

日産自動車株式会社 納 環境試験装置 Abstract of Enviroment Test Chamber of Nissan Motor Co., Ltd.

清水 雅夫*
Masao Shimizu

内 容 梗 概

自動車エンジンなどの低温度における性能は従来定められた狭い範囲の温度および湿度の環境試験装置によって試験していたが、最近信頼性の要求に応じ広い範囲の温度と湿度についても試験することが必要になった。

本装置はこの要求に応じて日産自動車株式会社にエンジン試験用として設備されたものでわが国最初の完備した装置である。

本稿はこの装置の概要および特長、運転結果などについて述べたものである。

1. 緒 言

わが国自動車工業の発達は目ざましいものがあるが、輸出の振興と自由化に備え研究実験設備の改良と高級化を要求されるようになり、特にエンジンなどの機器はいろいろな環境下において十分な試験をすることが必要になってきた。

従来の試験装置としては航空機機器実験用の Altitude Chamber、金属材料実験用の低温試験装置あるいはカークーラ実験用の恒温恒湿装置などが作られてきたがいずれも低温あるいは高温の狭い範囲のものであった。

外国ではすでに自動車エンジンはもとよりロケットエンジン実験用の温度および湿度を広い範囲にわたり調節することができる環境試験装置が製作されている。例として Ethyl Corp. には 130°F ~ -40°F (55°C ~ -40°C) のものが、Califorinia Corp. には 120°F ~ -40°F のものが紹介されている。

本装置は自動車エンジンを主対象とした環境試験装置であり約 70 m³ の室内を温度 30°C ~ -30°C、湿度 30~80% の範囲で任意に調節し下記の試験を行なうものである。

- (イ) 起 動 試 験
- (ロ) 暖 機 試 験
- (ハ) 摩 擦 試 験
- (ニ) 自動車用潤滑油、燃料試験
- (ホ) 自動車用部品試験



第1図 試験槽内部

以下に本装置の概要を紹介する。

2. 試験槽の仕様および構造

2.1 試 験 槽

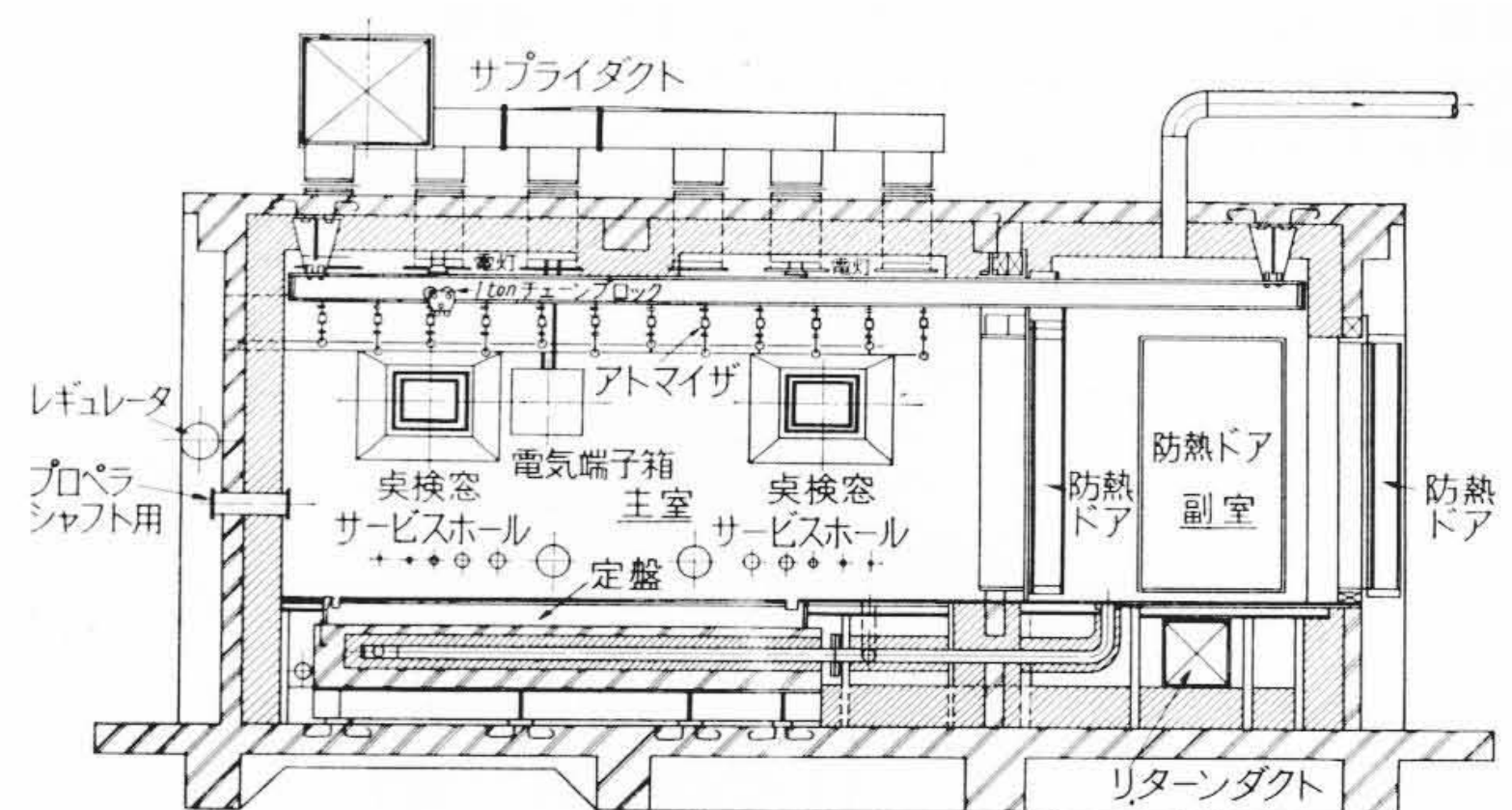
試験槽はエンジンを任意の温湿度下におくものであり、この装置の重要な部分である。したがって外気の状態に影響されないよう、また目的の温湿度が正確に得られるようになっている。

試験槽内は主室、副室の2室に区分されておりその仕様ならびに構造は第1図、第2図、第3図、第1表に示すとおりである。

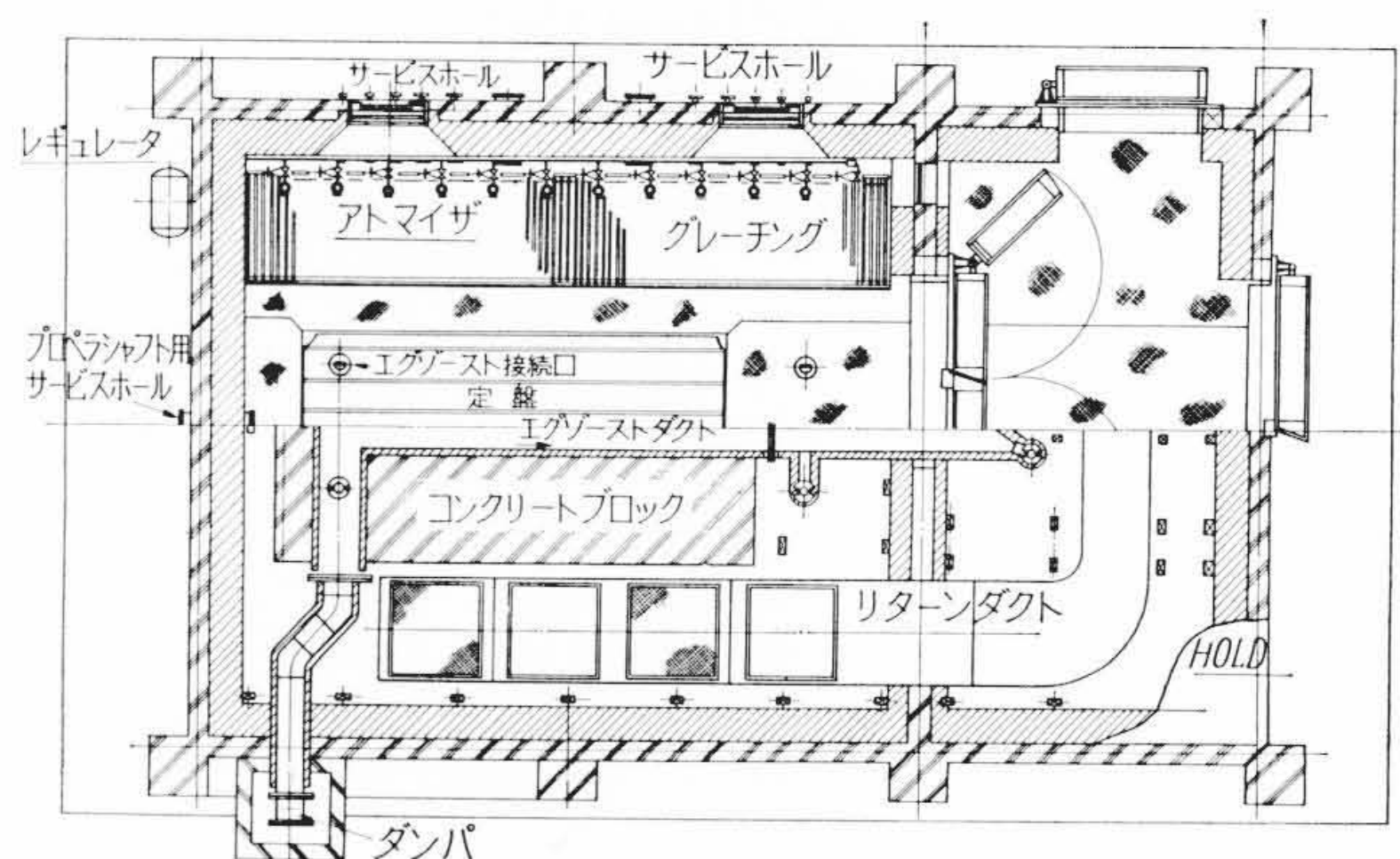
主室は色々な温度条件の下でおもにエンジンの各種試験、低温における部品試験などに使用され、副室はこれら機材運搬、出入時の予備冷却、予備加熱ならびに防露に用いられる。

試験槽の構造はエンジンを運転するため防振、耐火、防音さらには室内湿度の調整をよくするための防湿などを十分考慮している。

すなわち壁天井は 125 mm コンクリート、壁内面は防熱材として



第2図 試験槽側断面



第3図 試験槽平断面

* 日立製作所川崎工場

第1表 試験槽仕様表

	主 室	副 室
室内有効寸法	4m×5m×2.5mH	4m×2m×2.5mH
室内温度	-30℃～+30℃	規定せず
精度	±2℃	
室内湿度	30～80% (15℃以上)	規定せず
精度	±10%	
収容人員	5人 (副室とも)	
新鮮空気導入量	700 m ³ /hr	
被試験体	2,000 cc エンジン	

炭化コルクを 200 mm 厚さにはりその表面に耐火材としてスターレックス (石綿に特殊無機質結合剤配合) を 60 mm 厚さに吹きつけ、最後に防火性を増すためエバータイト (石油系の特殊溶剤に 5～7% 溶解させたもの) を吹きつけている。

床下はエンジン (約 1 トン) が乗るため定盤を置き定盤の下は耐振、耐荷重性を持たせるためにコンクリートブロックを置き、その下を炭火コルクで防熱している。

なおエンジンから出る排気ガス用ダクト (SUS-27 製) は定盤にあけられた穴を通り屋外の排気ダクトに接続しており、排気ガスの熱を遮断する必要からこの外部を耐火性のトンボシリカライトボードならびに石綿 (定盤穴部) で防熱している。

このほかに試験槽には空気の供給ダクト、リターンダクトなどが付属してる。

2.2 付 属 品

(1) 点 検 窓

点検窓は 450×340 mm のものが操作室側各 2 個、ダイナモ室側 1 個と計 5 個設けられ室内全般が見られるように内側に向かって 60 度の傾斜となっている。

また試験槽は低温となるので断熱、窓のくもりには二重ガラスにするなど十分な考慮をしている。

(2) 開 孔

エンジン試験の際は室内外の連絡管、計装用配線などは 180 φ 2 個、30 φ 6 個の穴を使用する。この穴には熱遮断、高湿度、低温度などに適した硬質塩化ビニールパイプを使用し、使用しないときはふさぐようになっている。

(3) ターミナル

室内外の電氣的接続はすべて室内外のターミナルボックスを使用するようになっている。

ターミナル数は 3P, 20A～5 組, 3P, 15A～10 組で、主として試験用電源や屋外に導入する計測用導線の接続に利用される。

(4) 連絡装置

試験中槽内の出入は温湿度の状態を変化させるので内外連絡用としては伝声管やブザー、シグナルランプなどが設けられている。

(5) エンジン排気ガス排気設備

エンジンの排ガスを室内に放出することは危険なため、排気ダクトを設けている。その接続口は主室のエンジン定盤に 4 個、副室に自動車を入れて試験を行なうことを考慮して 1 個、計 5 個設けてある。

試験の際は最も近い接続部に接続し、槽外にあるブロワで槽外に排気される。

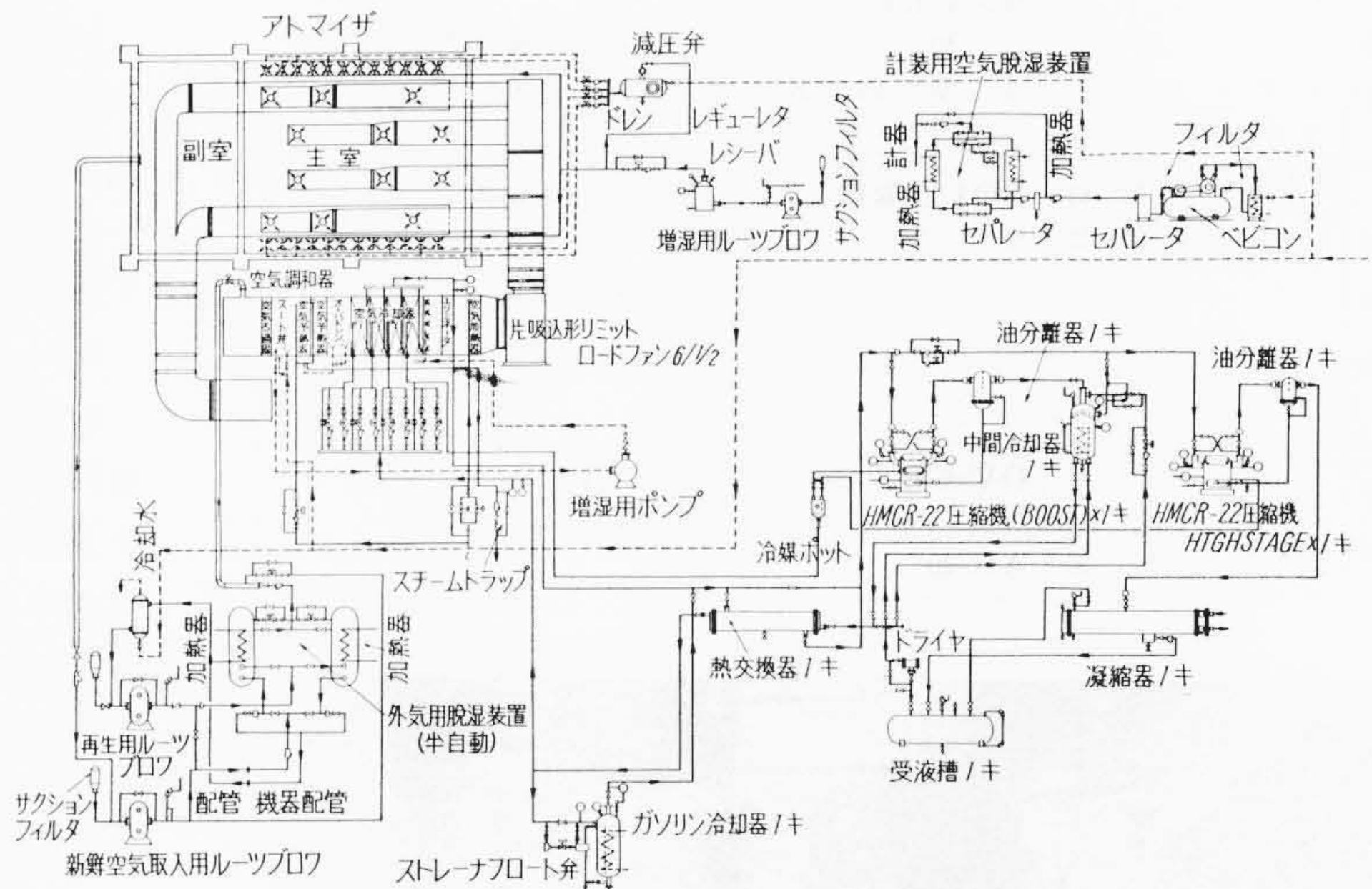
排気ガスは 400～500℃ になるため前述のように十分な防熱をほどこし槽内に影響を与えないように考慮している。

(6) 消 火 設 備

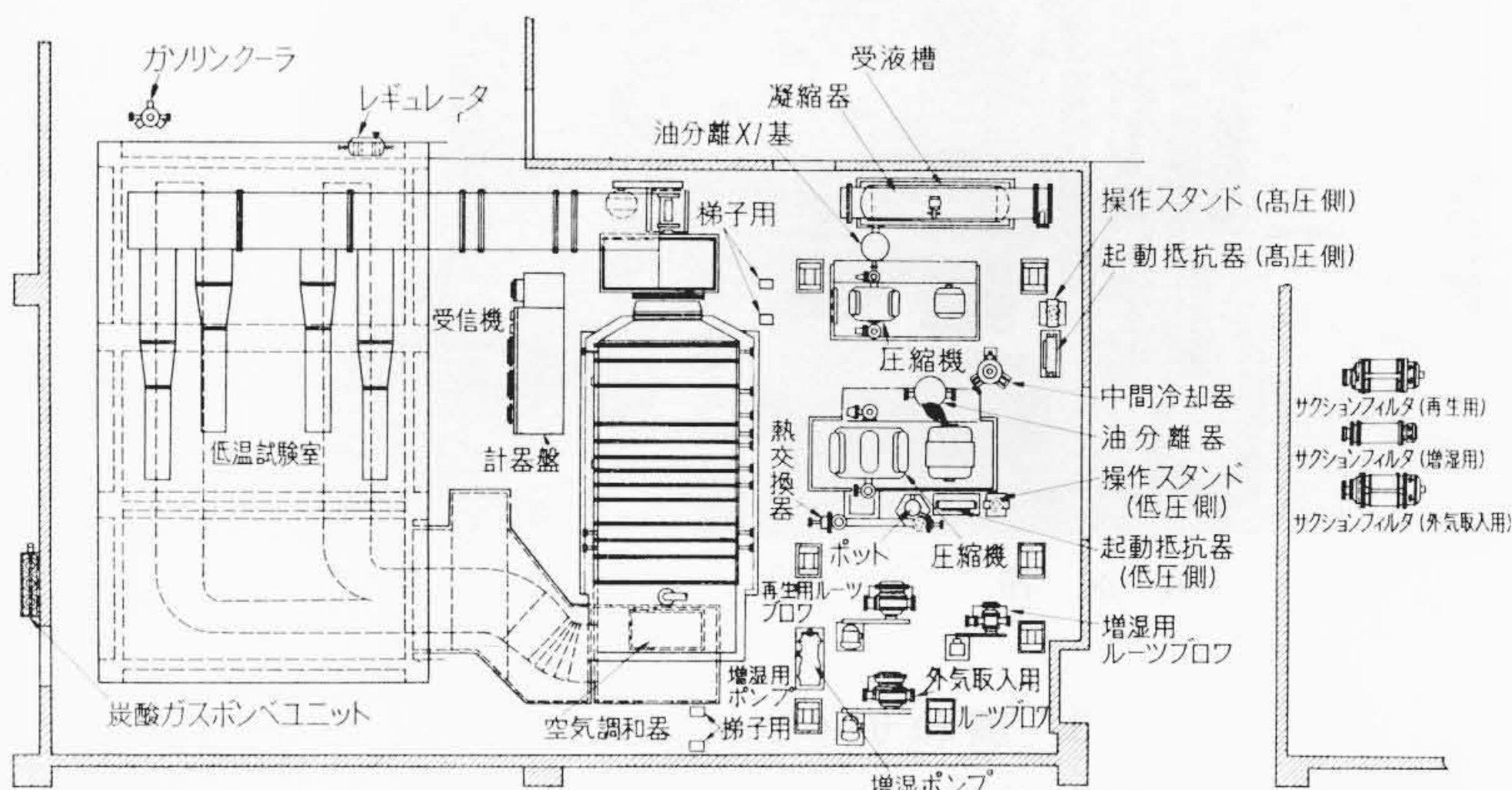
実験中エンジンの事故などにより火災が発生した場合を考慮して炭酸ガス消火設備が設けられている。

すなわち室内が約 60℃ になったとき主室 2 個、副室 1 個の吹出口から炭酸ガスを噴出するとともに空気調和系統の供給、リターンダクトのファイヤダンパを閉ざして空気の流れを遮断し、同時に新鮮空気取り入れ用ルーツブロワ、循環用送風機が停止するようになっている。

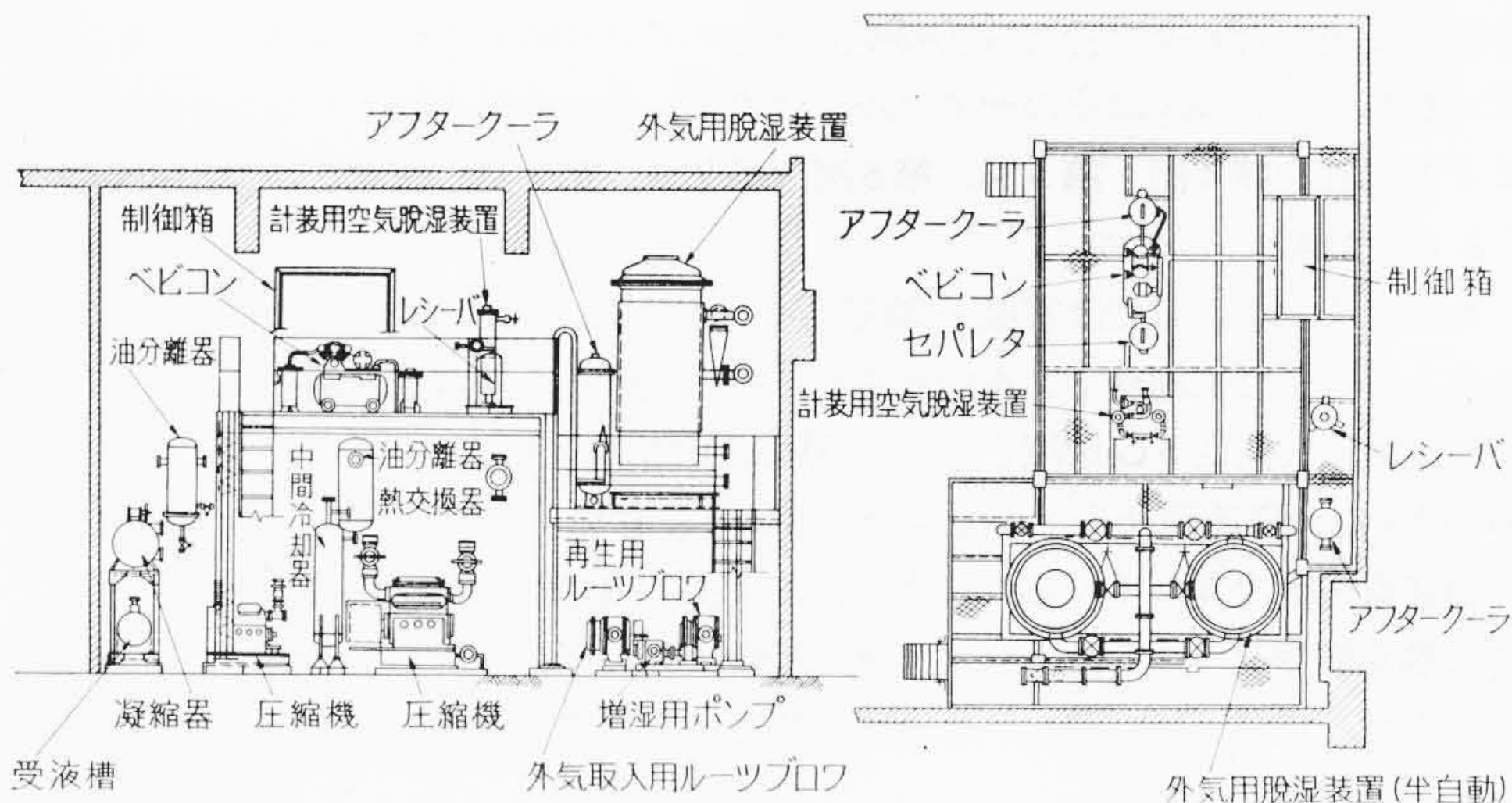
なおこの消火装置には手動操作押しボタンが槽内外に 2 個所ずつついており、発見が早いときにはこれを押して炭酸ガスを噴出させることもできる。



第4図 環境試験装置フローシート



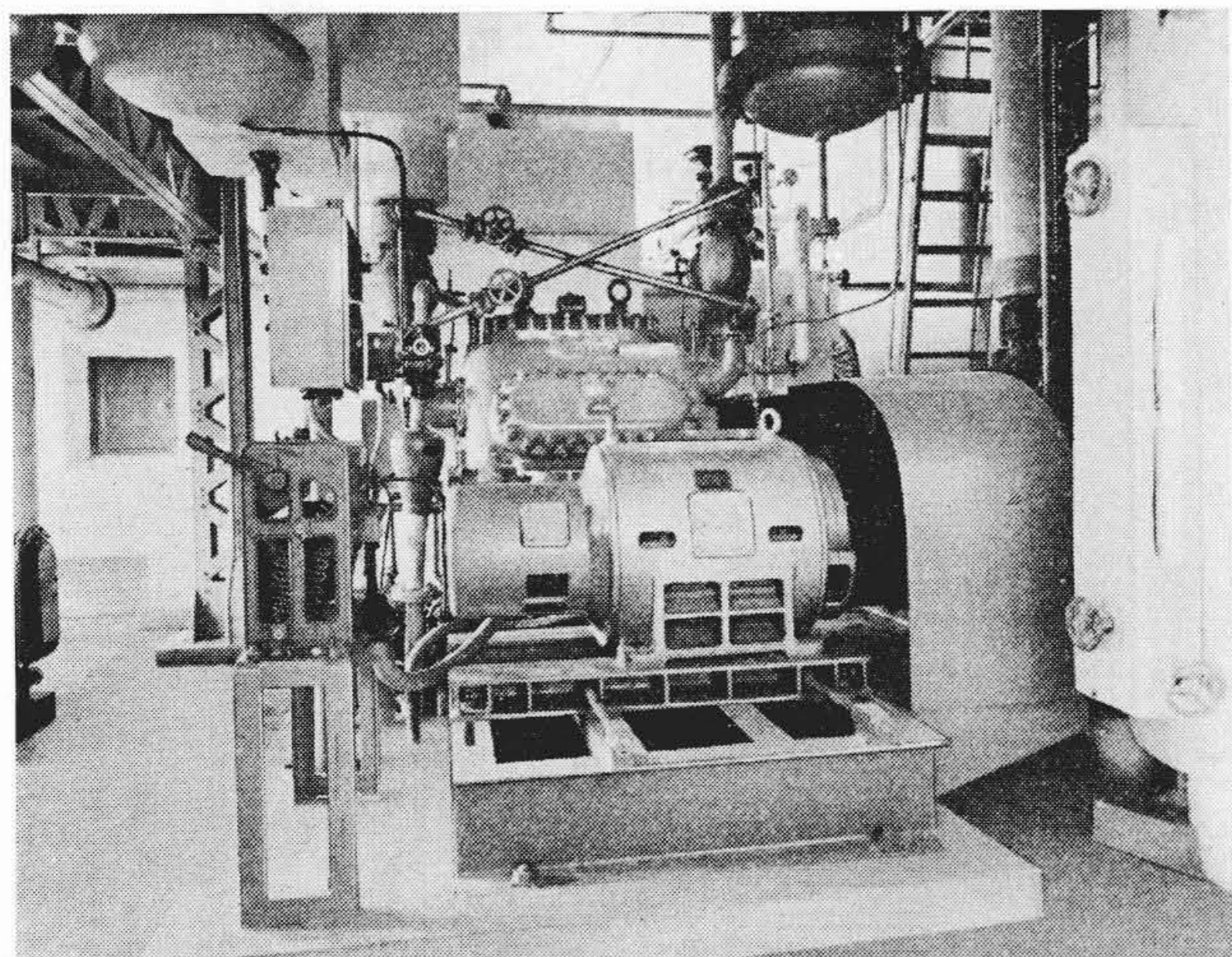
第5図 環境試験装置配置図



第6図 環境試験装置配置図

第 2 表 環境試験装置用主要機器仕様表

		形 式	仕 様
冷凍サイクル	高圧圧縮機	FV4R-CW	115φ×90 l ×4 cyl×55 kW
	低圧圧縮機	F6R-BW	175φ×125 l ×6 cyl×45 kW
	凝縮器	CFF-55	490φ×3,000 l
	受液槽	RF-500	500φ×2,400 l
	熱交換器	横形シェルアンドチューブ 立形シェルアンドコイル	300φ×1,500 l 300φ×1,000 l
減湿系	ルーツブロワ	RSA-RHC	5.5 kW
	脱湿器	AD-700	処理風量 700 m ³ /hr 露点 -30℃(大気圧において) 脱湿時間 24 hr
増湿系	再生用ルーツブロワ	RSA-RHC	5.5 kW
	スプレーポンプ	GMC-CH	2.2 kW
調和系	ルーツブロワ	RSA-RHC	3.7 kW
	レシーバータンク	縦型円筒形	350φ×700 mmH
	レギュレータ	横型円筒形	200φ×1,450 l
その他	スプレーノズル		
	循環送風機	POLT-RH	6 1/2×11 kW
その他	空気調和器	横型角形	空気加熱器(プレートフィン形) 空気冷却器(プレートフィン形) 空気ろ過器 エリミネータ スプレーノズル
	冷却水ポンプ	OV-CH	3.7 kW
その他	ベピコン		1.5 kW
	脱湿器	AD-20	



第 7 図 冷 凍 機

3. 調和サイクル

室温 -30°C $\sim$ $+30^{\circ}\text{C}$ 、湿度 30 $\sim$ 80% という広範囲の調和を行なうため冷却、加熱、増湿、減湿の四つの操作サイクルを組み合わせるが Load 変動が Engine のテスト状態により大きく変動するため安定した組み合わせを行なう必要があり各サイクルにいろいろな考慮が払われた。つぎにそのサイクル、サイクル中の機器仕様ならびにその配置を第 4 図、第 5 図、第 6 図、第 2 表、第 7 図に示す。

3.1 冷却サイクル

冷却サイクルとしては室温 -30°C という低温になるため R-22 を冷媒とする 2 段圧縮サイクルを採用し、室内負荷と冷凍容量の関係から試験槽内温度 5°C を境として、 5°C 以上は 1 段圧縮サイクル、 5°C 以下は 2 段圧縮サイクルで運転するようにしてある。

調和器内の冷却コイルは直膨式とし、コイル内で蒸発した冷媒ガスは熱交換器をへて 1 段または 2 段圧縮機に吸入圧縮されるようにしたので、負荷変動の激しいこの種の装置でも安定した運転ができる。

膨張弁は非常に広範囲な温度条件で使用されるとともに、各温度

条件による処理冷媒量が異なる関係上 1 種類にて処理することは性能上困難がある。したがって蒸発温度 -10°C 程度を境にして高温用、低温用の 2 群に分け、試験槽内温度により自動的に切り換えられるようになっている。

そのほかエンジン試験に使用するガソリンは試験槽内温度まで冷却するため、立形シェルアンドコイル式のガソリン冷却器を設け、フロート式膨張弁の回路に電磁弁を設けて室内温度調節計により ON-OFF して温度制御を行なっている。

なおこの系統は上記のように操作、系統が複雑であるため、膨張弁の高低温群への切り換え、1 段サイクルから 2 段サイクルへの切り換えなどを自動化して人手の軽減と操作の確実を図っている。

3.2 加熱サイクル

試験槽内の負荷変動が大きいため運転当初の軽負荷の場合あるいは脱湿装置を運転しない場合の脱湿を考慮し蒸気による再加熱サイクルを考慮している。

なお温度のコントロールは室内温度調節計により自動的に空気圧で蒸気量を比例制御する方式である。

3.3 加湿サイクル

試験槽内の温湿度条件は高温多湿が要求されているため、普通行なわれている空気調和器内での水あるいは蒸気の噴霧はサプライダクト内で水滴を生ずる危険性があるうえ、室内負荷で供給空気が加熱されるための湿度減少から 80% 以上の高湿度を維持することは困難である。したがって本装置では槽内両側に多数のスプレーノズルを配置してルーツブロワによる空気圧にて直接室内に水を噴霧する方式を採用した。

なお槽内が 0°C 以下で試験する場合はスプレーノズル配管内の水が凍結するため、ルーツブロワによる空気圧を利用してドレンするようにした。

このほか調和器内にもスプレーノズルを設け、スプレーポンプによる加湿をしているが、これは室内スプレーノズルとの併用による精度の向上ならびに冷却コイルのデフローストに使用されている。

3.4 減湿サイクル

減湿サイクルは高温多湿時用と低温低湿時用の 2 種類が採用されている。

高温多湿の場合は一般的に採用されいる方式で冷凍サイクルにより循環空気を冷却減湿して湿度をコントロールし、蒸気ヒータで再加熱のうえ温度をコントロールするものである。この方式ではあまり温度を下げると冷却コイルに霜ができるため減湿能力が落ちるうえコイルのフローストがおこる。したがって低温低湿のものはこの場合に使用するもので、新鮮空気を所定の湿度にコントロールして冷却サイクルにより新鮮空気と循環空気の混合空気の温度をコントロールするものである。

新鮮空気の湿度コントロールには吸着式脱湿装置を利用している。これはエンジン運転に必要な約 700 m³/h の空気を最低 -30°C の露点まで脱湿する能力を持っているもので、シリカゲルによる吸着力を応用したものである。ゲル筒は 2 筒に分かれ 1 筒が脱湿している間に 1 筒を電気ヒータで 100°C 以上に加熱のうえゲル中の水分を除去しつぎの脱湿に備えるような連続脱湿となっている。

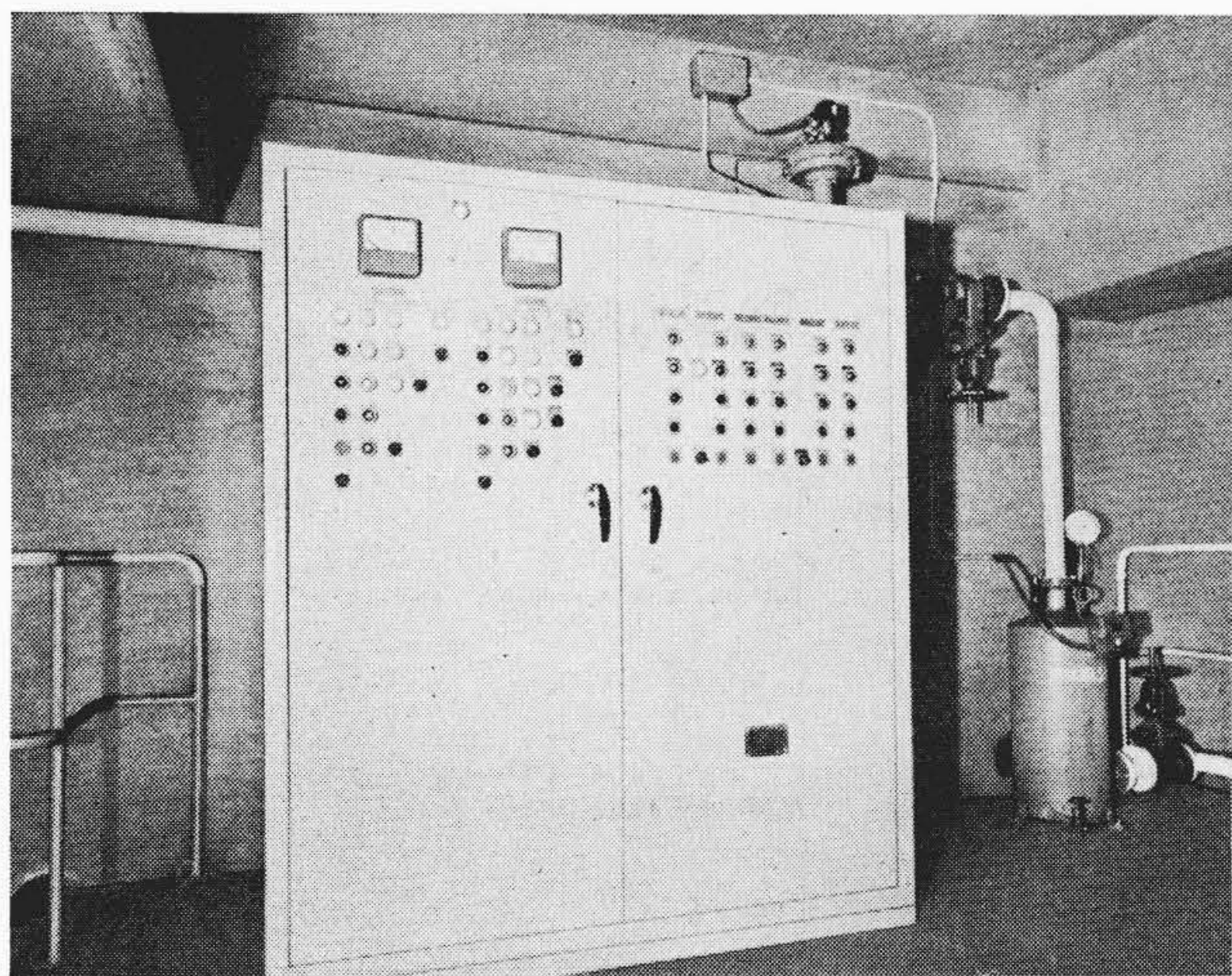
この装置で相当低露点を得られるので、今後低温低湿度の場合は冷凍式に代わってこれの応用が増大するものと考えられる。

4. 制 御 装 置

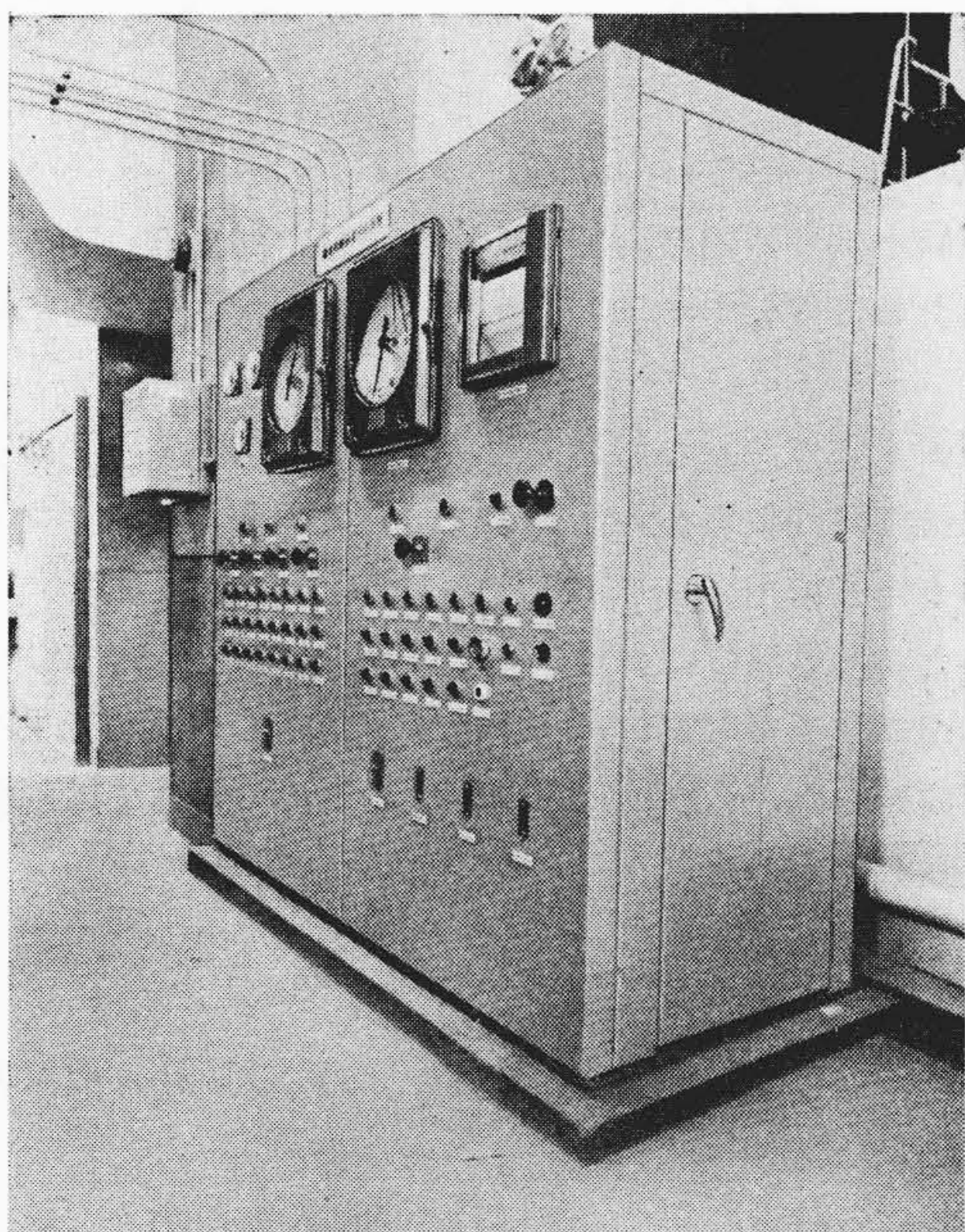
4.1 計器盤ならびに制御盤

本装置は狭い機械室に各機器を立体的にまとめたため機器の操作、監視には特に注意した。

すなわち装置の運転、制御は主として 2 階に設置された制御盤と



第8図 制御盤



第9図 計器盤

1階試験槽横に設置された計器盤にて行なわれる。

制御盤には各機器の起動停止押しボタン、運転表示ランプ、電流計、電圧計、故障表示などがまとめられている。

計器盤は監視に必要な温度、露点記録調節計、相对湿度記録計、冷凍機関係圧力指示計、手動自動切換スイッチ、電磁弁作動ランプ、連絡用ランプ、ブザー、槽内照明スイッチなどを盤面に取り付け、全体の運転状況がよくわかり適切な運転指示ができるようになっている。

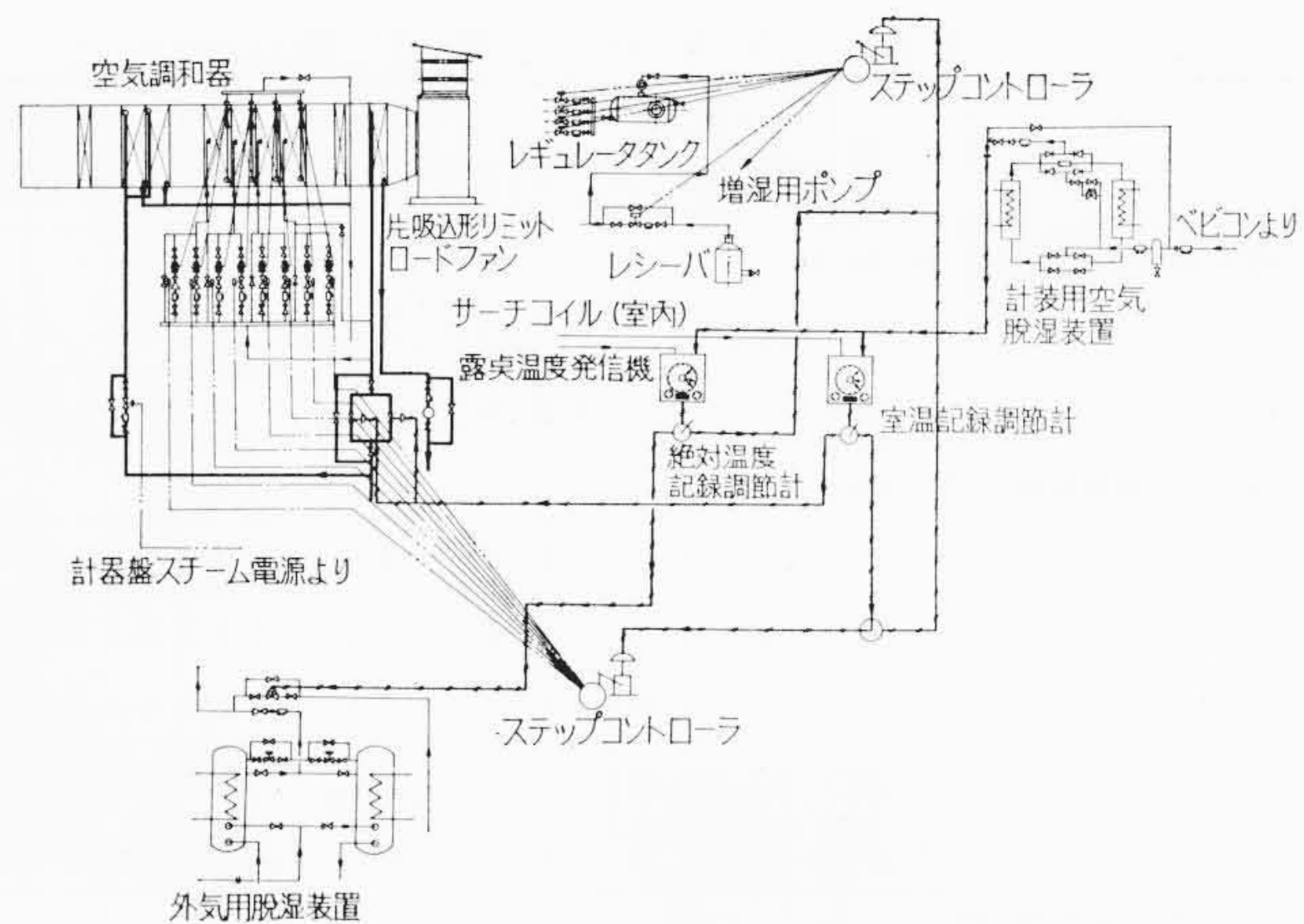
4.2 調節系および調節計器

第10図は調節系のフローシートを示す。

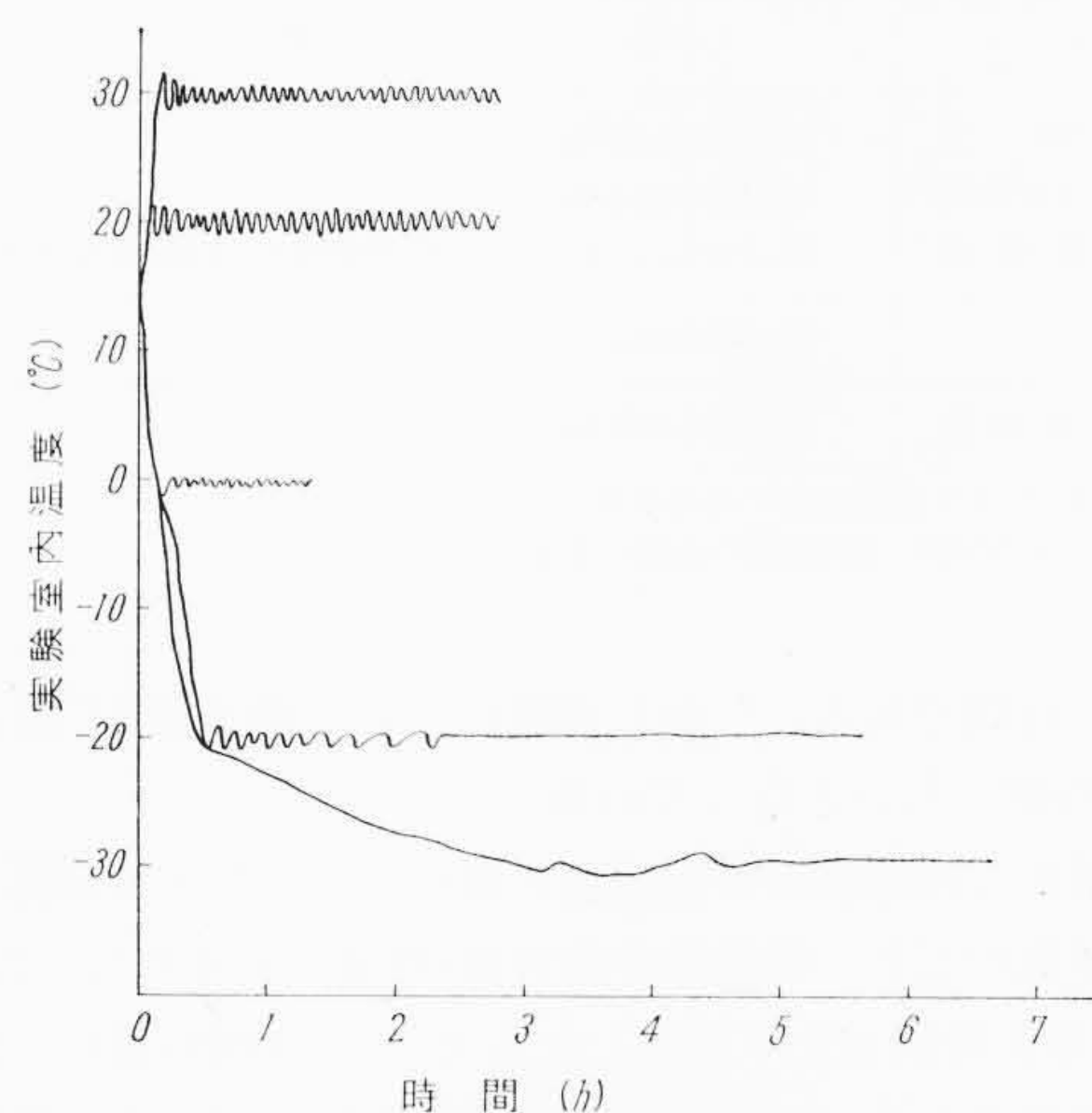
温度記録調節計、露点記録調節計いずれにも日立 PVQ-C 形空気作動式の電子管式自動平衡形を使用している。この計器は電源電圧周波数の変動による影響、周囲の温度による誤差がほとんどなく使用真空管の特性変動による誤差を生ずることなく、機械的にも堅牢で工業計器としての条件を満足するものである。

これらの検出端はいずれも試験槽内の壁に取り付けられ、それぞれの温湿度から指示に応じた偏差を空気圧に比例変換し 0.2~1.0 kg/cm²g の出力で出る。

温度調節系統は検出温度に応じ、4段階にステップコントローラを介して膨張弁手前の電磁弁を開閉して冷媒流量を調節する。なお



第10図 調節系フローシート



第11図 温度試験記録

前述の膨張弁の高温用と低温用の切り換えは別に調節計内の調節接点により行なわれる。

一方加熱を必要とするときは、出力空気圧を切り換えることにより出力空気圧に応じて蒸気用ダイヤフラム弁を比例的に開閉し蒸気量を調節している。

露点温度調節系統は、増湿の場合ステップコントローラを介して増湿用スプレー電磁弁を開閉してスプレー量を調節し、減湿の場合は新鮮空気前処理用脱湿装置のバイパス用ダイヤフラム弁を比例的に開閉し、脱湿空気とされない空気を適当に混合するように作動する。

このほか冷凍機による減湿の場合も切り換えによって行なうことができ、温度コントロールの場合と同様に膨張弁手前の電磁弁をステップ式に開閉調節する。

なお温湿度系はいずれも手動操作が可能で、電磁弁を手動操作したときは表示ランプによってその操作がわかるようにしてある。

5. 運転結果

本装置は完成後まだ日が浅いため十分な試験を行っていないが運転状況ならびに二、三の問題点について以下述べる。

5.1 試験槽の冷却

各温度における室内状態の温度記録を第11図に示す。

いずれも多少のハンチングがみられるのは調節計の調整が不十分のためであるが精度は規定値内にはいっている。しかし調整を完全に行なえばハンチングは小さくなるはずである。

運転記録は第3表に示すとおりで室温 15°C から -30°C までの冷

第3表 冷却時試験記録

	時刻	温度 °C					圧力 kg/cm ² (G)				圧縮機負荷	
		実験室	1段吸入	1段吐出	2段吸入	2段吐出	1段吸入	1段吐出	2段吸入	2段吐出	1段	2段
高圧側圧縮機起動	9°-50'	15										
	-54'	5.0	/	/	/	73	/	/	2.1	9.8	/	100
	10°-00'	0	/	/	6.5	79	/	/	1.8	9.8	/	100
低圧側圧縮機起動	10°-00'											
	-14'	-10	0	52	9	74	0.6	4.1	4.0	10.0	100	100
	-17'	-15	-5	54	6	74	0.3	3.4	3.3	9.8	100	100
	-19'	-20	-10	55	4	77	0.1	2.7	2.6	9.8	100	100
	11°-15'	-25	-25	46	-1	83	-50 mmHg	1.7	1.6	9.8	66	100
	12°-40'	-30	-48	37	-3	87	-150	1.4	1.3	9.8	66	100

* 外気温度 20.0°C

第4表 試験槽冷却負荷

室内温度	-30°C	備 考
項 目		
発生熱量	10,724 kcal/hr	冷却時間 4.75 hr としてその 1/2
侵入熱量および外気	11,330 kcal/hr	
構造物熱容量	28,100 kcal/hr	
計	50,154 kcal/hr	
室温時冷凍容量	50,000 kcal/hr	

- (1) 15°Cにより室温までの冷却負荷を示す。
- (2) 上記負荷内には試験機の負荷は含まない。

却時間は3時間である。しかし実際の安定状態は第11図にみるように4.75時間くらいとなっている。

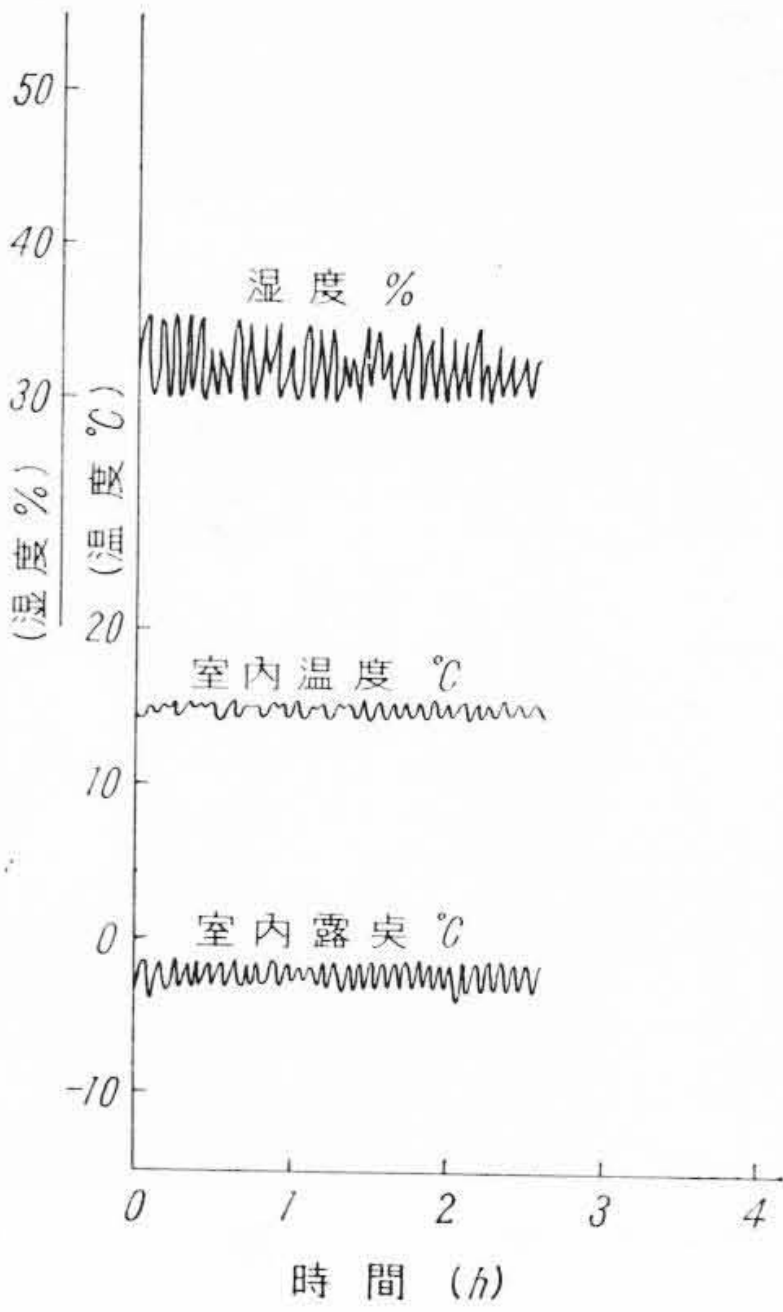
この記録から冷凍機の冷却容量と槽の冷却時間との関係を見い出すと、第4表のごとく構造物の熱容量(熱量が定常になった場合)の約50%を単位時間当たり加算したものが冷凍機容量に一致していることが確認された。このことから槽の冷却時間を逆に算定できるうえ、冷凍機容量の適正な決定ができる。

5.2 試験槽の湿度

湿度の記録は第12図に示すとおりで精度は約±5%にはいっている。

槽内の湿度を指示する計器は塩化リチウム式の露点記録計と乾、湿球温度から自動的に相対湿度を指示する日立VKB 31形相対湿度指示計を取り付けたが、露点と乾球温度からの相対湿度と相対湿度計との間に10%程度の誤差がある。さらにポータブル式の湿度計から求めた湿度との間にも誤差があった。これを調査したところ塩化リチウム式のものは検出端の風による影響で誤差が生ずることがわかり、これに金網をつけ風による影響をなくすことで解決した。

今後もこのようなタイプのものを使用するときには検出端の取り付け位置、室内循環空気流の影響を受けぬよう考慮せねばならな



第12図 湿度試験記録

い。

5.3 調和器内冷却コイルの霜付き

低温試験中調和器内の冷却コイルに霜付きがでないよう脱湿装置を併用したので運転中はほとんどコイルに霜付きがみとめられなかった。

脱湿装置も露点測定の結果では-30°C程度の露点を維持しておりこの系統では問題なかった。したがって調和器内のデフロースト装置はほとんど使用されなかった。

このことから低温度における湿度のコントロールならびに冷却時における冷却コイルの霜付き防止は脱湿装置が相当の効果を有することが確認された。今後は低温低湿度のものに対しては脱湿装置が広く用いられるものと思う。

6. 結 言

本文ではこのたび完成した自動車エンジン実験用環境試験装置の概要を述べた。

なお本装置の計画にあたっては数年前防衛庁に納めた航空機用環境試験装置によって得た経験を参考にした。本装置は所期の成績を納めこれによりいろいろな参考資料を得ることができた。

今後はこれらのデータと経験を基にしていろいろな用途の環境試験についても要求に適応する装置を設計製作したいと考える。

終わりに本装置の製作に当たり、種々ご指導いただいた日産自動車株式会社の関係各位のご協力に謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

- (1) 関川, 越智, 近藤: 冷凍, 34, 381 (昭34-7)