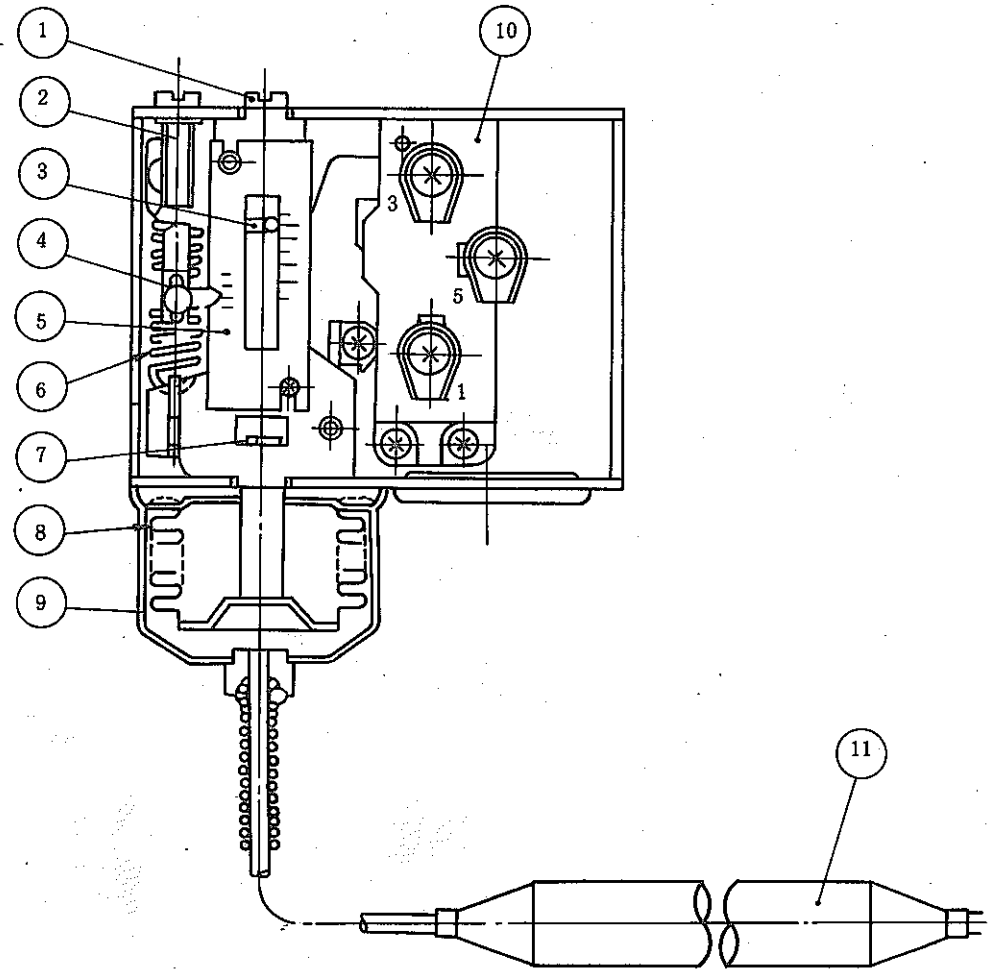


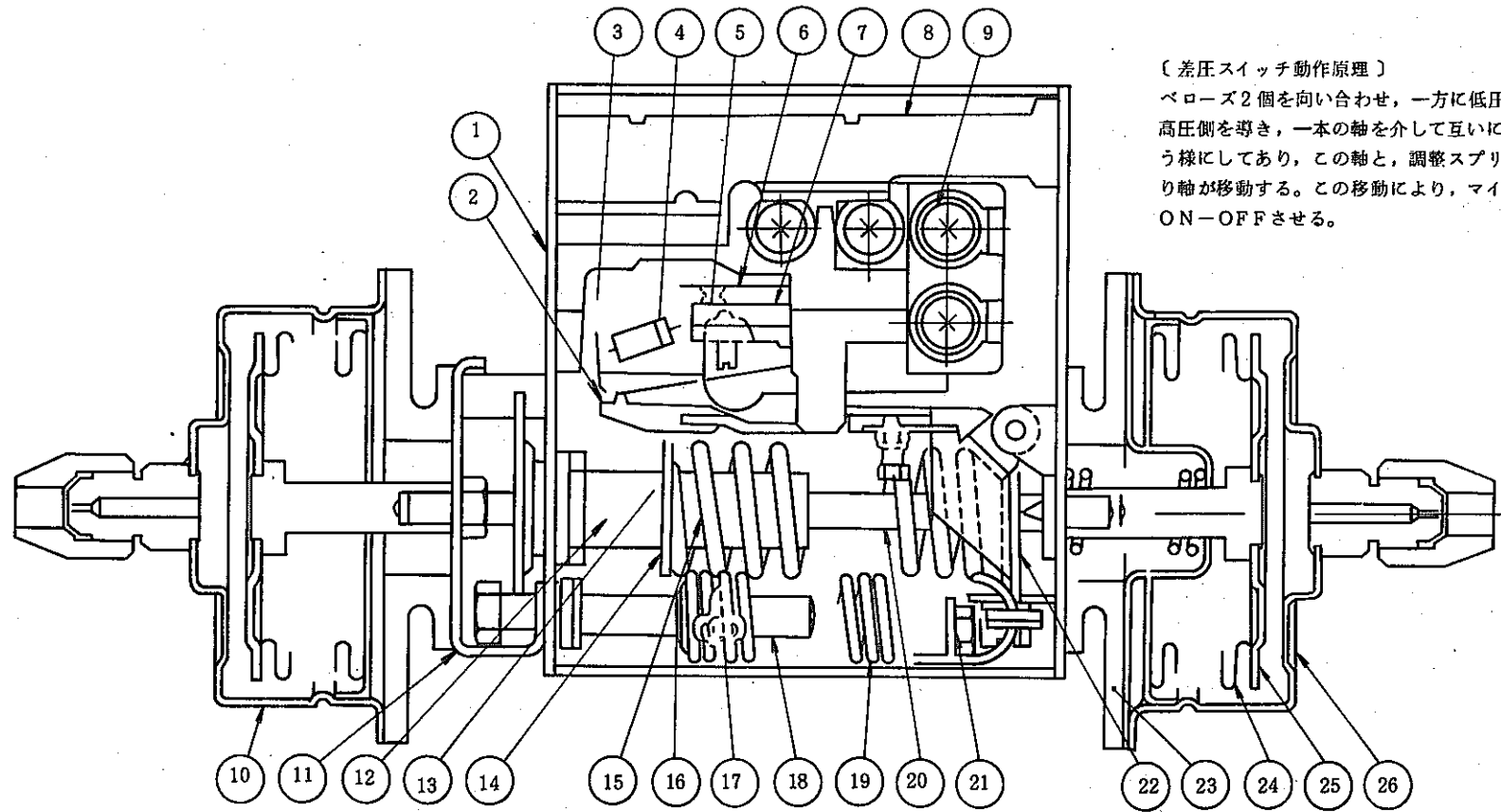
図 2.16 凝縮器内圧力過上昇用保護装置  
(HPS 1, HPS 2)

11	感温筒	—
10	マイクロスイッチ	—
9	ベローズカバー	—
8	ベローズ	—
7	主働板	—
6	圧力差調整パネ	温度差
5	目盛板	—
4	圧力差指針	温度差
3	圧力指針	温度
2	圧力差調整ネジ	温度差
1	圧力調整ネジ	温度
番号	品名	



\*油タンクヒータ用サーモスイッチ

図 2.17 潤滑油タンク温度高用保護装置 (OTS 1, OTS 2)



〔差圧スイッチ動作原理〕

ベローズ2個を向い合わせ、一方に低圧側を、他方に高圧側を導き、一本の軸を介して互いに力を及ぼし合う様にしてあり、この軸と、調整スプリング反力により軸が移動する。この移動により、マイクロSwをON-OFFさせる。

1	ケーシング	10	低圧側ベローズキャップ	19	圧力差調整バネ
2	ベーク作動板	11	合	20	伝導軸
3	スナップ板バネ	12	圧力調整ネジ	21	ストッパー
4	瞬動ベーク	13	圧力指針	22	主作動板
5	可動及び固定接点	14	圧力調整バネ及びナット	23	高圧側ベローズキャップ台
6	固定接点支持板	15	圧力調整バネ	24	高圧側ベローズ
7	可動接点支持板	16	圧力差調整バネ及びナット	25	ベローズ指示板
8	補強板	17	圧力差指針	26	高圧側ベローズキャップ
9	端子	18	圧力差調整ネジ		

図 2. 18 潤滑油圧力低用保護装置  
〔OPS 1, OPS 2〕

### 2-3 常陽冷凍機の特性と異常現象

負荷からの回収熱量の変化に対して冷凍装置では膨張弁が冷媒の量を調節し、それに従って圧縮機が圧力検出により発停または吸込容量を調節する。小型パッケージ式のもの前者によるものが多く、大型往復動式またはターボ式のもの後者による。

2頁で示した対象温度の理由と、熱負荷が急激にかつ大巾に変化しない理由から常陽ではターボ圧縮機を用いた冷凍装置が採用されている。冷媒、圧縮機の種類による特性と、間接冷媒として水を使えないことによる特殊性などを次に述べる。

#### 2.3.1 冷媒 R-11 使用による機器の特長

R-11を使用していることによる特長は、

- ・冷媒が0℃以下になる圧力範囲が狭く、配管の霜による害がない(図2.1参照)。
- ・使用圧力が低く、圧縮機の構造が堅牢でなくてよい(回転式を採用できる)

などがある。逆に欠点としては

- ・冷媒ガス戻り配管～圧縮機吸込部では大気圧以下となり、空気が漏入するおそれがある。
- ・冷凍効果が小さく、冷媒流量を大きくとらなければならない(図2.2参照)ので配管が大口径となる。

熱負荷の増加(例えば床下温度の上昇)は冷却コイル出口の冷媒ガスの温度・圧力上昇となり、それによって自動膨張弁は開度が増加する。戻り冷媒ガス圧力の上昇は圧縮機入口のベーン開度が大きくなることにより補償されなければならない。

#### 2.3.2 直接膨張式冷却

熱負荷からの回収熱を冷水に伝え、冷水を冷媒の膨張時の吸収熱により冷却する間接膨張式に対し、冷媒の膨張を熱負荷部で行なって熱を吸収する方式を直接膨張式という。常陽ではナトリウム使用区域では水を使えないため直接膨張式を採用している。

冷媒の単位重量あたりの蒸発潜熱は通常使用圧力範囲ではほぼ一定であるから熱負荷の変化に対しては冷媒通過量を変化させることで対処する。しかし冷媒通過量が増加した場合、戻りガスの配管圧損が大きくなり、冷却器での単位重量あたりの熱落差が減少しより多くの冷媒を必要とすることになる。すなわち冷却器で十分膨張しきれない冷媒は戻り配管及びK.O.ドラムで更に膨張する。この状態を図2.19の(b)に示す。

ここで $\Delta P$ 、 $\Delta P'$ は冷却器での膨張による圧力降下、 $Q$ 、 $Q'$ は冷却器での蒸発による吸収熱量を示す。

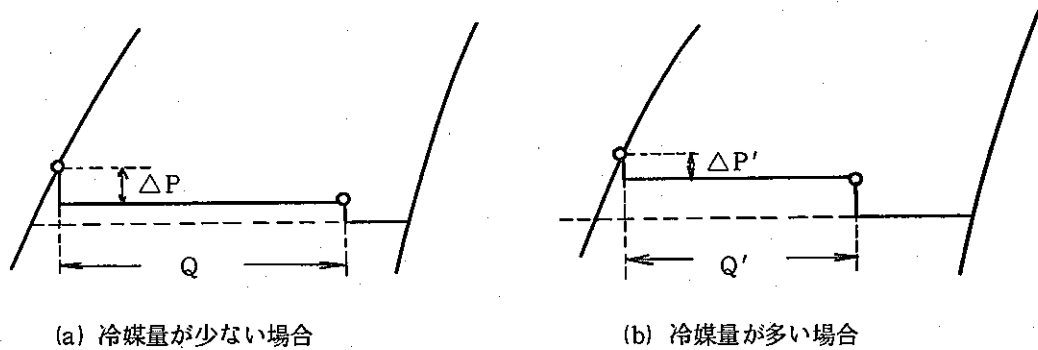


図 2.19 冷却器内での圧力降下の変化

### 2.3.3 ターボ圧縮機の特徴

ある流量以上では流量が増加すると圧力比が低下するが、低流量域では不安定な状態となる。すなわち、次の様な場合は流量と圧力がサイクリックに変動するいわゆるサージングの現象におちいる。

- 凝縮圧力が高すぎる
- 蒸発圧力が低すぎる
- ベーンの開めすぎ

例えば凝縮圧力がb点より高くなると、圧縮ガスが凝縮器側から逆流しb→e→aと変化する。逆流のため再び吐出を開始し始めc点まで復帰する。吐出圧力がc点になると再び上昇し始めbに至り、同じ繰返しとなる。

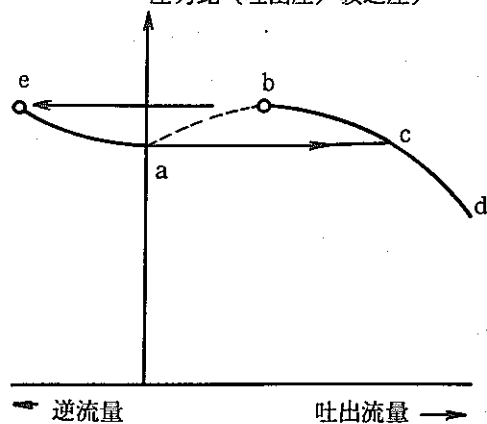


図 2.20 サージング現象領域

サージングを防止するにはc～dの範囲で運転する必要がある。その為、ベーン制御「自動」では30%開度以下にはならない。

### 2.3.4 凝縮圧力の変化

圧縮された冷媒ガスは凝縮器で冷却液化されるが、次のような原因で圧力が増加する。

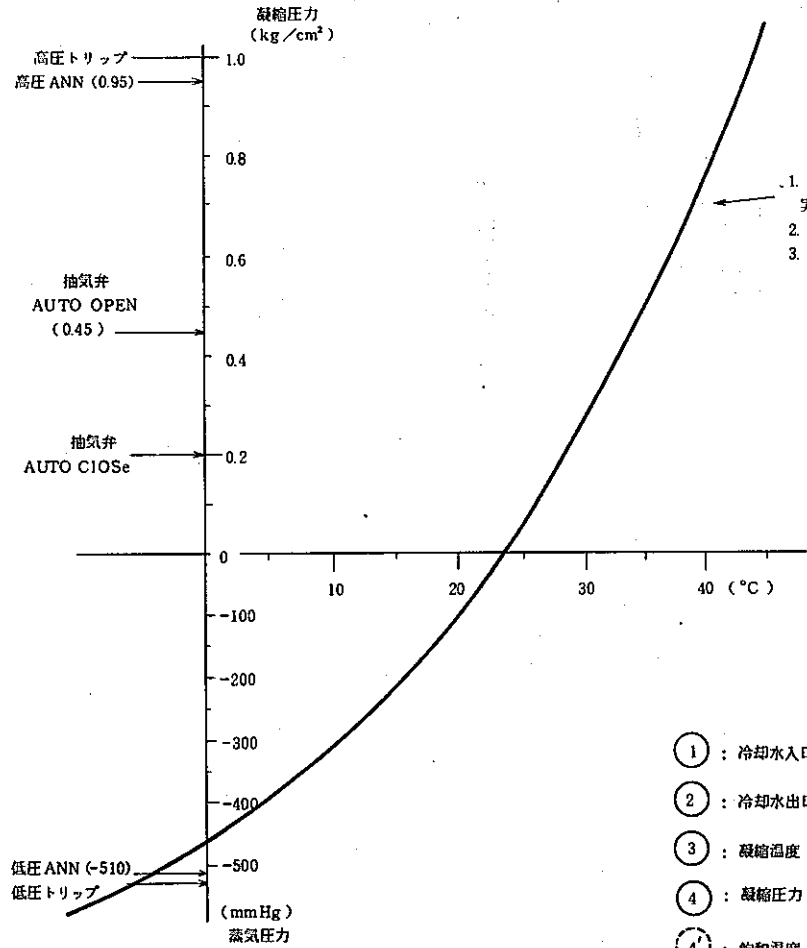
- 圧縮機吐出ガスの増加（冷却管束通過時の圧損増による）
- 冷却水の温度上昇または冷却管のよごれ（冷却能力の低下）
- 空気の漏入（不凝縮成分の分圧増加）

特に冷却管のよごれと空気の漏入については注意しなければならない。静的な条件下では

$$(\text{冷却水平均温度}) = (\text{凝縮温度}) = (\text{飽和温度})$$

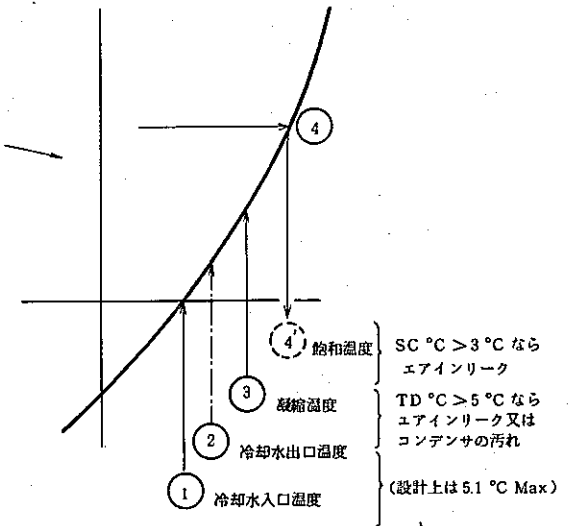
の関係が成立するが、上記の各原因によりこれらに温度差が生ずる。本冷凍装置では図 2.20に示す温度差チェックにより、凝縮圧力上昇の原因を知ることができる。





チェック方法

1. 凝縮圧力④を測定し左図から飽和温度④を読み実際の凝縮温度③と比べる。
2. 用法及び判定は右図による。
3. 冷凍機のデータ測定箇所は下図による。



- ① : 冷却水入口温度
- ② : 冷却水出口温度
- ③ : 凝縮温度
- ④ : 凝縮圧力
- ④' : 飽和温度
- ⑤ : 蒸発温度
- ⑥ : 蒸発圧力
- ← : 冷媒の流れ
- ⇐ : 冷却水の流れ

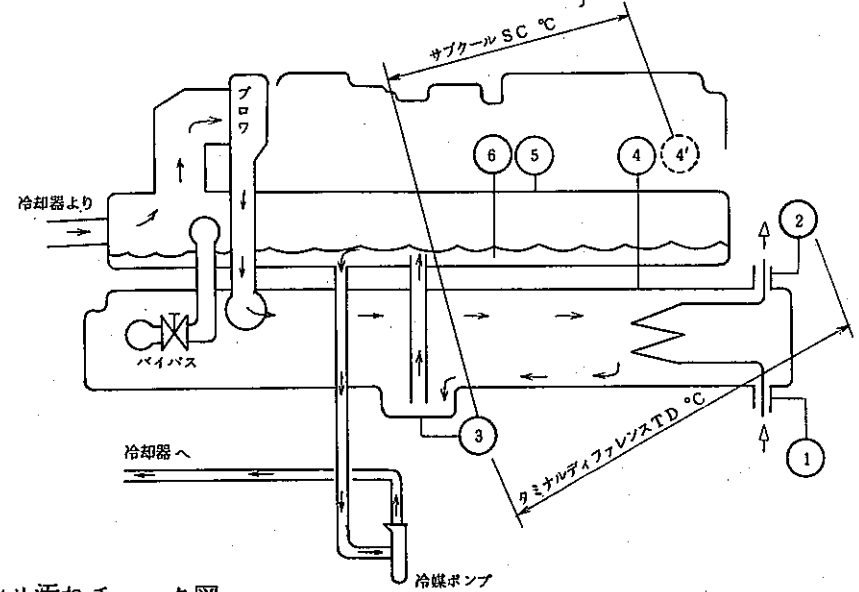


図 2.21 エアインリーク、コンデンサ汚れチェック図

## 2.3.5 熱負荷とその変動

原子炉運転中、停止中および1次冷却系Naのドレン状態などにより回収される熱量は大巾に変化し、フロン冷凍機1台の定格負荷の約30%から約100%までにわたる。

各冷却器別の熱負荷は以下のとおりである。(50MW試験による)

◦格納容器給気用冷却器(床上空調HX84-1)

格納容器床上雰囲気給気温度を調節するもので、その熱負荷は外気の条件に左右される。その熱負荷 $Q_A$ は外気が35℃、相対湿度80%のとき

$$Q_A = 311.7 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

なおこの冷却器は負荷低減のため、夏期原子炉停止中以外は原則として用いていない。

◦主循環ポンプ上蓋室冷却器(HX84-3A, 3B)

主循環ポンプ駆動電動機および同潤滑油ユニットの油冷却器の放熱により室内温度が上昇するため、これを低減させる目的で設置されている。R 501より主循環ポンプ上蓋室軸流ファンにより導入された空気を冷却するので熱負荷 $Q_P$ は格納容器床上雰囲気条件に左右される。

床上雰囲気38℃、相対湿度15%のとき

$$Q_P = 22.9 \times 10^3 \text{ kcal/h} / 2 \text{ 台} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

である。

◦回転プラグ補助冷却器(HX84-5)

$N_2$ 雰囲気再循環用冷却器の出口 $N_2$ ガスを分岐させ、回転プラグ冷却用給気温度を調節するもので、熱負荷 $Q_R$ は冷却器入口条件に左右される。又、機器冷却ファンおよび回転プラグブースタファンでの入熱が加わり

$$Q_R = 32.1 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

◦ $N_2$ 雰囲気再循環用冷却器(HX84-4A, 4B)

熱負荷は $N_2$ 雰囲気に設けられた機器及び配管の放熱量に大きく左右される。原子炉出力100MWの時の機器及び配管の放熱量 $Q_{L100}$ は

$$Q_{L100} = 457.24 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

となり、 $N_2$ 雰囲気再循環ファンおよび機器冷却ファンの入熱を加えると $N_2$ 雰囲気再循環用冷却器の熱負荷、 $Q_N$ は

$$Q_N = 519.57 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

一方、原子炉出力0MW(温態待機)時の床下機器及び配管の放熱量 $Q_{L0}$ は

$$Q_{L0} = 310.1 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \dots\dots\dots \textcircled{6}$$

以上の値より100MW運転の場合

$$\begin{aligned} & \text{床上空調使用時 } \textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{5} \\ & = 886.27 \times 10^3 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

床上空調を使用しない場合

$$\textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{5} = 574.57 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

また、100 MW運転中と0 MW温態待機中との熱負荷の差  $\Delta Q_L$  は

$$\Delta Q_L \div \textcircled{4} - \textcircled{6} = 147.14 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

であるから、原子炉スクラムまたは調整棒一斉挿入の場合はNa系統温度低下にともない冷媒過剰となり、サージングを起こすことがある。

### 2.3.6 ターボ冷凍機運転不能時の温度上昇

原子炉が定格出力運転中は(5)で述べたように大量の熱を回収しており、床上空調を使用していない場合  $574.57 \times 10^3 \text{ kcal/h}$  すなわち、

$$\begin{aligned} \text{ターボ冷凍機 1 台の冷凍能力} &= 180 \text{ USRT}^* \quad * \text{ 米国冷凍トン} \\ &= 180 \times \frac{\text{RT}}{3.024} \text{ (kcal/h/RT)} \\ &= 544.3 \times 10^3 \text{ (kcal/h)} \end{aligned}$$

※1 の110%の負荷である。原子炉75 MW出力運転中、ターボ冷凍機が停止すると床下温度は急激に上昇して約15分後には格納容器アイソレーション(床下60℃)・原子炉スクラムの事態に至る。また、原因の調査、再起動の可否の判断および再起動できた場合でも各冷却器での冷媒液の流れの確認・調整、圧縮機サージング防止のための容量調整など煩雑な作業と多くの時間を要する。したがって、原子炉の運転を継続するか否かの判断をする時間的余裕はわずかしか残されていない。

※1 冷凍能力確認試験では1台運転210 RT ( $635 \times 10^3 \text{ kcal/h}$ ) が可能である。

※2 「約15分後にはアイソレーションに至る」は東芝解析値による。

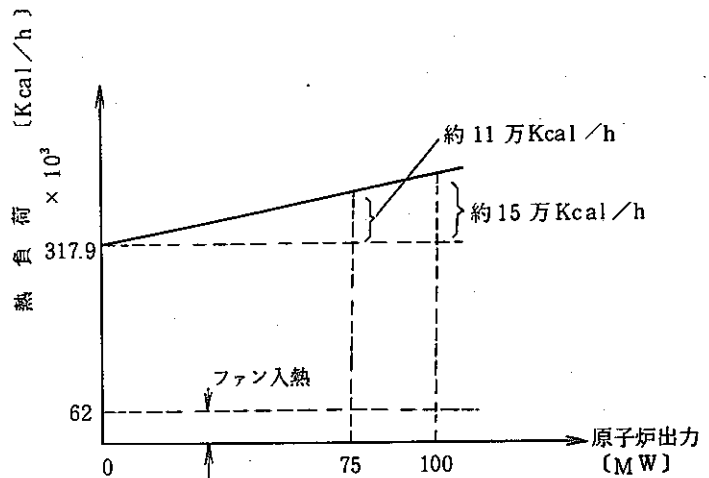


図 2.22 N<sub>2</sub>再循環冷却器の熱負荷

### 2.3.7 膨張弁での液の閉塞

冷凍機の切替時停止やトリップの際に一旦液冷媒ポンプの吐出圧がなくなると、膨張弁やその前の流量調節弁において液の部分蒸発が起る。その後冷媒ポンプが再起動すると、流量を絞られている各所で急激に液の流速が高くなり、より激しい部分蒸発を誘起していわゆるベーパーロックの現象となる。したがって液の流れが旧状態に戻らず低負荷運転の状態になってしまう。この場合は流量調整を急入りにやり直す必要がある。

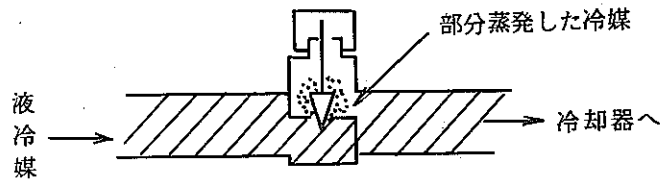


図 2.23 膨張弁でのベーパーロック

### 2.3.8 メカニカルシールの漏油

メカニカルシールの摺動部には潤滑油が供給されているので、正常な運転中でも微量ながら漏れ出てくる。しかしシール面が不良になるとドレンポットへ落ちる量が急に増加するので、この油面の変化に注意しなければならない。

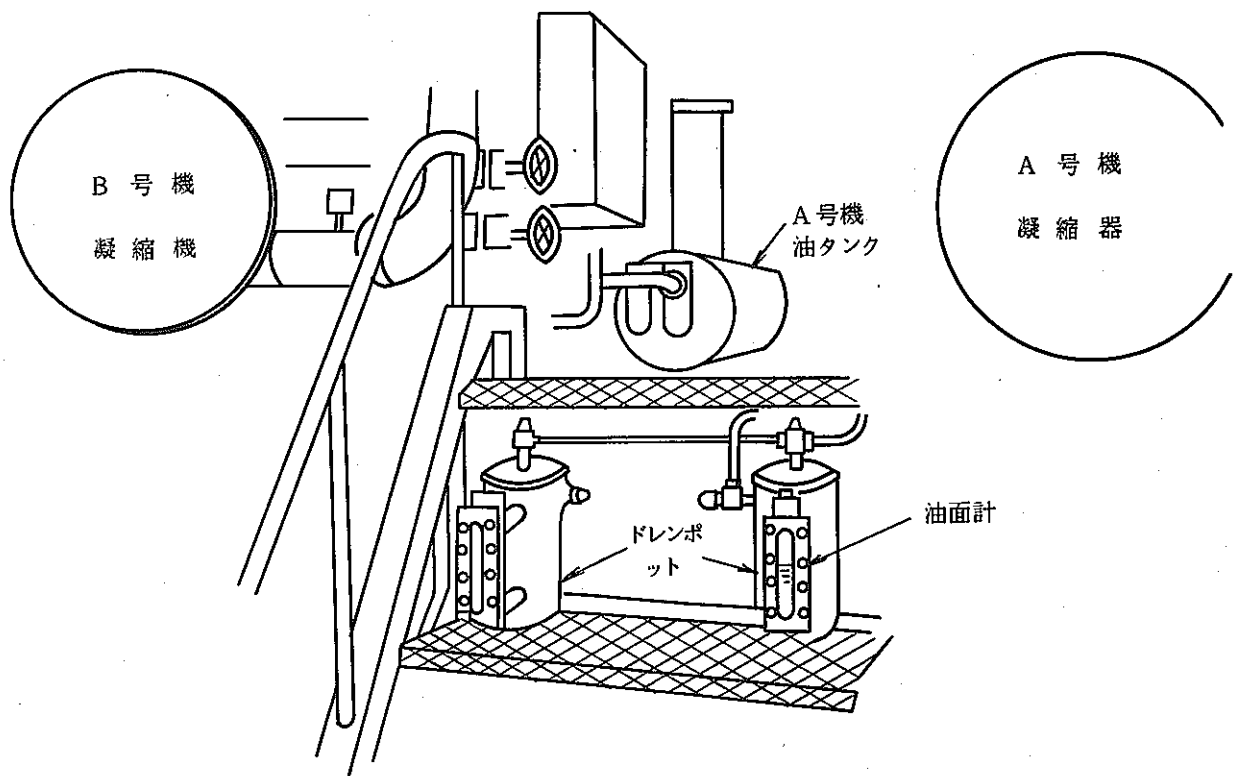


図 2.24 ドレンポット

### 3. フレオン冷凍機の運転

#### 3.1 フレオン冷凍機の運転条件

##### 3.1.1 フレオン冷凍機関係電源リスト

区別	負 荷 名	電 源 盤	場 所	備 考
動 力 電 源	フレオン冷凍機 A	1CM/C 冷凍機盤A	A-705 (#311) A-102 (#001)	冷凍機本体及び制御電源
	フレオン冷凍機 B	1DM/C 冷凍機盤B	A-707 (#331) A-118 (#014)	
	冷媒ポンプ A	原付2C-1C/C	A-102 (#005)	
	冷媒ポンプ B	原付2D-1C/C	A-118 (#016)	
	冷媒ポンプ C	原付2C-1C/C	A-102 (#005)	
	ポンプアウトユニット	"	"	
	冷凍機補機 A	"	"	油ポンプ, 油ヒータ サクションベーンコントロール 用元電源
	冷凍機補機 B	原付2D-1C/C	A-118 (#016)	"
制 御 電 源	冷媒ポンプA操作電源	原付2C-1C/C	A-102 (#005)	
	冷媒ポンプB操作電源	原付2D-1C/C	A-118 (#016)	
	冷媒ポンプC操作電源	原付2C-1C/C	A-102 (#005)	
	冷凍機補機電源 (冷凍機付操作箱内)	フレオン操作盤内 NFB 1 NFB 2	A-102	油ポンプ, 制御及び ベーンコントロール用 油ヒータ用

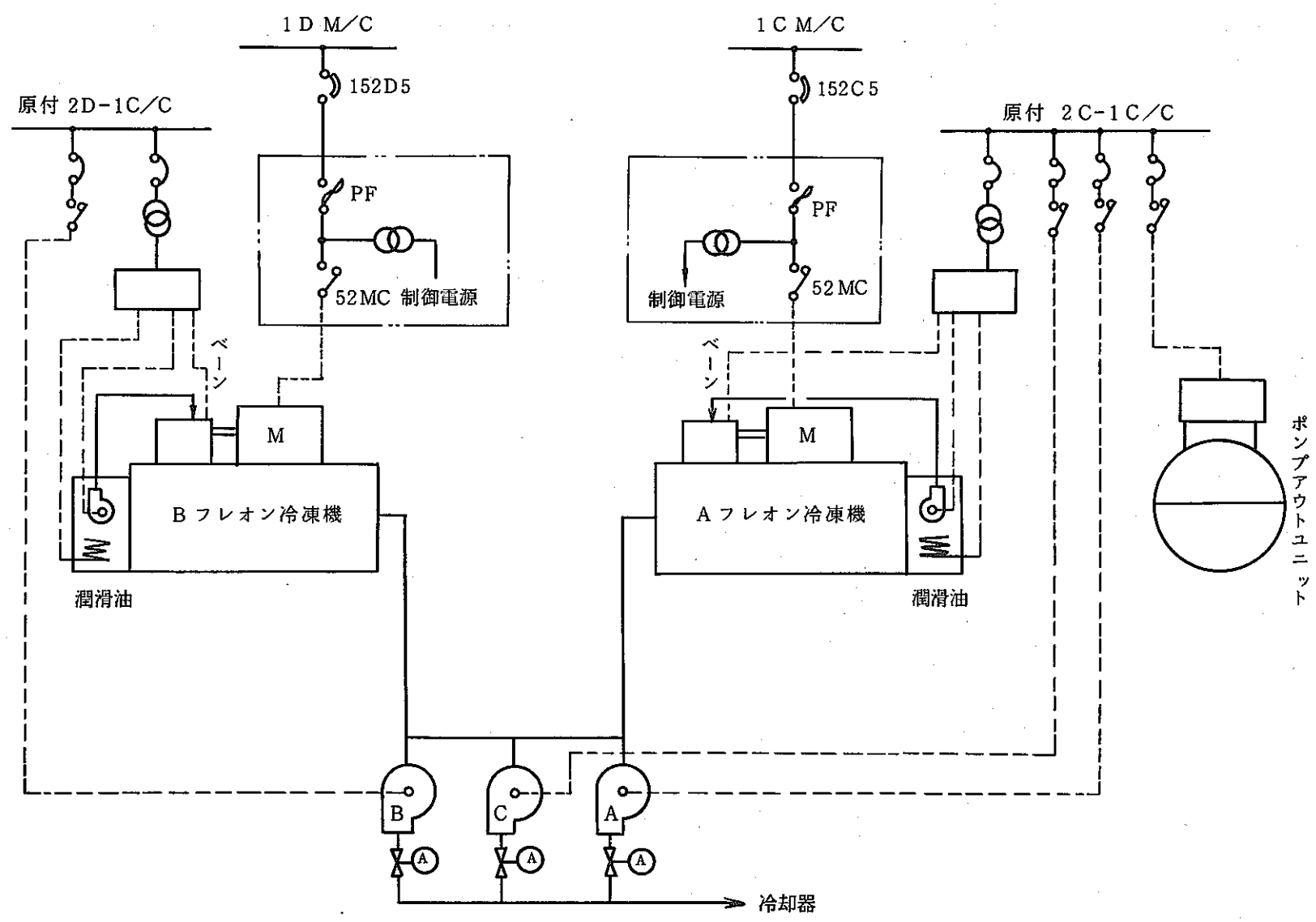


図 3.1 フレオン系電源系統図

## 3.1.2 フレオン冷凍機廻り計器リスト

計器名称	測定場所		検出器種類	測定範囲	使用先	備考
蒸発 圧力指示	K.Oドラム	フレオン	ブルドン管	-76 cmHg ~2 kg/cm <sup>2</sup>	—	
蒸発 圧力 LPS <sub>1</sub>	"	"	ベローズ型	-60 cmHg ~5 kg/cm <sup>2</sup>	L: -520 mmAq フレオントリップ	
" LPS <sub>2</sub>	"	"	"	"	L: 510 mmAq プレアラーム	
" 発信器(P/R)	"	"	圧力-抵抗変換器	0~760 mmHg	サクションベーン コントロール	
凝縮器圧力指示	凝縮器胴	"	ブルドン管	-76 cmHg ~2 kg/cm <sup>2</sup>	—	
" HPS <sub>1</sub>	"	"	ベローズ型	-50 cmHg ~3 kg/cm <sup>2</sup>	H: 1.0 kg/cm <sup>2</sup> フレオントリップ	
" HPS <sub>2</sub>	"	"	"	"	H: 0.95 kg/cm <sup>2</sup> プレアラーム	
冷却器戻りガス圧力指示	冷媒戻り管	"	ブルドン管	-76 cmHg ~2 kg/cm <sup>2</sup>	—	
冷媒ポンプ入口圧力		"	"	-76 cmHg ~2 kg/cm <sup>2</sup>	—	×3台
" 出口圧力		"	"	-76 cmHg ~15 kg/cm <sup>2</sup>	—	×4台
抽気コンデンサ圧力指示計	抽気コンデンサ上部	フレオン +空気	"	-76 cmHg ~3 kg/cm <sup>2</sup>	—	
抽気コンデンサ圧力スイッチ PPS	抽気コンデンサ上部	"	ベローズ型		H: 0.45 kg/cm <sup>2</sup> L: 0.20 kg/cm <sup>2</sup> 放出弁開閉	
給油圧力指示計		油	ブルドン管	-76 cmHg ~3 kg/cm <sup>2</sup>	—	
" OPS 1		"	ベローズ差圧式	0~3 kg/cm <sup>2</sup>	L: 0.3 kg/cm <sup>2</sup> フレオントリップ	
" OPS 2		"	"	"	L: 0.4 kg/cm <sup>2</sup> プレアラーム	

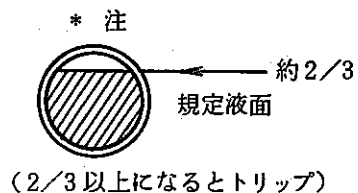
計器名称	測定場所		検出器種類	測定範囲	使用先	備考
メカニカルシール戻り圧力		油	ブルドン管	-76 cmHg ~3kg/cm <sup>2</sup>	—	
吸入ガス温度	サクションベーン入口部	フレオン	アルコール封入式	-10~40℃	—	
蒸発冷媒温度	K.Oドラム	"	"	"	—	
凝縮冷媒温度	フロート室	"	"	10~60℃	—	
吐出ガス温度	圧縮機吐出管	"	水銀封入式	20~120℃	—	
油タンク温度指示計	油タンク内油	油	ダイヤル式	0~100℃	—	
"	"	"	感温膨張式	65~105℃	H: 70℃	
油タンク温度 OTS 2	油タンク内油	"	感温膨張式	45~75℃	H: 55℃ L: 50℃ ヒータコントロール	
油回収装置温度 TS	油回収タンク	"	"	"	H: 50℃ L: 55℃ ヒータコントロール	
給油温度指示		"	アルコール封入式	0~100℃	—	
油もどり温度指示		"	"	0~100℃	—	
冷却水入口温度指示		水	"	10~60℃	—	
冷却水出口温度指示		"	"	10~60℃	—	
冷却水流量 FS	冷却水出口配管	"	フロースイッチ	—	L: 50%FLOW フレオントリップ	
サクションベーン開度指示計		位置	セルシン	0~100%	—	



## 3.1.3 警報項目一覧

機器番号	動作事項	表示		設定値
		表示場所	警報	
P84-2A (49X)	冷媒ポンプ(A)過電流 トリップ	#003 (A-102)	ランプ表示	電流計にて 42A以下
		#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
P84-2A (イ)MCB-2-T (ロ)MCB-3-T	冷媒ポンプ(A)操作電源 トリップ	#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
P84-2C (49X)	冷媒ポンプ(C)過電流 トリップ	#003 (A-102)	ランプ表示	電流計にて 42A以下
		#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
P84-2C (イ)MCB-2-T (ロ)MCB-3-T	冷媒ポンプ(C)操作電源 トリップ	#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
CP84-2 (49X)	ポンプアウトユニット トリップ	#003 (A-102)	ランプ表示	電流計にて 11.3A以下
		#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
P84-2B (49X)	冷媒ポンプ(B)過電流 トリップ	#003 (A-102)	ランプ表示	電流計にて 42A以下
		#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	
P84-2B (イ)MCB-2-T (ロ)MCB-3-T	冷媒ポンプ(B)操作電源 トリップ	#422 (A-712)	(2C-1 動力盤異常) ANN	

機器番号	動作事項	表示		設定値
		表示場所	警報	
CP84-1A (FS)	A フレオン冷凍機 凝縮器冷却水断水	A フレオン冷凍機 操作盤(A-102)	ランプ表示	定格流量の50%
CP84-1A (LPS1)	A フレオン冷凍機 冷媒蒸発圧力低下	同上	同上	-520mmHg
CP84-1A (HPS1)	A フレオン冷凍機 凝縮器内圧力過上昇	同上	同上	1.0kg/cm <sup>2</sup> G
CP84-1A (イ) OPS1 (ロ) OTS1	A フレオン冷凍機 油差圧低下 } 並列で左記 油温過上昇 } の回路動作	同上	同上	(イ) 0.3 kg/cm <sup>2</sup> (ロ) 70°C
CP84-1A (51X)	A フレオン冷凍機 主電動機過負荷(過電流)	同上	同上	電流計にて57A以下 110%
CP84-1A (LSH)	A フレオン冷凍機 冷媒液面過上昇	同上	同上	※注 規定液面(200mm)以上
CP84-1A (イ) 3X (ロ) 30X	A フレオン冷凍機 冷凍機投入失敗 } 直列で 故障(上記警報のまとめ) } 動作	同上	ブザー	
CP84-1A (イ) 3X (ロ) 30X (ハ) 1X	A フレオン冷凍機 冷凍機投入失敗 } 直列で 故障(上記警報のまとめ) } 動作 始動	#422 (A-712)	(A フレオン冷凍機) 異常 ANN	
CP84-1A (イ) 30X (ロ) LPS2 (ハ) HPS2 (ニ) OPS2	A フレオン冷凍機 故障 } 並列で 蒸発圧力低下 } 動作 凝縮圧力過上昇 } 油圧低下 }	A フレオン冷凍機 プレアラーム盤 (A-102)  #422 (A-712)	ランプ表示 ブザー  (A フレオン冷凍機) プレアラーム ANN	(イ) — (ロ) -510mmHg (ハ) 0.95 kg/cm <sup>2</sup> G (ニ) 0.4 kg/cm <sup>2</sup>
49QB	A フレオン冷凍機 油ポンプA過電流	A フレオン冷凍機 操作盤(A-102)		



## 3.1.4 フレオン冷凍機の運転基準値

	通常運転値	警報値	トリップ値	備考
電 圧	3000V±10%			定格値：52A  冷却水出口温度との温度差5℃以内
電 流	25A～40A	[過負荷]	57A (110%)	
ベーン開度	30%～60% (自動) 35%前後 (手動)			
蒸発温度	-2℃～+4℃			
蒸発圧力	-480mmHg～-400mmHg	-510mmHg [過冷却]	-520mmHg	
凝縮温度	30℃～45℃			
凝縮圧力	0.3kg/cm <sup>2</sup> ～0.9kg/cm <sup>2</sup>	0.95kg/cm <sup>2</sup> [凝縮圧力上昇]	1.0kg/cm <sup>2</sup>	
吐出ガス温度	60℃～90℃			
冷却水入口温度	25℃～29℃		[冷却水量減] 124.7m <sup>3</sup> /h/2台	
冷却水出口温度	25℃～34℃			
潤滑油給油圧力	0.5kg/cm <sup>2</sup> 以上	0.4kg/cm <sup>2</sup> [油圧低]	0.3kg/cm <sup>2</sup>	
油タンク温度	40℃～60℃	[油温高]	70℃	
給油温度	35℃～45℃			
冷媒ポンプ吸入圧力	-200mmHg～-250mmHg			
冷媒ポンプ吐出圧力	8.0kg/cm <sup>2</sup> ～9.5kg/cm <sup>2</sup>			

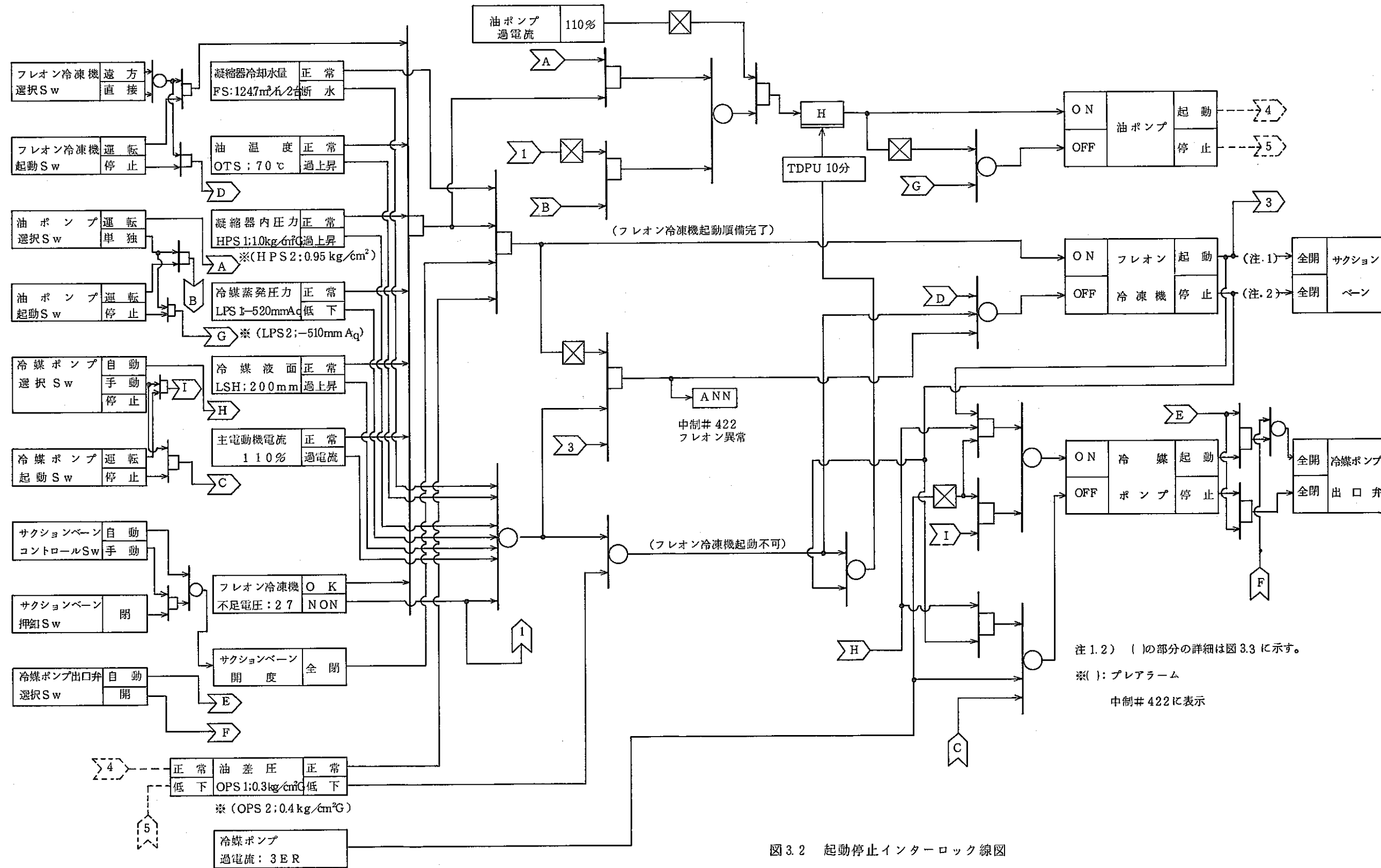


図 3.2 起動停止インターロック線図

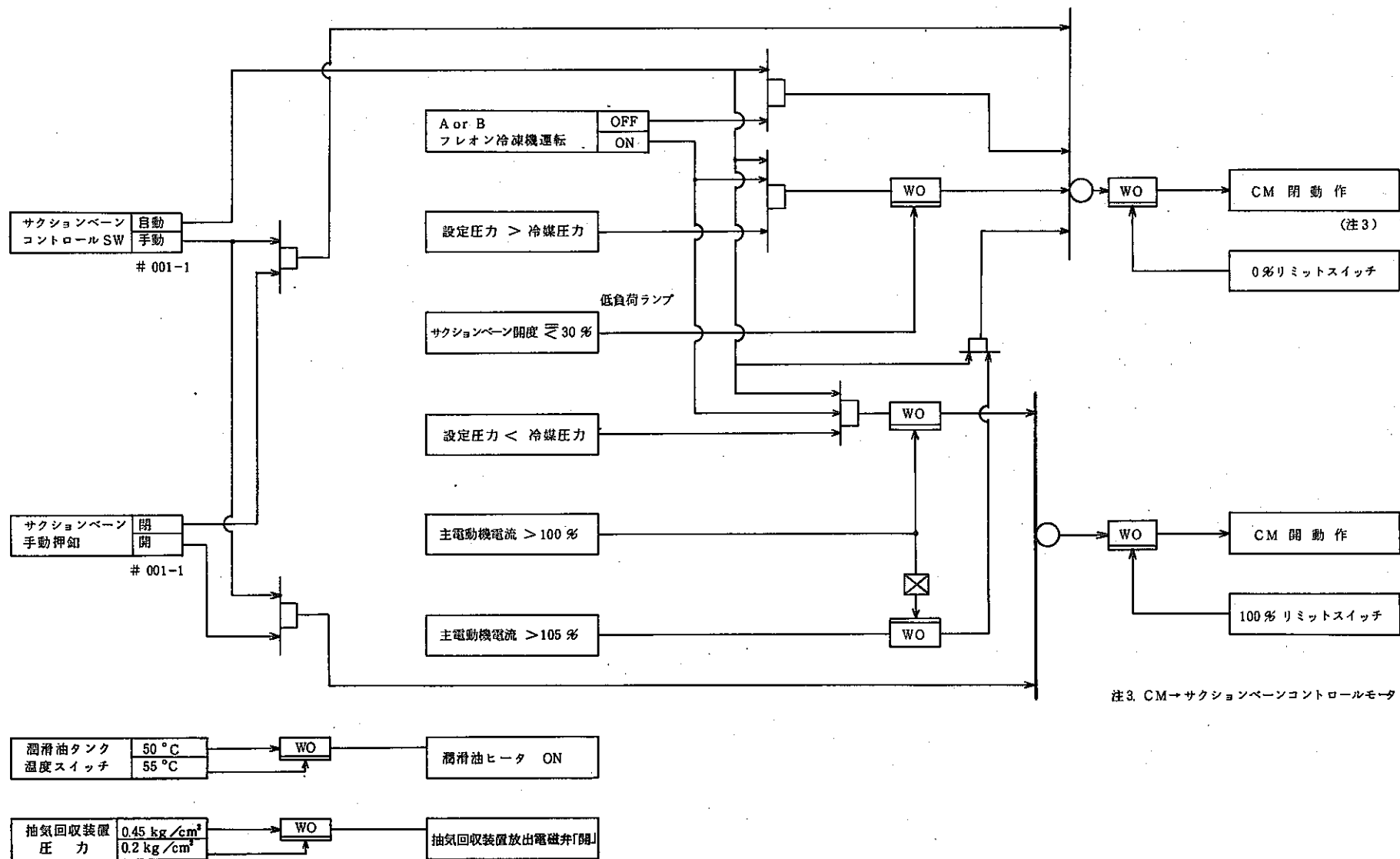


図 3.3 制御系インターロック線図

記号	名称
—	冷媒系統
—	潤滑油系統
- - - -	冷却水系統
- - - -	電気信号系統
⊙	圧力計 (操作盤取付)
⊙	圧力計 (現場取付)
⊡	温度計 ( " )
⊡ & ⊙	液面計 ( " )
⊡	電磁弁
⊡	フロート弁
⊡	油圧調整弁
⊡	サイトグラス
LS&LSH	レベルスイッチ
HPS	圧力スイッチ (圧高でON)
LPS	" (圧低でON)
OPS	油圧差圧力スイッチ
OTS	温度スイッチ
PPS	ページ用圧力スイッチ
TS	温度スイッチ
FS	断水用フロースイッチ
⊡	コントロールモータ
⊡	ベーン開度計
⊡	電流計
⊡	圧力/抵抗交換発信器
⊡	バックドラム

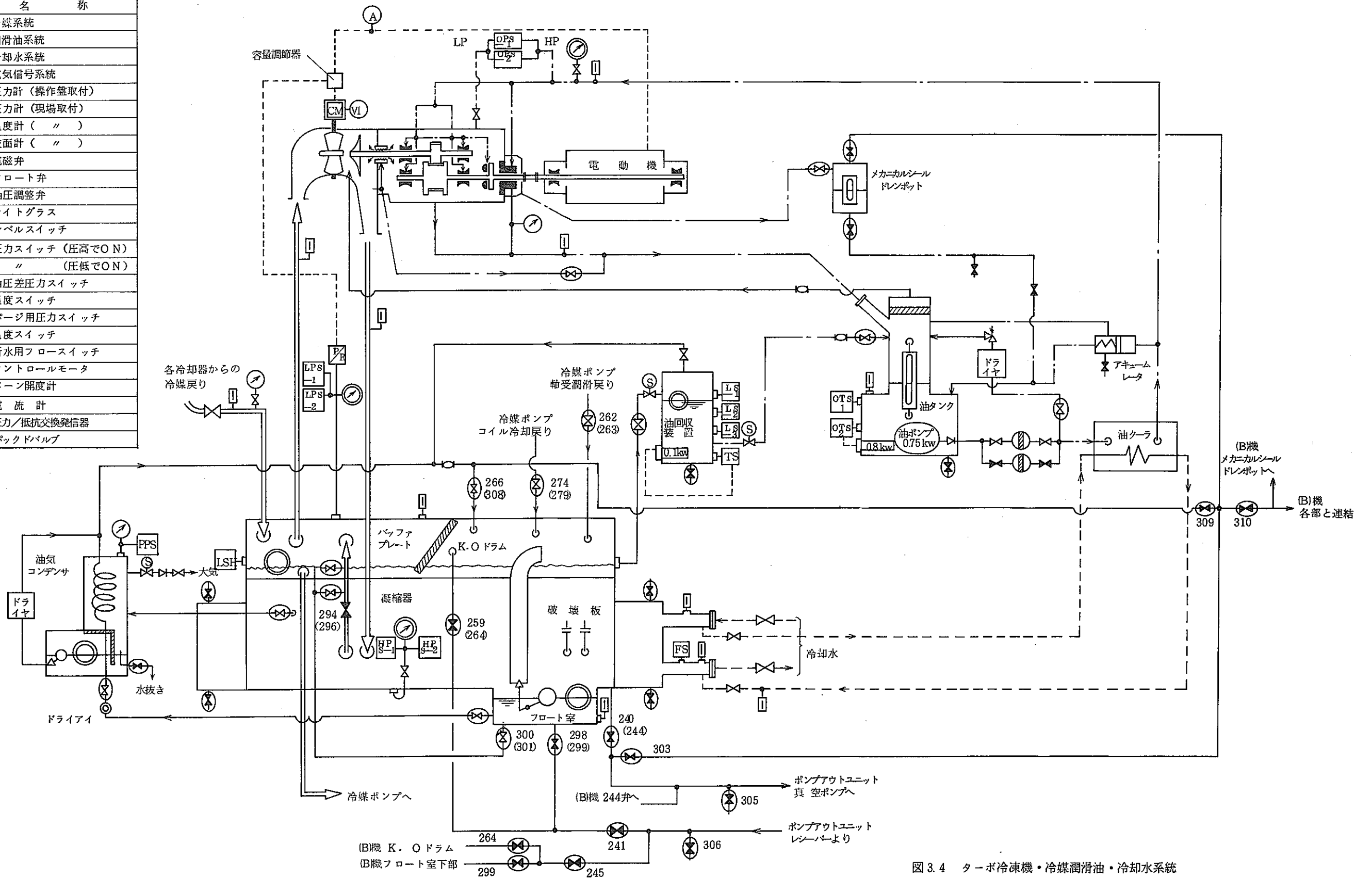


図 3.4 ターボ冷凍機・冷媒潤滑油・冷却水系統

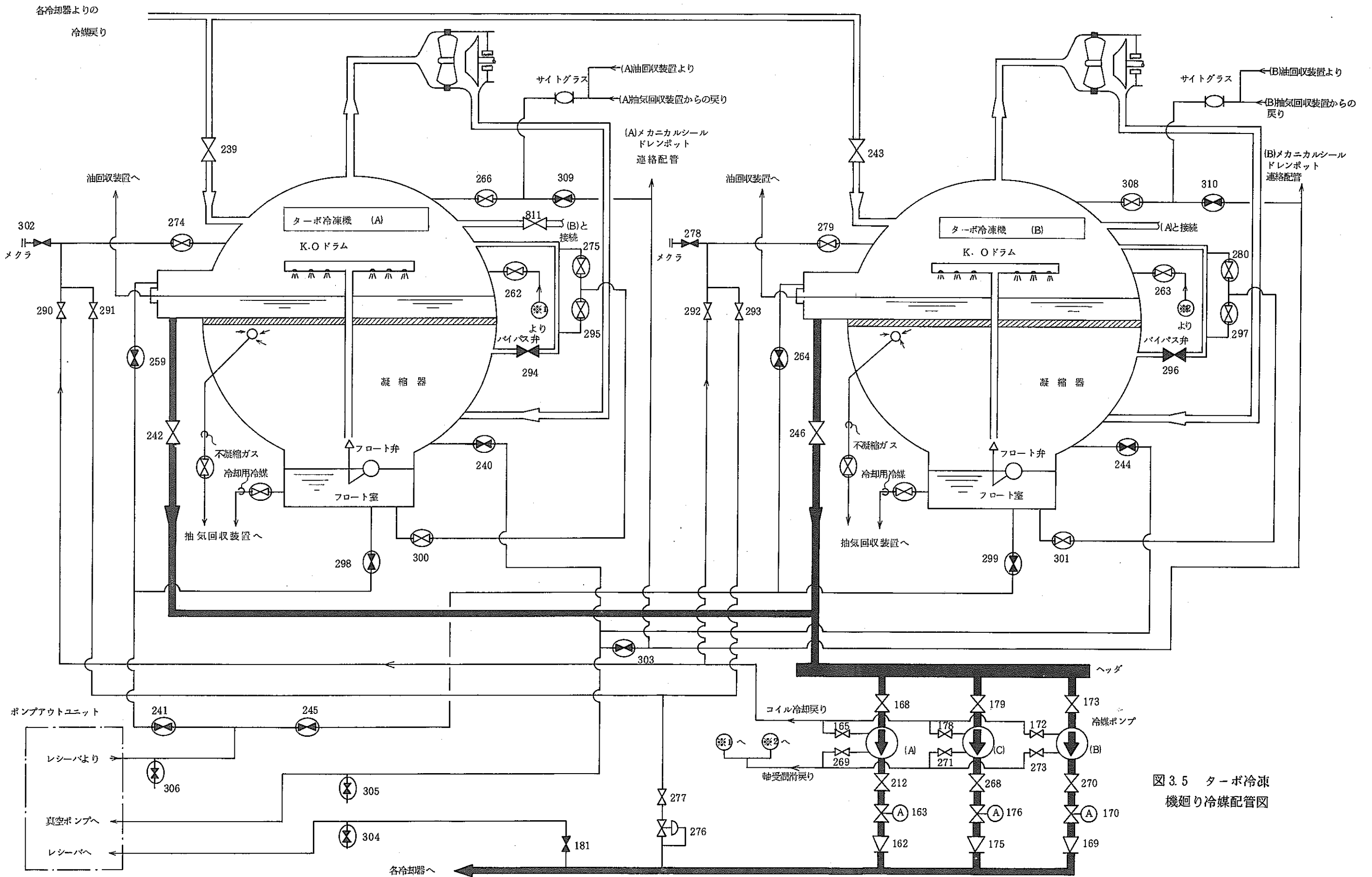


図 3.5 ターボ冷凍機廻り冷媒配管図

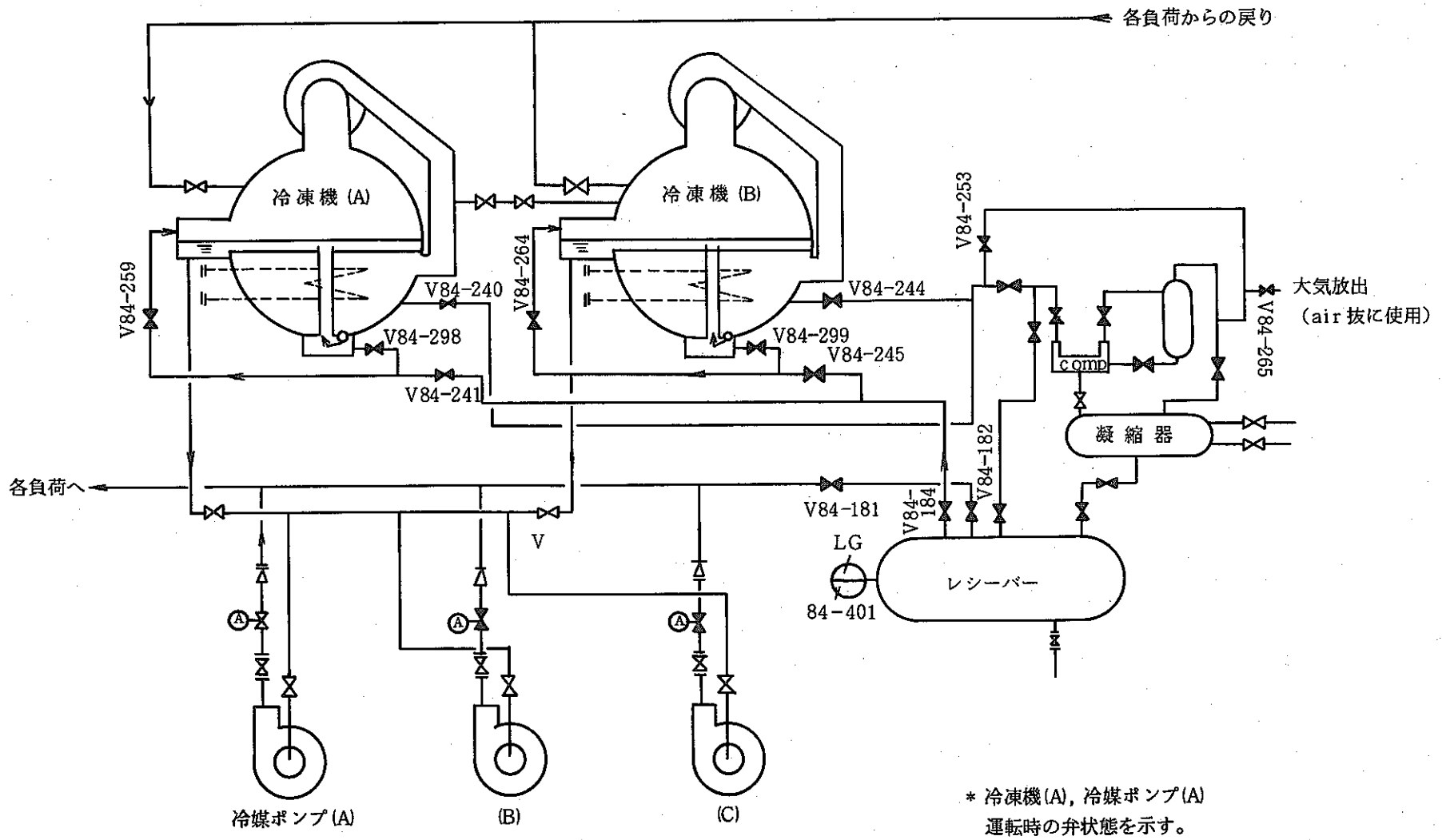


図 3.6 フレオン冷媒液の補給路



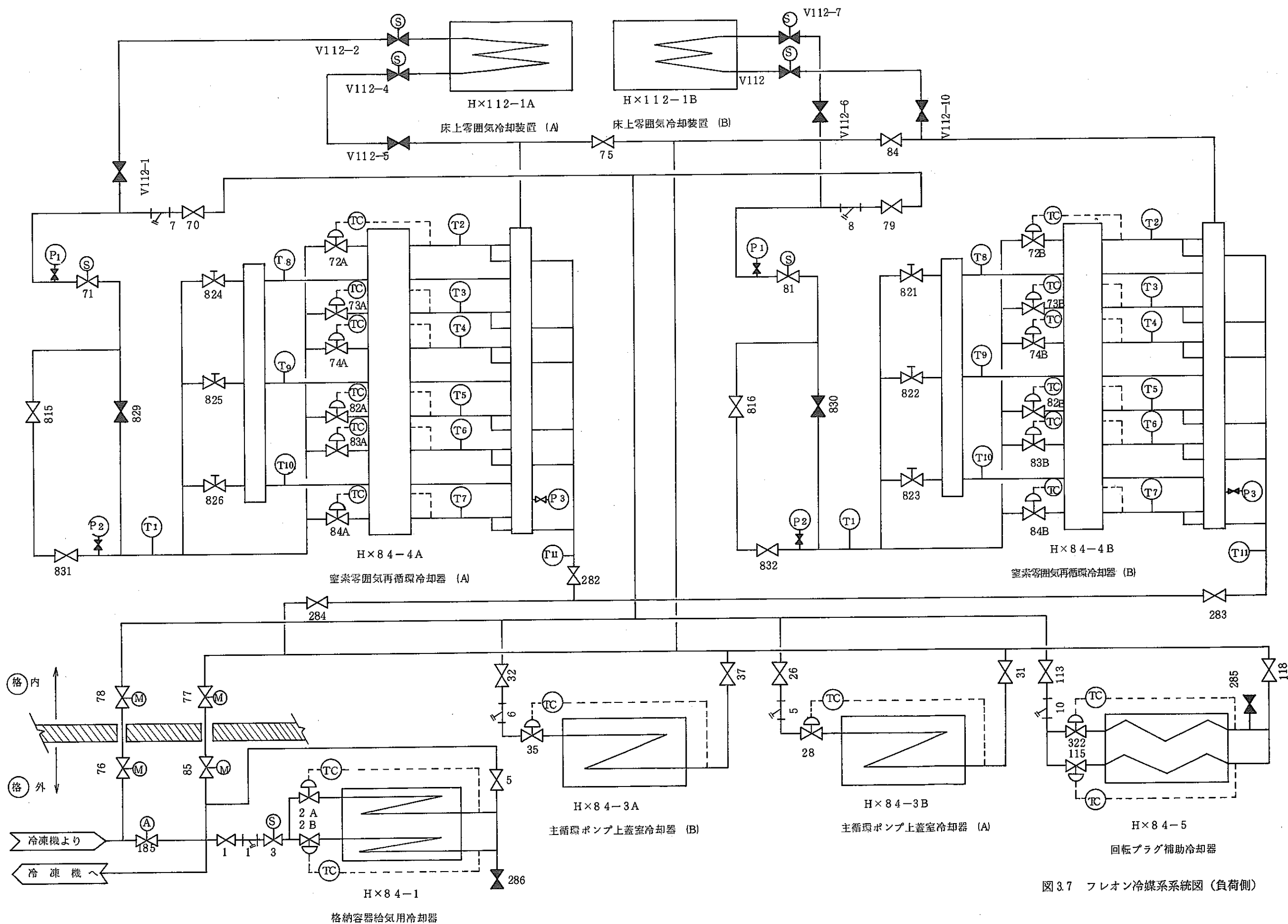


図 3.7 フレオン冷媒系系統図 (負荷側)

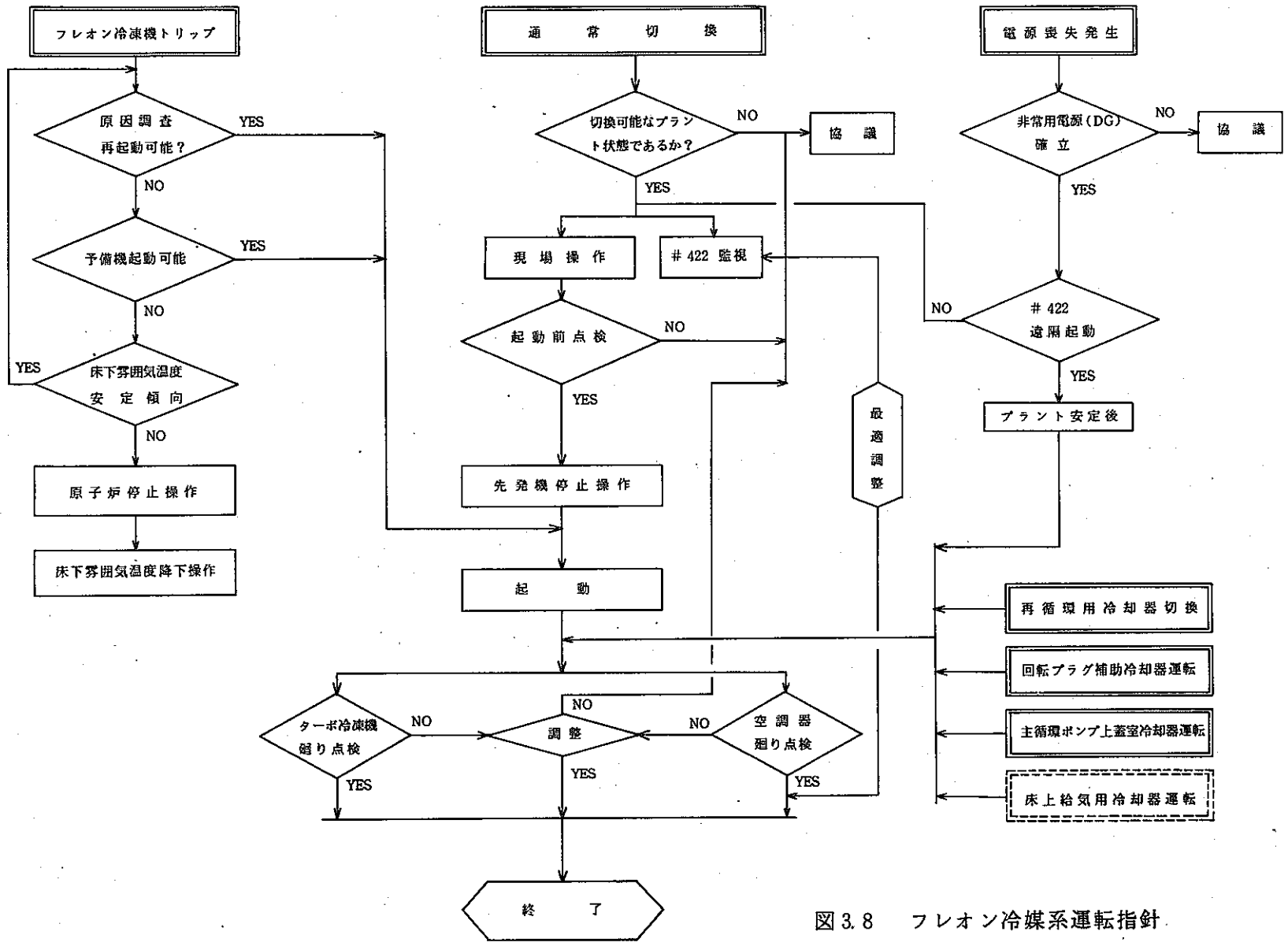


図 3.8 フレオン冷媒系運転指針

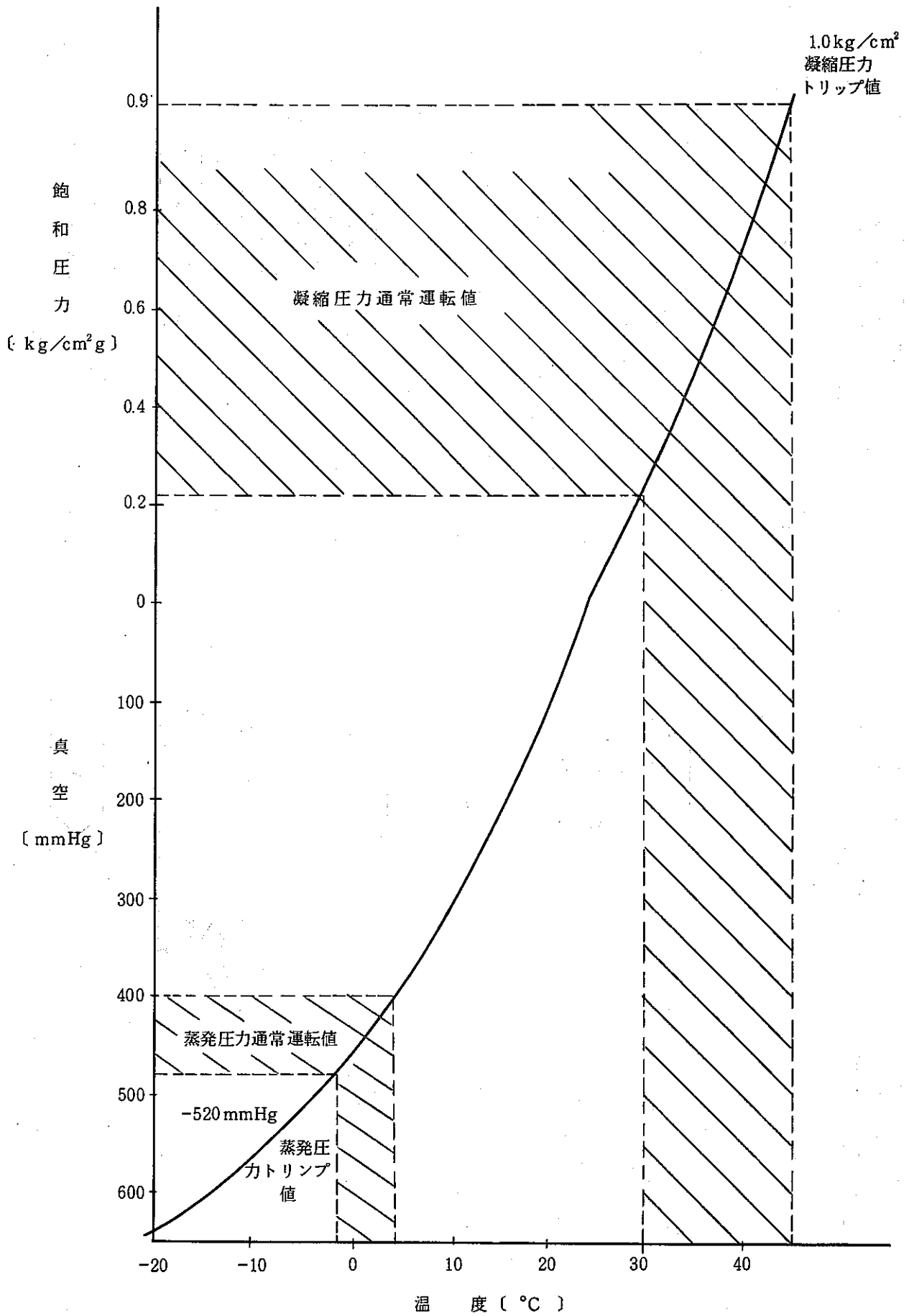
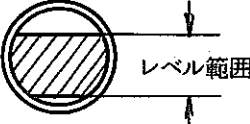


図 3.9 R-11 の飽和蒸気圧曲線

## 3.2 フレオン冷凍機の運転手順

順序	操作・確認項目	場所 ( )盤	確認事項	備考
1.	<p>フレオン冷凍機の起動前点検を行なう。</p> <p>(1) 動力電源、制御電源が投入されていること。</p> <p>(2) フレオン操作盤にて、“水量低”のランプが消灯している事、及び冷却水温度が25～29℃である事を確認する。</p> <p>(3) フレオン冷凍機油タンクの油量及び油温のチェックを行なう。</p> <p>(4) 冷媒ポンプ選択SWが「自動」であること及び、冷媒ポンプ出口弁選択SWが「自動」であること。</p> <p>(5) 故障表示灯“油異常”以外が消灯していること。</p>	<p>A-102</p> <p>A-102</p> <p>A-102 (=003) (=016)</p> <p>A-102 (=004)</p> <p>A-102 (=001-1) (=014-1)</p>	<p>電源リストによる。</p> <p>油量：レベルグラスによる。 油温：油ヒータにより 40～60℃である こと。</p>	<p>操作盤の</p> <p>〔制御電源(白) 動力電源(赤) 油ヒータ(赤) が点灯していること。〕</p>
2.	<p>長時間運転していない冷凍機を運転する場合、油ポンプを単独運転し、潤滑油をなじませる。</p> <p>(1) 油ポンプ選択SWを「単独」とする。</p> <p>(2) 油ポンプ運転SWを「運転」とする。</p> <p>(3) 油ポンプ運転SWを「停止」とする。</p> <p>(4) 油ポンプ選択SWを「連動」にする。</p>		約5分間運転する。	
3.	フレオン冷凍機を選択SWを「直接」とする。	A-102 (=001-1) (=014-1)		

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
4.	サクションベーンコントロールSWが「自動」で全閉であることを確認する。	A-102 (#001-1) (#014-1)		
5.	冷凍機凝縮器バイパス弁を「全閉」とする。	A-102		
6.	先発運転機を停止する。 (1) 「遠方」-「直接」を「直接」とする。 (2) フレオン冷凍機停止釦を押す。	A-102 (#001-1) (#014-1)		(注) 6.の操作は切換のときに行なう。
7.	運転機側フレオン冷凍機用運転押釦を押す。	〃	内を確認する。	
<p style="text-align: right;">(起動流れ図)</p>				
8.	蒸発圧力を運転圧-450mmHgにするために、サクションベーンが自動コントロールされること。	A-102 (#001-1) (#014-1)		通常運転値 (-480~-400mmHg)
9.	各冷却器の運転状態を確認する。	R-501	フレオン冷媒温度記録計：安定	
10.	サクションベーン開度指示安定後(約5min) 30%以上であることを確認する。	A-102 (#001-1) (#014-1)	低負荷Ⓡランプ消灯していること。	
<p>*サクションベーン開度が30%以下の場合には以下の操作を行なう。</p> <p>(1) 蒸発 圧力低下防止のため(トリップ防止),サクションベーン開度が35%になる様にバイパス弁を徐々に「開」とする。</p> <p>(2) サクションベーンコントロールを「手動」とし、開閉釦により開度を35%とする。</p> <p>(3) 蒸発 圧力が-450mmHgになる様に、バイパス弁を徐々に操作する。</p> <p>(4) 蒸発 温度が+4℃~-2℃である事を確認する(指示が安定するまで約10分間)。</p>				
11.	運転状態を確認する。 (1) 蒸発 圧力：約-450mmHg	A-102		

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
	<p>(-400~-480mmHg)</p> <p>(2) 蒸発 温度：+4℃~-2℃</p> <p>(3) 凝縮器圧力：0.3~0.9kg/cm<sup>2</sup></p> <p>(4) 凝縮器温度：30~45℃</p> <p>(5) フロート室レベル：窓内に液が見えること。</p> <p>(6) 蒸発器レベル：注参照</p> <p>(7) 冷媒ポンプ吸入圧力：-200~-250mmHg</p> <p>(8) 冷媒ポンプ吐出圧力：8.0~9.5kg/cm<sup>2</sup></p> <p>(9) 冷却水入口温度：25~29℃</p> <p>(10) 冷却水出口温度：25~34℃</p> <p>(11) 潤滑油給油温度：35~45℃</p> <p>(12) 潤滑油タンク温度：40~60℃</p> <p>(13) 油ドレンポット液位：上端でないこと。</p>			<p>(注) 2/3以下</p>  <p>レベル範囲</p> <p>(2/3以上になるとトリップ)</p> <p>入口、出口の温度差が5℃以下であること。</p>
12.	<p>抽気回収装置の運転</p> <p>(1) 大気排出弁(手動)を「開」とする。</p> <p>(2) 抽気回収装置冷却液(フロン)が流れていることをフローサイトにより確認する。</p> <p>(3) 抽気回収装置排出弁(電磁弁)の動作を確認する。 (約2~3分おきに開となる。)</p>	A-102		
13.	<p>フロン冷凍機選択SWを「直接」から「遠方」に切替える。</p>	A-102 (#001-D) (#014-D)		
14.	<p>停止側機の確認・操作</p> <p>(1) フロン冷凍機選択SW「遠方」とする。</p> <p>(2) 油ポンプ選択SW「連動」であること。</p> <p>(3) サクションベーンコントロールが「自動」であること。</p>	A-102		

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
	<p>(4) 凝縮器バイパス弁「全閉」であること。</p> <p>(5) 抽気回収装置排出弁（手動）を「全閉」とする。</p> <p>(6) 油タンク油度が40～60℃であること。</p> <p>(7) 冷媒ポンプSWが「自動」であること。</p>			

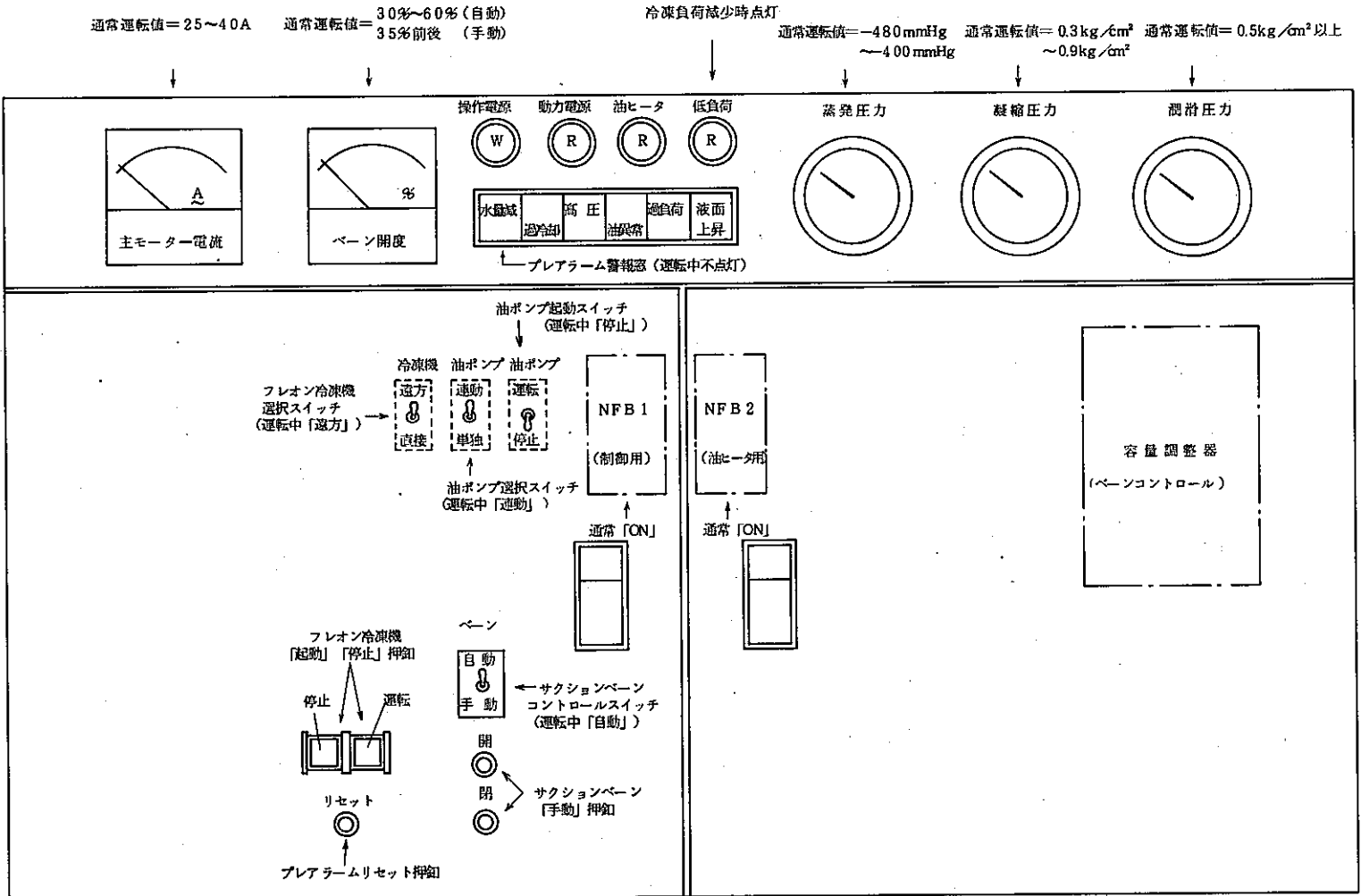


図 3.9 フレオン冷凍機操作盤図 (現場)



順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
	<p>メカニカルシールドレンボットからの油回収 (A号機の場合)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. メカニカルシールからの入口弁V-1 Aを閉める。</li> <li>2. 次の弁を開いて凝縮器の上部と連絡する。 V-2 A V-3 V-4 A</li> <li>3. V-5 Aを開いたのち、V-6 Aを開いて油面の降下を見る。</li> <li>4. 油面計下端まで下ったらV-6 A, V-5 Aを閉める。</li> <li>5. V-4 A, V-3, V-2 Aを閉めたら1/4 B 盲キャップを取外し、ガス抜きを行なう。終わったら盲キャップを取付ける。</li> <li>6. V-1 Aを開とする。</li> </ol> <p>B号機の場合はAをBと読み替える。 ただしV-3はA, B 共通。</p>	<p>A-102</p>		

### 3.3 熱負荷別による運転要領

フロン冷媒系統は、格内雰囲気中の熱量（熱負荷）を回収する為のものであり、その為の熱交換部は系内諸冷却器である。2-3(5)で述べたように原子炉停止時及び運転時、あるいは1次冷却系Naドレン状態など、原子炉の状態によって格内雰囲気中の熱負荷が、それぞれ大巾に異なる。この原子炉の状態に応じた格内雰囲気中の熱負荷を系内諸冷却器で回収する為には、同冷却器も熱負荷の状態に応じて冷媒通過量を附属の冷媒弁を調整して適度の値とし、熱負荷とのバランスを保つ必要が生じる。

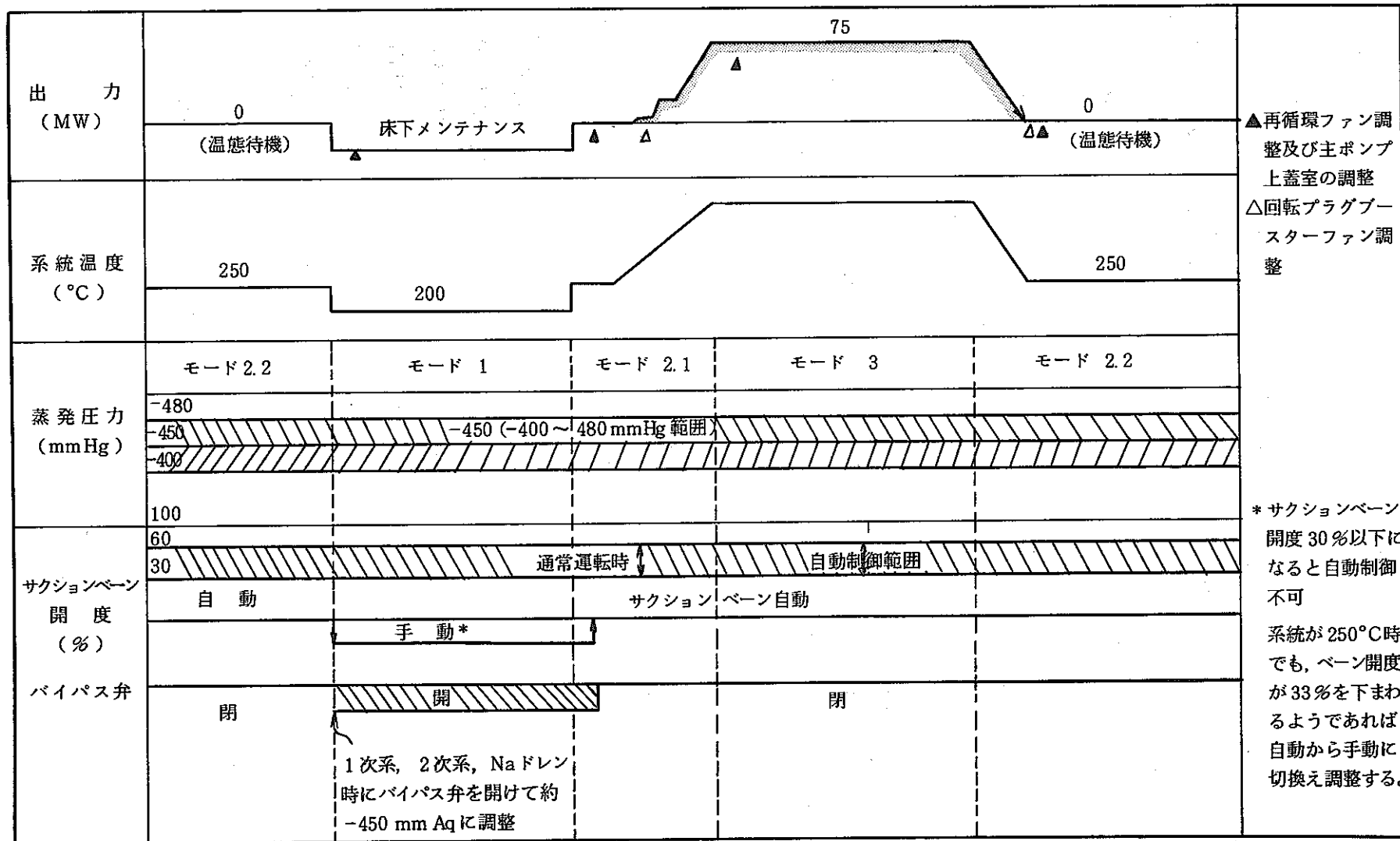
もし、この調整を実施せずに、フロン冷媒系の運転を継続した場合には、熱負荷と冷媒による熱負荷回収のバランスが崩れることにより、次の様な不具合が生じる。すなわち熱負荷に対し冷媒通過量が多すぎる場合に於いては、液バックが発生して、冷凍機のサージングへと発展する。又、熱負荷に対し冷媒通過量が不足する場合には、格内雰囲気温度が上昇して、諸機器の機能が低下すると共に、場合によっては破損につながる。又、冷凍機吸込圧力が低下し、同機トリップに至ることもある。このように系内諸冷却器附属の冷媒弁調整は重要であり、しかも前述のように原子炉の状態変化毎に実施する必要が生じる。そこで、この状態変化を区分し、それぞれの区分に於ける調整操作の要領を述べたものが、本運転要領である。

前述の区分に対応したモードを今回以下のように定めた。

（尚、詳細については図 3.10 参照のこと）

- モード 1 …………… 系統温度 200℃以下
- モード 2.1 …………… 温態待機から出力上昇迄
- モード 3 …………… 定格出力運転時
- モード 2.2 …………… 出力降下時から温態待機迄

以降、本要領書は、上記各モードでのフロン冷媒系諸冷却器の調整操作について述べる。但し、他のモードに移行した場合に於いて、格内雰囲気温度すなわち熱負荷は、短時間で安定せず、約4日前後を要して安定する（今迄の実績による）。この為本要領で述べるモード1、2.2及び3での調整操作は、必ずこの熱負荷が安定した時点に於いて実施すること。尚、モード2.1では期間が短い為この限りではない。又、操作に当り、系内諸冷却器附属の冷媒弁を絞り過ぎて冷媒通過量が減少した場合には、ターボ冷凍機の吸込圧力が急激に低下すると共に、冷媒ポンプからの冷媒吐出量も急激に減少してK.Oドラム内冷媒液レベルが上昇する。前者の場合蒸発圧力低、後者の場合は、液面過上昇の検出器がそれぞれ動作してターボ冷凍機トリップに至る。この為調整操作中はターボ冷凍機の連続監視を行ない、調整側と監視側の連絡を密にすることが必要である。



▲再循環ファン調整及び主ポンプ上蓋室の調整  
△回転プラグブスターファン調整

\*サクションベーン開度 30%以下になると自動制御不可  
系統が 250°C 時でも、ベーン開度が 33%を下まわるようであれば自動から手動に切換え調整する。

図 3.10 熱負荷基準フロン冷凍機運転モード

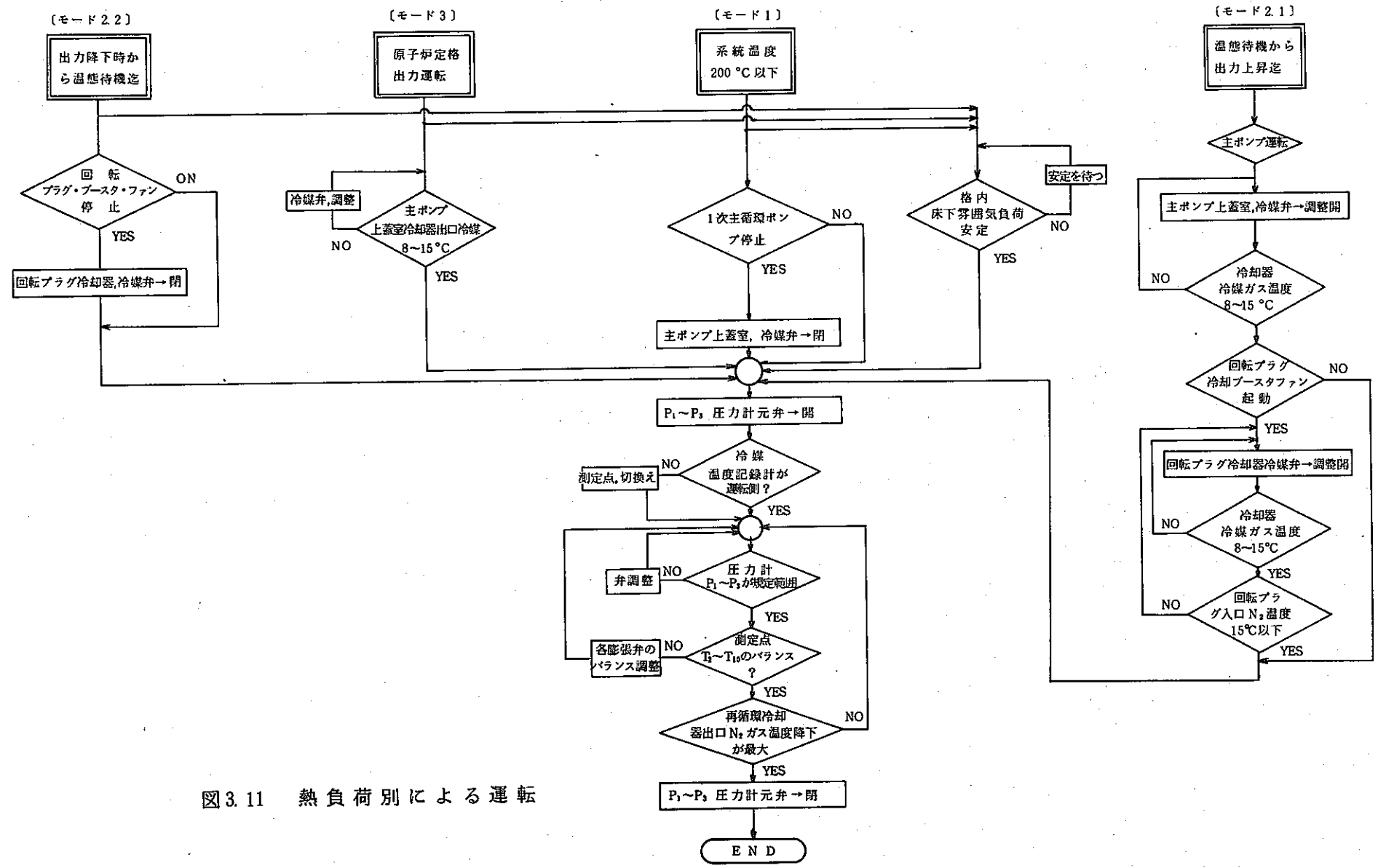
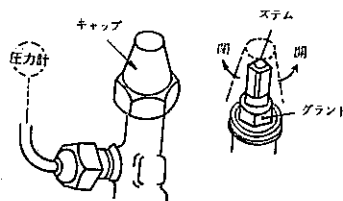


図3.11 熱負荷別による運転

3.3.1 モード1 調整操作

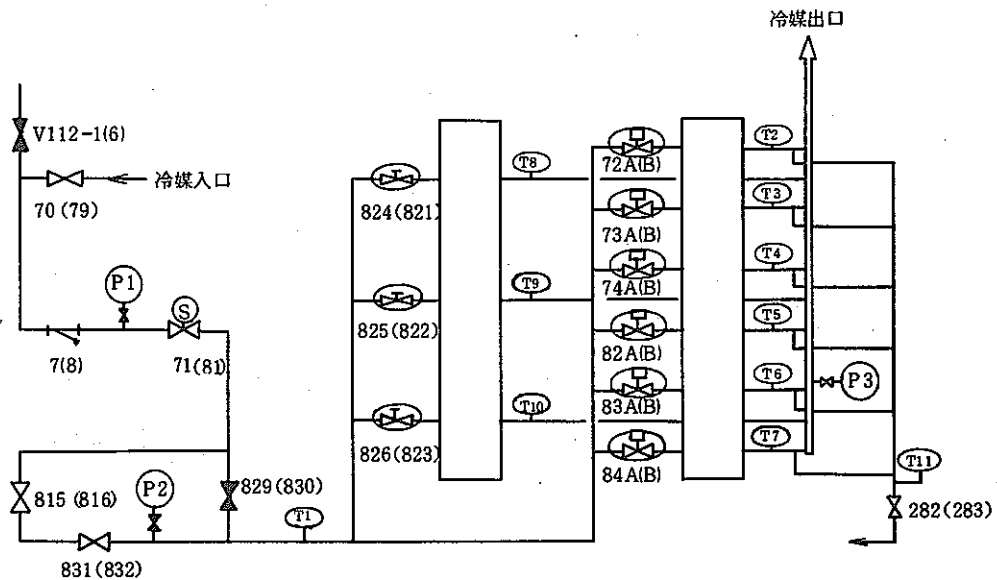
順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
1-1a	主循環ポンプが停止したなら、主循環ポンプ上蓋室冷却器(A)側のフロン液側止弁V84-26を全閉とし、フロンの供給を停止する。	R 412		液側止弁操作時には、キャップを外して、キャップの上面側の四角い穴を弁のステムに差込んで操作する。尚操作後はキャップをしておくこと。
1-1b	1-1aと同様にV84-32を全閉とし、(B)側冷却器のフロン供給を停止する。	R 410		
1-2	上記主循環ポンプ上蓋室冷却器の停止に伴い再循環冷却器の圧力、温度の確認を行うと共に、必要に応じて調整を行う。 尚確認及び調整に当ってはモード1の1-4項から1-6項迄を順に従って実施すること。			
1-3	系統Na温度が200℃以下で、格内雰囲気負荷が安定していることを確認したら、以下の1-4項の調整を行う。			
1-4	窒素雰囲気再循環冷却器（以下再循環冷却器と記す）廻りの温度、圧力を確認する為に、再循環ブロウ運転側の圧力計(P1)(P2)(P3)の元弁を開くと共に、R501に設置してあるフロン冷媒温度記録計の測定点が運転側の再循環ブロウの冷媒ラインから取出されていることを確認する。もし停止側から取出している場合には以下に述べる※2の操作にて運転側から取出すこと。	R501	各圧力計の元弁は調整時のみ開としそれ以外は閉にしておく事。尚、元弁操作は以下の※1の様に行うこと。	元弁開作業にはラチェットレンチとモンキースパナが必要であるが、R501の記録計のそばに吊るしてある。  各圧力計元弁にはバックドバルブを使用しているが、パッキン等の経年変化による弁体のシール劣化が考えられる。
※1	圧力計(P1)(P2)(P3)の元弁開操作 ① モンキースパナにてキャップを外す。 ② モンキースパナにてグラウンドを約1/2回転ゆるめる。 ③ ラチェットレンチにてステムを			



順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
※2	<p>開方向に回して弁を開にする。</p> <p>④ モンキースパナにてグラントをしめる。</p> <p>フレオン冷媒温度記録計への測定点切替操作</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以下の操作は再循環ブロウ(A), (B)側冷却器の冷媒ラインから(C) (D)側のラインに切換る時の操作を述べる。</li> <li>図の様に端子板上に上段①~⑪, 下段⑫~⑳のナンバープレートが取付てあるが, 上段は全て再循環ブロウ(A), (B)側, 下段は全て(C) (D)側専用のものである。</li> </ul>			<p>万一同状態が発生しても冷媒吹出及び空気混入が防止できる様にあらかじめ各圧力計元弁を閉としている。</p>
<p>操作</p> <p>① 上段①~⑪のプラグ差込穴にプラグが全て差込んである事を確認する。(この場合, 各ナンバープレート当り3個のプラグが差込んであるので①~⑪迄計33コが差込んである。)</p> <p>② 上, 下段のプラスチックカバーを外し, 上段33コのプラグを下段のプラグ差込み穴に全部(33コ)移し変える。</p> <p>以上①②の操作にて, 記録計の入力が, ブロウ(A), (B)側から(C) (D)側の取出点に切替る。</p> <p>* フレオン冷媒温度記録計の打点内容 (S. 55.6 現在)</p>				

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考	
No.		No.		No.	
1	再循環空調器(液)	9	再循環空調器(ガス)	17	回転プラグ冷却器(液)
2	" (ガス)	10	同上	18	" (ガス)
3	同上	11	"	19	同上
4	"	12	あき	20	あき
5	"	13	主循環ポンプ冷却器A液	21	"
6	"	14	" (ガス)	22	"
7	"	15	主循環ポンプ冷却器B液	23	"
8	"	16	" (ガス)	24	"

窒素雰囲気再循環冷却器廻り系統図



\* ( ) 内数値は B 側弁番号

○で囲んだ弁は膨張弁であり、定検時にバランス調整済みであるので、通常の調整では操作しない事

1-5 圧力計(P1)(P2)(P3)の元弁が開、フロン冷媒温度計の測定点が運転側の冷媒ラインから取出されたなら、温度、圧力のチェックを行い、右の規定範囲に入っている事を確認する。ここで右の範囲内なら再循環冷却器の調整作業は不要である。但し規定範囲

R501

冷媒圧力計(P1)が1.5~2.0 kg/cm<sup>2</sup>, P2が0.1~0.2 kg/cm<sup>2</sup>, P3が-300~-350 mmHgの範囲内にあること。又、温度記録計にて、T2~T10

左記の温度圧力は(A)側も(B)側も同一値である。

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
1-6	<p>からずれている場合には順序1-6以降の操作を行う。</p> <p>前項1-5にて設定範囲からずれている場合には以下の操作を行う。但し、通常の調整では以下の(f)~(k)の操作のみをするだけで良く(a)~(e)の操作は不要である。</p> <p>(a) 液冷媒圧力(P1)をV84-70(79)にて1.5~2.0 kg/cm<sup>2</sup>に、(P2)を815(816)及び831(832)にて0.1~0.2 kg/cm<sup>2</sup>に調整する。尚この時(P3)は-300~-350 mmHgの範囲にあること。</p> <p>(b) T2~T7の温度を記録計にてチェックし、コイル出口冷媒圧力(P3)の関係から過熱状況を確認する。</p> <p>(c) 冷却効果の悪い(温度が高い)サーキットの膨張弁から調整しバランスを得る。この時の液冷媒圧力(P1)(P2)は一定に保持し、かつ(P3)を-300~-350 mmHgに保持する。</p> <p>(d) バランス調整を行っても総合効果(再循環冷却器出口窒素ガス温度が低下しない)が出ない場合は、冷却器出口ヘッダーに液冷媒が流入しない範囲で膨張弁を個別に調整し、出口温度T2~T7の温度降下がそれ</p>		<p>の温度をチェックし、全てが8~11℃の範囲内にあること。</p> <p>これらの弁は急激な操作を行わないこと。又、冷凍機の連続監視を行うこと。</p> <p>熱交換後のフレオン状態が2℃~4℃の過熱状態にあるのが望ましい。</p>	<p>各コイルのバランス調整作業を(a)~(e)に述べたが、この調整は定検時に実施しているので、通常の調整時には本来不要のものであるが、著しくバランスがくずれた時の参考として述べる。</p> <p>(a)項の3つの弁は、いずれも全閉に近い開度になる。(今迄の実績より)</p> <p>膨張弁の調整にはマイナスドライバーとモンキースパナが必要である。尚、膨張弁の調整方法は添付資料参照のこと。</p>



順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
(e)	<p>ぞれ最大となるようにする。但し出口圧力<math>\text{P3}</math>が<math>-300 \text{ mmHg}</math>以上(これよりも負圧側)になるようにする。</p> <p>T8 ~ T10 の温度降下が最大になるように手動膨張弁 V84-824(821), 825(822), 826(823)を各々調整する。又、(d)項同様<math>\text{P3}</math>を<math>-300 \text{ mmHg}</math>以上に保持する。</p>		左に記した手動膨張弁は、小さな開度でも冷媒量が大幅に変化するので調整時には十分注意をすること。	
(f)	<p>冷媒圧力<math>\text{P1}</math>を V84-70(79)にて<math>1.5 \sim 2.0 \text{ kg/cm}^2</math>, <math>\text{P2}</math>を 815(816) 及び 831(832)弁にて<math>0.1 \sim 0.2 \text{ kg/cm}^2</math>に調整する。尚この時<math>\text{P3}</math>は<math>-300 \sim -350 \text{ mmHg}</math>の範囲にあること。</p>	R501	これらの弁は急激な操作を行わないこと。又、冷凍機の連続監視を行うこと。	(f)項の3つの弁は今迄の実績によると、いずれも全閉に近い開度となる。
(g)	<p>上記(f)の操作を実施したなら、フレーション冷媒温度記録計(以下レコーダと記す)にて<math>\text{T2} \sim \text{T10}</math>(コイル出口冷媒温度)が<math>8 \sim 11^\circ\text{C}</math>の範囲内にある事を確認する。但し範囲外である場合には、(f)項の各圧力範囲内に於いて、(f)項の各弁を調整して<math>\text{T2} \sim \text{T10}</math>の温度が<math>8 \sim 11^\circ\text{C}</math>の範囲に入るようにすること。又、この時(f)項及び(g)項の各範囲内に於いて再循環冷却器の出口<math>\text{N}_2</math>の温度降下が最大となるように(f)項の各弁を調整すること。</p>	R501	同上	
(h)	<p>(f)項の調整が完了したなら圧力計<math>\text{P1}</math> <math>\text{P2}</math> <math>\text{P3}</math>の元弁を閉める。</p>	R501	1-4項の 1を参照とし、必ずグラウンドをゆるめてから弁を閉とし、全閉後にグラウンドを閉めておくこと。	

## 3.3.2 モード2.1 調整操作

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
2.1 -1a	主循環ポンプを起動したなら、以下の2.1-1bから2.1-1dの順に従って、主循環ポンプ上蓋室冷却器の使用を開始する。			
2.1 -1b	(A)主循環ポンプ上蓋室冷却器のフレオン液側止弁V84-26を除々に、膨張弁V84-28の音が、ガス音から液音に変化する時点迄開操作する。	R412		聴診棒を用意すること。
2.1 -1c	(B)冷却器側のフレオン液側止弁V84-31を除々に膨張弁V84-35の音がガス音から液音に変化する時点迄開操作する。	R410		
2.1 -1d	上記操作が完了したならレコーダにて(A)及び(B)主循環ポンプ上蓋室冷却器のフレオンガス側温度が8~15℃であることを確認する。尚上記温度が、規定値(8~15℃)の範囲から外れている場合には、再度2.1-1b及び2.1-1cの操作を実施する。			
2.1 -2	前述の主循環ポンプ上蓋室冷却器(A)及び(B)の調整が終了したら、再循環冷却器の圧力、温度の確認を行うと共に、必要に応じて調整を行う。	R501	確認及び調整はモード1の1-4項から1-6項迄順に従って実施すること。	
2.1 -3	系統Na温度が250℃近辺にあり、格内雰囲気負荷が安定していることを確認したなら、再循環冷却器の調整を実施する。 尚実施に当っては、モード1の1-4項から1-6項迄を順に従って行うこと。	R501		
2.1-4 a	回転プラグブスターファン起動時の調整 回転プラグ補助冷却器のフレオン液側止弁V84-113を除々に、膨張弁V84-322及び115の音がガス音から液音に変化する時点迄開とする。			聴診棒が必要である。 V84-113の開度は

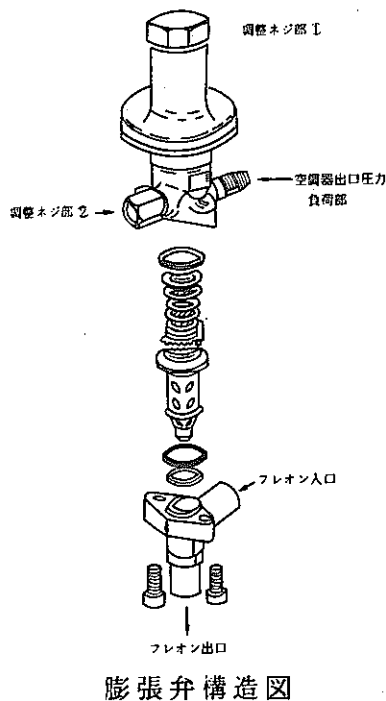
順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
b	レコーダにて冷却器出口フロン温度が8~15℃の範囲内にあることを確認する。但し範囲から外れている場合には再度b項の操作を行い、8~15℃の範囲内に入るよう調整する。	R501		約3/4開である。
c	b項が終了したら中制#422盤の窒素雰囲気温度記録計(TRIA 84-201)の打点No.11(回転プラグ入口温度)の温度を監視し15℃以下であることを確認する。	R501 (#422)	V84-113を調整した場合に、右の回転プラグ入口N <sub>2</sub> ガス温度が安定する迄には約10分間かかるので、温度が安定した時点で右の温度確認をする。	
d	中制#422盤の温度が15℃以下でない場合には再度a~c項の操作を行う。			
e	前述の回転プラグ補助冷却器の調整が完了したら再度、運転側再循環冷却器の圧力、温度の確認を行うと共に、必要に応じて調整を行う。		確認及び調整に当たっては、モード1の1-4項から1-6項の順に従って実施すること。	

## 3.3.3 モード3 調整操作

順序	操作・確認事項	場所 ( )盤	確認事項	備考
3-1	原子炉が定格出力運転に入り，格内 雰囲気負荷が安定していることを確 認してから調整作業に入ること。尚， 調整時には冷凍機の連続監視を行う こと。			
3-2	運転側再循環冷却器の調整を行う。 尚調整操作に当っては，モード1の 1-4項から1-6項の順に従って行 う。	R501		
3-3	レコーダにて(A及びB)主循環ポンプ 上蓋室冷却器出口フレオンガス温度 が8～15℃の範囲内にあることを確 認する。	R501		
3-4	上記3-3の温度が8～15℃の範囲 から外れている場合には，モード2 1の2.1の2.1-1bから2.1-1d項の 順に従って調整を行う。	R412 及び R410		

3.3.4 モード 2.2 調整操作

順序	操作・確認事項	場所 ( 盤)	確認事項	備考
2.2 -1	原子炉が定格出力運転から系統Na温度 250℃に移行した場合に行う。尚、調整作業時は冷凍機の連続監視を行うこと。			
2.2 -2	回転ブラグブースターファン停止時の調整 回転ブラグ補助冷却器のフロン液側止弁V84-113を閉とし再循環冷却器の調整を行う。 (モード1の1-4項から1-6項を参照)	RPU		
2.2 -3	格内の雰囲気負荷が安定したなら、再度再循環冷却器の調整を行う。 (モードの1-4項から1-6項を参照)			
3.3.5 膨張弁の調整方法 (開方向は逆要領)				
1) 調整ネジ部①のキャップを外し、時計方向に回し内部スプリングテンションを「0」に近づける。				
2) 調整ネジ部②のキャップを外し、ドライバーで時計方向に回す。				
① 聴音棒をあてながらしぼって行き音に変化があった時点で、冷却器コイル出口温度をチェックし、他とのバランスを得る。				
② ①で音の変化した点からもう2,3回しぼり気味にしておく。				
③ 調整ネジ部①のステムを反時計方向に回し内部スプリングのテンションをきかし調整ネジ部①でも調整できるようにしておく。				



3.4 異常時の処置要領

3.4.1 異常原因とその対策

	現象	原因	対策
高 圧	1 凝縮圧力が異常に高い。	1) 凝縮器または空調装置内に空気や不凝縮ガスが混入  2) 凝縮器チューブ内の油汚れか、スケールの付着  3) チューブ内部、水室内に空気の侵入  4) 冷却水量の不足  5) 冷却水の温度が高い  6) 抽気回収装置の動作不良	(1) 冷凍機及び系統からの混入を調べる。又、V 84-241 (244), 253, 265 を開とし凝縮器圧力を下げる（フレオン冷媒が吹きだすので注意すること）  (2) チューブの清掃  (3) 空気弁を開き空気を追い出す  (4) 空調冷却水量の確認  (5) 空調系冷却塔等を調査し水温を下げる。（冷却水入口 32℃以下）  (6) 抽気回収装置の調査
過 冷 却	2 蒸発圧力が低い。	1) 冷媒液の不足  2) 冷媒液の著しい汚れ  3) 凝縮器フロート弁の作動不良で冷媒がK, Oドラムに戻れない。  4) 冷凍負荷が小さ過ぎる。  5) サクションベーン不良  6) 抽気回収装置不良  7) 冷媒蒸発圧力設定が規定値より低い。	(1) 冷媒液の補給（フレオン運転中でも可） ① V 84-184, V 84-245, 264 or V 84-241, 259 を開として補給する。 * LG 84-401, 及び冷凍機液面に注意する。（P60 図 1 参照）  (2) 新しい冷媒液と交換する。  (3) フロート弁の分解点検  (4) サクションベーンが手動の場合は負荷に応じて閉める。（蒸発圧力 450 mmHg） 又はバイパス弁を開いて調整する。  (5) サクションベーンの修理  (6) 抽気回収装置の調整もしくは修理  (7) 容量調整器を再調整する。

現象		原因	対策
	3 蒸発圧力が高い。	1) 負荷が大きすぎる。 2) 冷媒蒸発圧力設定が規定値より高い。	(1) 負荷を落す。手動の場合はベーンを開いて調整する。 (2) 容量調整器を再調整する。
液面上昇	4 フレオン液面が上昇	1) 負荷の過少 2) 冷媒量が多すぎる。	(1) ベーン手動にて閉めるか、バイパス運転にて調整 (2) 冷媒をTK 84-2 レシーバタンクに過大分を戻す。 ① V84-181, 182 を開けレシーバタンクに戻す。 *液面に注意
水量減	5 凝縮器冷却水量, 低	1) 空調系冷却水量低 2) 出入口弁の誤操作 3) 配管漏れ	(1) 空調系冷却水量の確認, 補給水ポンプの点検 (2) 弁状態表にて補機冷却系の弁状態を確認 (3) 空調系冷却塔, 配管の点検
油異	6 油圧低	1) 油ストレーナの目詰 2) 油圧調整弁の不良 3) 油温の上昇 4) 油量の低下 5) 冷媒の溶け込み 6) 油に泡が出ている。 7) 油ポンプ不良 8) 油配管漏洩	(1) 油ストレーナ前後バルブを閉め, ストレーナの清掃 (2) 調整弁の再調整 (3) 冷却水量を増加。ヒータのチェック (4) タービン油の補給 (5) 油回収装置の点検, 油の取換え (6) (5)参照 (7) 分解修理 (8) 油配管系の調査
常	7 油温上昇	1) 油ヒータの故障 2) 油温調整開閉器不良 3) 油クーラ内チューブにスケール付着 4) 冷却水量不足 5) 冷却水温度高 6) 圧縮機軸受部異常	(1) 油ヒータの分解点検 (2) 開閉器の修理, 点検 (3) チューブの清掃  (4) 油冷却器の出入口弁の調整 (5) 空調系冷却水温を下げる。 (6) 軸受部の点検, 補修
	8 主電動機の	1) 冷凍負荷大	(1) 3.(1)参照, 2台運転を検討

	現象	原因	対策
過 負 荷	過電流	2) 機械負荷過大 3) モータ巻線, 短絡, 地絡 4) 電源異常	(2) 油圧, 油温の確認, 軸受部点検 (3) 分解修理 (4) 電源系統点検
	9 油ポンプの過電流	1) ストレーナの目詰り 2) 油配管の詰り 3) 油圧調整弁の調整不良 4) モータ巻線の短絡, 地絡 5) 電源異常	(1) ストレーナの清掃 (2) 油配管の清掃 (3) 調整弁の再調整及び修理 (4) 分解修理 (5) 電源系統の点検
	10 主電動機コイル温度の上昇	1) 過負荷 2) 絶縁不良 3) 電源異常	(1) 負荷を下げる (2) メガチェック, 導通チェック (3) 電源系統の点検
	11 サージングを生ずる。	1) 凝縮圧力が高すぎる。 2) 蒸発圧力が低すぎる。 3) ベーン閉めすぎ	(1) 1項を参照 (2) 2項を参照 (3) ベーンを開ける。
	12 圧縮機油圧が上がりず起動出来ない	1) 油に多量の冷媒が溶け込んでいる。 2) 油圧調整弁の調整不良 3) オイルストレーナの目詰り 4) タンク油量の減少 5) 各軸受の摩耗 6) ギャポンプの不良 7) 配管漏れ	(1) 油を新油と取り換える。 ヒータに量電し冷媒を分離する。 (2) 調整弁のセットをかえる。 (3) ストレーナの清掃 (4) 規定油面まで油補給 (5) メタル交換 (6) 分解修理 (7) 分解調査
	13 圧縮機吐出ガス温度が高い。	1) 冷媒循環量が不足している。	(1) 冷媒液補給 2.(1)参照 (2) フレオン冷凍機負荷増加 (バイパス弁及び空調器の調整)

### 3.4.2 定格出力時におけるフレオン冷凍機2台トリップの処置

#### 3.4.2.1 1台がトリップし予備機が15分以内に起動出来ない, もしくは起動失敗

- (1) 他のアイソレーション項目に異常が認められない時, アイソレーション・スナップSW, TE84-202, 203, 204 (#422 ISOLATIONのテープ表示有)をOFFとする〔60℃設定〕
- (2) 原子炉を調整棒の挿入により急速降下, 停止する。
- (3) 床上空気導入弁(V84-87)と排気弁(V84-99)を開として床下の冷却を行う。

〔注〕床下圧力コントローラに注意



〔注〕 温度上昇に伴いアイソレーションの恐れがある場合

TE 84, 102, 103, 104 のSWをOFFとする（#422）

〔4〕 50℃/hにて降温し、温態待期モードへ

〔5〕 温態待期モードで床下温度が60℃以下に静定しない場合、低温態待機モード（200℃）にする。

〔注〕 床下温度上昇に伴い補助系EMPの起動が出来ない恐れがある（機器冷却ファンの温度上昇に伴う）

#### 3.4.2.2 再起動不可能な冷凍機トリップ原因

〔1〕 冷却水断水

〔2〕 気密破壊（ターボ以外）

〔3〕 ターボ冷凍機本体の気密破壊

#### 3.4.3 電源喪失時に於ける処置

フロン冷凍機は手動起動負荷であるが、本機の停止により床下雰囲気温度の急激な上昇が起るため、本機は電喪発生から5分以内に行なう必要がある。以下にその手順を示す。

(1) 非常用電源の確立を確認する。

(2) 空調系冷却水循環ポンプの自動起動及び循環水量の回復確認を行なう。

(3) 床下再循環ファン、回転プラグ冷却ブースタファンの自動起動を確認する。

(4) “フロン冷凍機起動” 命令〔当直長〕

(5) 中制盤# 422より先発機側の起動を行なう。

この際、先発機の起動が不可である時は、予備機の起動を行なう。

（中制からの遠隔起動不可の際は速やかに現場起動を行なう）

(6) フロン運転後、床下雰囲気温度記録計の指示傾向が低下する事を監視する。

(7) その他のプラント状態が安定した後、現場にて、冷凍機運転状態チェック（3.2項の順序

11参照）及び再循環冷却器廻り点検（3.3.1項の1-4～1-6参照）を行なう。