

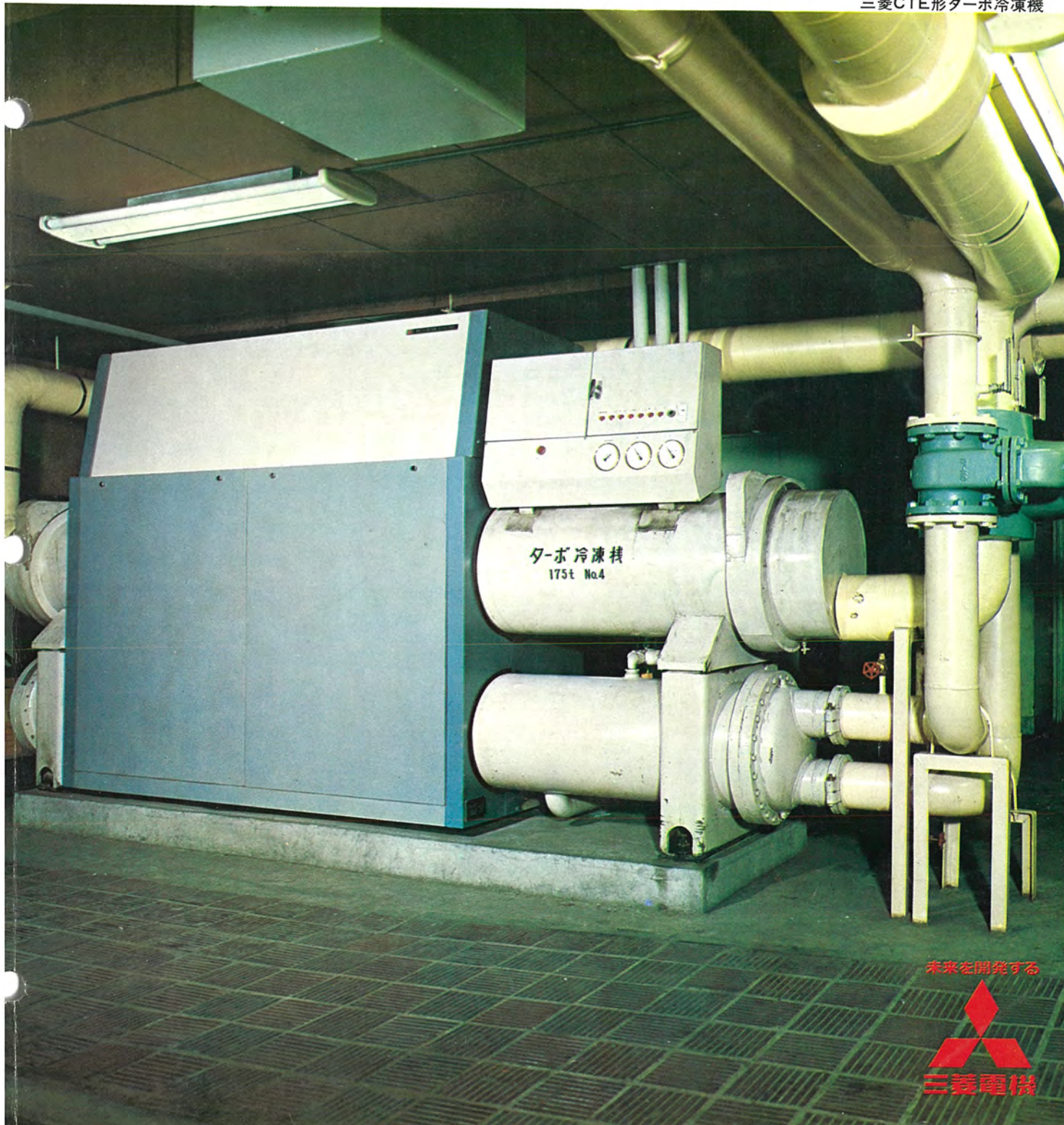
MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.44 April 1970

空調および冷凍特集

4

三菱CTE形ターボ冷凍機



未来を開発する





空調および冷凍特集

目次

《特集論文》

三菱ターボ冷凍機〈CTE形〉	熊本 永・江本浩徳・保坂征宏	481
Hi/Re/Li システムと特殊空調	中村雄二・丸山 忍	488
空調用フィン付き熱交換器—実験計画法による解析—	山崎起助・湯山 恭	494
マンション向け空調機	三浦 隆・貝瀬俊朗	501
高層集合住宅の暖房給湯設備	大畑晃一・山地 昇・山中速雄・目加田允彦	508
冷暖房用冷温水発生機器	岩崎善彦・飛田徹二・渡辺 靖・上田和弘	512
最近の空気清浄器	荒木義起・平山建一	525
大形パッケージエアコン〈PFシリーズ〉	八尋裕一	532
水スクラバ方式による青果物のCA貯蔵	安生三雄・水野久隆	540
冷蔵・冷凍用小形クーリングユニット	米田稔哉・丸山佳宏	545
UZ形コンデンスユニット	大門啓治・江本浩徳・菊池照弘	551
三菱 Hi/Re/Li ブラインクーラ〈BCL形〉	大門啓治・保坂征宏・谷本嘉裕	555

《普通論文》

MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム(3) —プログラム管理—	三井大三郎・首藤宏樹・大竹祥之・黒崎和男	561
レーザ式座標測定装置	前田八郎・東本曉美・安東 滋・佐藤一成・管野 勉	567
最近のプレートミル用電機品	久保田伸夫・林 昌宏	574
高温度用 ITV	道家昭彦・大久保永造	581

《ニュースフラッシュ》

完全屋外一体ガスタービン発電機完成・日本初の大規模工業用コバルト照射装置完成・三菱グループタイ国向け大形水力プラント受注
・わが国初の150 kV 級変電所無人化装置完成(中部電力・三菱電機共同開発)・水冷式 AS モータ完成・サイクロナスモータ製品化

《特許と新案》

冷蔵庫・テープレコーダのピンチローラ操作装置・水銀放電灯

表紙 1 三菱 CTE 形ターボ冷凍機

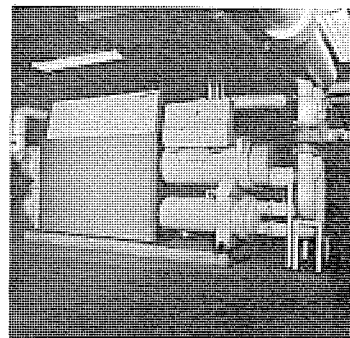
昭和37年CT形ターボ冷凍機が発売されてから7年後の昨年、画期的なCTE形ターボ冷凍機が発売された。戦後の時代すう勢に応じ、高速多気筒が開発されてビルなどの空調用冷凍機として活躍したが、たゆまざる努力によって、CT形をさらに発展させた高性能機種が誕生した訳である。

CTE形ターボ冷凍機の最大の特長は、その冷媒としてR-12を使用しているので、冷媒回路内が大気圧以上となり、抽気回収装置が不要のため保守管理がきわめて簡単になったことである。そのほか小形・軽量で運転操作は押しボタンのみで全自動運転ができ、シーズンオフ時の冷媒回収作業も不要であり、さらに安定した小容量の負荷制御など、種々の特長を持つ高性能機種であり、空調分野に大きな貢献を期待している。

表紙 2 三菱チリングユニット

表紙 3 三菱パッケージエアコン

表紙 4 日本万国博覧会—三菱未来館第2室(日本の空)





SPECIAL EDITION FOR AIR CONDITIONERS AND WATER CHILLERS

CONTENTS

SPECIALLY COLLECTED PAPERS

Mitsubishi Model CTE Centrifugal Water Chillers.....	H. Kumamoto • H. Emoto • Y. Hosaka...481
Hi/Re/Li System and Industrial Air Conditioning.....	Y. Nakamura • S. Maruyama...488
Finned Tube Heat Exchangers —Analysis by a Method of Design Experiment—.....	K. Yamazaki • H. Yuyama...494
Air Conditioners for Mansions.....	T. Miura • T. Kaise...501
Heating and Hot Water Supplying Apparatus for Tall Apartment Houses	K. Ôhta • N. Yamaji • H. Yamanaka • N. Mekada...508
Generator of Cold and Hot Water for Air Conditioning.....	Y. Iwasaki • T. Hida • Y. Watanabe • K. Ueda...512
The Latest Air Cleaners.....	Y. Araki • K. Hirayama...525
Packaged Air Conditioners (Series PF).....	Y. Yahiro...532
Carbon Dioxide Absorption System for Fruit and Vegetable Storage.....	M. Anjo • Mizuno...540
Small Packaged Type Storage Coolers.....	T. Yoneda • Y. Maruyama...545
Model UZ Condensing Units.....	K. Daimon • H. Emoto • T. Kikuchi...551
Mitsubishi Hi/Re/Li Brine Coolers Model BCL.....	K. Daimon • Y. Hosaka • Y. Tanimoto...555

TECHNICAL PAPERS

MELCOM-3100 Disk Operating Systems (Part 3) —Program Management—	D. Mitsui • H. Shuto • Y. Ôtake • K. Kurosaki...561
Laser Model Scanning Machines.....	H. Maeda • A. Higashimoto • S. Andô • K. Satoh • T. Sugano...567
Recent Electrical Drive Systems for Plate Mill.....	N. Kubota • M. Hayashi...574
Industrial T. V. Camera for High Temperature Use.....	A. Dôke • E. Ôkubo...581

NEWS FLASH.....	590
-----------------	-----

PATENT AND UTILITY MODEL.....	559
-------------------------------	-----

COVER :

1. Type CTE Packaged Centrifugal Water Chillers (Turbo-Refrigerators)

Last years, just seven years after the type CT turbo-refrigerator was introduced to the market in 1964, a type CTE machine was put up for sale as an epochal product in the line. High speed multi-cylinder refrigerating units had been developed to cope with the trend of the postwar era and in active operation as refrigerators for air conditioning. However, as a result of untiring efforts new units of high performance were worked out as improvements of type CT.

The most marked feature of type CTE packaged centrifugal water chillers is the refrigerant R-12 used for it. This makes the pressure in the refrigerant circuit above the atmospheric one to dispense with the extraction gas recovering device and the maintenance and upkeeping very easy. In addition, they are small sized, lightweight and of full automatic operation with a touch of a push button. It does not need to take out the refrigerant when the machine is not in operation during the off season. Stable load control of small capacity together with the above features ensures the high performance of the apparatus so as to make contribution to the field of air conditioning.

2. Mitsubishi Chilling Unit

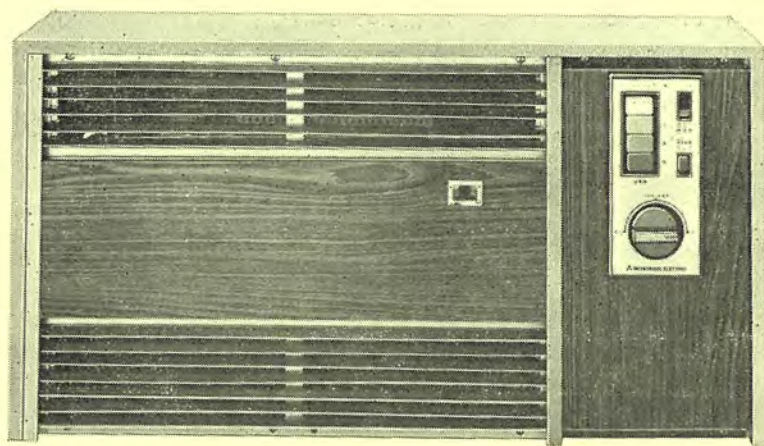
3. Mitsubishi Package Air Conditioners

4. EXPO '70-Mitsubishi Pavillion, Room No. 2 (The Sky of Japan)

HIGH-LIGHT

MICS 新燃焼方式の開発!!

世界ではじめてガス ストープのかん詰化に成功



開発されたガス温風暖房機

当社はこのたび中央研究所において、画期的な新ガス燃焼方式により、世界ではじめてガスストーブのかん詰化に成功し、この応用機器の一例として当社中津川製作所において新しい、ガス温風暖房機を開発した。

このMICS新燃焼方式はきわめて、画期的なものであり、この応用製品化を進め、住宅機器および熱応用機器分野へ積極的に進出する方針である。

●新燃焼方式の概要

“新ガス燃焼方式”は空気とガスの混合気体を、高温の触媒の表面にふれさせて活性化し、完全燃焼させるという化学反応論からも最も合理的な燃焼を利用したもので、ガス燃料をコンパクトなパイプの内部で完全燃焼させ、暖房に必要な熱量はパイプ壁より放熱し、排気ガスは簡単に屋外に放出できる、“ガスストーブのかん詰化”ともいふべき衛生面からも理想的な燃焼方式である。

これまでの燃焼方式ではノズルから出たガスを完全燃焼させるためには、部屋の中とか、燃焼室のような大きな空間の中でゆっくり燃やす必要があった。

新方式では(1)ガスと空気の供給法について、新しく開発した細分割供給法により、ガスのスムーズな着火と、着火されたガスと空気とを完全に混合させる方法、および(2)高温の固体表面での触媒作用を利用して、分子の燃焼反応をきわめて速やかに行なわせ完全燃焼させる方法の開発によって、小さな空間で、無音で安定した完全燃焼をさせるという、丁度強風の中で安定した火を燃やすといった一見不可能な問題を解決したもので、この原理と応用については国内外に50件の特許を申請中である。

●新燃焼方式の特長

- (1) “ガストローのかん詰化”といわれる小さな容器の中で無音の完全燃焼が行なわれるから、騒音もなく、排気ガスの処理も簡単であり、かつ爆発の危険がない。
- (2) 燃焼の際、余分な空気がいらないので、きわめて効率の良い燃焼が行なわれる。
- (3) 都市ガスだけでなく、LPガス・ブタンガス・天然ガスなどあらゆるガス燃料が同一設計の燃焼器で利用できる、いわゆる“ユニバーサルバーナー”である。

●新燃焼方式の応用

このような特長を利用することにより、コンパクトで熱効率が高く、安全かつ衛生的な新しいヒーティングシステムとして次のような広い応用分野が期待される。

●ガス温風暖房機

新燃焼方式と三菱の〈風〉の技術を結びつけた。“ガス温風暖房機”の開発をすでに完了し、45年度の需要期にあわせて製品化し発売する計画である。

セントラルヒーティングはこれからの住宅暖房の理想の形と考えられるが設備費もかかり、かつ既設の家屋へ新しく取り付けるとすれば配管工事などが大変である。

この暖房機では都市ガスでもLPガスでもなんでもよいが家庭のガスせん(栓)に接続するだけで簡単に据付けられ、しかもセントラルヒーティングの目的とする安全かつ衛生的で、室内温度の均一な理想的な暖房形式と全く同じ効果が得られるうえ、配管工事を含めた総設備費はわずかにその1/3以下となり、総合効率も90%以上という大きなメリットもあり、一般の求めている手軽なセントラルヒーティングの夢にまさにぴったりのものである。これは、ほんの一応用例にすぎない。

その他の応用としてセントラルヒーティング用のガスファーンレスや温水機をコンパクト化することも可能であり、さらに洗面所・バス・キッチンなどの給湯設備や、オーブン・炊飯器・レンジなどの台所設備、ごみ焼却器などへの効率的な応用も期待される。

当社では以上のような新燃焼方式を応用した製品化を進めており、これをもって住宅機器および熱応用機器の分野にきわめて有力な武器をもったことになる。

UDC 621.565

三菱ターボ冷凍機<CTE形>

熊本 永・江本浩徳・保坂征宏

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P481~487

三菱ターボ冷凍機CTE形は冷媒R-12を使用した全く新しいタイプのターボ冷凍機である。冷媒R-12はこれまでの冷媒R-11, R-113等にくらべて圧力が高くしかも体積冷凍効果大きい。このため本機は(1)機内が常に大気圧以上となり空気が侵入しない。したがって空気侵入によるさまざまなトラブルがない、(2)機械がきわめて小形、軽量であるという大きな特長を有している。



UDC 697.4.032.22

高層集合住宅の暖房給湯設備

大畑晃一・山地 昇・山中速雄・目加田允彦

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P508~511

最近都会地では高層集合住宅の建築が非常な勢いで増えている。この高層集合住宅における暖房設備は中央集中方式から戸別の集中暖房給湯方式に変わつた。

本文では灯油を燃料とした戸別の集中暖房給湯方式の考え方、特長および社で取り組んだ方式について述べる。



UDC 628.8

Hi/Re/Liシステムと特殊空調

中村雄二・丸山 忍

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P488~493

最近産業用の特殊空調と装置に、パッケージ形ルームクーラが盛んに利用されるようになった。これらの空調和装置は、その必要度から、高度の信頼性を要求される。このため、新しい冷凍システムであるHi/Re/Liシステムを応用したGT形ルームクーラを開発したので、その概要とHi/Re/Liシステムについて紹介し、あわせて同時に開発した市場よりの照会仕様に対する回答を、MELCOM-1530で行なうためのプログラムについても述べる。



UDC 697.71:697.97

冷暖房用冷温水発生機器

岩崎善彦・飛田徹二・渡辺 靖・上田和弘

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P512~524

空調方式には種々の方式があるが、多室建築などには、個別制御の容易なアンコイル式が多く用いられるようになった。また、住宅の冷暖房にも選択暖房が行なえるこの方式の使用例が多い。本文では、冷温水を用いた冷暖房方式の特長について述べ、中小規模業務用、あるいは住宅用に適用されているチリングユニット、石油温水機、石油温水機とチリングユニットを一体にしたシーズンバックマスター、および関連機器を紹介し、あわせて、今後の問題について述べる。



UDC 621.5.04

空調用フィン付き熱交換器 —実験計画法による解析—

山崎起助・湯山 荃

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P494~500

空調機器用熱交換器として多く用いられているフィン付き熱交換器の管外伝熱特性および風圧損失特性を向上させるため、熱交換器を構成する要因を実験計画法の $L_{16}(2^5)$ 直交表に割付け、これに沿って実験を行なった。特性値の分散分析から各要因の要因効果を求め、特性値を改善する具体的な方法を求めた。

熱伝達率を向上させるためには、列ピッチを小さく、管配列をチドリ配列に段ピッチを管径の比を1.5~2.7、風速を大きくする。風圧損失を小さくするためには、フィンピッチを大きく、列ピッチ、風速を小さくする。各要因効果の傾向は、熱伝達特性を向上させると風圧損失特性を悪くさせるような逆の傾向をもつ。



UDC 621.928.9:621.359.4

最近の空気清浄器

荒木義起・平山建一

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P525~531

産業の発展や都市の過密化に伴ない大気は汚染の一途をたどっており、空調和系統における空気清浄器は環境衛生の観点より高集じん性能なものを要求されている。またビルなどにおける保守管理部門の省力化に伴ない保守の簡なものではなければならない。

本文では空気清浄器全般と高集じん性能、ノーメンテナンスを特長とするD-B形フィルタについて解説するとともに、空気清浄器の将来像について述べた。



UDC 628.8:697.9

マンション向け空調機

三浦 隆・貝瀬俊朗

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P501~507

首都圏における高層共同住宅マンションは、1、2年爆発的に伸びてきており、今後もさらに伸びるものと思われる。マンションは一般に高級住宅であるので空調設備の装備率も一般住宅に比べかなり高い。高層共同住宅の空調方式は建物全体でおこなうセントラル方式、各戸別式、各室ごとの個別方式等考えられる。暖房は温水でおこない、温水コイルを組込むルームエアコンの需要も次第に高まってきている。当社ではこれらの要望に応えるべく温水コイルを蒸発器にBUILT INした低騒音、高性能のマンション向け空調機を開発したので、その仕様、構造等述べる。さらに代表的なマンション向け空調方式の利点欠点等述べる。今後の動向について考察した。



UDC 628.84

大形パッケージエアコン <PFシリーズ>

八尋裕一

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P532~539

日本の建築界も高層ビル時代にはいり、それに伴って新しい空調方式に変わつてきた。従来のセントラル方式に代って各階ユニット方式が多く採用されるようになってきた。

また空調機の据付場所を中間階あるいは最上階に求める傾向が多くなっているが、階高が低く、軽構造でしかも空調機専用のスペースをあまり大きくとらない建物が多いため、小形・軽量のユニットが要求されることになる。

この空調方式や建物の新しい時代の要求に即応するため、大形パッケージエアコンの新シリーズを開発した。



UDC [634.1/.8+635.1/.7]:641.43(CA)

水スクラバ方式による青果物のC A 貯蔵

安生三雄・水野久隆

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P540～544

青果物の貯蔵法のうち今後広く応用されるであろう貯蔵庫のふん囲気ガスの組成を人工的に変化させる方法、いわゆるC A 貯蔵に使用される炭酸ガスの吸収装置を試作したので報告する。

わが国で使用されている炭酸ガスの吸収装置の方式には、数種あるがどれもコスト的に利用できる範囲に限られており、将来普及すると思われる水による吸収装置の実施例がないことから、当社で昭和43年より検討をすゝめた結果十分実用に供することが判明した。



UDC 682.142:007.3

MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム (3)
——プログラム管理——

三井大三郎・首藤宏樹・大竹祥之・黒崎和男

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P561～566

従来の磁気テープを主体としたオペレーティングシステムではプログラムはカードや紙テープの形で管理されていたため、計算機の効率の面でも、カード類の管理の上でも条件がよくなかった。プログラムの管理にディスクを応用するとランダムアクセス機能とデータの更新機能を利用して高速でしかも便利にプログラムを管理することができる。ここではMARK-IIIのディスクオペレーティングシステムで採用したディスクによるプログラム管理の方式について記述する。なおこの論文はMARK-IIIの全貌およびデーク管理を記述した前編それぞれ (1)および(2)の続編である。



UDC 621.565.9

冷蔵・冷凍用小形クーリングユニット

米田稔哉・丸山佳宏

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P545～550

最近中・小形低温貯蔵庫の需要がふえているが、工事省力化の面からこれら貯蔵庫用の冷凍装置に冷凍サイクルをパッケージ化した冷却装置の利用が盛んである。

当社において開発されたH C形冷蔵・冷凍用クーリングユニットは豊富な機種系列と使用の簡便さからその伸びが著しい。ここに標準冷蔵用ユニットならびに特殊用途への使用例について、仕様性能などを紹介し需要家各位のご参考に供した。



UDC 535.12.084:621.1-296

レーザ式座標測定装置

前田八郎・東本曉美・安東 滋・佐藤一成・菅野 勉

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P567～573

最近、自動車・船舶・航空機等の諸工業において、3次元自由曲面より構成されるモデルの計測、データ処理、工作加工に至るまでの自動化、高速化を目的とした自動設計加工システムの開発が行なわれている。

このたびわれわれはこのシステムの一環として、レーザ光を用いる無接触な計測装置を利用したレーザ式座標測定装置の開発を完了した。この装置は被測定モデルに機械的に接触せず、±10ミクロンの分解能で座標測定を行なうことができ、従来の接触式プローブを使用した装置にくらべて2倍～5倍の速度でモデルの自動計測を行なうことができる。



UDC 621.574

U Z形コンデンシングユニット

大門啓治・江本浩徳・菊池照弘

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P551～554

冷凍機器ならびにその応用品に関しては今後共大幅な伸びが期待されているが、これからの課題として機器の自動化、省力化が要望されている。今回当社が開発発売に至ったU Z形コンデンシングユニットはこの要望にこたえる新製品である。

本文ではこの新製品のもつ数々の特長、機器の構成、および制御方式等を紹介し理解の一端としたい。



UDC 621.771.23:621.313:621.316.7

最近のプレートミル用電機品

久保田伸夫・林 昌宏

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P574～580

最近のプレートミル用電機品の特長としては、次のものがあげられる。

- (1) 主電動機に単一電機子の採用
- (2) サイリスタ電源の採用
- (3) 計算機を含めた自動化の普及
- (4) A G Cの採用



UDC 621.565

三菱Hi/Re/Liブラインクーラー〈B C L形〉

大門啓治・保坂征宏・谷本嘉裕

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P555～558

三菱B C L形ブラインクーラーは新しい時代の冷凍機として、当社の独創的なアイデアにより開発されたもので、その据付・運転・保守などすべての面で人手を必要としないいわゆる省力機器である。

本機は従来の単段圧縮機による直膨式あるいは間接式の冷凍装置に代って使用できるもので、野菜・果実・魚・肉・原乳などの低温貯蔵、アイスクリーム製氷あるいは化学工業用などに最適である。



UDC 621.397.6

高温度用I T V

道家昭彦・大久保永造

三菱電機技報 Vol. 44. No. 4・P581～589

I T Vを高温度で使用する場合、従来冷却装置を必要としていたが、温度55℃までは冷却を必要としない高温度用I T Vカメラを製品化し、I T-T 3形・I T-T 5形とした。その特長は、使用温度範囲の拡大のほか、ビジコン自動感度調整回路の採用により100～10万ルクスの外界照度変化に、動作を自動的に追従させたこと、ビジコン・ホークス電流、電圧を安定化させたことにより、無調整使用を可能にしたことである。

本文ではこのカメラの設計にあたり、留意した点、くふうした回路とその動作を説明し、温度、照度試験結果を報告した。終わりにこのカメラの今後の問題点をあげ、次期機種の開発指針とした。



三菱ターボ冷凍機 (CTE 形)

熊本 永*・江本 浩徳*・保坂 征宏*

Mitsubishi Centrifugal Water Chillers, Model CTE

Nagasaki Works Hisashi KUMAMOTO・Hironori EMOTO・Yukihiro HOSAKA

Original ideas incorporated in the model CTE system have made it an extremely quiet compact and efficient assembly. Operating with R-12 refrigerant and always at positive pressures has permitted a spectacular reduction in centrifugal system size, simplification of control and the use of a dependable high velocity refrigerant shell and tube type chiller. The unit does not require a troublesome purge system, liquid pump or external capacity control motor and associated linkage.

1. ま え が き

冷媒 R-12 がターボ冷凍機用として最も理想的な冷媒であることは以前より知られており、これを使用したターボ冷凍機を実現することはすべての技術者の久しい夢であった。しかしながらこの夢を実現するには小形で効率の良いインペラ（羽根車）を、しかも経済的に製作するというきわめて困難な、あるいは不可能と思われるほどの問題を解決しなければならなかった。

ところが、米国ウエスチングハウス社はこの難問に挑戦し、多額の投資と長期にわたる研究の結果、1964年ついに R-12ターボを実現したのである。

当然この機械は世界の注目を浴び、あらためていろいろな角度か

らこれまでの機械との比較・検討がなされたが、そのいずれにおいても従来機をはるかにしのぐ傑作であることがわかり、その存在は世界に知れわたった。

ウエスチングハウス社と技術提携する当社ではさっそく本機の国産化を計画し、ここに誕生したのが CTE 形ターボ冷凍機である。（図 1. 1）

2. 冷 媒

まず本機の最大の技術的焦点である冷媒について考えてみる。遠心式圧縮機の圧縮機構はインペラの回転によって冷媒ガスに遠心力を与え、この運動エネルギーを圧力のエネルギーに変換することによりガスを圧縮するもので、レシプロ圧縮機やロータリー圧縮機などの容積圧縮式とは根本的に異なったものである。このため使用する冷媒の種類もおのずから限定されており、ヘッド（head）が小さく、適当に大きな比容積を有するものが適当であるとされている。

ヘッドが小さいという条件は遠心式圧縮機構よりくる必然の条件である。適当に大きな比容積とはすなわちインペラ製作上からの制限であって、これまでの技術では風量がある程度（ $\approx 40 \text{ m}^3/\text{min}$ ）以下で効率良く作動するインペラを製作することは困難であったからである。このような条件でこれまでのターボ冷凍機に選択された冷媒は R-11 や R-113 などのいわゆる低圧冷媒である。これらの冷媒は圧力が低いという欠点はあるが、比容積が大きいという特性を有しているため、風量の多い割には重量速度（weight flow）が小さく、大きなインペラを使用しても 100 トン、200 トンといった小容量のターボ冷凍機を製作できるのである。

しかしながら、圧力が低いということは冷凍機として重大な欠点である。表 2. 1 からわかるように通常運転の状態で R-113 の場合



図 1. 1 三菱ターボ冷凍機 CTE 形
Model CTE centrifugal water chiller.

表 2. 1 ターボ冷凍機用冷媒の特性
Characteristics of the refrigerants for centrifugal compressors.

冷 媒 名	蒸 発 圧 力 kg/cm ² abs	凝 縮 圧 力 kg/cm ² abs	冷 凍 能 力 kcal/kg	比 容 積 m ³ /kg	ガ ス 循 環 量 m ³ /h. ton		圧 縮 仕 事 kcal/kg	圧 縮 ヘ ッ ド m	所 要 馬 力 kW/t	圧 縮 機 吐 出 温 度 °C	0°C 付近での ガス中の音速 m/s
					吸	吐					
アンモニア	5.259	18.165	257.28	0.2435	3.12	1.19	43.0	18.350	0.899	94	404
R 12	3.696	11.023	28.13	0.0486	5.72	2.24	4.8	2.050	0.895	51	138
R 114	1.090	4.066	24.12	0.1207	16.63	5.10	4.9	2.090	1.068	※	116
R 11	0.506	2.084	37.85	0.334	29.4	8.35	5.7	2.430	0.790	52	134
メチレン クロライド	0.241	1.15	74.45	1.131	50.5	14.1	13.5	5.760	0.952	98	176
R 113	0.1939	0.9451	29.69	0.641	71.6	16.8	5.1	2.180	0.88	※	113

条件 蒸発温度：5°C、過熱なし、凝縮温度：45°C、過冷却 5°C

注）※凝縮温度にほぼ同じ

表 2.2 銅共存のときの各種冷媒の加水分解
Hydrolysis rate of each refrigerant.

(50°C)

冷 媒	加 水 分 解 の 割 合 g/l(水)・year
R 11	23
R 12	10
R 113	40
R 114	3
メチルクロライド	110
メチレンクロライド	55

は高圧側、低圧側とも、R-11 の場合は低圧側が大気圧より低い真空となる。このため機械や配管のシール部分より空気が侵入しさまざまなトラブル発生の原因となる。まず、侵入した空気は不凝縮ガスとしてコンデンサに滞留し凝縮圧力を上昇せしめる。このため圧縮機はより大きな圧力ヘッドを必要とし効率は低下する。凝縮圧力がさらに上昇するとサージングを発生し運転の継続が不可能となる。また、空気とともに侵入した水分によって冷媒は加水分解を起こし塩酸・ふっ酸を発生する。これらの酸により金属材料の腐食、モータ絶縁の劣化、冷凍機油の劣化などが促進される。このためR-11やR-113などを使用する従来のターボ冷凍機では、抽気回収装置を用いて機内に侵入した空気や水分を除去しなければならない。このとき空気や水分と同時にしかの冷媒も排出されるため、年間合計としては相当量の冷媒損失を余儀なくされるわけである。

それでは、本機の冷媒であるR-12の場合はどうであろうか。R-12はこれまでもっぱらレシプロ冷凍機用の冷媒として使用されターボ冷凍機用としては、特別な用途(1,000トン以上)以外は使用されることがなかった。それは前にも述べたように小容量のターボ冷凍機に使用すると風量が少なく、これに見合うインペラを製作することができなかったからである。しかし、R-12用のインペラを製作できるとなると全く理想的なターボ冷凍機を製作することができる。すなわち圧縮機は小形となり、圧力はすべて大気圧以上となって空気が侵入しないからである。

3. CTE 形ターボ冷凍機

三菱CTE形ターボ冷凍機は冷媒R-12を使用した画期的なターボ冷凍機である。容量は100トンから220トンまで5機種をそろえている。

図1.1は外観、図3.1にその構成を示す。主要な構成機器はコンプレッサ・チラー・コンデンサ・操作箱・オイルポンプ・オイルクーラー・膨張弁等で、従来の機械に見られた抽気回収装置はない。

図により冷媒の流れを説明すると、まずコンプレッサにより圧縮された冷媒ガスはコンデンサへ吐き出され、ここで冷却水により冷却されて凝縮する。凝縮した冷媒はコンデンサ底部にたまり、ここからストレーナーを通して膨張弁に至り減圧される。減圧されてチラーへ流入した冷媒液は、冷水より熱を奪って蒸発しコンプレッサへ吸入される。モータ冷却用の膨張弁は別に付属しており、コンデンサの液を一部導いてモータ室へ吹き込んでいる。主膨張弁はCTE-10、13の場合は温度式自動膨張弁、CTE-16、19、22の場合はフロート弁をパイロットするPO膨張弁である。

4. 特 長

(1) 小形・軽量である

表 3.1 標準仕様
Standard specification.

形名		CTE-10	CTE-13	CTE-16	CTE-19	CTE-22
コンプレッサ	形 式	密閉形単段ターボ				
	容 量 制 御	2 速度式ベーンコントロール 〈油圧式〉				
	増 速 装 置	ヘリカルギヤ単段増速				
モ ー タ	形 式	かご形ハーフメチック冷媒液冷式				
	電 源	3,000/3,300V 50/60 Hz				
	起 動 方 式	Y-Δ				
チ ラ ー	形 式	シェルチューブ 〈乾式〉		シェルチューブ 〈高速満液式〉		
	バ ス 数	2 バス		2 バス 〈井水使用〉, 3 バス 〈クーリングタワー使用〉		
	配管サイズ	5 B		5 B または 6 B		
コンデンサ	形 式	シェルチューブ				
	バ ス 数	2 バス				
	配管サイズ	4 B		6 B		
膨 張 弁		温度式自動膨張弁		フロート式		
冷 媒		R-12				
冷 媒 量 kg		90	110	240	240	300
潤滑油	形 式	ギヤポンプ強制潤滑				
	油 量 l	14				
操 作 電 源		単相 100/110 V				
外形寸法 mm	高 さ	1,720		2,020		
	幅	3,848		4,468		
	奥 行	875		875		
運 転 重 量 kg		2,500	2,850	4,250	4,300	4,780

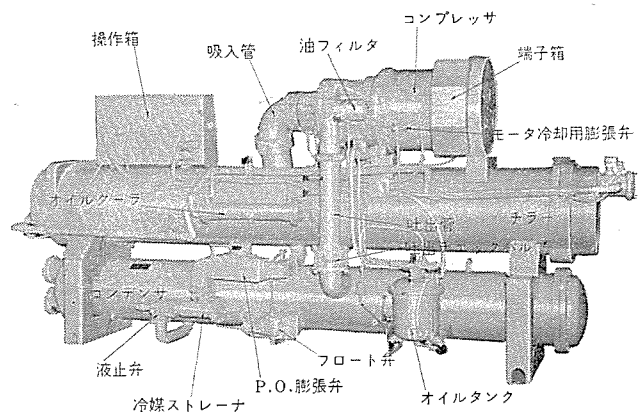


図 3.1 主要機器配置 (CTE-16~22)
Arrangement of each component.

冷媒R-12使用の小形コンプレッサ、冷媒液冷モータ、新形チラー（乾式Uチューブ式および高速満液式。いずれも特許出願中）などの採用により大幅に小形・軽量となった。

(2) 据付が簡単である

チラー・吸入管などの保冷、冷媒・油のチャージ、操作回路の結線などすべて工場で済ませているので現地では電源接続と水配管のみでただちに運転することができる。

(3) 作業主任者不要

ユニット形であるからこれまでのターボ冷凍機と同じく作業主任者は不要である。

(4) 高い信頼性

冷媒R-12使用のため機内はつねに大気圧以上であり空気が侵入しない。したがって空気侵入にもとづくさまざまなトラブルが皆無である。

(5) 全自動運転

ボタン操作のみで運転できる全自動運転方式を採用しているので運転はきわめて容易である。また、抽気回収やシープイン・オフ時の冷媒出し入れ作業が不要なので保守管理がらくである。

(6) 最新式容量制御機構（特許）

容量制御機構は油圧作動で完全に内蔵され、負荷が少ないときはベーンコントロールと連動してデフューザの幅がせまくなり、小容量（10%）まで安定した効率の良い運転ができる。さらに、ベーン制御は2速度式でモータ過負荷時や負荷の急減時には通常の数より早い速度でベーンを閉じるので要以上に保護装置が働くことがなく、また正常時のハンチングもない。

(7) 完備した保護装置

通常の保護装置のほか運転中に停電があっても軸受への給油を暫時継続する油圧補償器、モータ巻線温度保護サーモなどあらゆる保護装置を完備している。

5. 構造

5.1 コンプレッサ

本機のコンプレッサは半密閉単段形で、大きく分けて次の四つの部分よりなりたっている。

(a) インペラ、デフューザ、スクロール などからなるいわゆるコンプレッサ部分

(b) モータの回転数をインペラの所要回転数まで増速する増速装置

(c) インペラを駆動するモータ

(d) 吸込口に位置して容量制御を行なう容量制御装置

これらの中から特に興味あるテーマについて次に紹介する。

(1) インペラ

コンプレッサは冷凍機の最も重要な部分であり、インペラはそのまた心臓部である。本機のインペラは超精密のアルミ合金製でひじょうに小さく直径はわずか16cm、重量は600gにすぎない。これを従来のたとえばR-11用（ステンレス製）と比較すると直径で1/2、重量では実に1/20となる。このように小さなインペラの場合慣性モーメントが小さいので起動時間が特に短く、スターデルタ起動でも2秒以内である。起動時間が短ければそれだけモータの発熱も少なく再起動時間を短縮できるほかモータ絶縁の寿命を長くすることができる。

本機のインペラは21,000～25,000 rpm という高速で回転する。このため高精度のバランス取りを行なうと同時に30,000 rpmのスピンドルを行なって、鑄造不良のチェックおよび応力の除去を行なっている。

インペラはピニオン軸に固定されたフレキシブルシャフトによって駆動される。フレキシブルシャフトの目的は歯車の歯の振動を吸収して、これをインペラへ伝達しないことおよびインペラブレードの振動を吸収してこれ

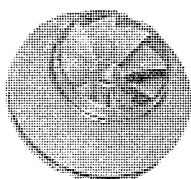


図 5.1 インペラ
Impeller.

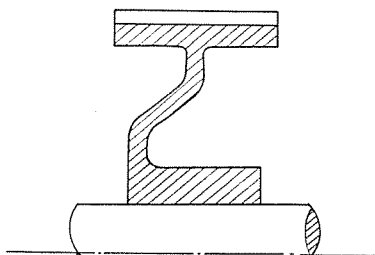


図 5.2 ギヤ断面
Driving gear section.

を歯車に伝達しないことである。

(2) 増速装置

増速機構はモータと共通の軸をもつ駆動歯車（driving gear）とフレキシブルシャフトに固定された被動歯車（pinion）よりなりたっている。これらの歯車はシングルのヘリカルギヤでそのねじれ角はインペラに発生するガス圧のスラストを打消すようになっている。

このような増速歯車で最も大切なことはモータの動力をインペラへなめらかに伝達することで、この目的のために本機の歯車には種々の新しい工夫がとり入れてある。すなわち、歯形はインボリュート曲線を修正したいわゆる修正歯形が用いられており、これによって歯のたわみや歯先の干渉による騒音をなくしている。歯はモジュールを小さくして同時かみ合い率を2～3となるようにしてあるので動力の伝達はひじょうになめらかである。また、ピニオンにはクローニングが施してあり、さらにギヤは図5.2に示すようにたわみやすくしてあるので2軸間のミスアライメントを吸収することができる。歯面の潤滑は軸受部分より噴出される油のミストにより行なう。

(3) モータ

モータは2極のかご形で冷媒液により冷却される。一般に密閉形モータは冷却効果が大きいので小形になるのが特長であるが、本機の場合も独得の冷却法（特許出願中）によりモータが小さく、軸はオーバハングタイプである。

冷却はコンデンサより液を一部導きこれを膨張弁で減圧してステータ背面へ入れ、それからフリー側→エヤギャップ→ロード側→チャーへと流すことによってモータ全体をくまなく冷却することができる。

(4) 容量制御機構

容量制御機構は本機の最もすぐれた特長の一つである。すなわち

(a) 油圧作動であり完全に内蔵されていること

(b) 低負荷における特性が改善されていること（特許）

(c) 2速度式ベーン制御によって運転の安定化を達成したこと（特許）

ターボ冷凍機の容量制御は、吸込口（インペラ手前）に設けられたガイドベーンを回転させ吸入ガスにプリオーテーションを与えてガス流量をコントロールすることにより行なうが、従来の機械ではガイドベーンを作動させるのに機外に設けられたモジュールモータを使用していたため、機内外を連結するロッドおよびそのシールが必要であった。そのため、シール部分からの空気や水分の漏れがありさまざまなトラブル発生の

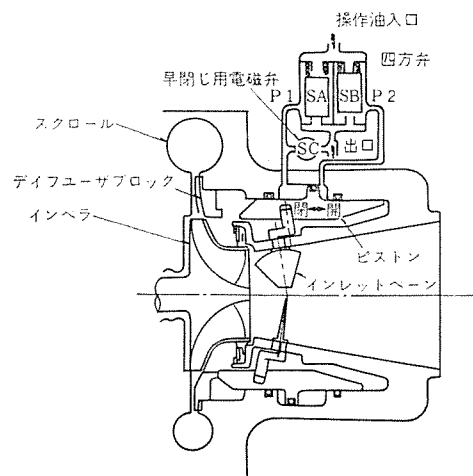


図 5.3 容量制御機構
Capacity control system.

原因となっていた。本機の場合は R-12 のため空気や水分の漏れはもちろんないが、完全内蔵式であるため冷媒が機外へ漏れる心配もない。

図 5.3 によりその作動を説明すると、まずペーンを開くときはピストンを右方へ動かす。それには 4 方弁の電磁弁 SA を OFF, SB を ON にしてやればよい。ペーンを閉じるときは逆に SA を ON, SB を OFF にすればピストンが左方へ動く。また、ペーンを停止させるときは SA, SB とともに OFF とすればピストンは停止する。この 4 方弁の操作は制御箱に設けられた温度コントローラにより行なう。

ところで、遠心式圧縮機におけるディフューザは運動エネルギーを圧力エネルギーに変換する部分としてきわめて重要な働きをしているが、通常の設計は定格状態の風量をもとにしてなされるためターボ冷凍機のように風量が大きく変化する場合は特に低負荷において効率低下、騒音増大さらにサージング等の問題が発生する。これは図 5.4 に示すように、風量が少ない場合はディフューザにおいて渦流が発生するためと考えられる。

そこで本機では図 5.5 に示すように、ディフューザ部分が可動構造になっており、ペーンが閉じて風量が少なくなるとディフューザ通路を狭くして渦流の発生を防止するようにしてある。このため本機では最小 10 % までの容量制御と、低負荷における騒音低下および効率の増大さらにサージングの防止を達成している。

ターボ冷凍機を運転中負荷が急激に減少してペーンが全閉するより先に冷水温度が低下し自動発停サーモあるいは低圧開閉器により機械が停止することがある。また負荷が大き過ぎる場合は冷水温度が上昇しモータが過負荷となって OCR が作動し機械が停止することもある。いったん停止すると再起動防止タイマーによって一定時間の停止が余儀なくされることもあるし、またひん繁な起動・停止は電源側、モータさらに負荷側にとって決して好ましいものではない。したがって、できるだけ機械の発停を防止することは大切である。このような主旨のもとに本機では 2 とおりのペーン速度を設けて運転の安定化を計っている。すなわち、通常のペーン速度は十分ゆっくりしているのに対しモータ過負荷時および負荷の急減時には早い速度でペーンを閉じて運転を安定状態に引戻し、必要以上に保護装置が作動して機械が停止するのを防止している。このペーンの急閉動作は図 5.3 における電磁弁 SC を励磁することにより行なわれる。

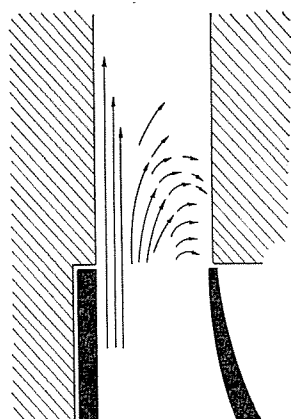


図 5.4 固定ディフューザにおける渦流発生
Eddy current at fixed diffuser.

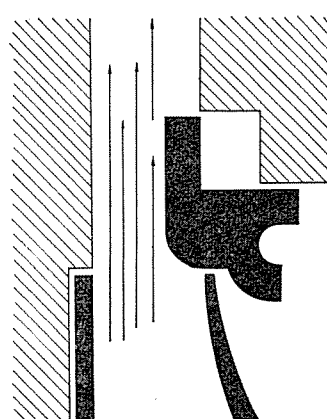


図 5.5 ディフューザブロックが閉じた状態
Diffuser block closed (no eddy current).

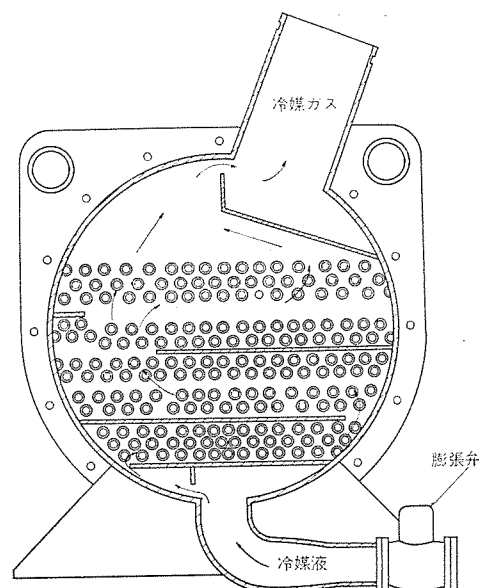


図 5.6 高速満液式チラー
High velocity flooded chiller.

5.2 チラー

CTE-10, 13 には乾式チラー、CTE-16~22 には満液式チラーを採用している。(いずれも特許出願中)

乾式チラーではチューブ内が冷媒でありシェル側が水である。本チラーはチューブと管板の固定にろう付けを採用したもので、従来のエキスパンドのものに比べてひじょうに小さく、さらに水の流れに改良を加えて水側熱伝達係数を改善したものである。

満液式チラーも当社独得の高速満液式である。高速というのは図 5.6 に示すように冷媒側(シェル側)に数枚の水平仕切板を入れて冷媒の流れを速くし冷媒側熱伝達係数を改善したもので、これにより冷媒チャージ量を約 25 % 節約することができる。

5.3 油系統

オイルポンプは別置きオイルタンクの中にあり密閉形モータにより駆動される。オイルタンクを出た油はまずクーラーで適正温度 (30~35°C) まで冷却され、次にコンプレッサに取付けられたフィルタで 10 ミクロン以上のごみを取除く。このあと軸受を給油する系統とペーンコントロール系統に分れる。給油系統はギヤケース底部からペーンコントロール系統は 4 方弁からオイルタンクへ戻ってくる。

以上が油のサイクルであるが、問題はいかにしてオイルタンクの内圧を下げギヤケースからの油の戻りを良くするかにある。もし油の戻りが悪い場合は油がギヤケースに充滿し、インパシャフトあるいはモータシャフトのシール部分を通して容易に冷媒側へ逃げ、いわゆる油上がり現象を起こすのである。

本機ではこの問題を次のようにして解決している。すなわち、オイルタンク上部のポンプモータ軸端に遠心式オイルセパレータ(特許)を設け、これによって油を分離しガスのみをコンプレッサ吸入管へ均圧している。したがってオイルタンクの圧力はギヤケースの内圧よりさらに低く、油は重力と圧力差によってタンクへ戻ってくる。ここで注意すべきことは、オイルタンクの均圧を吸入管へ接続する場合よほど優秀なオイルセパレータでないとかえってこの均圧管から油が持ち去られてしまうことである。

一般にターボ冷凍機ではその停止に際し、オイルポンプはコンプレッサより必ず一定時間遅れて停止する。これは慣性の大きなコンプレッサの

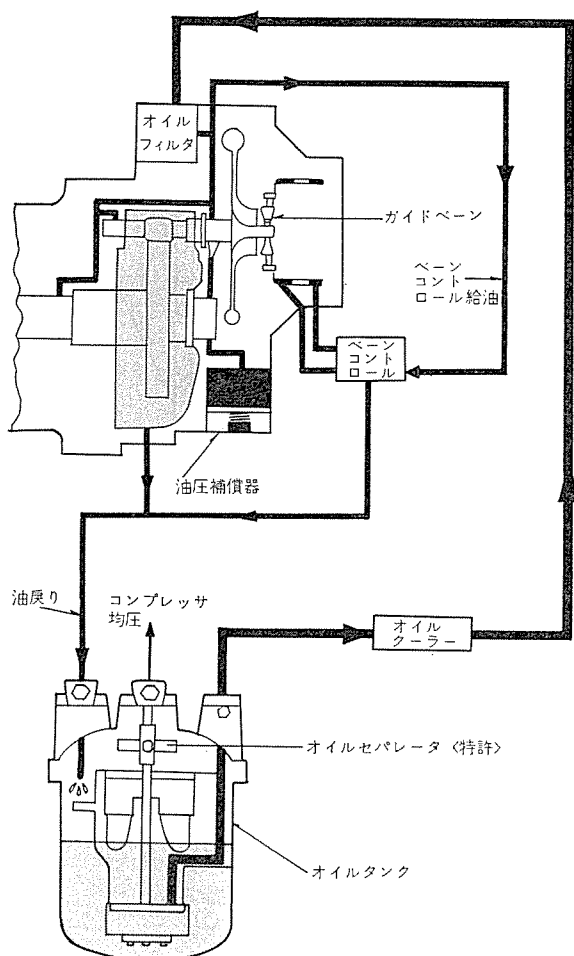


図 5.7 油系統
Lubrication system.

惰性回転中の給油を行なうためである。しかしながら、停電の場合は上記のような運転は期待できないから本機では図 5.7 に示す油圧補償器によって停電時のコンプレッサ給油を行なう。(特許出願中)

6. 制 御 装 置

操作箱には図 6.1 に示すような各種制御装置・保護装置を内蔵している。

冷水温度 リレー は Ni 測温体によって冷水出口温度を検出し、これが設定点をはさんで設けられた不感帯にある間はベーンを停止させ、上にずれた場合はベーンを開き、下にずれた場合はベーンを閉じることによって温度コントロールを行なう。

電流制限 リレー は主モータの電流値が 100 % になればベーンを停止させ、105 % になれば急閉させるスイッチで、この作動は他のすべてに優先して行なわれる。

低圧制限 スイッチ は低圧が規定値以下になったらベーンを急閉させ、自動発停サーモあるいは低圧開閉器などの作動を最小限に押えるスイッチである。

再起動防止 リレー は起動より次の起動までの最小時間を制限するもので、ひん繁な起動によるモータ過熱を防止する。

ベーン全閉スイッチはベーンが全閉しないと起動できないようにして起動時の負荷を最小限に押えるものである。

操作箱前面には ON-OFF スイッチ、リセットボタン、異常表示ランプ等があり通常はこれだけで運転操作を行なう。

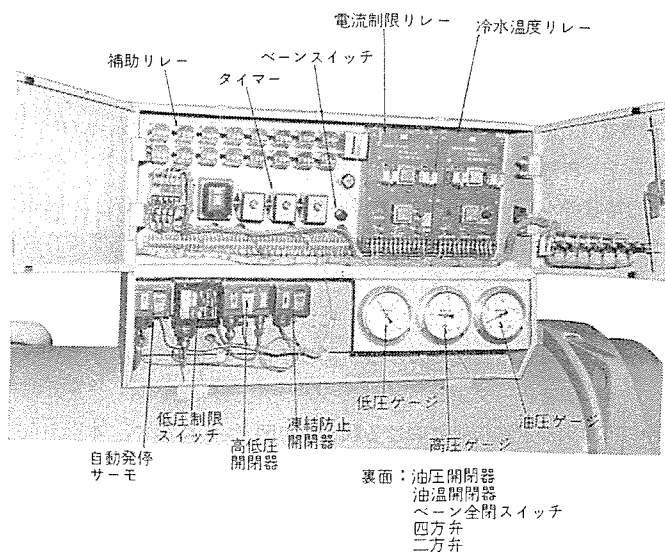


図 6.1 操作箱内部
Interior view of control box.

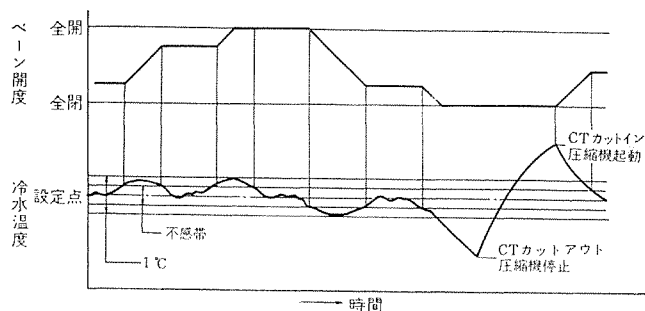


図 6.2 冷水温度制御
Chilled water temperature control.

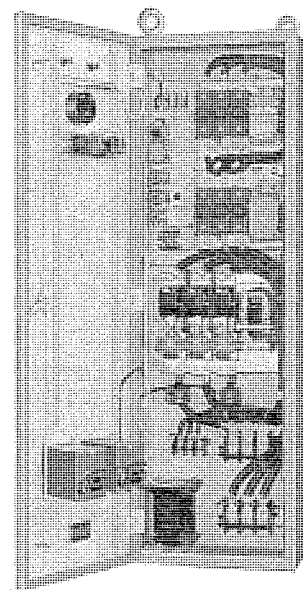


図 6.3 電動機盤
Starter box.

ターボ冷凍機を設置する場合は、電源と本体の間に図 6.3 に示すような電動機盤も必要である。これは起動用コンタクトおよびその補助リレーを内蔵したものである。

7. 性能

7.1 性能曲線

CTE-13 と CTE-22 の性能曲線を図 7.1, 図 7.2 に示す。

7.2 容量制御特性

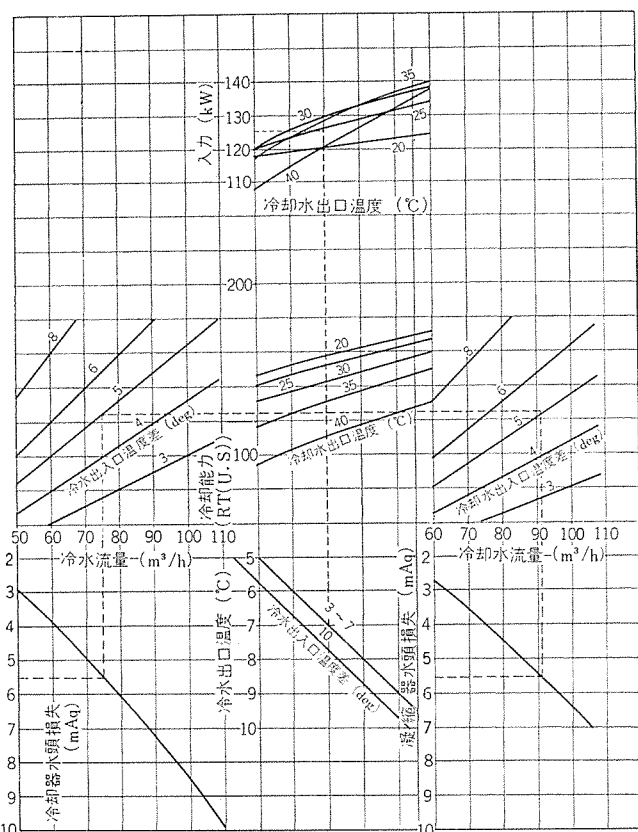
定格状態からペーンを絞った場合の能力 (%) と入力 (%) の関係は図 7.3 のようになる。本図からわかるように最小 10 % まで容量を制御することができる。

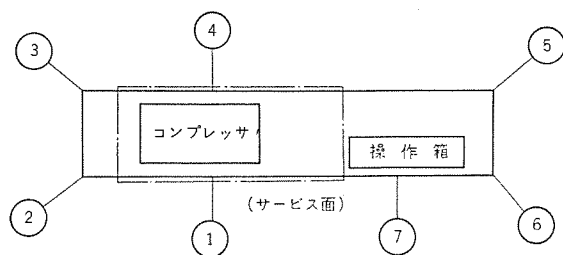
7.3 振動データ

CTE-19 の定格状態における各部の振動値を図 7.4 に示す。

7.4 騒音データ

CTE-16 の定格状態における騒音値を図 7.5 に示す。本図からわかるように、本機の騒音値は従来機より 5～7 ホン 低くなっている。





(注1)
マイクロホン位置：高さ 1.5 m
距離 1 m
測定器：リオン製 NA-07 A

(注2)
冷却水温度：32→37°C
冷水温度：10→5°C
ペーン開度：100%

測定位置 スケール		①			②			③			④			⑤			⑥			⑦			平均値			暗騒音		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
(注2)		76	80.5	82	76	79	82	75.5	79	82.5	77.5	80.5	83	78	81	83	78	81.5	83	78	80.5	83	77	80.3	82.5	74.1	77.7	81

図 7.5 CTE-16 形の騒音測定値 Sound level of model CTE-16.

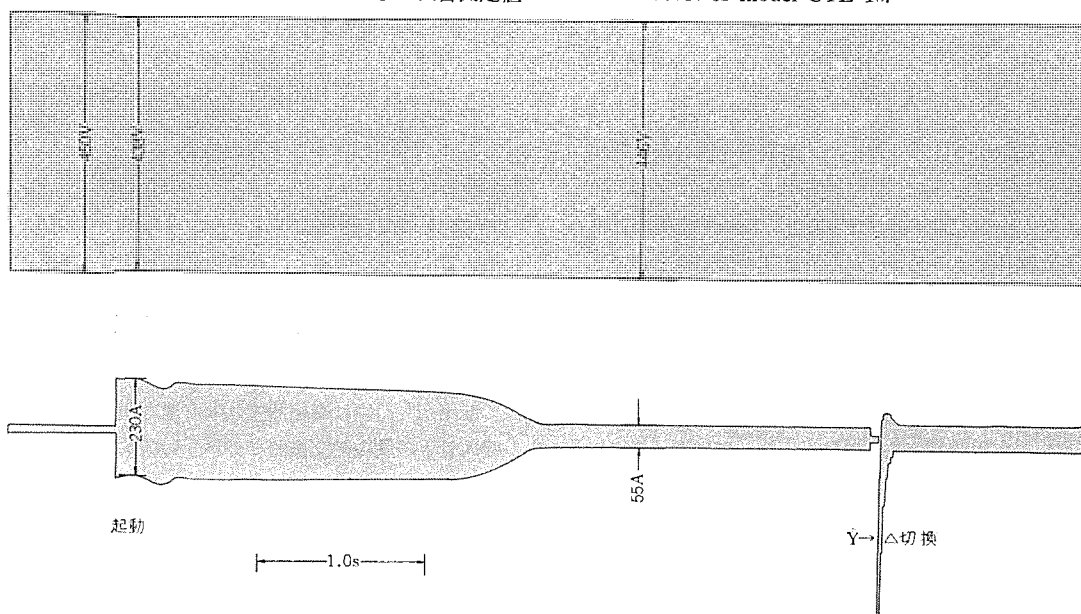


図 7.6 CTE-16 形起動特性 (440 V, 60 Hz)
Starting characteristics of model CTE-16.

7.5 電気特性

本機の標準起動方式はスターデルタで、起動時間は約2秒である。

図 7.6 は起動状態の オシログラフ である。

8. む す び

以上 CTE 形 ターボ 冷凍機 の 概要を紹介したが、R-12 ターボ の有

利性ならびに CTE 形のすぐれた技術水準がおわかりいただけたことと思う。

本機はすでに数十台納入し、そのうち十数台は実際の運転を行っているがいずれも順調である。これらの客先では特に取扱いおよび保守が全くレシプロ式チリングユニット並みであることが好評のようである。

Hi/Re/Li システムと特殊空調

中村 雄二*・丸山 忍*

Hi/Re/Li System and Industrial Air Conditioning

Shizuoka Works

Yuji NAKAMURA・Shinobu MARUYAMA

Packaged room air conditioners have come into popular use for special air conditioners in industries of late. In view of the necessity of their operation high reliability is demanded on them. To cope with the situation type GT room air conditioners working with a new refrigerating system—the Hi/Re/Li system—has been developed.

This article introduces the outline of the device and the Hi/Re/Li system, also describing a program made for answering the inquiries on the specification from the market by the use of the MELCOM-1530 computer.

1. ま え が き

最近一般の環境空気調和の発達とともに、産業用の特殊空気調和が盛んに利用されるようになった。特に農業用中心の低温空調、病院などのオールフレッシュ空調、電子計算機室などの機械室空調などがある。これらの空気調和はその必要度から、高度の信頼性を必要とする。このため今までなかった新しい冷凍システムである Hi/Re/Li システムを応用した GT 形 パッケージルームクーラを開発した。

特殊用途の空調機は一般用と異なり、個々にその要求仕様が異なる場合が多い。この GT 形 パッケージルームクーラはできる限り各種の用途に適用できるよう、応用範囲の広い性能をもたせて標準化している。しかし、それぞれの客先要求仕様に製品が合致するかどうかは、その都度、迅速に検討処理しなければならない。このため GT 形 パッケージルームクーラの特性を MELCOM-1530 に記憶させ、仕様をインプットすることにより可能仕様がアウトプットされるようにプログラムをつくり実用化させている。

本文ではこの Hi/Re/Li システムの特長とこれを応用した GT 形 パッケージ形 ルームクーラについて紹介し、さらに実際に装置を適用する場合、MELCOM-1530 を用いて仕様決定をする方法についても紹介する。

2. 特殊空調の用途

当社が特殊用途向け ルームクーラとして、Hi/Re/Li システムにする GT 形 ルームクーラを発売して以来、その使いやすさが好評を得て多方面で使用されており、パッケージ形 ルームクーラの用途の多様化と、それぞれの用途に適合した ルームクーラが望まれていたことがわかる。

表 2. 1 に温度範囲別のおもな用途とその順位を示す。

表 2. 1 用途別出荷順位
Shipment order classified by use.

用 途	順 位	1 位	2 位	3 位
中 温 用 (15°C~35°C)		電子計算機室	制御機器室	恒温恒湿 その他
オールフレッシュ用 (20°C~43°C)		病院手術室	実験研究室	工場冷房 その他
低 温 用 (3°C~15°C)		穀類貯蔵倉庫	穀類以外の 食品貯蔵倉庫	低温試験室 試料保存室 その他

3. Hi/Re/Li システムの構成と特長

3. 1 Hi/Re/Li システムの構成

当社が GT 形 ルームクーラに用いた Hi/Re/Li システムは、普通の冷凍サイクルが温度式膨張弁によって、冷却器出口のガス冷媒を一定の過熱状態に保つのに対し、過冷却制御弁によって凝縮器出口の液冷媒を一定の過冷却状態とするようにしたことを特長とする。

Hi/Re/Li システムの冷媒回路および冷凍サイクルを図 3. 1, 図 3. 2 に示す。

吐出ガス冷媒は凝縮器で 5 deg 過冷却した液冷媒となり、圧縮機吸入管との間の熱交換器で 30°C まで冷却され、さらにアキュムレータで 18°C まで過冷却されてから過冷却制御弁に入り、蒸発圧力まで低下する。ここで冷却器に流入する冷媒量は過冷却制御弁により凝縮器出口の液冷媒を、一定の過冷却状態とするように調整されている。

冷却器に流入する冷媒の熱吸収能力は、図 3. 2 の Y+X で X 分多くなるが、圧縮機は凝縮器と冷却器がバランスする量だけしか吐出しないために実際上の冷却器熱吸収量は、Y 部分のみである。このため、冷却器を出る冷媒は完全に蒸発せずに一部液冷媒を含んだまま

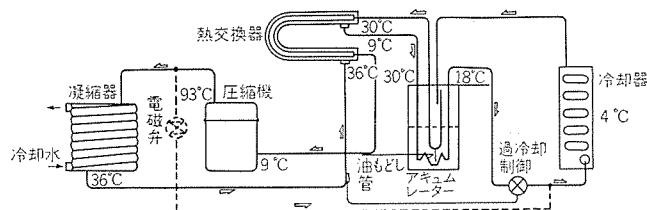


図 3. 1 Hi/Re/Li システム 冷媒回路
Refrigerant cycle of Hi/Re/Li system.

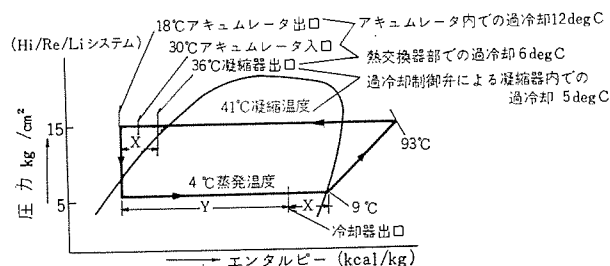


図 3. 2 Hi/Re/Li システムの冷凍サイクル
Pressure-enthalpy diagram of Hi/Re/Li system

まアキュムレータに入り、ここでガス冷媒と液冷媒とに分離される。

液冷媒は熱交換器からの高温液冷媒との間で熱交換を行なって蒸発する。

アキュムレータの底部には、液冷媒とともに冷凍機油がたまるが油戻し管を通してドラフトにより、少量の液冷媒とともに吸入管に流入する。この少量の液冷媒と上部の吸入管より吸入されたガス冷媒は、熱交換器で凝縮器からの高温液冷媒と熱交換して、5 deg 過熱されて圧縮器へもどる。

3.2 Hi/Re/Li システムの特長

Hi/Re/Li システムの特長は、過冷却制御弁とアキュムレータを使用しているところにあるが、今までのシステムに比べて

(1) 過冷却制御弁は凝縮器出口の液冷媒が、常に一定の過冷却状態となるように冷媒の循環量を制御しているので、凝縮器は最大限にガス冷媒の凝縮のために用いられ、常に伝熱面積を生かすことができる。

(2) 冷却器出口の冷媒は、一部液冷媒を含んだ状態であるので、今までのシステムにおけるように冷却器の一部をスーパーヒートのために使用する必要がなく熱交換的に損失となる部分がない。

(3) スーパーヒートの必要がないことから、圧縮器の吐出冷媒温度が低く冷媒や冷凍機油の劣化を防止し、さらに、凝縮器の伝熱面積が有効に用いられていることから、圧縮器の吐出圧力を下げることができる。

(4) アキュムレータと熱交換器を備えているため、圧縮機の吸入冷媒は、常に乾きガス冷媒状態で液バックをすることがない。

したがって液バックによる圧縮機の損傷は防止される。

(5) 過冷却制御弁は、温度式膨張弁に比べて弁を通過する冷媒量が多く、また最大流量も大きくとることができるので、凝縮圧力の低下によって、冷却器に供給される冷媒量が、不足することが少ない。したがって、凝縮圧力を無理に高める必要がない。

(6) ルームクーラの冷房能力を制御するために、吐出ガス冷媒を、低圧側にバイパスする方法があるが、Hi/Re/Li システムでは、アキュムレータがあるため、これがミキシングチャンバとなって、スーパーヒートが上昇することも、また、逆に液バックを起こすこともない。このため、簡単に冷房能力を段階的に、制御することが、可能である。

などの利点があれば、これらの特長により、広い温度範囲を圧縮機に負担をかけることなく、運転可能なパッケージ形ルームクーラを設計できるようになった。

4. GT 形ルームクーラの概要

4.1 外観

図 4.1 に GT-80 形ルームクーラの外観を示す。外形意匠は、GW 形ルームクーラに合わせ、イメージの統一をはかった。

構造的には、送風機室部分より分割可能とし、さらに、前面のパネルはすべて着脱可能として、搬入据付時、サービス時の便宜をはかっている。

4.2 Hi/Re/Li システム

冷媒回路に Hi/Re/Li システムを採用したことにより、今までのシステムでは、追従し得なかった温度範囲まで使用可能となり、軽負荷時の液バックの防止も含めて、信頼性の高い運転が可能となった。

4.3 容量制御

ホットガスバイパス方式の容量制御を可能にして、恒温恒湿用のルームクーラとして、使用しやすくした。図 4.2 に、GT-50 形ルームクーラの

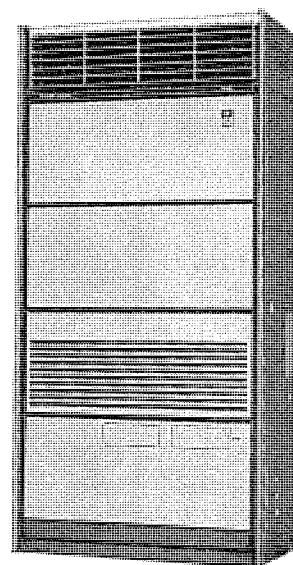


図 4.1 GT-80 M ルームクーラ
GT-80 M room air conditioner.

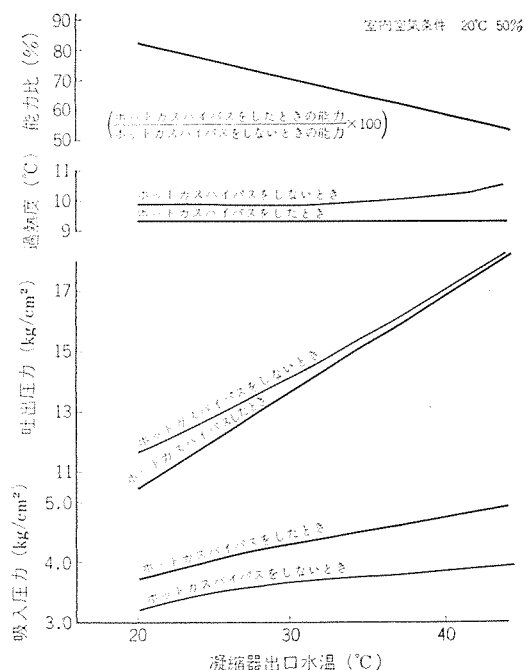


図 4.2 GT-50 M 容量制御特性の一例
Controlled cooling capacity characteristic of GT-50 M.

ホットガスバイパス時の凝縮器出口水温に対する、冷房能力制御量・吸入圧力・吐出圧力・過熱度の特性の一例を示す。これからも明らかのように、圧縮機になんら影響を与えることなく、冷房能力を制御できる。なお、図 4.2 はバイパスガス量が、一定の場合であるが、これを可変とすることにより容易に任意の制御量を得ることができることを示している。

4.4 冷却器

標準は、4 列のクロスフィン冷却器であるが、低温用途、または他の理由から冷却器の列数を増加する必要がある場合のために、冷却器の冷媒の分布を考慮する必要がない、Hi/Re/Li システムの特長を生かして、補助冷却器を取付可能とした。これにより、低温側の温度範囲を 3°C まで可能とした。

4. 5 暖房器

恒温恒湿用のルームクーラとして、使用される場合の再加熱器のため、2列および3列のクロスフィン式蒸気・温水暖房器と8段の多段切換電熱暖房器を希望部品にして、恒温恒湿用空調設備の設計時の便宜をはかっている。

5. GT 形 ルームクーラ仕様

GT 形 ルームクーラの使用温度範囲別の標準仕様を表 5. 1, 5. 2, 5. 3 に示す。

表 5. 1 中温用標準仕様 (三相 200 V 50/60 Hz)
Standard specifications of medium temperature use.

項 目		形 名	GT-50 M	GT-80 M	GT-100 M	GT-150 M
外形寸法 mm	高 さ×幅×奥 行		1,990×1,100×550	2,300×1,100×635	2,313×1,300×635	2,320×1,700×797
	分 割 で き る 高 さ		1,185+535+300	1,410+620+300	1,423+620+300	1,470+550+350
性能 ※	冷 房 能 力 kcal/h		10,500/12,000	15,000/17,500	19,000/20,000	30,000/34,000
電気特性	全 電 流 A		16/18	25/27	31/35	50/52
	起 動 電 流 A		115/105	147/138	174/151	147/138
冷媒回路	圧 縮 機 形 式×個 数		全密閉×1			全密閉×2
	圧 縮 機 電 動 機 出 力 kW		3.75	5.5	7.5	5.5×2
	凝 縮 器		2 重 管 式			
	冷 却 器		クロスフィン式			
	冷 媒 制 御		Hi/Re/Li システム <サブクーリングコントロールバルブ>			
	冷 媒		R-22			
送風装置	送 風 機 形 式×個 数		両吸込シロッコファン×1			両吸込シロッコファン×2
	風 量 m³/min		50	80	100	150
	機 外 静 風 圧 mmAq		送風機性能表参照			
	電 動 機 出 力 kW		0.4~0.15	1.5~5.5	1.5~5.5	2.2~5.5
冷 却 水	水 量 t/h	水 温 18°C	0.9	1.5	1.8	3.0
		水 温 32°C	3.7	5.7	7.0	11.4
	水頭損失 mAq	水 温 18°C	0.5	0.5	0.5	0.5
		水 温 32°C	9.5	6.3	9.5	6.3
保 護 装 置			高低圧開閉器 可溶せん インターナルサーモ 過電流継電器 操作回路ヒューズ			
運 転	操 作 ス イ ッ チ		押しボタン式			
	表 示 ラ ン プ		運転表示 (緑色)			
圧 力 計			高低圧連成形×1 個			高低圧連成形×2 個
エ ア フ ィ ル タ ー			ウレタンフォーム			
温 度 調 節 器			ルームサーモ取付可			
クランクケースヒータ容量 W×個 数			75×1		100×1	75×2
製 品 重 量 kg			270	360	470	660

※ 20°C 55% 吸込空気の場合の値

表 5. 2 オールフレッシュ用標準仕様 (三相 200 V 50/60 Hz)
Standard specifications of all fresh use.

形 名			GT-50 F	GT-80 F	GT-100 F	GT-150 F
外形寸法 mm	高さ×幅×奥行		1,720×1,100×590	2,030×1,100×675	2,043×1,300×675	2,020×1,700×837
	分割できる高さ		1,185+535	1,410+620	1,423+620	1,470+550
性能※	冷房能力 kcal/h		13,000/14,000	19,000/20,000	25,000/28,000	39,000/42,000
電気特性	全電流 A		16/18	25/27	30/32	51/53
	起動電流 A		115/105	147/138	174/151	147/138
冷媒回路	圧縮機形式×個数		全密閉×1			全密閉×2
	圧縮機電動機出力 kW		3.75	5.5	7.5	5.5×2
	凝縮器		2 重管式			
	冷却器		クロスフィン式			
	冷媒制御		Hi/Re/Li システム〈サブクーリングコントロールバルブ〉			
送風装置	冷媒		R-22			
	送風機形式×個数		両吸込シロッコファン×1			両吸込シロッコファン×2
	風量 m³/min		15	25	33	45
	機外静風圧 mmAq		送風機性能表参照			
	電動機出力 kW		0.4~0.75	1.5~2.2	1.5~2.2	2.2
冷却水	水量 t/h	水温 18℃	0.9	1.5	1.8	3.0
		水温 32℃	3.7	5.7	7.0	11.4
	水頭損失 mAq	水温 18℃	0.5	0.5	0.5	0.5
		水温 32℃	9.5	6.3	9.5	6.3
保護装置			高低圧開閉器 可溶せん インターナルサーモ 過電流継電器 操作回路ヒューズ			
運 転	操作スイッチ		押しボタン式			
	表示ランプ		運転表示 (緑色)			
	圧力計		高低圧連成形×1			高低圧連成形×2 個
蒸気吸暖房器			蒸気式または温水式			
蒸気給湿器			蒸気式またはパン形加湿器			
クランクケースヒータ容量 W×個数			75×1		100×1	75×2
蒸気圧力調整弁			—			
エアフィルター			ウレタンフォーム			
製品重量 kg			270	360	470	660

※ 32°C 70% 吸込空気の場合の値

表 5.3 低温用標準仕様 (三相 200 V 50/60 Hz)
Standard specifications of low temperature use.

項目			形名	GT-50 L	GT-80 L	GT-100 L	GT-150 L
外形寸法 mm	高さ×幅×奥行			1,720×1,100×550	2,387×1,180×635	2,383×1,300×635	2,340×1,700×797
	分割できる高さ			1,183+535	1,410+977	1,423+960	1,470+870
性能 ※	冷房能力 kcal/h			9,000/10,000	12,000/13,000	17,000/18,000	24,000/26,000
電気特性	全電流 A			18/20	32/34	45/47	61/65
	起動電流 A			115/105	147/138	1,741/51	147/138
冷媒回路	圧縮機形式×個数			全密閉×1			全密閉×2
	圧縮機電動機出力 kW			3.75	5.5	7.5	5.5×2
	凝縮器			2 重管式			
	冷却器			クロスフィン式			
	冷媒制御			Hi/Re/Li システム (サブクーリングコントロールバルブ)			
送風装置	送風機形式×個数			両吸込シロッコファン×1			両吸込シロッコファン×2
	風量 m³/min			80	115	160	210
	電動機出力 kW			0.75~1.5	3.7~5.5	5.5	5.5
	機外静風圧 mmAq			送風機性能表参照			
	水流量 t/h	水温 18°C		0.7	1.1	1.8	2.2
冷却水		水温 32°C		3.0	4.5	7.0	8.5
	水頭損失 mAq	水温 18°C		0.5	0.5	0.5	0.5
		水温 32°C		7.0	4.0	9.5	4.0
保護装置				高低圧開閉器 可溶せん インターナルサーモ 過電流機電器 操作用回路ヒューズ			
運転	操作スイッチ			押しボタン式			
	表示ランプ			運転表示 (緑色)			
圧力計				高低圧連成形×1 個			高低圧連成形×2 個
エアフィルタ				ウレタンフォーム			
霜取装置				取付可 (7°C 以下の需要には組み込まれている)			
温度調節器				ルームサーモ取付可			
クランクケースヒータ容量 W×個数				75×1		100×1	75×2
製品重量 kg				275	370	520	700

※吸込空気 10°C 80% の場合の値

6. プログラムと計算例

GT 形 ルームクーラが、精密機器・電子機器・試験研究室などの環境条件を一定に維持する目的や、病院手術室の空調調和、穀類、食品の貯蔵を目的とした特殊用途向けパッケージ形 ルームクーラとして、市場に出て以来、それらさまざまな用途の温湿度条件に対する仕様の照会件数は、多数にのぼり、これらの処理を何らかの方法で機械化しなければならない問題が発生した。

このため、静岡製作所に設置されている電子計算機 (MELCOM-1530) に、GT 形 ルームクーラの各用途別 (中温用・オールフレッシュ用・低温用)、機種別 (GT-50 形 ルームクーラ~GT-150 ルームクーラ) の冷房能力、送風機、暖房器 (蒸気・温水)、給湿装置、凝縮器水頭損失などの特性を記憶させて、市場よりの照会仕様をインプットとして与えたときに、製作可能な仕様値をアウトプットするプログラムを同時に開発した。その概要と 2~3 の例について以下に紹介する。

6.1 プログラムの概要

図 6.1 に、プログラムのフローチャートを示す。

MELCOM-1530 に対するインプットとして、用途 (中温用・オールフレッシュ用・低温用)、機種名、電源電圧、電源周波数、必要冷房能力、吸入空気乾球および湿球温度、冷却水水温、冷却水水量、送風量、有効機外静風圧を与える。なお、必要によっては、必要暖房能力 (温水または蒸気暖房器)、吸入空気乾球温度 (暖房時)、使用蒸気圧力または温水温度、必要給湿量などのデータを与える。

プログラムは、

- (1) 与えられたインプットデータが、ある定められた制限の範囲内にはいっているか否かを判定する部分。
- (2) 与えられたインプットデータを用いて計算を実行し、必要冷房能力を満足することが、可能か否かを判定する部分。

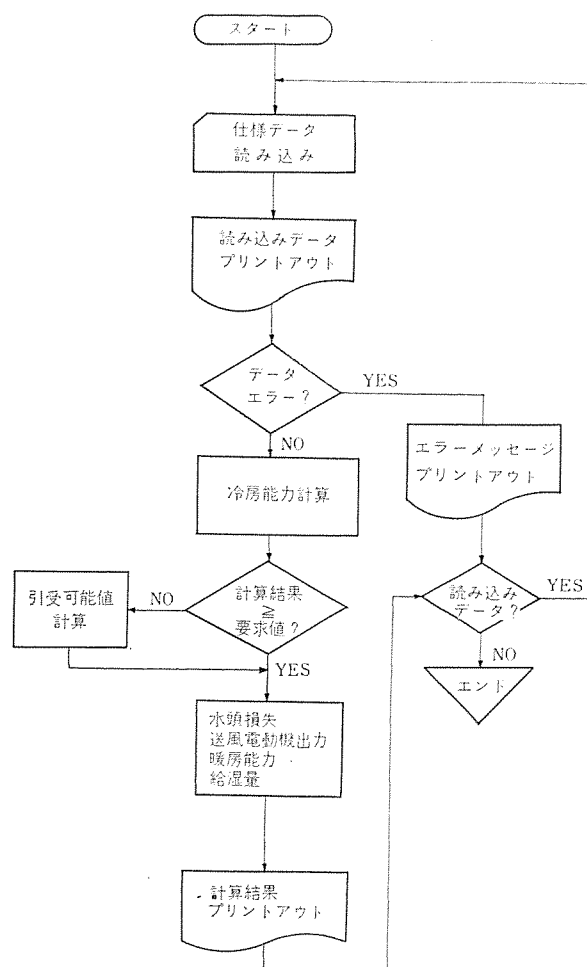


図 6.1 フローチャート Flow chart.

GT-80 M (中温用途) 形 ルームクーラの計算例を図 6. 3, 6. 4 に示

図 6.2 インプットデータ形式

ORDERED SPEC									
AM		MODEL GTG-80 ROOM AIR CONDITIONER SPECIFICATION						DATE	
PURCHASER		USE		SPEC NO R-1400					
				OUR ORDER NO 0-31-7410-1					
		QUANTITY		POWER SOURCE 3 PHASE 200 VOLTS 60 HELTZ					
		05							
COOLING CAPACITY	17500.0	KCAL/H	AIR FLOW	80.0	M3/MIN	COOLING WATER TEMP	32	DEGREE	
ENTERING AIR DB TEMP	20.0	DEGREE DB	EXTERNAL HEAD	20.0	MM-AQ	COOLING WATER VOL	5700.0	L/H	
ENTERING AIR WB TEMP	14.5	DEGREE WB	MOTOR OUT PUT		KW	CONDENSER HEAD LOSS		M-AQ	
PIPING PORT DIRECTION	RIGHT	SIDE	ELECTRICAL PORT DIRECTION			RIGHT	SIDE		
COMPRESSER	SEALED TYPE 5.50 KW		PRESSURE SWITCH CUT OUT PRESS.			26	KG/CM2		
FAN	SIROCCO FAN		REFRIGERANT			R-22			
AIR FILTER	POLYULETHANFOAM								
PANEL COATING	SOFT BLUE HAMMATON		FRESH AIR INLET				SIDE		
HEATING CAPACITY	43000.0	KCAL/H	HEATING SOURCE	STEAM		0.35	KG/CM2		
HUMIDIFIER	4.0	KG/H	HUMIDITY SOURCE	STEAM		0.35	KG/CM2		
WORKS SPEC									
AM		MODEL GTG-80 ROOM AIR CONDITIONER SPECIFICATION						DATE	
PURCHASER		USE		SPEC NO R-1400					
				OUR ORDER NO 0-31-7410-1					
		QUANTITY		POWER SOURCE 3 PHASE 200 VOLTS 60 HELTZ					
		T							
		05							
COOLING CAPACITY	17500.0	KCAL/H	AIR FLOW	80.0	M3/MIN	COOLING WATER TEMP	32	DEGREE	
ENTERING AIR DB TEMP	20.0	DEGREE DB	EXTERNAL HEAD	20.0	MM-AQ	COOLING WATER VOL	5700.0	L/H	
ENTERING AIR WB TEMP	14.5	DEGREE WB	MOTOR OUT PUT	1.50	KW	CONDENSER HEAD LOSS	6.3	M-AQ	
SUCTION AIR DIRECTION	4-DIRECT	SIDE	DISCHARGE AIR DIRECTION		UPPER		SIDE		
AIR INTAKE	GRILLE	TYPE	AIR DISCHARGE		DUCT		TYPE		
PIPING PORT DIRECTION	RIGHT	SIDE	ELECTRICAL PORT DIRECTION			RIGHT	SIDE		
COMPRESSER	SEALED TYPE 5.50 KW		PRESSURE SWITCH CUT OUT PRESS.			26	KG/CM2		
FAN	SIROCCO FAN		REFRIGERANT			R-22			
AIR FILTER	POLYULETHANFOAM								
PANEL COATING	SOFT BLUE HAMMATON		FRESH AIR INLET				SIDE		
HEATING CAPACITY	43000.0	KCAL/H	HEATING SOURCE	STEAM		0.35	KG/CM2		
HUMIDIFIER	4.0	KG/H	HUMIDITY SOURCE	STEAM		0.35	KG/CM2		

図 6.3 計算例 (1) Example of calculation (1).

ORDERED SPEC									
AM		MODEL GTD- 80 ROOM AIR CONDITIONER SPECIFICATION						DATE	
PURCHASER		USE		SPEC NO R-1200					
				OUR ORDER NO 0-31-7400-1					
		QUANTITY		05		POWER SOURCE 3 PHASE 200 VOLTS 50 HELTZ			
COOLING CAPACITY	17500.0	KCAL/H	AIR FLOW	80.0	M3/MIN	COOLING WATER TEMP	18	DEGREE	
ENTERING AIR DB TEMP	20.0	DEGREE DB	EXTERNAL HEAD	30.0	MM-AQ	COOLING WATER VOL.	1500.0	L/H	
ENTERING AIR WB TEMP	14.0	DEGREE WB	MOTOR OUT PUT		KW	CONDENSER HEAD LOSS		M-AQ	
PIPING PORT DIRECTION	RIGHT	SIDE	ELECTRICAL PORT DIRECTION			RIGHT	SIDE		
COMPRESSER	SEALED TYPE 5.50 KW		PRESSURE SWITCH CUT OUT PRESS.			26	KG/CM2		
FAN	SIROCCO FAN		REFRIGERANT			R-22			
AIR FILTER	POLYULETHANFOAM								
PANEL COATING	SOFT BLUE HAMMATON		FRESH AIR INLET			LEFT	SIDE		
HEATING CAPACITY 2ROW	25000.0	KCAL/H	HEATING SOURCE	HOT WATER		80.0	DEGREE		
HUMIDIFIER	0.0	KG/H	HUMIDITY SOURCE	STEAM		0.00	KG/CM2		
WORKS SPEC									
AM		MODEL GTD-80 ROOM AIR CONDITIONER SPECIFICATION						DATE	
PURCHASER		USE		SPEC NC R-1200					
				OUR ORDER NO 0-31-7400-1					
		QUANTITY		05		POWER SOURCE 3 PHASE 200 VOLTS 50 HELTZ			
COOLING CAPACITY	17500.0	KCAL/H	AIR FLOW	80.0	M3/MIN	COOLING WATER TEMP	18	DEGREE	
ENTERING AIR DB TEMP	20.0	DEGREE DB	EXTERNAL HEAD	30.0	MM-AQ	COOLING WATER VOL.	1900.0	L/H	
ENTERING AIR WB TEMP	14.0	DEGREE WB	MOTOR OUT PUT	2.20	KW	CONDENSER HEAD LOSS	0.7	M-AQ	
SUCTION AIR DIRECTION	REAR	SIDE	DISCHARGE AIR DIRECTION	UPPER					
AIR INTAKE	DUCT	TYPE	AIR DISCHARGE	DUCT					
PIPING PORT DIRECTION	RIGHT	SIDE	ELECTRICAL PORT DIRECTION			RIGHT	SIDE		
COMPRESSER	SEALED TYPE 5.50 KW		PRESSURE SWITCH CUT OUT PRESS.			26	KG/CM2		
FAN	SIROCCO FAN		REFRIGERANT			R-22			
AIR FILTER	POLYULETHANFOAM								
PANEL COATING	SOFT BLUE HAMMATON		FRESH AIR INLET			LEFT	SIDE		
HEATING CAPACITY 2ROW	25000.0	KCAL/H	HEATING SOURCE	HOT WATER		80.0	DEGREE		
HUMIDIFIER	0.0	KG/H	HUMIDITY SOURCE	STEAM		0.00	KG/CM2		

図 6.4 計算例 (2) Example of calculation (2).

す。

図 6.3 の計算例は、上段の照会仕様で指定された条件をすべて満足できる場合を示す。

図 6.4 の計算例は、指定された条件では、必要とする冷房能力を満足することが不可能で、冷却水量を増加させることにより満足する条件を求め、それをメーカー仕様値とした場合を示す。

7. む す び

以上 Hi/Re/Li システム と、それを利用した GT 形 ルームクーラ について紹介したが、GT 形 ルームクーラ の特長とするところは、

(1) 補助冷却器を取付けることにより、3℃～43℃ までの広い

温度範囲で使用可能となったこと。

(2) 圧縮機に対する液バックは防止され、信頼性の高い運転が可能となったこと。

(3) ホットガスバイパス 式の冷房能力の制御が可能であること。
 などであって、電子計算機室、制御機器室、病院手術室、穀類・食品貯蔵用の低温倉庫などの特殊用途に対しては、今までのパッケージ形 ルームクーラ に比べて使いやすくなったと確認している。今後も、多様化していくパッケージ形 ルームクーラ の用途について研究を重ね、GT 形 ルームクーラ のいっそうの充実をはかりたいと考えている。

空調用フィン付き熱交換器 —実験計画法による解析—

山崎 起助*・湯山 丞*

Finned Tube Heat Exchangers —Analysis by a Method of Design Experiment—

Consumer Products Research Laboratory Kiskey YAMAZAKI・Hiroshi YUYAMA

For the purpose of improving the characteristics of heat transfer outside the tube and of air pressure loss of the finned tube heat exchanger in extensive use with the air conditioner, factors making up the apparatus were distributed on the L_{16} (2^{15}) orthogonal table and experiments were made based on it. From the variance analysis of characteristic values, the effect of each factor is obtained to seek a concrete method of improving the values in question. To improve the heat transfer coefficient, the longitudinal pitch is made small, the tube arrangement is made stagger, the ratio of the transversal pitch and the tube diameter is taken 1.5~2.7 and the air velocity is increased. In reducing the air pressure loss, the fin pitch is enlarged, the longitudinal pitch and the air velocity are made small. The each factor effect has a trend of aggravating the air pressure loss characteristics for the improvement of heat transfer characteristics—a negative tendency.

1. ま え が き

現在、多くの空調機器用熱交換器として用いられているフィン付き熱交換器は、アルミフィンに銅管をそう入し、銅管を拡張して、アルミフィンとの熱的接触を保つような構造をしている。フィン付き熱交換器は、銅管内に冷媒または水を、フィン側に空気を流し、両流体間で熱交換を行なわせるもので、空気側の熱抵抗は管内側の熱抵抗に比べて非常に大きく、熱交換器の伝熱性能あるいは経済性を高めるためには、空気側の熱抵抗を小さくする必要がある。

空気側の熱抵抗はフィン間を通過する空気流の速さ、フィンを通る銅管の管径および配列などによって影響されるので、管径と管配列を適当に組み合わせることによって空気側の熱抵抗を小さくし、伝熱性能の良い熱交換器を設計することができる。また、この形の熱交換器は、ほとんどファンとの組み合わせによって使用されるため、風圧損失をできるだけ小さくする必要がある。

従来から、フィン付き熱交換器に関する研究は多くなされており、空気側の熱抵抗あるいはフィン表面の熱伝達、風圧損失特性と熱交換器を構成するおのこの要因および風速との関係が求められている^{(1)~(5)}。ここに報告するのは、実験計画法⁽⁶⁾の直交表を用いて、要因が熱伝達率および風圧損失特性に対してどの程度の影響を与えているかを実験的に明らかにしようとしたものである。

2. 目 的

フィン付き熱交換器の伝熱および風圧損失の特性を改善し、経済性を高める目的で、熱交換器を構成する個々の要因と特性との関係を求めるというより、構成要因を全般的にながめ、特性値を向上させるためにはどのような要因を重点的に検討すべきかを述べる。

3. 試験の概要

3.1 供試熱交換器

図 3.1 は空調用フィン付き熱交換器、図 3.2 は管配列の例であ

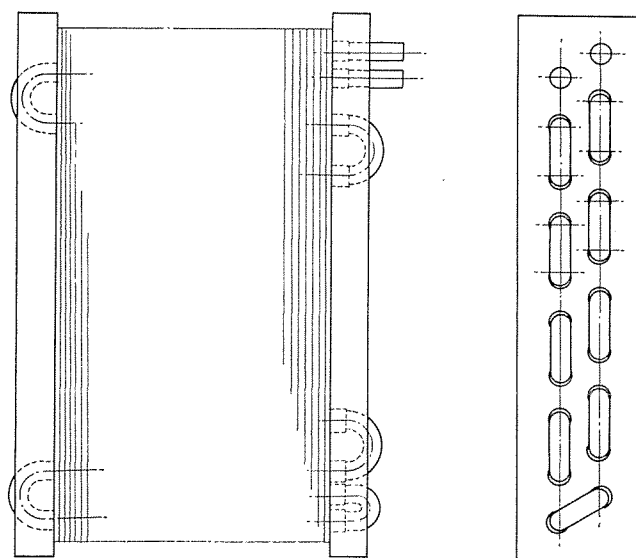


図 3.1 フィン付き熱交換器
Finned tube heat exchanger.

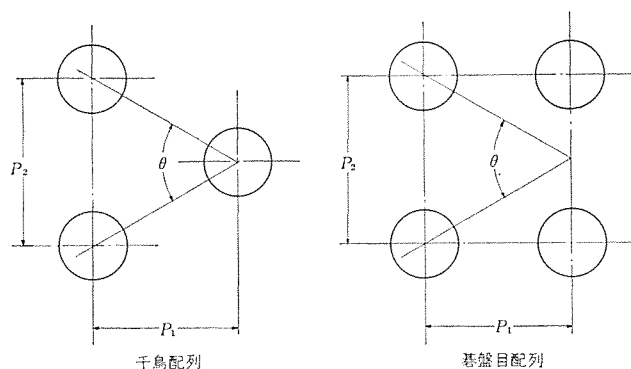


図 3.2 熱交換器管配列
Tube arrangements.

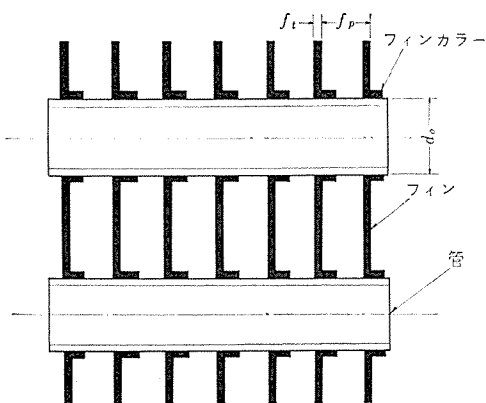


図 3.3 管とフィンの構造
Structure of tube and fins.

表 3.1 試料寸法
Dimensions of sample.

	列ピッチ	段ピッチ	管径	列数	段数	フィン厚	フィンピッチ	フィン枚数
基盤配列								
A-1	25.4	25.4	10	2	11	0.2	2.02	198
A-2	25.4	25.4	16	4	11	0.2	3.03	132
A-3	38.0	38.0	10	2	8	0.4	1.91	210
A-4	38.0	38.0	16	4	8	0.4	3.17	126
A-5	25.4	25.4	10	4	11	0.4	1.98	202
A-6	25.4	25.4	16	2	11	0.4	3.08	130
A-7	38.0	38.0	10	4	8	0.2	1.89	212
A-8	38.0	38.0	16	2	8	0.2	2.94	136
チドリ配列								
B-1	25.4	38.0	10	2	7	0.4	3.10	129
B-2	25.4	38.0	16	4	7	0.4	1.87	214
B-3	38.0	25.4	10	2	11	0.2	3.01	133
B-4	38.0	25.4	16	4	11	0.2	2.06	194
B-5	25.4	38.0	10	4	7	0.2	2.99	134
B-6	25.4	38.0	16	2	7	0.2	2.09	191
B-7	38.0	25.4	10	4	11	0.4	2.96	135
B-8	38.0	25.4	16	2	11	0.4	2.02	198

る。管の配列は一般にチドリ配列、基盤目配列が用いられている。この種の熱交換器は管からフィンへの熱移動を容易にするため、フィンよりフィンカラーを打出し、フィンと管の接触面積を大きくしている。これは拡張効果とともに接触状態を良好にする効果をもっている。図 3.3 は管とフィンの構造である。表 3.1 に供試熱交換器の寸法を示す。

3.2 試験装置

試験装置は吸い込み形で図 3.4 に示すとおりである。試験精度を向上させるため装置は温湿度を調整できる実験室内に設置した。室温の標準設定温度は

$$\begin{array}{ll} \text{D} \cdot \text{B} & 21.0 \\ \text{W} \cdot \text{B} & 15.5 \end{array} \pm 0.5^{\circ}\text{C} \quad \begin{array}{ll} \text{D} \cdot \text{B} & 27.0 \\ \text{W} \cdot \text{B} & 19.5 \end{array} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$$

とする。

図 3.4 で一定温度に設定され、吸い込みダクトより吸引された空気は、整流格子 1 により整流され、風どう(洞)断面において均一の風速を保って供試熱交換器を通過する。このとき管内流体と熱交換し、試料前後において空気側熱電対により t_{a1} , t_{a2} が測定されるとともに、静圧測定孔から試料の風圧損失が測定される。整流格子 2 を通過後、空気は絞られ風量測定ダクトにおいてピトー管により風速が測定され、ファンボックスから外へ吹き出される。湿度測定は風どうにとりつけた空気抽出孔より風速 4.0 m/s でサンプリングした空気により行なっている。

一方、管内流体は恒温水そう(槽)内で一定温度 50°C に設定された後ポンプにより循環され、流量計を通過した後水側熱電対により入口水温 t_{w1} が測定され、供試熱交換器から恒温水そうへともどる。なお試験風どう、管内流体とも発泡スチロールにより断熱し熱漏れを防いでいる。

3.3 測定法

温度測定は空気側、水側とも平均温度を得るため空気側 16 対、水側 5 対の 0.3ϕ C-C 熱電対を測定点断面に均等に分布させて行なっている。

熱交換器を流れる空気の風圧損失は、図 3.4 の静圧測定位置間の固有風圧損失を測定値から差し引いたものを風圧損失としている。

前面風速 v_{af} は、風量測定ダクトにおけるピトー管の動圧から求めた風速によりこの 2 点の風どう断面積比、すなわち供試熱交換器前面積と動圧測定部断面とにより求める。実験は (a) 管内の水の流速 v_w 一定のもとで管外を流れる空気量、すなわち前面風速 v_{af} を段階的に変化させた場合と、(b) v_{af} 一定のもとに v_w を段階的に変化させた場合とについて、流体各部の温度および流量を測定する方法で行なった。

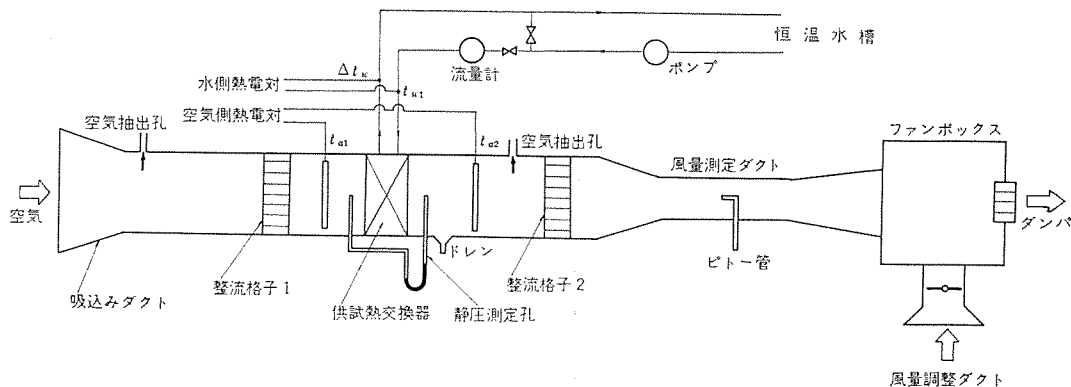


図 3.4 試験装置 Schematic diagram of air duct.

流動条件の範囲はそれぞれ

v_{af}	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0 m/s
$v_{10}(R_e)$	13,000	26,000	39,000	52,000	

である。

4. 実験計画法

多くの要因によって影響される特性値は、どの要因によって大きな影響を受けるかを、実験の手間を少なく、しかも効率よく解析する手法として直交表による実験計画法がある。直交表にそって要因を割付け、実験を行なう場合の長所として、再現性の高い要因効果に重心をおき、多くの因子の中で一つの要因について他の因子の条件が変わっても、一貫した効果をもつ要因を見つけることができる。

表 4. 1 は、この報告の管外熱伝達率および管外風圧損失の要因分析に使用した $L_{16}(2^{15})$ 直交表である。要因の決め方は、一般の熱交換器の構成因子をなるべく含むように選択し、また一般の使用条件に近い実験条件を選んだ。

4. 1 要因と水準

$L_{16}(2^{15})$ 直交表に割付ける要因は、つぎに掲げる 9 個とした。

管配列	S
列ピッチ	P_1
段ピッチ	P_2
管径	d_0
管列数	n_1
フィン厚	f_t
フィンピッチ	f_p
空気条件	T
風速	V

要因 9 個のうち、管配列～フィンピッチは熱交換器の構造に関する要因で、管配列はフィンを通する銅管の配列が基盤目配列か千鳥配列かを定める要因。列ピッチは空気の流れ方向で前後する管と管の中心間の距離。段ピッチは空気の流れ方向と垂直な面で上下する管と管の中心間の距離。管径は銅管の外径。管列数は、空気の流れ方

表 4. 1 $L_{16}(2^{15})$ 直交表と要因の割付け
 $L_{16}(2^{15})$ orthogonal table and factors assignment.

試料 No.	No.	要 因														
		V	P_1	d_0	n	T	P_2	f_t	S	d_0	P_2	V	f_p	T	f_p	f_p
A-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B-1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A-2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
B-2	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
B-3	5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
A-3	6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
B-4	7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
A-4	8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
A-5	9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
B-5	10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
A-6	11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
B-6	12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
B-7	13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
A-7	14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
B-8	15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
A-8	16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

表 4. 2 要因の水準
Level of factors.

	V	P_1	d_0	n	A	P_2	f_t	S	f_p
1	2 4 6	25.4	10	2	21.0 15.5	25.4	0.2	基盤	2
2	4 6 8	38.0	16	4	27.0 19.5	38.0	0.4	千鳥	3

向の管の列数。フィン厚は、熱交換器の主要伝熱面を占めるアルミフィンの肉厚。フィンピッチはフィン肉厚の中心線間の距離。空気条件は熱交換器に流入する空気の乾球および湿球温度。風速は式 (5. 5) で定義した熱交換器の最小通過断面積を通過する空気の流速、すなわち最大風速である。

要因はすべて 2 水準とした。ただし、風速は 2.0~4.0 m/s, 4.0~6.0 m/s, 6.0~8.0 m/s のように 3 ブロックに分け、全要因が 2 水準であるような実験を 3 回行なう。この 3 ブロックのブロック間のデータを接続する方法は、実験計画法の直和法の方法で行ない、風速の範囲は 2.0~8.0 m/s とした。その他の要因の水準は、表 4. 2 に示すように、一般の空調機器用熱交換器の管の配列を満足するように選んだ。たとえば、管径は 10 ϕ , 16 ϕ , 列ピッチ、段ピッチはおおの 25.4 mm (1 インチ), 38.0 (1 1/2 インチ), フィンピッチは 2.0 mm, 3.0 mm, フィン厚は 0.2 mm, 0.4 mm など、空気条件は、一般の暖房機の標準試験条件の (21°C DB, 15.5°C WB) および冷房機の標準試験条件の (27°C DB, 19.5°C WB) である。

4. 2 要因の割付け

要因の数は 9 個でその自由度は 9, $L_{16}(2^{15})$ 直交表の自由度は 15 であるから、6 個の自由度がある。このあまった自由度に、重要と思われる要因間の交互作用を $L_{16}(2^{15})$ 直交表の線点図を参考として、要因の割付け列と対応した列に割付ける。この報告の割付け列を線点図で表わしたものを図 4. 1 に示す。

交互作用を列としてとる要因は自由度の制限からつぎの 6 個とした。

$v_a \times S$	風速と管配列
$v_a \times f_p$	風速とフィンピッチ
$v_a \times P_1$	風速と列ピッチ
$d_0 \times P_1$	管径と列ピッチ
$d_0 \times P_2$	管径と段ピッチ
$d_0 \times f_t$	管径とフィンピッチ

要因および交互作用を割付けした結果は表 4. 1 に示した。この直交表における各要因の水準の組み合わせにしたがって 16 個の試料を製作した。試料名は、基盤目配列のものには A, 千鳥配列のものには B とした。

4. 3 要因効果の分析

要因効果はある成分をもったベクトルとみなすことができるから、ベクトルの大きさはその成分の 2 乗和として定義されると同様に、要因効果の大きさも次式のように 2 乗和として定義する。

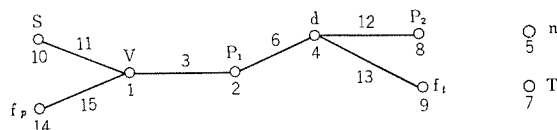


図 4. 1 線点図
Factor assignment.

$$A \text{ の主効果 } \sigma_A^2 = \frac{1}{a-1} \{a_1^2 + a_2^2 + \cdots + a_a^2\} \cdots \cdots (4.1)$$

$$B \text{ の主効果 } \sigma_B^2 = \frac{1}{b-1} \{b_1^2 + b_2^2 + \cdots + b_b^2\} \cdots \cdots (4.2)$$

$$\text{交互作用 } \sigma_{A \times B}^2 = \frac{1}{(a-1)(b-1)} \{c_{11}^2 + c_{12}^2 + \cdots + c_{ab}^2\} \cdots \cdots (4.3)$$

上式で、要因のもつ自由度 1 当たりの大きさをだすために、自由度 $(a-1)$ あるいは $(b-1)$ で割った。この定義式を直交表における要因効果を与える式に変換するとつぎようになる。

要因 A が、 $L_{16}(2^{15})$ 直交表の第 i 列に割付けられているとすれば、要因 A の要因効果は

$$S_A = \frac{1}{16} \{ \sum_i (\text{第 } i \text{ 列の水準 1 に対応する } \bar{y} - \bar{y})^2 - \sum_i (\text{第 } i \text{ 列の水準 2 に対応する } \bar{y} - \bar{y})^2 \} \cdots \cdots (4.3)$$

要因 A の寄与率は

$$\rho_A = \frac{S_A - (\text{その要因の自由度}) \times V_e}{\text{全変動}} \times 100(\%) \cdots \cdots (4.4)$$

要因 A の F 値は

$$F_A = \frac{S_A}{V_e} \cdots \cdots (4.5)$$

ただし、 V_e は、プールした誤差の不偏分散を表わし、次式で定義する。

$$V_e = \frac{S_e}{f_e} \cdots \cdots (4.6)$$

S_e : プールした誤差の 2 乗和

f_e : プールした誤差の自由度

S_e あるいは f_e には分散分析を行なった結果、小さい要因効果のものをこの項に加えて誤差項として扱う。このようにプールした誤差項および誤差の自由度から誤差の不偏分散を求め、 F 検定用に各要因の F 値を求め用いてその要因が誤差とどの程度区別できるかの F 検定を行なう。

5. 管外熱伝達率および風圧損失

5.1 管外熱伝達率の分離

熱交換を行なう際次式が成立する。

$$Q = Q_f + Q_p \cdots \cdots (5.1)$$

式 (5.1) はまたつぎのように表わすことができる。

$$Q = K \cdot A T \cdot F_0 \cdots \cdots (5.2)$$

式 (5.2) で管外伝熱面積 F_0 は供試熱交換器によって決まってくる値であり、熱通過率 K 、対数平均温度差 ΔT は実験により知ることができる。また熱通過率 K には式 (5.3) が成立する。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{F_0 \cdot \delta}{F_i \cdot \lambda} + \frac{F_0}{F_i \alpha_i} \cdots \cdots (5.3)$$

式 (5.3) において管内熱伝達率 α_i を知り、管外熱伝達率 α_0 を求めることが管外熱伝達率の分離である。

分離する手法として (a) McAdams の式⁽⁷⁾、(b) Wilson のプロット法⁽⁸⁾がある。

5.1.1 McAdams の式

円管内を流れる水のレイノルズ数が

$$Re_c > 2,300$$

のとき流れは発達した乱流となり、管内の熱伝達率 α_i は式 (5.4) で精度よく求められる。

$$Nu = 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4} \cdots \cdots (5.4)$$

ただし

$$Nu = \frac{d_i \cdot \alpha_i}{\lambda_w}$$

熱通過率と管内熱伝達率、管外熱伝達率の関係は式 (5.3) で表わすことができるので、これに式 (5.4) で得た α_i を代入すれば管外熱伝達率は計算できる。式 (5.4) は流体の物性値を流体の混合平均値で評価して適用するが、流入端から一定の距離を經過し流れが十分に発達した乱流の熱伝達率を与えるものであり、この条件が満たされないとき誤差は大きくなる。

5.1.2 Wilson のプロット法

Wilson のプロット法は図式的に α_0 を K から分離する方法である。式 (5.3) で管の伝熱抵抗は非常に小さいため、熱通過率は管外の伝熱抵抗および管内の伝熱抵抗によって決まってくる。Wilson のプロット法では式 (5.4) により管内の熱伝達率は管内流速の 0.8 乗に比例することを利用して、 $1/K$ と $1/v_w^{0.8}$ をグラフ上にプロットする。この場合、流速無限大で管内の水の熱伝達による影響が無限に小さくなったときの抵抗が、空気側の伝熱抵抗を近似的に表わすものと考えられる。

Wilson のプロット法の特長は風速が一定であるとき、その風速ごとの直線群はほぼ平行となる。したがってこの方法によって求められる管外熱伝達は、ある温度における実験の全点の傾向をみて直線を引くことができる。

5.2 最大風速

管外熱伝達率および風圧損失は風速との関係で表わされるが、熱交換器内を空気が通過するときの風速、すなわち最大風速 $v_{a \max}$ は熱交換器前面風速 v_{af} との間にはつぎの関係がある。

$$v_{a \max} = \frac{f_p \cdot P_2}{(f_p - f_d)(P_2 - d_0)} \cdot \frac{\gamma_{a1}}{\gamma_{am}} \cdot v_{af} \cdots \cdots (5.5)$$

ただし $\gamma_{am} = (\gamma_{a1} + \gamma_{a2})/2$

5.3 風圧損失

熱交換器を通過する空気の風圧損失は

- (1) 熱交換器入口における絞りの効果によるもの
- (2) フィン間を空気が通過する際の摩擦によるもの
- (3) 熱交換器出口における膨脹の効果によるもの
- (4) 加速損失

とに分けられる。

図 3.4 の試験装置による測定値は上の全項目を含んだ値として得られるが、(2)の摩擦による損失が最も大きく他の項による損失は小さく、風圧損失の値は熱交換器内の空気の流れ長さにほぼ比例する。このため列数が異なる供試々料については、同数の列数による風圧損失として換算して考慮する必要がある。

6. 実験結果および考察

6.1 要因効果の比較

管外熱伝達率および管外風圧損失の要因効果を比較した表を表 6.1 に示す。この表によれば、熱伝達率および風圧損失に大きな寄与率をもつ要因の数は少なく、その要因効果も主効果のかたちで出ており、交互作用としては、管径と段ピッチの交互作用が熱伝達率に対してきいているのがめだつ程度である。このことから、熱伝達率あるいは風圧損失と熱交換器を構成する要因とは、リニアに近い関係で結ばれていると推察できる。

表 6.1 の要因効果表において ★★印をつけた要因は、 F 検定

表 6.1 管外熱伝達率と風圧損失の要因効果
Factor effects of outside heat transfer coefficient and pressure loss of air flow.

要 因	水 準		管 外 熱 伝 達 率			水 準		風 圧 損 失		
	1	2	V 2~4	V 4~6	V 6~8	1	2	V 2~4	V 4~6	V 6~8
V	$\begin{matrix} 2 & 4 \\ 4 & 6 \\ 6 & 8 \end{matrix}$		★★★	★★	★★	$\begin{matrix} 2 & 4 \\ 4 & 6 \\ 6 & 8 \end{matrix}$		★★★	★★★	★★★
P_1	38 < 25.4		★★★	★★★	★★★	38 < 25.4		★★	★★	★★
$V \times P_1$										
d_0	16 > 10		★	★★	★★	16 > 10				
n	4 < 2		★			4 < 2				
$P_1 \times d_0$				★	★			★	★	★★
T	$\begin{matrix} 27.0 & 21.0 \\ 19.5 & 15.5 \end{matrix}$					$\begin{matrix} 27.0 & 21.0 \\ 19.5 & 15.5 \end{matrix}$		★	★	★
P_2	38 > 25.4		★	★		38 > 25.4				
f_l	0.4 > 0.2			★	★	0.4 > 0.2		★	★	★
S	千島 > 基盤		★★★	★★★	★★★	千島 > 基盤			★	★★
$V \times S$			★							
$d_0 \times f_l$										★
$P_2 \times d_0$			★★	★★	★					
f_p	3.0 < 2.0		★	★		3.0 < 2.0		★★★	★★★	★★★
$V \times f_p$								★★	★★	★★

(★印の数は要因効果の大きさの度合)

した結果 99 % で有意となったもので、その要因効果も大きく、要因効果のトータルに対してその要因効果の占める割合すなわち寄与率も大きくなっている。★★印をつけた要因は、95 % で有意となったもの、★印をつけた要因は、F 検定して 95 % で有意にはならなかったが、寄与率からまったく無視しないほうがよいと思われるものである。印のない要因は、特性値に対してほとんど影響を与えないので特性値を解析する場合これらの要因は無視してもよい。

要因の特性値に対する重要度を判断するとき、F 検定によって有意であるかないかで判定することも必要ではあるが、むしろ注目する要因の効果が、特性値に対してどの程度の寄与率をもつかによって判定したほうがより実際的である。

ここで扱う要因は風速以外は 2 水準であり、その範囲も実用的な値をとったので、もっと広い範囲から水準をきめたときには必ずしもこのような結果がでるとはかぎらない。

6. 1. 1 管外熱伝達率

管外熱伝達率に対して大きな効果をもつ要因は、

列ピッチ (P_1)

管配列 (S)

管径と段ピッチとの交互作用 ($d_0 \times P_2$)

風速 (V)

である。この 4 個の要因効果の合計は、各風速ブロックで多少の変動はあるが、全体のほぼ 75 % を占める。したがって熱伝達率の向上をはかる場合に、風速を除いて三つの要因を適当な組合わせにすることによって効率のよい設計を行なうことができる。

その他の要因として、管径と段ピッチは主効果としては小さいが、交互作用の効果および式 (5.5) で定義された最大風速の換算係数として風速に関係するために重要な要因である。フィン厚は風速が速くなるとその効果がでてくるが、これはおもにフィン効率に関連する要因で、フィン厚が厚いときにはフィン効率も大きくなる。フィンピッチは風速が低いときに多少効果がでるが、風速が大きくなると無視できる。列数と空気条件は熱伝達率には影響を及ぼさない要因である。

6. 1. 2 管外風圧損失

管外風圧損失に対して大きな効果をもつ要因は

フィンピッチ (f_p)

列ピッチ (P_1)

風速 (V)

である。この 3 個の要因効果の合計は、各風速ブロックで多少の変動はあるが全体の 90 % にも達し、風圧損失はほとんどこの 3 個の要因で決まる。フィンピッチは空気が流れる通路の幅を決め、列ピッチは空気が流れる方向の長さで、この二つの要因は摩擦損失に関連するものである。

他の要因としては、風速が増すと管径と列ピッチの交互作用および管配列の効果がでてくるが、両方とも、流路の形状変化による流線の変化に関係するものである。フィン厚は風圧損失に対してはフィンピッチと同じように、空気が流れる間隔を決める要因であるが、フィンピッチによる間隔の変化に比べて、フィン厚による間隔の変化がほぼ 1/5 と小さいので、要因効果は 1/25 程度になり、寄与率も小さくなる。

列数の要因効果はほとんど見られないが、風圧損失の値は 1 列当たりの風圧損失に換算したので、この要因効果が小さいということは、風圧損失が列数にほぼ比列することを意味している。管径の主効果、段ピッチの主効果および管径と段ピッチの交互作用は非常に小さく無視できる。このことは、風圧損失を式 (5.5) のように定義した最大風速の関数としたとき、管径あるいは段ピッチに関しては非常によく表現されているといえよう。空気条件の効果はわずかながら風圧損失に寄与する。

6. 2 要因効果

6. 1 節で述べた重要な要因についての要因効果の各風速ブロックごとの値を直和法によって接続し、風速 2.0~8.0 m/s の範囲における要因効果と特性値との関係を図 6. 1~6. 6 に示す。これらの図の縦軸は要因効果の大きさを表わし、単位は各特性値の単位に等しい。

図 6. 1~6. 4 はそれぞれ管外熱伝達率に関する風速、列ピッチ、

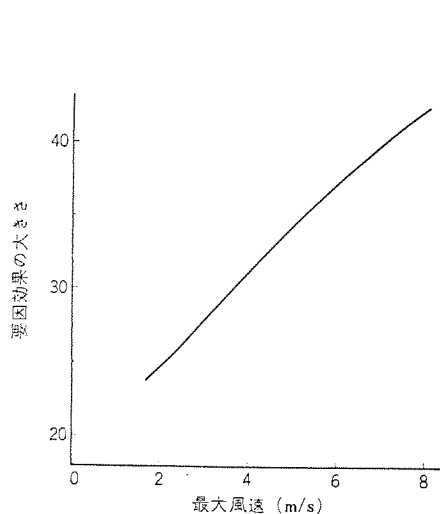


図 6.1 最大風速の効果(熱伝達)
Effect of the maximum air velocity
about heat transfer.

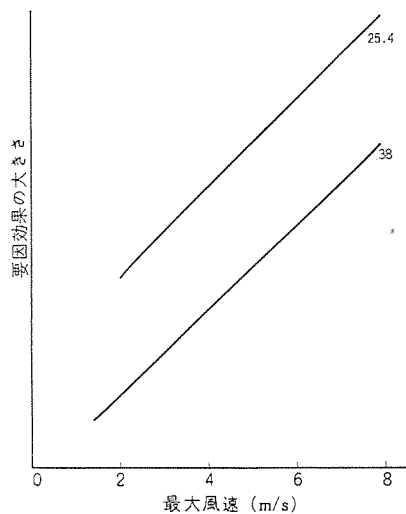


図 6.2 列ピッチの効果(熱伝達)
Effect of longitudinal-tube pitch about
heat transfer.

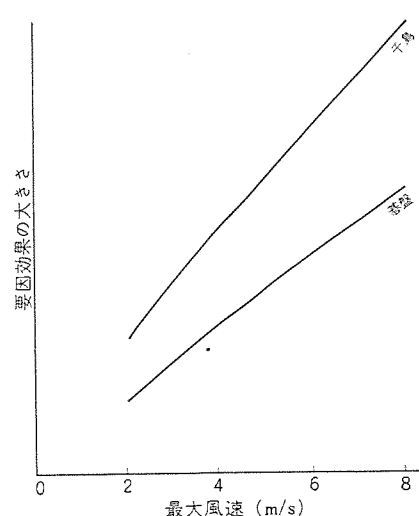


図 6.3 管配列の効果(熱伝達)
Effect of tube arrangement about heat
transfer.

管配列および管径と段ピッチとの交互作用の要因効果の値と風速との関係を示す図である。管外熱伝達率を大きくするためには、要因効果が大きくなるように水準を選ぶ。すなわち列ピッチはなるべく小さく、管配列は千鳥配列に管径と段ピッチとの比はある決まった値の範囲にする。ただし、図 6.4 の管径と段ピッチとの交互作用と管外熱伝達率との関係は千鳥配列の場合で、基盤目配列の場合にはこのような関係は見られない。

図 6.2 において列ピッチの要因効果は 2 本の線がほぼ平行であり、要因効果の大きさは風速によってあまり変化せず、ほぼ一定である。図 6.3 において管配列の要因効果は、2 本の線の間隔は風速が大きくなるにつれて広がっているが、これは風速が大きくなるにしたがい、千鳥配列と基盤目配列の差が大きく表われてくることを意味している。その他の要因については、あまり大きな要因効果はもっていないが、要因の水準と管外熱伝達率との間につぎのような傾向がみられる。

列数は $4 < 2$ 、フィン厚は $0.4 > 0.2$ 、フィンピッチは $3.0 < 2.0$ 、空気条件は $27^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$ である。不等号の両側の数字は要因の水準をあらわし、不等号の右の側にある水準が熱伝達率を大きくする水準である。

図 6.5～6.7 はそれぞれ管外風圧損失に関する風速、フィンピッチおよび列ピッチの要因効果の値と風速との関係を示す図である。管外風圧損失を小さくするためには、フィンピッチを大きく、列ピッチを小さくするように水準を選ぶ。ただし、列ピッチをあまりつめると、この実験における水準の範囲では列ピッチと管径との交互作用はあ

まり大きくはでていないが、この交互作用の効果が大きくなり、列ピッチの減少による風速損失の減少分を越えてしまうおそれがある。

管配列の要因効果は、管外熱伝達率に関する要因効果としては大きくでていたが、管外風圧損失に関してあまり大きな要因効果とはならず、千鳥配列は基盤目配列に比べて風圧損失は大きく、この傾向は風速が大きくなるにしたがって顕著になってくる。その他の要因の傾向をみると、段ピッチは $38 > 25.4$ 、管径は $16 < 10$ 、フィン厚は $0.4 < 0.2$ 、列数は $4 < 2$ 、空気条件は $27^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$ であった。空気条件の要因効果は、管外熱伝達率に関してはほとんどなかったが、管外風圧損失の場合にはわずかにでている。ここで、不等号の両側にある数字は要因の水準を表わし、不等号の右の側にある水準は管外風圧損失を小さくする水準である。

以上のように、要因の特性値におよぼす効果は列ピッチの効果以外は逆の傾向をもっており、管外の熱伝達率を大きくする方向に要因の水準をずらすと、管外風圧損失も大きくなってしまふ。

6.3 特性値の推定法

ある管配列をもつフィン付き熱交換器の管外熱伝達率および管外風圧損失は、大きな寄与率をもつ要因の要因効果の値を加えることによって推定できる。すなわち、熱交換器における要因の水準に対応する要因効果の値を、6.2 節で述べた図 6.1～6.4 より求め、式 (6.1) および (6.2) の要因効果の値 (\hat{S} などで示す) に代入すれば、熱伝達率および風圧損失は信頼限界内で推定できる。

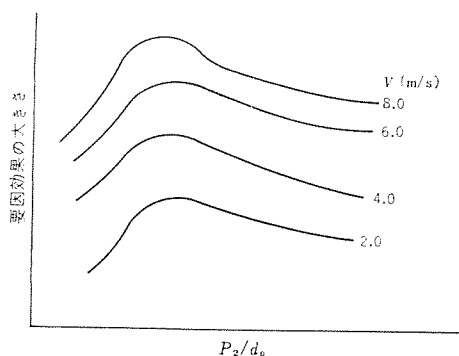


図 6.4 $d_0 \times P_2$ の交互作用(熱伝達)
Interaction effect of tube and transverse-
tube pitch about heat transfer.

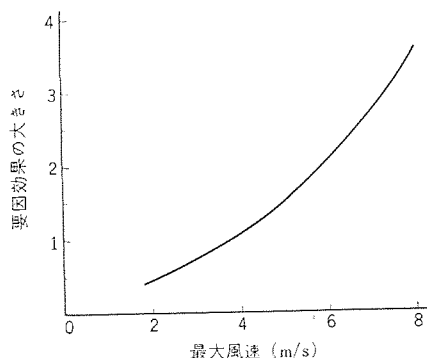


図 6.5 最大風速の効果(風圧損失)
Effect of the maximum air velocity about
pressure loss.

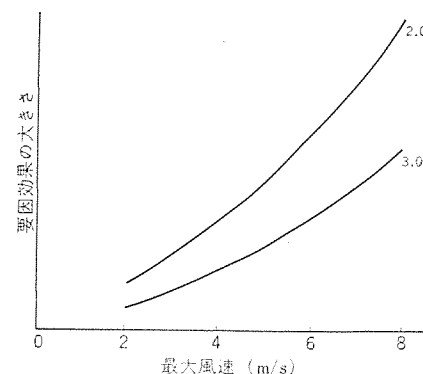


図 6.6 フィンピッチの効果(風圧損失)
Effect of fin pitch about pressure loss.

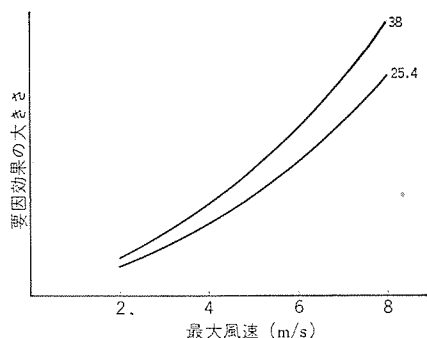


図 6.7 列ピッチの効果 (風圧損失)
Effect of longitudinal tube pitch about pressure loss.

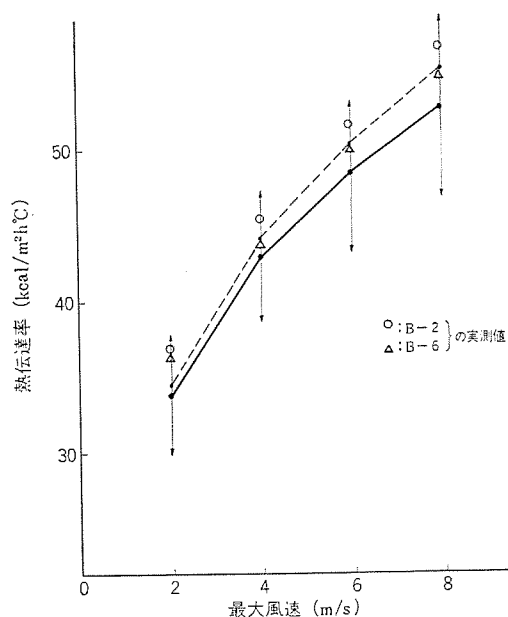


図 6.8 管外熱伝達率の推定
Estimate of outside heat transfer coefficient.

$$\hat{\alpha}_0 = \hat{P}_1 + \hat{D}\hat{P}_2 + \hat{S} + \hat{V} - 3\bar{T} \pm \sqrt{\frac{F \cdot V_e}{n_e}} \dots (6.1)$$

$$\hat{\Delta P} = \hat{F}_p + \hat{P}_1 + \hat{V} - 2\bar{T} \pm \sqrt{\frac{F \cdot V_e}{n_e}} \dots (6.2)$$

ただし、 \bar{T} : 各特性値の各風速における総平均で、この場合には \hat{V} にほぼ等しい。

$$\pm \sqrt{\frac{F \cdot V_e}{n_e}} : \text{信頼限界}$$

$$n_e = \frac{\text{全実験数}}{(\hat{\alpha}_0 \text{ または } \hat{\Delta P} \text{ の推定に無視しなかつた要因の自由度)}$$

で定義される有効反復数

一例として、管外熱伝達率を最高にする要因の水準の組合せについて推定する。

式 (6.1) の要因について、列ピッチ=25.4 mm、段ピッチと管径との比=2.4、管配列=千鳥配列のとき、直交表で取り上げた各2水準の中で最良の組み合わせとなる。この組み合わせで風速を 2.0~8.0 m/s について推定した熱伝達率を図 6.8 において実線で示した。また点線は参考のため、風速が大きくなると 95% で有意となる管径の要因効果を実線の値にくわえたものである。このときの管径は 16 mm である。

なお、上述の最良組み合わせに対応する試料が B-2 および B-6 であり、この熱伝達率を図におおの○、△で示した。図中の矢印は信頼限界の範囲で、B-2 および B-6 の実験値はこの信頼限界内におさまっている。

7. む す び

管外熱伝達率および風圧損失に対して大きな要因効果をもつ構造的な要因はつぎのとおりである。

(a) 管外熱伝達率

列ピッチ 小さくするほどよい

管配列 千鳥配列のほうがよい

段ピッチと管径の比 1.8~2.2 程度とする

(b) 管外風圧損失

フィンピッチ 大きくするほどよい

列ピッチ 小さくするほどよい

風速は両特性値に大きな要因効果をもつ。

実験計画法による要因分析は、要因が特性値に及ぼす影響を全般的には握し、熱交換器の性能を向上させるため、どの要因について、どのような操作を加えたらよいかの指標を得るには有効な方法である。しかし、個々の要因が特性値に及ぼす影響を正確に求めようとすると、要因の水準を多くとらなければならず実験の規模が大きくなる。このような場合には、要因効果の大きい要因について多くの水準をとり、別途実験することによって実験の効率をあげることができる。

参 考 文 献

- (1) Kays & London : Compact Heat Exchanger (1958)
- (2) 日本機械学会 : 伝熱工学資料 (昭 37)
- (3) 新津ほか : フィン付き熱交換器の性能とその設計に関する研究, 空調・衛生工学, 39, No. 4, (昭 40-4)
- (4) 松村ほか : ルームクーラー用熱交換器, 日立評論, 44, No. 8, 1,228 (昭 37-8)
- (5) 松村ほか : フィン形熱交換器の熱貫流率の解析, 日立評論, 45, No. 5, (昭 38-5)
- (6) 田口 : 実験計画法 上 (昭 35-5) 丸善
- (7) McAdams : Heat Transmission 3rd ed. (1954), McGraw Hill Book Co.

マンション向け空調機

三浦 隆*・貝瀬 俊朗*

Air Conditioners for Mansions

Shizuoka Works Takashi MIURA・Toshirô KAISE

Lofty mansions, a community of dwelling houses, in the metropolitan area, are increasing by leaps and bounds nowadays. They are expected to continue increasing hereafter. Being high class living quarters, the mansions have fairly high rates of air conditioning installation compared with general living houses. The air conditioning system for large common dwelling places is of various types such as a central system, a block system and an individual room system. In the heating, a device to build in hot water coils is gradually coming into demands. To cope with the trend Mitsubishi has developed air conditioners in which hot water coils are built in the evaporator and having low noises and high performance.

This article describes their specification and construction together with the merits and demerits of representative air conditioners for mansions.

1. ま え が き

首都圏において近年マンション建設が急激に伸長し、今や首都圏ではマンションの建たない日はないと言われている。住宅地の絶対量の足りない大都市では、住宅は田園都市へと次第に都心部から遠く離れていったが、通勤時間があまりに長くかかり過ぎ、逆に都市中心部への傾向があらわれ、宅地不足を共同高層住宅として解消し今日マンションブームのをひきおこしている。都市の再開発と言う見地から見ても高層マンションは今後ますます伸長してくるものと考えられる。

マンションは一般に高級住宅であるので、入居者の快適で衛生的な生活をエンジョイしたいと言う要求は強く、給湯、冷暖房設備の組込率は一般住宅に比べ非常に高くなっている。温水によるセントラルヒーティングは、給湯と暖房が同時にできると言うことで一般住宅でも近年急激に採用されてきたが、マンションの場合はさらに冷房設備も最初から組込まれる割合が高い。

マンション向け空調方式としては、ファンコイルユニットと冷温水供給装置によるセントラル方式や、直膨タイプの蒸発器に温水コイルを Built in したルームエアコン方式等種々考えられるが、本文では、暖房は集中セントラル方式または各戸ごとに設置される給湯設備を利用して行なえる、温水コイルを Built in した蒸発器を有するルームエアコンの需要が次第に高まってきていることから、薄形床置き式ルームエアコンの特性・構造・仕様等紹介する。

2. マンションの需要分析と空調設置

首都圏のマンション建設戸数の年度別推移および分譲と賃貸マンションの比率の推移を図 2.1 に示したが、昭和 42 年以後のマンションの伸びは急テンポで伸びていることがわかる。また分譲マンションは昭和 37 年を底として次第に増加し、ここ 2、3 年は圧倒的に多いことがわかり、今後も持家意欲が強まっているのでこの傾向はますます強くなっていくものと考えられる。

高額なマンションと比較的価格の安いマンションでは、その空調方式にも若干相異があり、前者の方式は冷暖房用熱源をマンションの一個所に集中させセントラル方式を採用する場合が多く空調機は水冷式であり、

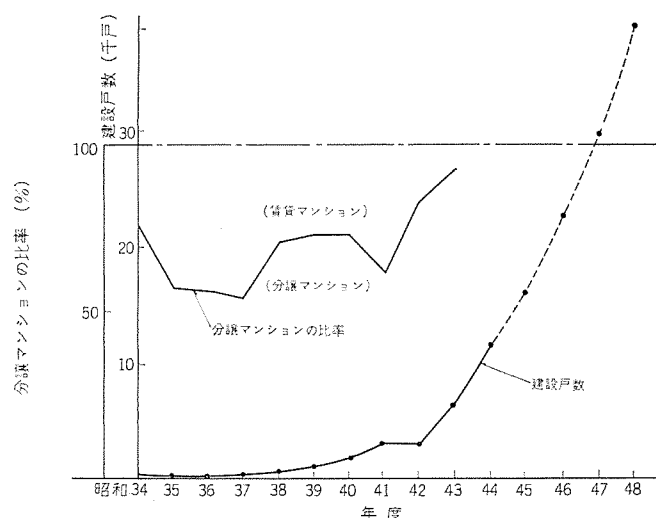


図 2.1 首都圏のマンション建設戸数および分譲と賃貸マンション比率の年度別推移

Increase of mansions building in the metropolitan area.

後者の方式は各戸ごとの個別式が多く空調機は空冷式であり、冷房も1~2室だけ行ない、他の室は暖房だけの設備とする場合が多い。しかし一般に入居者は空調設備の使用の有無にかかわらず、一定の管理費・維持費を徴収される方式は経済的・心理的に見て好まれず、入居者自身で運転・維持する各戸ごとの空調方式が今後伸びるようになると思われる。

マンションは一般に多層鉄筋コンクリート建物であるので、一般住宅に比べヒートロスが少ない構造になっているが、外気に接している面が少なくまた音・振動を極力嫌うので、通常のウインド形ルームエアコンは不向きであり、ファンコイル式のセントラル方式およびルームエアコンでは水冷式床置き形か空冷セパレート形となる。それぞれ一長一短があるので、どの空調方式を採用するかはマンション施主、設計者によって決定されるが、いずれの場合でもマンション向け空調機として要求される仕様は共通するところが多い。たとえば

- (1) 冷暖房、加湿が可能であること
- (2) 運転騒音、振動が低いこと
- (3) 据付スペースをとらないこと

- (4) 各室の個別制御が可能であること
 - (5) 洋間、和室にびったりする寸法仕様、デザインであること
 - (6) 冷却水、冷媒配管、ドレン管等の接続は空調機内で行ない、空調機外からは見えないこと
 - (7) 安全性、信頼性の高い空調機であること
 - (8) 建物のヒートロスが少ないので小容量の機種シリーズも準備していること
 - (9) 風量は2～3段切換が可能のこと
 - (10) 風向きが自由に変えられ、なめらかな風速であること
 - (11) 自動温度調節が可能であること
 - (12) 設備費、維持費が経済的であること
- 等があげられる。

3. マンション向け空調機

3.1 マンションの空調方式

一般にマンションは高層建築が多く、その空調方式については一般の建物と同じようにいろいろな方式が考えられる。たとえば、セントラル方式としては

- (1) 単一ダクト方式
- (2) 二重ダクト方式
- (3) 各階ユニット方式
- (4) インダクションユニット方式
- (5) ファンコイルユニット方式

個別方式としては、ルームエアコン方式がある。そして大きな建築物では、これらの方式のうち一つだけではなく併用されることが多い。そしてどのような方式をとるかは、

- (a) 設備予算
- (b) 建築規模
- (c) 使用状況
- (d) 利用スペース

などにより左右される⁽¹⁾。

したがって、マンションの場合でも上記の条件が大きく影響することと同じであるが、そのほかにマンションの場合、その形態と管理方式に大きなポイントをおいて考える必要がある。すなわち、分譲するもののうちでも冷暖房設備も含めて分譲するものと、冷凍機、ボイラなどは共通使用するものがある。そこで、一般には分譲式の場合は各戸に冷暖房ユニットを設置する個別方式が多く、また共通使用するものはセントラル方式が多い。

個別式の場合には、

- (a) 財産区分が明確になる。
 - (b) 冷暖房設備をしない世帯があっても差しつかえなく、また入居後希望に応じて取付けることもできる。
 - (c) 入居者の生活時間帯が異なっても、いつでも必要なときに冷暖房できる。
 - (d) 自分の使用した分だけの冷暖房費しか払う必要がなく、共通費などの名目で徴収されることもない。
 - (e) 万一故障した場合も、その部分だけ冷暖房が停止するだけで他への影響がない。
 - (f) 簡単な保守管理は、各戸別に行なってもらえるので管理上もそれほど問題ない。
 - (g) 機器が小形になるので法的な取扱い責任者が不要となる。
- などの利点がある⁽¹⁾。

そこで、今後のマンションの空調方式としては、いちがいには一つの方式に決定できないが、前に述べたようにマンションの大衆化の傾向があり分譲マンションが多くなっているため、その管理上、入居者の独立性などからみて個別方式が伸びるものと考えられる。そこで、ルームエアコンを使用する個別方式について、その使用方式について

(1) ボイラ、クーリングタワーともに共通に使用する場合

この場合はボイラ、クーリングタワーともに大形になり、大きな機械室を必要とし、特にボイラや燃料タンクなどに法的制限を受ける場合が多く、管理上からもセントラル方式の形態となる。

(2) ボイラ個別、クーリングタワーのみ共通に使用する場合

この場合は給湯は年間を通して必要であり、これを小形の温水ボイラ(石油温水機)にして個別に設置し、暖房を兼用するものであり、ボイラ取扱いの法的制限をなくし、運転経費の点からも最も費用のかかるものを独立させ、冷房の場合は季節契約として夏期の間のみ共通費として徴収することができる。

(3) ボイラ個別、空冷式のエアコンを使用してクーリングタワーをなくし、完全に設備面からも独立させる場合

この方式は、各戸にボイラ、空冷式エアコンの室外側ユニットを設置するスペースが必要であり、有効利用スペースが少なくなるように思われるが、その代わり機械室やダクトスペースなどがまったく不要となるので、場合によっては非常に有利な方式となるものと考えられる。

3.2 マンションの冷暖房負荷

一般に冷暖房負荷としては、

- (1) 壁、窓、ガラスなどからの熱漏れ
- (2) 太陽のふく射熱によるもの
- (3) すき間風や、ドアの開閉などによるもの
- (4) 人間や電灯、その他室内の機械器具によるもの

などである。

マンションの場合、一般に建築規模も大きく構造的にもしっかりしているため比較的断熱効果がよく、一般住宅に比べ熱漏れなどは少ない。また、方位による太陽のふく射熱の問題や多層建築のための高さの問題など、一般個別住宅よりも複雑である。負荷計算を正確に行なうことは非常にやっかいで、ほとんど不可能に近いので実験的に求められた簡易計算表がJISやその他に制定されている。しかしマンションの場合、大方の見当としては特別な機械器具がないかぎり1m²あたり100～120kcal/h程度と考えられる。

マンションの室の広さは図3.1に示すよう6畳間が圧倒的に多く、50%強を占めておりほかに8～15畳の広いダイニングルームやキッチン

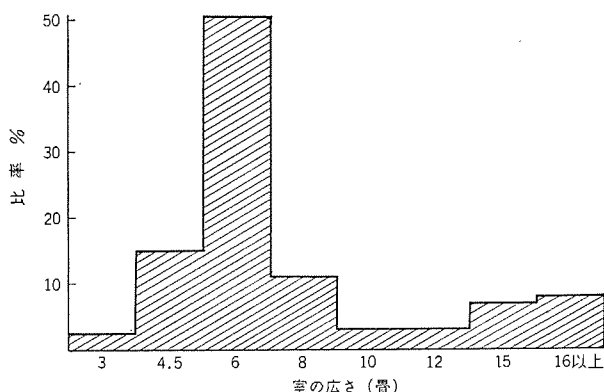


図 3.1 マンション、鉄筋共同住宅の室の広さの分布
Room sizes of mansion.

表 3.1 暖房標準温度
Standrd heating temperature.

部 屋 の 種 類	推 奨 室 内 温 度 °C
居 間・食 堂	16~20
寝 室	14~18
浴 室・便 所	18~20
台 所	15~17
廊 下・玄 関 ホール	10~15

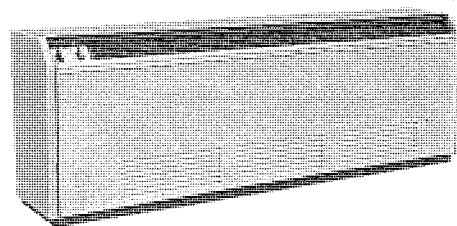


図 3.2 GM-B10S 形 エアコン 外観
Exterior view of model GM-B10 S.

表 3.2 GM シリーズ エアコン 仕様 一覧
Specification of GM series air conditioner.

形 名			GM-F18S	GM-B08S	GM-B10S	GM-B10T	GM-B15S	GM-B15T	GM-S08S	GM-C10S	GM-C15S	
仕 様			水 冷 式 床 置 形						空冷式 セパレート形	水冷式天井埋込形		
外 形 寸 法 幅×高さ×奥行			780×745×281	1,350×470×281			1,530×470×281		1,350×560×281	872×430×790	1,060×430×790	
外 装			高 級 メ ラ ミ ン 焼 付 塗 装 仕 上									
電 源 50/60 Hz			1 φ 200 V			3 φ 200 V	1 φ 200 V	3 φ 200 V	1 φ 200 V			
能 力	冷 房 kcal/h	1,600/1,800		1,600/1,800		2,240/2,500		3,550/4,000		1,400/1,800	2,000/2,240	3,550/4,000
	暖 房 温水60°C	2,130		2,800		4,300		2,130		2,800	4,300	
	kcal/h 温水80°C	3,200		4,200		6,450		3,200		4,200	6,450	
圧縮機電動機出力 W			600	600	750		1,200		600	750	1,200	
送 風 機	形 式		ラ イ ン フ ロ ー フ ァ ン						シ ロ ッ コ フ ァ ン			
	風量(弱—中—強) m³/min		8—9—10		9—10—11		10—11—12		8—9—10	9	12	
	電動機出力 W		20			45			20		45	
	機 外 静 風 圧 mmAq		0							4		
水 量	冷 却 水 m³/h 温水 32°C	0.49		0.64		1.05		—		0.64	1.05	
	温 水 m³/h	0.49		0.64		1.05		0.49		0.64	1.05	
製 品 重 量 kg			73	76	82		100	97	73	85	105	

を持っている。したがってマンション向きエアコンとしては容量的には 600 W 前後からせいぜい 1.2 kW 程度で十分である。室内温度としては冷房時 27°C DB, R. H 50 %が設計温度とされ、暖房時には日本建築学会から室の用途別にその推奨温度が表 3.1 に示すように発表されている。

3.3 温水コイル BUILT IN ルームエアコン方式

マンション向け空調機としては、3.1 節でのべたように空調方式のちがいにいろいろ考えられるが、ここではルームエアコンを主に仕様、性能などについてのべる。

(1) 意匠・寸法

マンション建築は、一般住宅建築とはちがいで入居者が自分の好みによって建築することはできない。もちろん好みのマンションを選んだら、特別な場合は内装を一部変更することはできる。したがって、エアコンも入居者によって選択されるケースは少なく、施主あるいは建築設計家により決定されることが多い。当然のことながら、建築設計家はその内装関係との調和を重視する傾向にあり、塗装色を指定するケースもあるのでそれに対処できるようにしておくことも必要である。

寸法的には、据付面積の小さいものがよいことはいうまでもない

が建築構造に合わせた形状寸法、たとえば半間あるいは1間の柱間に設置できるとか、窓下、床下、壁埋込み天井埋込みなどが可能としようにする必要があろう。

図 3.2 に当社 GM-B 形の外観、表 3.2 に GM シリーズのおもな仕様を示す。

(2) 性能

マンション向けに限らずルームエアコンとして暖房機能を付属させることは、現在不可欠の条件になってきている。特にマンションの場合には、給湯がやはり必要な条件であり温水ボイラを使用する例が多い。したがって、暖房も給湯と兼用してこの温水ボイラを利用することが多い。そして、一般にはこの種のエアコンには温水コイルを、顧客の希望によりあとから組込むことができるようになっている。

しかし、この場合には冷房用の冷却コイルと暖房用の温水コイルと2個の熱交換器が必要である。しかも一方を使用するときは他方は不要であり、経済的にもスペース的にも不利となり、機械の構造が複雑となる。そこで GM シリーズの場合は、図 3.3 に示すように、冷媒用の冷却コイルと温水コイルとを一体化した構造のフィン形熱交換器を使用している。すなわち、冷却コイルと温水コイルのフィンを共通にし、伝熱面積を大きくとり、しかも容積を小さくするようにし

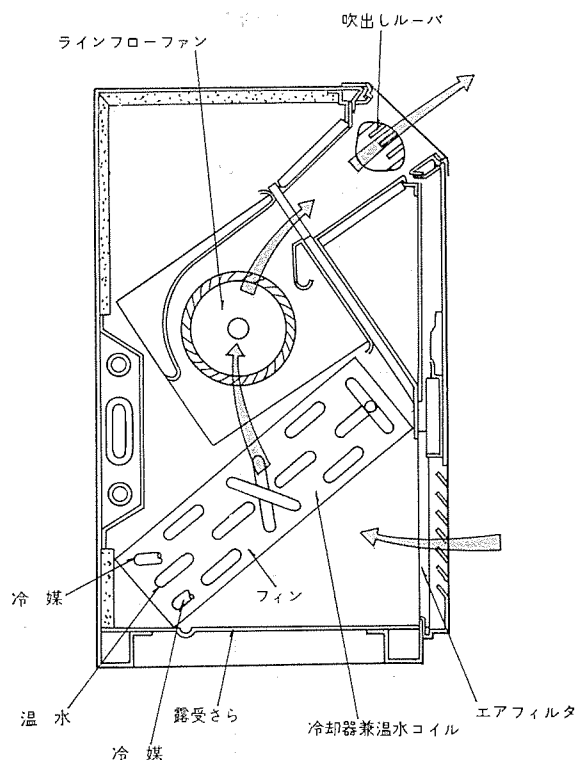


図 3.3 共通フィン形熱交換器の構造
Construction of finned coil heat exchanger.

たものである。この構造により、いままでのものと比較すると冷却コイルが2～3列、温水コイルが2列、合計4～5列必要であったものが3列ですむことになった。

そこでこの形式の熱交換器の伝熱特性について調べる。

一般に熱交換器の交換熱量は

$$Q = KA \Delta t_m$$

ここに、

Q : 交換熱量 (kcal/h)

K : 相当熱通過率 (kcal/m² h °C)

A : 伝熱面積 (m²)

Δt_m : 対数平均温度差 (°C)

であらわされる。

そこで、簡単に考えれば、いまかりに K の値が 1/2 になったとしても、 A の値が 2 倍以上となれば Q は増加することになる。このような考え方で、図 3.4 のようなフィン形熱交換器の K の値を共通フィンの場合と専用フィンの場合とで比較すると図 3.5 のようになる。これによると、GM シリーズの場合のコイル正面風速 1.5 m/s の点では、この 3 列の共通フィンコイルと同等の能力をもつ専用フィンコイルは、

$$\frac{3 \times 19}{25} = 2.28$$

となり、少なくとも 2 列以上の温水コイルが必要となることがわかる。

また一方フィンの放熱量から検討すると、フィンからの放熱量は、

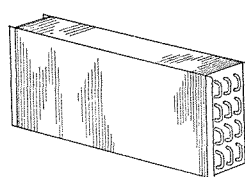
$$q_f = \alpha_f A_f \eta_f \theta_b$$

ここに

q_f : フィンからの放熱量 (kcal/h)

α_f : フィン表面の熱伝達率 (kcal/m² h °C)

η_f : フィン効率

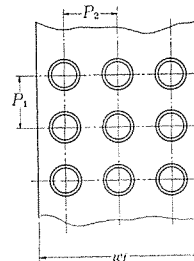
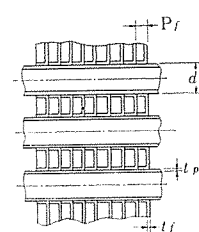


注 1. フィン材料: アルミニウム

$$\lambda = 175 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_f = 30 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$$

注 2. 温水 80°C, 空気温度 20°C とフィンとパイプ間の接触熱抵抗は無視する。



P_1 = 段ピッチ 25.4 mm

P_2 = 列ピッチ 25.4 mm

P_f = フィンピッチ 2.11 mm

t_f = フィン内厚 0.2 mm

w_f = フィン幅 76.2 mm

d_p = パイプ外径 10 mm

t_p = パイプ内径 0.5 mm

図 3.4 フィン形熱交換器の寸法
Dimensions of finned coil heat exchanger.

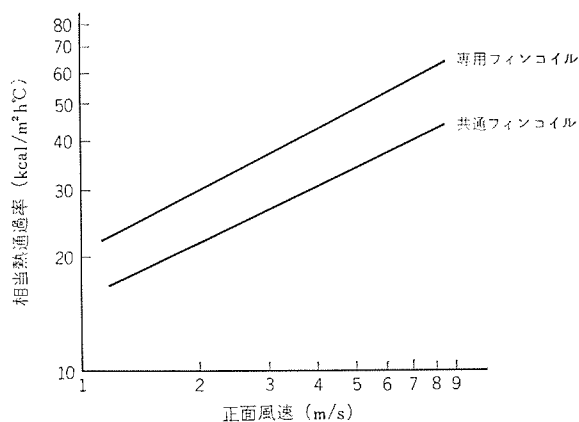


図 3.5 相当熱通過率の比較
Coefficient of heat transmission.

θ_b : フィン根元の温度差 (°C)

A_f : フィン表面積 (m²)

であらわされる⁽²⁾。

そこで q_f を大きくするためには α_f , θ_b は変わらないとすれば、熱交換器の構造的な面から考えると、 A_f または η_f を大きくすればよいことになる。また η_f はフィンを円形フィンと仮定すれば、

$$\eta_f = \frac{2}{u_b \left[1 - \left(\frac{u_e}{u_b} \right)^2 \right]} \left[\frac{I_1(u_b) - \beta K_0(u_b)}{I_0(u_b) + \beta K_0(u_b)} \right]$$

$$\beta = \frac{I_1(u_e)}{K_1(u_e)}$$

$$u_b = \frac{w \sqrt{\alpha_f / \lambda y_b}}{\frac{x_e}{x_b} - 1}$$

$$u_e = u_b \left(\frac{x_e}{x_b} \right)$$

ここに

w : フィンの高さ (m)

α_f : フィン表面の熱伝達率 (kcal/m² h °C)

λ : フィン材料の熱伝導率 (kcal/m h °C)

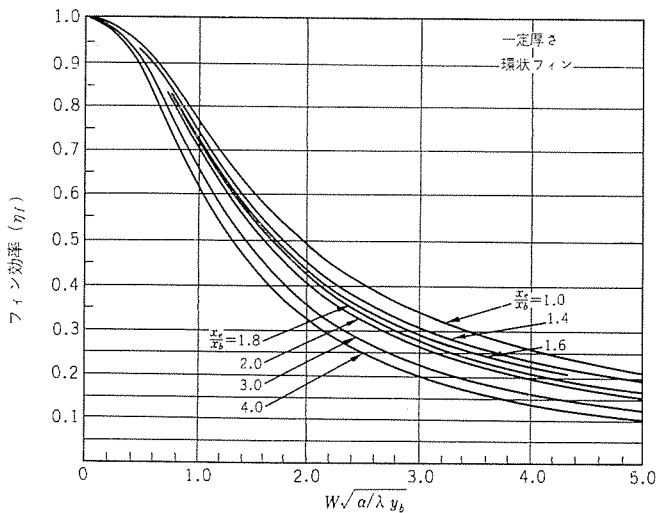


図 3.6 フィン効率 (日本機械学会: 伝熱工学資料基礎 J-b より)

Fin efficiency.

y_b : フィンの厚さの 1/2 (m)

x_e : 基準面よりフィン先端までの距離 (m)

x_b : 基準面よりフィン根元までの距離 (m)

I, K : 第1種および第2種のベッセル関数

であらわされる⁽³⁾。

この計算結果を図 3.6 に示す。

この図から明らかなように、共通フィンとする場合は、フィンの高さが高くなるためフィン効率が低下し、そのため放熱量が低下することが考えられるが、これも前記の K の値と同様に η_f の低下率以上に A_f の増加率が大きくなれば q_f は増加するのである。むしろこの場合も α_f, θ_b が変わらないものとする。

図 3.4 のものについて放熱量の比較を行なうと、

(a) 専用フィンの場合

パイプ1本当たりについて検討すると、

$$w\sqrt{\frac{\alpha_f}{\lambda y_b}} = 9.35 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{30}{175 \times 0.0001}} = 0.387$$

$$\frac{x_e}{x_b} = \frac{14.35}{5} = 2.87$$

図 3.6 より $\eta_f \doteq 0.93$

$$q_f = \alpha_f \cdot \eta_f \cdot A_f \cdot \theta_b = 0.946 \text{ kcal/h}$$

(b) 共通フィンとした場合

(a) と同様にして

$$w\sqrt{\frac{\alpha_f}{\lambda y_b}} = 19.8 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{30}{175 \times 0.0001}} = 0.82$$

$$\frac{x_e}{x_b} = \frac{24.8}{5} = 4.96$$

$$\eta_f = 0.67$$

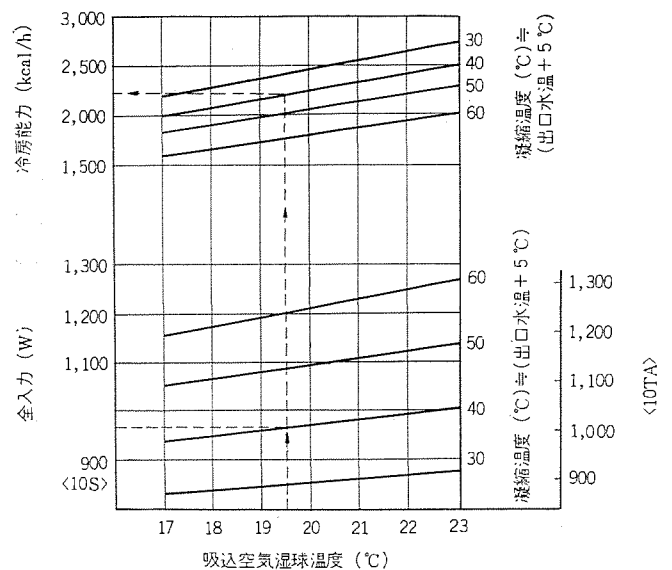
$$\therefore q_f = \alpha_f \cdot \eta_f \cdot A_f \cdot \theta_b = 2.24 \text{ kcal/h}$$

したがって

$$\frac{2.24}{0.946} = 2.37$$

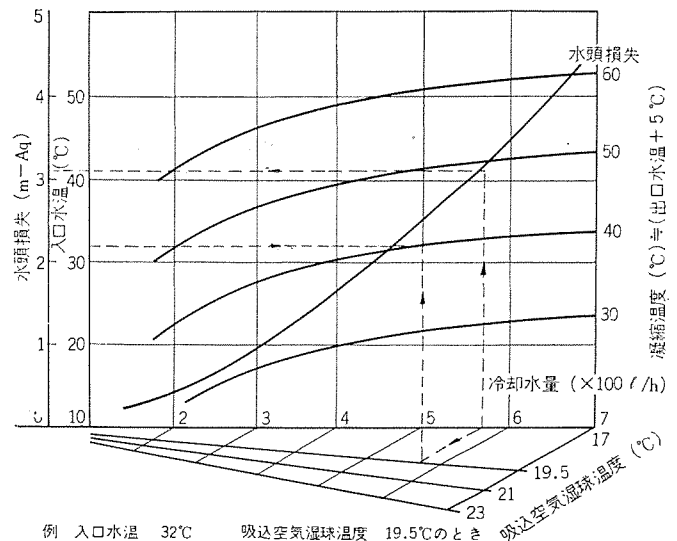
すなわち、これも K の値より検討したと同様専用コイルの2列分

マンション向け空調機・三浦・貝瀬



例 吸込空気湿球温度 19.5℃ 冷房能力 2,240kcal/h
凝縮温度 40℃のとき 全入力 970Wとなる

(a) 冷房能力線 (50Hz風量11m³/min 冷房“強”ノッチ)



例 入口水温 32℃ 吸込空気湿球温度 19.5℃のとき
水量 570 l/h 凝縮温度 40℃
水頭損失 3.1m-Aqとなる

(b) 凝縮器特性線

図 3.7 GM-B10S形冷房能力線図
Cooling performance curves of model GM-B10S.

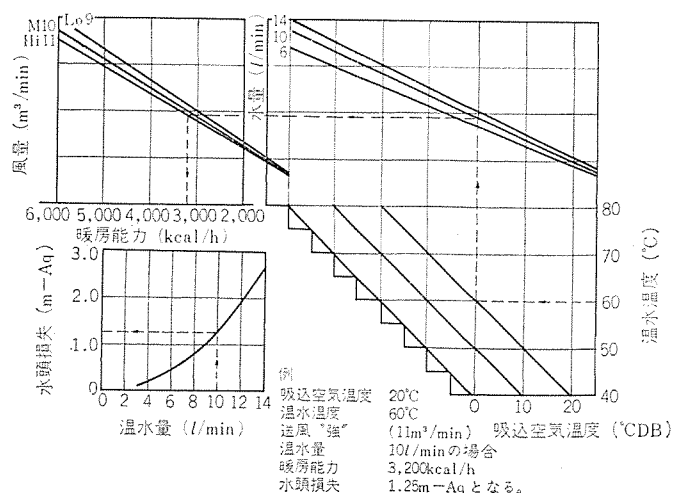


図 3.8 GM-B10S形暖房能力線図
Heating performance curves of model GM-B10S.

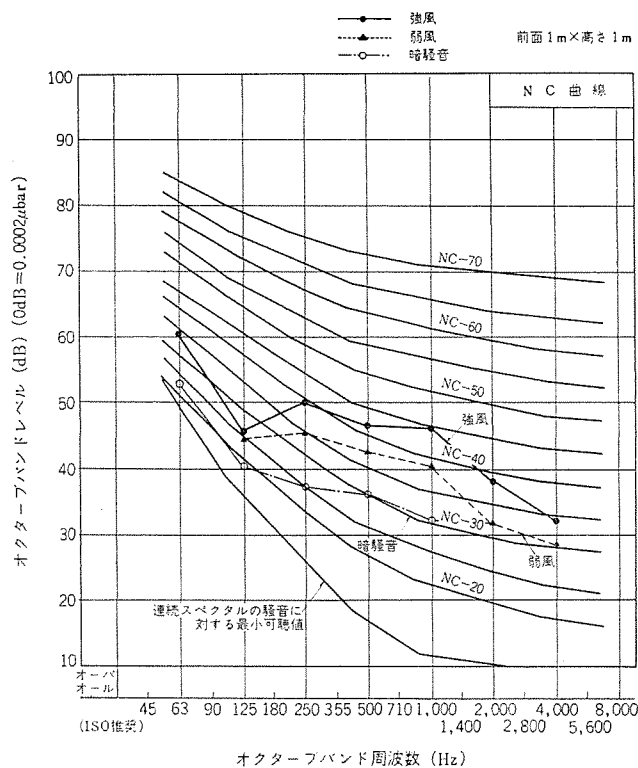


図 3.9 GM-B 10 S 形 エアコン 騒音分析 (冷房時)
Noise analysis of model GM-B 10 S (cooling).

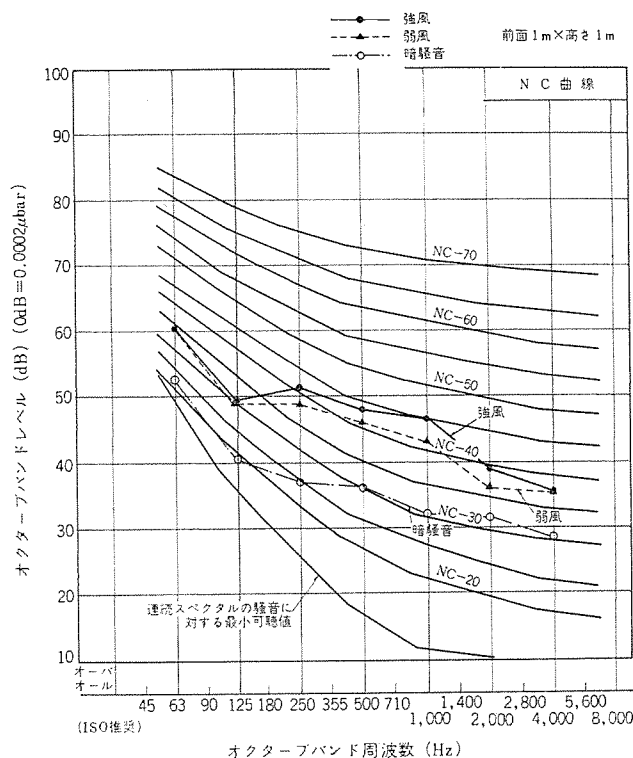
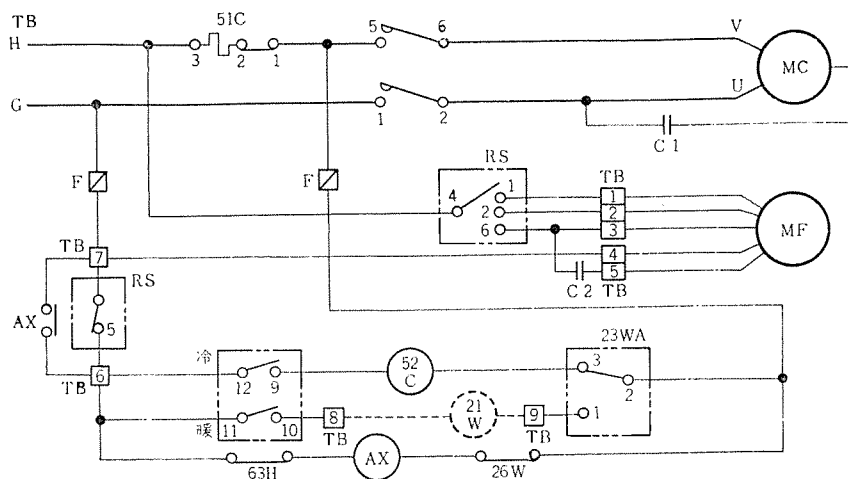


図 3.10 GM-B 10 S 形 エアコン 騒音分析 (暖房時)
Noise analysis of model GM-B 10 S (heating).



記号説明

記 号	名 称
MC	圧縮機用電動機
MF	送風機用電動機
25 C	電磁接触器 (圧縮機)
51 C	熱動過電流継電器 (圧縮機)
63 H	圧力開閉器 (高圧)
26 W	温度開閉器 (凍結防止)
23 WA	温度調節器 (自動発停)
AX	補助継電器
21 W	電磁弁 (温水)
C1・2	コンデンサ (起動)
RS	ロータリスイッチ
F	ヒューズ

図 3.11 GM-B 10 S 形 電気配線図
Wiring diagram of model GM-B 10 S.

以上の放熱量があることになる。この結果をもとに、2列の専用フィンコイルと3列の共通フィンコイルの暖房能力を測定した結果、3列の共通フィンの方が暖房能力が大きい結果を得ている。

なお、一例として図 3.7、3.8 に GM-B 10 S 形の冷房能力、暖房能力の特性カーブを示す。

(3) 騒音

エアコンの騒音発生源としては、圧縮機の運転音、送風機の回転音、風の音、冷媒音、冷却水あるいは温水の流れる音などである。このうちで最も問題となるのはやはり圧縮機の運転音である。これは、圧縮機が運転されることにより振動し、圧縮機自身が騒音を発生すると同時に、この振動が冷媒配管やキャビネットへ伝わり騒音を発生する。そして一般に、圧縮機まわりにはウレタンフォームやグラスウールなどの防音材で囲ったり、冷媒配管には適当なループを設けたり、あるいはフレキシブルチューブなどによって振動の伝わるのを防いでいる。また圧縮機は振動がキャビネットに伝わって共鳴音を出さないよう防振

ゴムなどを介して取付けられている。

しかしいずれにしても圧縮機の騒音は少なからず発生するので、ファンコイルユニットに比べ一般にやや大きいようである。しかし騒音がたいせつなことは、周波数特性にピークのないことである。いくら全体的に低い音でもピークがあると耳ざわりとなって気になるものである。一般に住宅用としては、騒音の最高許容限界値は NC 値で 45 以下であることが望ましい。しかし騒音値は機械からの距離や室の構造によりかなり差がある。参考までに図 3.9 に冷房時、図 3.10 に暖房時の騒音分析データを示す。

(4) 配管方式

冷暖房の配管方式として、水冷式ルームエアコン式を使用して温水コイルにより冷暖房を行なう場合、最も簡単な方式として2管方式がある。

これは冷却水と温水用配管を兼用するもので、設備費が安い利点がある。しかし一般には、冷・温水の切換えや制御の面で難点があ

ると言われているがマンションの場合、特に個別式の場合には、一般住宅の場合と大差なくほとんど問題ないと思われる。しかし、マンションの場合方位などにより中間期の冷暖房同時実施の必要性もあることから、この管方式はあまり一般的でなかった。そこでGMシリーズの場合には40～45℃の低温水を流すことにより凝縮器の冷却水用として、一方では温水コイルの暖房用としても使用できるようになっている。しかも冷、温水の切換えバルブがユニット内に取付けることができるので操作も簡単になっている。

(5) 電気配線

マンション用エアコンの場合、その電源の大半は単相200Vである。そしてこの種の小形のエアコンの場合、運転方式は、ほとんど押しボタンなどの操作スイッチで直接圧縮機を運転するじか切り方式が多く、停電やあるいは保護装置が作動しても、再通電したり保護装置が復帰したりすると自動的に再運転するようになっているものが多い。

しかし、これはマンションなどのように数十台のエアコンが共通電源をもっている場合には、エアコンが一度に起動した場合を考えると、その起動電流だけでも相当な大きさになり問題になる場合がある。GMシリーズの場合には、電磁接触器を用いたリレー式回路を採用し、

しかも自己保持回路になっているのでこの心配がない。図3.11にGM-B10S形の電気配線を示す。

4. む す び

マンション向け空調機として温水コイルをBUILT INした床置形ルームエアコンについて、その仕様、構造、特性等紹介したがご参考になれば幸いである。

マンションは現在首都圏に集中しているが、大都市および周辺の地価値上がりにより高層高級共同住宅であるマンションは大都市に今後普及するものと考えられる。これに付随する空調機器については快適な生活をエンジョイするための必要設備となることと考えられるので、メーカー側としても市場の要求にぴったり合致する経済的で高信頼度の空調機器を研究、開発し提供する義務がある。

参 考 文 献

- (1) 衛生工学会：空気調和；衛生工学便覧：空気調和
- (2) 甲藤：伝熱概論
- (3) 日本機械学会：伝熱工学資料

正 誤 表

本誌前号 (Vol. 44 No. 3) 362ページの図面、471ページおよび474ページのNEWS FLASH欄に、つぎのような誤りがありましたので、謹んで訂正いたします。

ページ・行目	誤	正
362 右 図 3. 1		
471 左 上から 18 474 右 上から 11	[本社冷熱事業部]	[本社昇降機事業部]

高層集合住宅の暖房給湯設備

大畑 晃一*・山地 昇*
 山中 速雄**・目加田允彦**

Heating and Hot Water Supplying Apparatus for Tall Apartment Houses

Wakayama Works Kôichi ÔHATA・Noboru YAMAJI
 Tokyo Sales Office Hayao YAMANAKA・Nobuhiko MEKADA

The price of land has been soaring year after year in the cities of late, and it is inevitable to make the most effective utilization of the space in its development. The site for residence is a case of no exception. To accommodate as many inhabitants as possible, dwelling houses are gradually turning into tall buildings. This is exemplified by the recent boom of the so called mansions rising up at the rate of 1.5~2 buildings a day in Tokyo.

These tall apartment houses are mostly heated by a central heating arrangement concentrated at one place. The latest trend, however, is to set up a heating and hot water supplying apparatus at an individual household burning oil instead of gas. The reason is that the user of the apparatus, living in a separate block, would like to have easy control of his own condition at will and yet with economy.

1. ま え が き

最近の都会地での地価は、毎年非常な勢いで上昇しており、土地の有効利用が不可決の条件となってきた。住宅においても例外ではなく、しだいに高層化の道をたどっている。この端的な例がマンションブームであり、東京では1日に1.5~2棟ずつ出現しているといわれている。

従来この種の高層集合住宅の暖房は、中央集中暖房であったが、最近では中央集中暖房から戸別の集中暖房給湯方式に、また戸別の場合にも燃料はガスから灯油へ移行する傾向にある。この理由は、高層集合住宅では施工者と居住者が別々であり、この両者の希望を満足する設備となるところにある。すなわち灯油による戸別の集中暖房給湯方式は、施工主からみれば、

(1) 共通の機械室を作る必要がなく、戸別に設けた機械室や設備は居住者に売れるので建物の有効利用ができる。

(2) 中央集中暖房ではないので、販売後の維持管理に手間がかからない。

居住者からみれば、

(1) 燃料が灯油なので、維持費がガス、電気比べて安い。

(2) 共通費の負担がなく、自分の使用した量だけを支払えばよい。

(3) 設備が自分のものであるという満足感がある。

となり、両者の希望を満足した設備とすることが可能である。

本文では、高層集合住宅の灯油だき温水ボイラによる戸別の集中暖房給湯方式について述べる。

2. 灯油だき温水ボイラで戸別の集中暖房給湯を行なうための条件

高層集合住宅を灯油だき温水ボイラにより戸別に集中暖房給湯を行なうための考慮すべき条件を次に述べる。

(1) 灯油の供給はガス、電気並みに行なえること

一般住宅と異なり高層集合住宅では、いちいち9階、10階という高層階へ灯油を選び上げることは困難であり、配管さえしておけば、

電気、ガス並みに自動的に給油でき、しかも使用量はメータにより自動的に計量できる必要がある。

(2) 据付スペースの小さいこと

高価な土地に建てる高層集合住宅だけに、温水機、放熱器等の各機器は、据付スペースの小さいことが必要条件となる。

(3) リモートコントロール方式であること

高層集合住宅では、狭い場所で住み良いことが絶対条件となってきます。よって各機器の運転、停止および運転状況は室でいながらできるものとする必要がある。

(4) 静かであること

隣家は同じ床上にあり、壁1枚で接しているため、大きな騒音は自分の所だけでなく他人にも迷惑をかけることとなる。

その他、一般住宅の集中暖房給湯方式で考慮すべき条件である快適な暖房、豊富な給湯、安全なこと、空気の汚れないこと、応答性の良いこと、個別制御のできること等が要求されることはもちろんのことである。

3. 高層集合住宅への適用例

当社で受注した山王マンション向けに採用した方式について述べる。

3.1 灯油の供給方式

灯油をガスや電気並みに供給するために、三菱石油(株)の協力により図3.1に示す方式を採用した。

図3.1について説明する。地下に主タンク(10kl程度のもの)を埋設し、主タンクよりギヤポンプにより最上階のサービスタンクへオイルアップし、温水ボイラへ灯油を供給するとともにオーパフローした灯油は次々に下階のサービスタンクを満たし、最下階のサービスタンクをオーパフローした灯油はふたたび地下タンクへ戻るオイル循環方式を採用した。この方式を採用することにより、灯油は水道のように配管によって供給でき、使用料は各戸に取付けたメータにより検針集金が可能となった。居住者からみれば、燃料の補給に関する手間はまったくなく、灯油はガスや電気と同じように月に一度の集金に金を払えばよいだけである。また灯油は消防法の危険物に指定されているが、各戸には少量の灯油がはいっているサービスタンクがはいっているだけで、

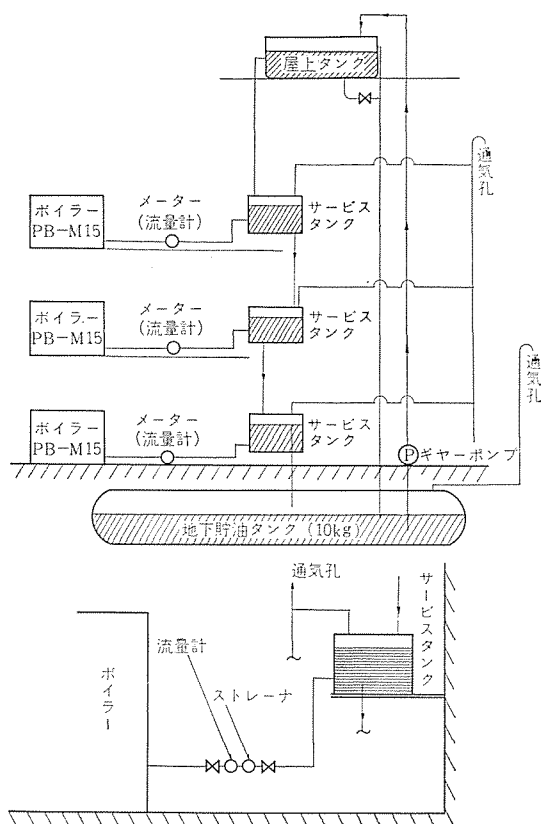


図 3.1 灯油の供給方式
Method of oil supply.

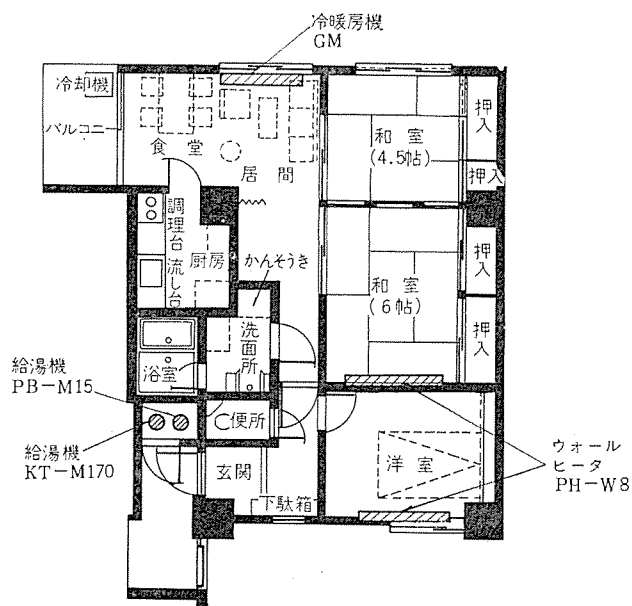


図 3.2 間取りと機器の配置
Arrangement of room and heating apparatus.

まったく危険はない。

3.2 暖房給湯方式

マンションには客の好みや予算に応じて選択できるように、各種の間取りがあるが最も標準的な Aタイプについて述べる。

間取りと機器の配置は図 3.2 に、暖房給湯の水回路は図 3.3 に、また電気系統は図 3.4 に示す。この方式の特長は、

(1) 温水ボイラは音の静かなポット式バーナを採用したので、騒音防止条例の規制に抵触しないことはもちろんで、音はまったく気にならない。

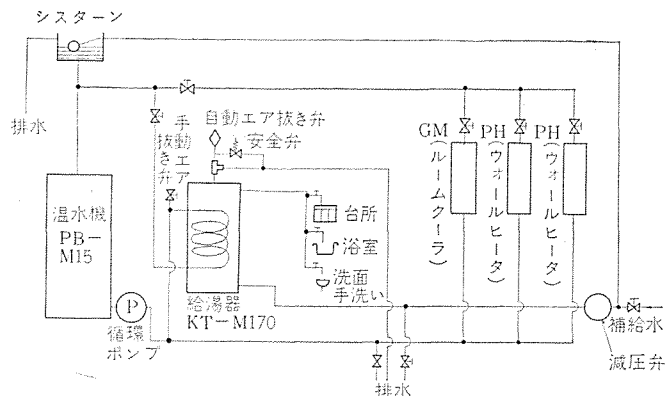
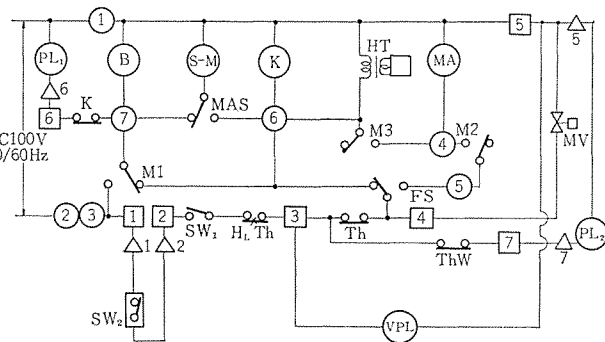
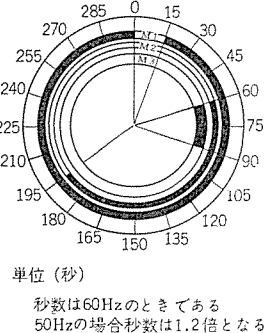


図 3.3 暖房給湯回路
Water piping system of heating and supplying.



カムタイマスイッチ タイミングプログラム

B	送風機
SM	カムタイマモータ
HT	着火用トランス
MA	電磁アクチュエータ
M1~M3	カムタイマスイッチ
SW ₂	運転スイッチ (リモコン)
MV	電磁弁
VPL	温水循環ポンプ
FS	フレイムセンサ
Th	アクアスタット
HLTh	空だき防止サーモ
SW ₁	運転スイッチ (本体)
ThW	沸上りサーモ
MAS	アクチュエータスイッチ
K	補助電磁器
PL ₁	機室表示灯
PL ₂	沸上り表示灯
①~④	PB-M15の端子番号
①~⑤	PB-M15のコントローラの端子番号
△~△	リモコンの端子番号



単位 (秒)
秒数は60Hzのときである
50Hzの場合秒数は1.2倍となる

図 3.4 電気系統図
Electric circuit diagram.

(2) リモートコントロール方式を採用したので、室内で温水ボイラ、循環ポンプの運転、停止ができることはもちろん、室にいなが運転状態の確認ができる。

(3) 安全装置は、空だき防止サーモ、アクアスタット、フレイムセンサ、燃料シャ断用電磁弁等二重、三重の安全機構となっているので危険の心配はまったくない。

(4) 給湯器を採用したので暖房と給湯の水回路が分かれており、いつでもきれいなお湯が豊富に使用できる。また給湯器はマンション用に製作した超細形なのでスペースは小さくてよい。

(5) 静かであることが要求される寝室・書斎等には、ウォールヒータを採用した。ウォールヒータは壁面暖房をユニット化したものであり、この特長は壁埋込であるため場所をとらないこと、ファンのような騒音源がなくまったく音がしないこと、ふく射暖房であるため春の日差しを浴びているようなポカポカした快適暖房となる等があげられる。またウォールヒータには 70~80°C のお湯を通すためやけどの心配があるので、表面にはビロードのような植毛布をはり、やけど防止と同時

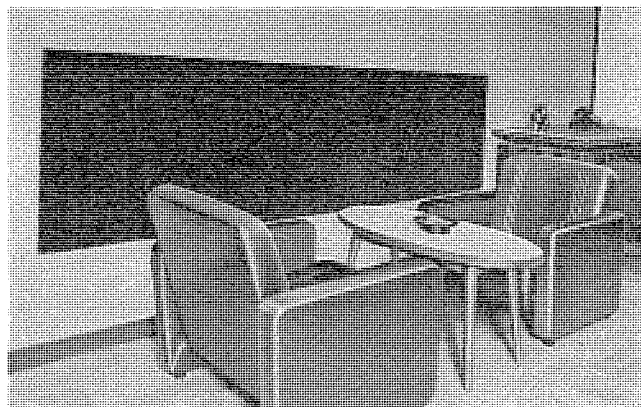


図 3.5 ウォールヒータの外観
Exterior view of the wall heater.

表 3.1 PB-M 15 仕様
Specification of PB-M 15.

電 源	AC 100 V 1 φ 50/60 Hz	
消 費 電 力 W	40 (点火時 200)	
外形寸法 高さ×幅×奥行 mm	1,558×500 φ	
能 力 kcal/h	15,000	
燃 焼 機	使 用 燃 料	灯油 1 号
	燃 料 消 費 量 l/h	2.5
	バ ー ナ ー 形 式	強制通風式ボット形
熱 換 器	電 動 機 W	15
	形 式	立形煙管式
	回 路 数	1
性 能	主 管 材 質	ステンレス製 (SUS 27)
	貯 湯 量 l	110
	最大出湯量 (45°C 上昇) l/h	330
制 御 装 置	出 湯 温 度	40~85
	最 高 使 用 圧 力	1 kg/cm ²
	耐 圧 試 験 圧 力	2 kg/cm ²
煙 突	制 御 リ レ ー	(山武製) RN 110 A
	災 検 知 方 式	線膨張式
	湯 温 調 節 器	ベロー式
付 属 品	空 だ き 防 止 サ ー モ	バイメタル反転式
	沸 上 り サ ー モ	バイメタル反転式
	突 内 径 mm	150φ
そ の 他	燃 料 重 量 kg	68
	リ モ コ ン	“運転” “沸上り” 表示付
		油受皿、電磁弁、燃料接続管、ドラフトレギュレータ、すす取りヘラ

表 3.2 KT-M 170 仕様
Specification of KT-M 170.

形 名		KT-M 170
貯 湯 量		170 l
材 質		ステンレス (SUS 27)
最 高 使 用 圧 力		1 kg/cm ²
耐 圧 試 験 圧 力		2 kg/cm ²
継 手	温 水 入 口	PS 3/4 B
	温 水 出 口	PS 3/4 B
	給 湯 入 口	PT 1 B
	給 湯 出 口	PT 1 B
	膨 張 管 接 手	PT 1 B
可 溶 せ ん		PT 1 B
安 全 装 置 (沸湯防止)		可溶せん溶解温度 94±2°C
断 熱 材		グラスウール 25 t

表 3.3 ウォールヒータ仕様
Specification of wall heater.

形 名	PH-W 5	PH-W 8
※1 外形寸法 高さ×幅×奥行(mm)	580×1,600×65	580×2,400×65
※2 熱 出 力	470 kcal/h	755 kcal/h
標 準 水 量	3 l/分	5 l/分
放 熱 面 積	0.75 cm ²	1.21 m ²
材 質	鋼板 1.2 t	
温 水 出 入 口 接 手	PT 1/2	
最 高 使 用 圧 力	1 kg/cm ²	
耐 圧 試 験 圧 力	2 kg/cm ²	
表 面 処 理	塗装後植毛布をはり付け	
付 属 品	取付用木ねじ、ラジエータ、ニップル、バルブ、エルボ、水受用裏箱	

※1 奥行は 65 mm であるが壁埋込使用のため壁から 20 mm とびだすだけである。
※2 室温 20°C、温水入口温度 80°C の場合。

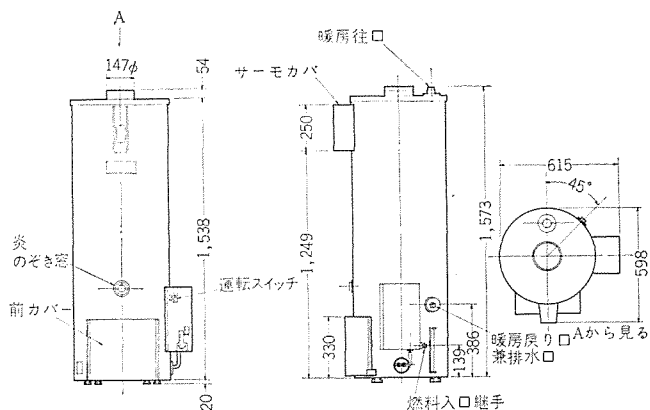


図 3.6 PB-M 15 形 石油温水機外形寸法
Outline dimensions of type PB-M 15 oil fired water heater.

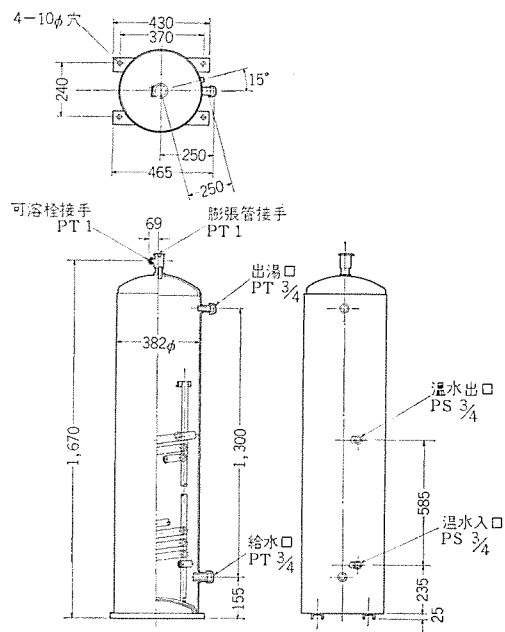


図 3.7 KT-M 170 形 給湯器外形寸法
Outline dimensions of type KT-M 170 hot water supplier.

に マンション という名に恥じない豪華な外観とした。室に据付けたところを図 3.5 に示す。

(6) 急速暖房の要求される居間兼食堂には、ファコイル 式の マンション 用薄形冷暖房器を採用し、夏の冷房はもちろん、冬はファンによる急速暖房を可能にした。

マンション 用として開発した温水 ボイラ、給湯器、ウォールヒータの仕様と外形図を表 3.1、表 3.2、表 3.3 および図 3.6、図 3.7 に示す。

4. モデルルームにおける試験結果

山王 マンション の展示用モデルルームで行なった暖房効果試験の結果について述べる。このモデルルームは、図 3.2 と間取りおよび機器の配置はまったく同じである。

温水ボイラ運転後の温水ボイラおよび給湯器内の水の温度上昇特性を図 4.1 に、各室の温度上昇特性を図 4.2 に示す。この試験は 10 月初めの夜中に行なったものであるため、外気条件は真冬の条件と異なる。しかし図 4.1、図 4.2 の結果を利用すれば、次のような真冬における推定が可能となる。

真冬の条件を外気温度 0°C、水温 5°C とすれば

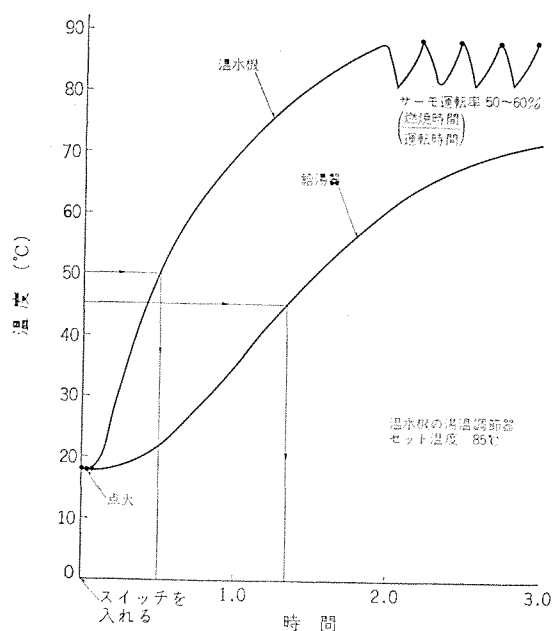


図 4.1 温水機、給湯器の温度上昇特性
Temperature rising characteristic of water and hot water supplier.

- | | |
|---|-----------|
| (1) 暖房効果がでるまでの時間
(温水温度が 50°C になるまでの時間) | 35~40 分 |
| (2) 給湯開始可能までの時間
(給湯温度が 45°C になるまでの時間) | 100~110 分 |
| (3) 居間兼食堂の暖房時の バランス 温度 | 22.5°C |
| (4) 寝室の暖房時の バランス 温度 | 19°C |
| (5) 和室 6 畳の暖房時の バランス 温度 | 20°C |

この推定値の(1), (2)をみれば、暖房、給湯が可能になるまでの時間が長すぎるように思える。しかし、これは温水ボイラを長時間停止し、温水ボイラ、給湯器、各室ともに完全に冷えきった状態から運転を開始した場合であるが、実際には、運転停止をするのは真夜中と外出時のみであるので運転停止時間は 10 時間以内であり、

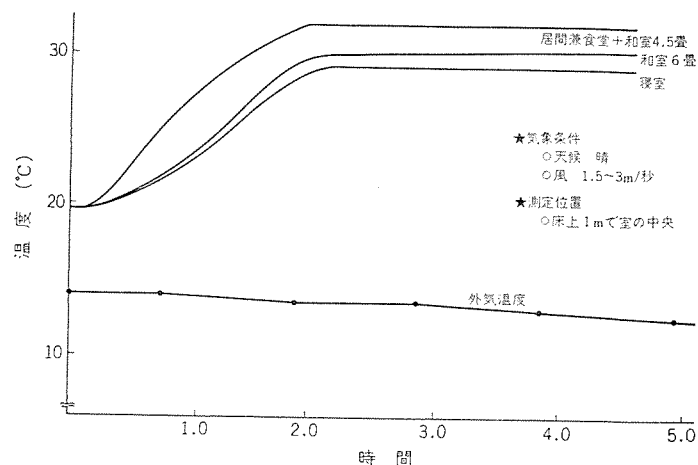


図 4.2 各室の温度上昇特性
Temperature rising characteristic of each room.

この場合、温水ボイラと給湯器内の水は、50°C 以下にならないので運転を開始すればすぐに暖房、給湯が可能であるので実用上不便は感じない。

また給湯については、暖房をしながら 45°C のお湯 220 l を 15 分でふろにとった場合、暖房用の温水温度は 1~2°C の低下を示すのみで暖房には影響なく、給湯器の効果がいかんなく発揮されている。

5. む す び

高層集合住宅の灯油だき温水ボイラによる戸別の集中暖房給湯方式の一例について記したが、今後はユニット化による工事低減とコスト低減に力を注ぎ、高層住宅向けとして、より良い機器の開発に力を注ぐことがわれわれメーカーとしての課題と考えている。

冷暖房用冷温水発生機器

岩崎 善彦*・飛田 徹二*・渡辺 靖*・上田 和弘*

Generators of Cold and Hot Water for Air Conditioning

Wakayama Works Yoshihiko IWASAKI・Tetsuji HIDA・Yasushi WATANABE・Kazuhiro UEDA

Various systems of air conditioning are in use of late. Among them a fancoil system is found prevalent for the installation in a building with many rooms. This system is also applied to domestic air conditioning in many cases, because it enables the occupants to have easy control of the condition.

This article gives description on the characteristics of a cooling and heating system using cold and hot water, introducing also water chilling units, oil fired water heaters, and a Season Pac Master combined with an oil fired water heater with a chilling unit, applicable to small scale offices and residences. Relative apparatus of the conditioners and problems awaiting solution are also touched upon.

1. ま え が き

空調方式としてダクト式、ファンコイル式、ダクトファンコイル併用式などがあり、それぞれ特長を持っているが、個別制御の容易なファンコイル式は多室建物（旅館、ホテルなど）に多く用いられている。また、住宅用などの場合、多数部屋の選択冷房などの使い方も多く、小形冷水機を温水によるセントラルヒーティングに組合わせた使用例も多い。本文において、住宅用、中小規模業務用として適用されているチリングユニット、石油温水機、また、石油温水機とチリングユニットを機能、機構的に一体にしたシーズンバックマスター、および関連機器について述べる。

2. 水方式による冷暖房システム

2.1 温水機とチリングユニットの組合わせ

図 2.1 にスケルトンを示すが、暖房は温水機、冷房はウォーターチリングユニットで運転する方式で、最も一般的な方法である。ウォーターチリングユニットのエネルギー源は、一般に電気であるが、温水機は、石油、ガス、電気などでもよく、維持費の安い石油が多い。三菱電機では、

ウォーターチリングユニットとして 0.75 kW 以上を製作、温水機として石油温水機を 15,000~110,000 kcal/h まで製作、販売している。

2.2 チリングユニットのヒートポンプによる方式

図 2.2 はヒートポンプによる冷暖房例で、冷房時は冷却器の水、暖房時は凝縮器の水を室内側に循環させるもので、この方式が利用できるには次の注意が必要である。

(1) 井戸水が得られること

(2) 暖房のときの最高温水温度が 50°C 程度あるため、室内熱交換器が十分大きいこと

(3) 暖房負荷は、冷房負荷の 120 % 以下のこと

2.3 シーズンバックマスターによる方式

シーズンバックマスターは、石油温水機とチリングユニットと同一ケース内に装置したもので、工事が非常に容易になる。配管図例を図 2.3 に示す（図 2.1 と比較参照）。

3. 冷水発生機

CR 形チリングユニットには、空冷式と水冷式があり、空冷式には 0.75 kW, 1.1 kW, 1.5 kW の 3 機種があり、水冷式には、1.5 kW ~

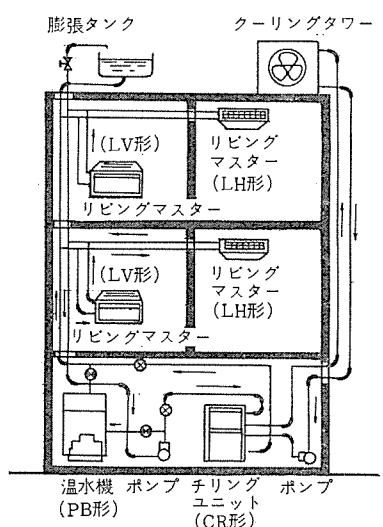


図 2.1 CR と温水機を組合わせた冷暖房した配管例
Example of air conditioning piping (combined with boiler).

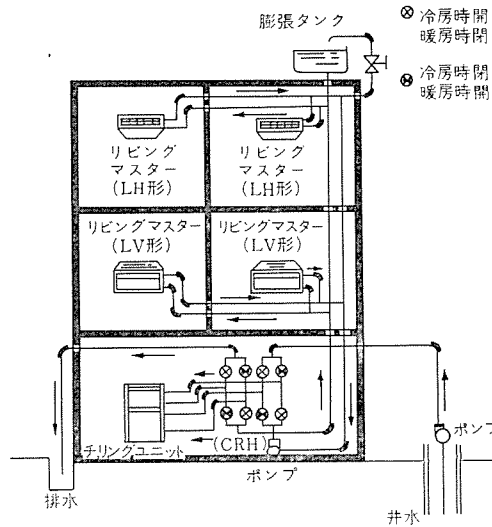


図 2.2 CRH を使用して冷暖房した配管例
Example of air conditioning piping (chilling unit only).

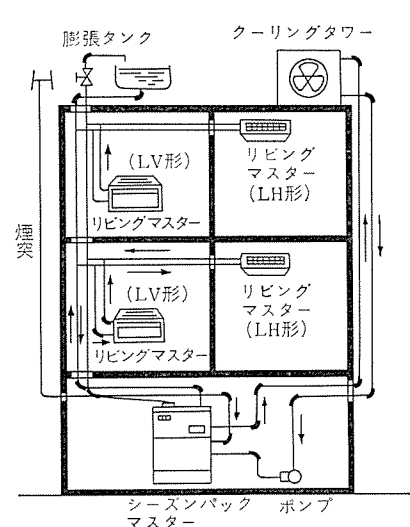


図 2.3 シーズンバックマスターによる冷暖房配管例
Example of air conditioning piping with Season Pac Master.

5.5×2kW までの6機種がある。2.5 kW 以上のものには、冬期の暖房も可能なヒートポンプユニットもある。いずれも、小形、軽量、低騒音を特長とし、特に 5.5 kW 以上のものは、据付面積を小さくするため、縦形ユニットとして開発した。

3.1 特長

(1) 小形、軽量

チューブスインチューブ式冷却器の採用により、据付スペースを大きく左右する間口寸法が非常に小さく、7.5 kW の機械でも、ポンプと並置して横幅わずか 1.5 m の機械室に楽に据付けられる。重量も他社製品と比較して、もっとも軽量である。

(2) 据付、搬入が容易

間口寸法と床面積が小さいので据付場所をとらず、軽量なので搬入が容易であり、簡単な基礎工事で設置できる。また、2.5 kW 以上のものは、左右いずれからも水配管ができるので、設置場所に適した配管を採用できる。

(3) 低騒音、低振動

圧縮機は低振動、低騒音の全密閉形を使用し、防音、防振処置を完全に行っているため、きわめて低騒音、低振動である。

(4) 室内よりリモートコントロール可能

専用のリモートコントロールボックスを取付ければ、いちいち機械のあるところまで足を運ぶことなく、室内よりワンタッチで操作できる。

(5) 制御装置・安全装置が完備

種々の制御装置、安全装置が完備しているため、操作が容易で安全な自動運転を行なう。

3.2 仕様

表 3.1 に仕様を示す。

3.3 外観および構造

CR 形 チリングユニットは、ソフトブルーのキャビネットでおおわれたパッケージタイプで、据付面積を小さくした縦形ユニットである。表 3.2 に代表機種種の据付面積の比較を示す。前パネルは工具なしで簡単に着脱でき、点検、サービスが容易である。図 3.1 に CR-1.5 S の外形写

表 3.1 CR 形 チリングユニット仕様書 Specification of chilling unit.

項 目 \ 形 名		冷 水 用		CR-1 S	CR-1.5 S	CR-2 S	CR-2	CR-4 C	CR-5 C	CR-8 C	CR-10 C	CR-15 C
		冷 温 水 用		—	—	—	—	CHH-4 C	CHH-5 C	CHH-8 C	CHH-10 C	CHH-15 C
外 形 寸 法 mm	高	さ		723	749	854	771	920	1,120	1,492	1,650	1,505
	幅		434	510	776	692	960	960	828	828	1,390	
	奥	行	584	534	582	592	586	586	601	601	696	
外 観		高級仕上銅板製パッケージ形メラミン焼付塗装ソフトブルー										
圧 縮 機	電 源 V	単相 100 50/60 Hz		単相 200	50/60 Hz	三相 200 50/60 Hz						
	形 式	全 密 閉 形										
凝 縮 器	出 力 kW	0.75		1.1	0.75×2	1.5	2.5	3.75	5.5	7.5	5.5×2	
	形 式	空冷プレートフィンチューブ式					水 冷 二 重 管 式					
	配 管 接 続	—					PT 3/4	PT 1	PT 1 1/4	PT 1 1/2	PT 1 1/4	
冷 却 器	送 風 機 W	25		30	25×2	—						
	形 式	チューブスインチューブ式										
消 費 電 力 kWh 60Hz	配 管 接 続	PT 1						PT 1 1/4	PT 1 1/2	PT 2		
		1.0	1.6	2.0	2.0	3.2	5.2	7.6	10.2	15.2		
冷 媒 制 御 方 式		キャピラリチューブ方式					外部均圧形自動温度膨張弁式					
使 用 冷 媒		R-22 (充 て ん 済 み)										
安 全 装 置	高 圧 圧 カ ス イ ッ チ	1	1	2	1	—	—	—	—	—		
	高 低 圧 圧 力 開 閉 器	—	—	—	—	1	1	1	1	2		
	電動機オーバーロードリレー	1	1	2	1	1	1	1	1	2		
	電動機インナサーモスタット	—	—	—	1	1	1	1	1	2		
	制 御 回 路 ヒ ュ ー ズ	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	凍 結 防 止 用 温 度 調 節 器	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
温 度 調 節 器 (冷水用)	1	1		1	1	1	1	1				
制 御 機 器 付 属 品	※温 度 調 節 器 (温水用)	—	—	—	—	1	1	1	1	1		
	電 磁 開 閉 器	1	1	2	1	1	1	1	1	2		
	押しボタン スイッチ	起 動 用	—	—	1	1	1	1	1	1		
			停 止 用	—	—	1	1	1	1	1		
	遅 延 リ レ ー	—	—	1	—	—	—	—	—	1		
	集 合 形 圧 力 連 成 計	—	—	—	—	—	—	1	1	2		
	運 転 表 示 灯	—	—	1	1	1	1	1	1	1		
	電 源 表 示 灯	—	—	—	—	—	—	1	1	1		
	電 磁 繼 電 器	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	サービスクラックバルブ	—	—	—	—	2	2	2	2	4		
	サ ー ビ ス ス イ ッ チ	1	1	—	—	—	—	—	—	—		
製 品 重 量 kg		80	83	160	125							

※CRH 形のみ

表 3.2 各社 チリングユニット 床面積, 間口寸法比較
Comparison of floor area and width.

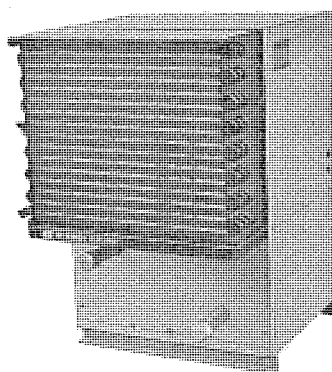
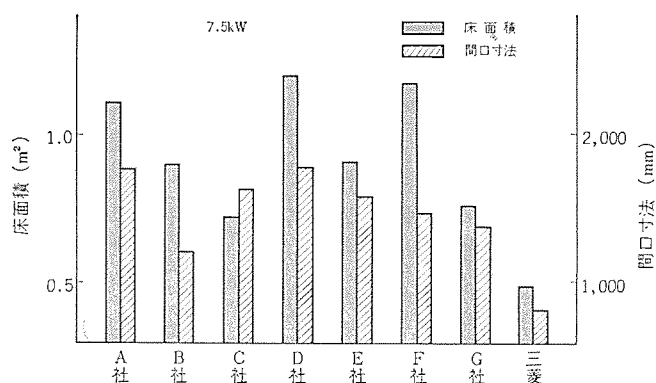


図 3.1 CR-15S 形 チリングユニット 外形
Exterior view of type CR-15S chilling unit.

真, 図 3.2 に CR(H)-8C の外形図を示す。0.75 kW ~ 3.75 kW ま
でと, 5.5 kW 以上では機器の配置が異なる。図 3.3 に CR(H)-8C
の構造図を示す。その主要部品の配置は, 下部 フレーム に長円コ
イル 状の チューブインチューブ 冷却器をたて長に取付け, その中に圧縮機, お
よび二重管式凝縮器をはめこむように配している。各種の制御器を
納めた制御箱はほぼ中央に, 表示灯, 押し ボタンスイッチ, 圧力連成計,
温度調節器 ダイヤル, 冷暖切換 スイッチ を配した操作パネルは, 最も操
作しやすい位置に取付けている。3.75 kW 以下のものでは, 円形コ
イル 状の チューブインチューブ 冷却器が最下部にあり, まわりのキャビネット
により間接断熱され, その上に台板を介して, 圧縮機, 凝縮器, 制
御箱が配置されている。

各部の構造については次のとおりである。

(1) 圧縮機

全機種とも圧縮機は, 小形, 高性能な全密閉形圧縮機を使用して
いる。空冷式のものでは, 電流値と圧縮機頂部温度を感知するオー
バーロードリレーにより, また, 水冷式のものでは, モーター巻線温度を
直接感知するインターナルサーモスタットと, 電流値を感知する過電流継電
器とにより保護されている。冷凍機油への冷媒の溶け込みを防止し,
冷凍機油を常に良好な状態に保つためのクランクケースヒーターが, 水冷
式の圧縮機下部に装着されている。

(2) 凝縮機

水冷式は小形高性能なローフィンチューブ使用の二重管コイル式凝縮器
を採用し, 空冷式にはプレートフィンチューブ式凝縮器を使用し, 掃除が
しやすい前吸込みになっている。

(3) 冷却器

空冷式, 水冷式とも, 効率のよいチューブインチューブ式冷却器を使用

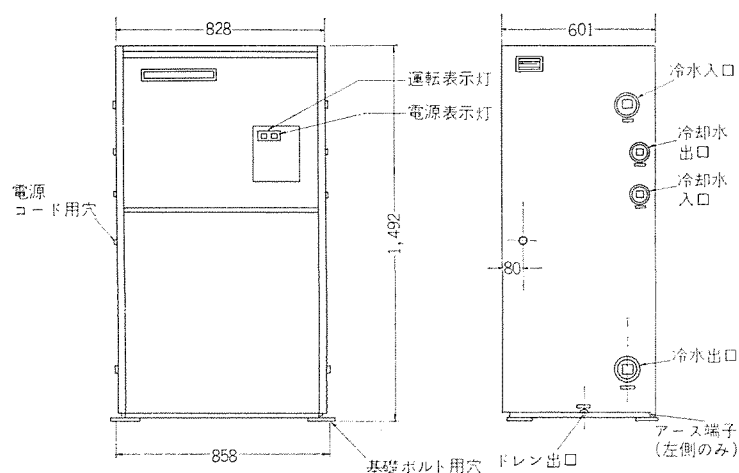


図 3.2 CR(H)-8C 形 チリングユニット 外形
Outline drawing of type CR-8C chilling unit.

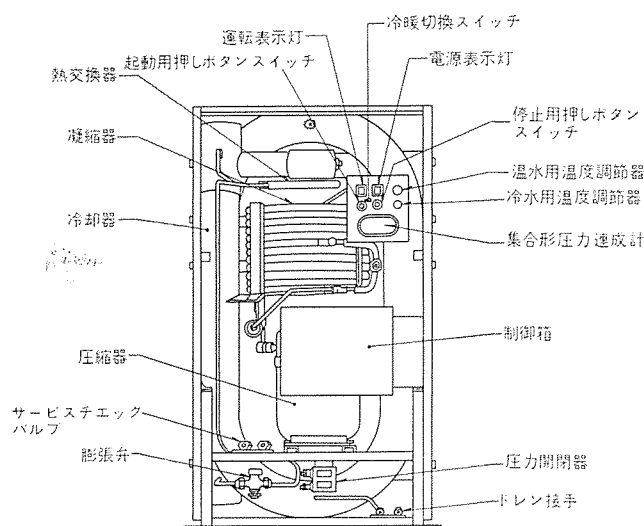


図 3.3 CR(H)-8C 構造
Construction of type CR-8C chilling unit.

しており, 従来のシェルチューブ式とは違って, 鏡板や端ふたがなく,
パッキン部, 拡管部がまったくないので, 冷媒漏れのおそれがない。
冷却管本数が少ないため, 冷媒は均等に分配され, かつ, 熱交換器
によって冷媒をスーパーヒートする方式をとっているため, 各冷却管は
有効に働く。

(4) 制御器, 安全器

冷水および温水を所定の温度範囲に調節する, 冷水用および温水
用温度調節器は, いずれも入口水温を感知して作動する。このよう
な入口制御方式を採用することになり, 流量過によるショートサイクル
運転等を防止している。

安全器, 保護器としては, 前述の オーバーロードリレー, 圧縮器 インター
ナルサーモスタット, 過電流継電器のほかに, 凍結防止温度開閉器 (CR-
15S は冷水温度調節器が兼ねる)。高低圧圧力開閉器 (CR-2 以下
は高圧開閉器), 制御回路ヒューズがついており, 安全性を保証して
いる。図 3.4 に CR-8C の配線図を示す。また全機種ともリモートコ
ントロールも可能であり, この場合は, 室内に専用のリモートコントロ
ールボックスを取付ける。図 3.5 にリモートコントロール仕様の CR-15C の
配線図を示す。

3.4 性能

各機種とも, 入力当たりの能力にすぐれ, 水冷式は冷却能力当た

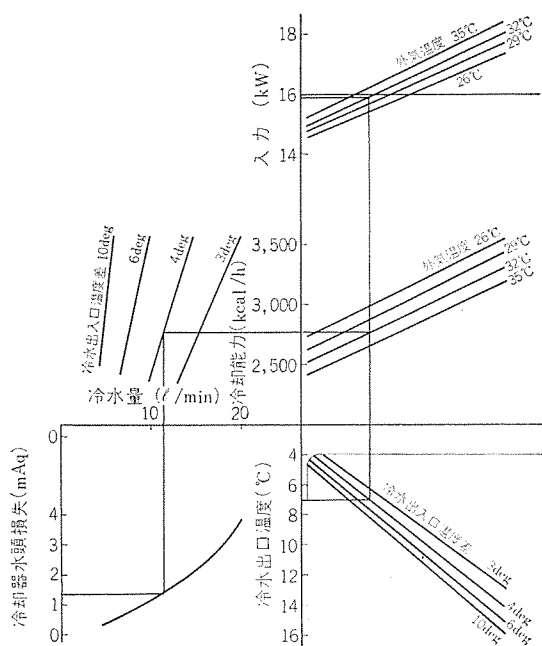


図 3.6 CR-1.5S 形 チリングユニット 性能曲線 (60 Hz)
Capacity of type CR-1.5S chilling unit.

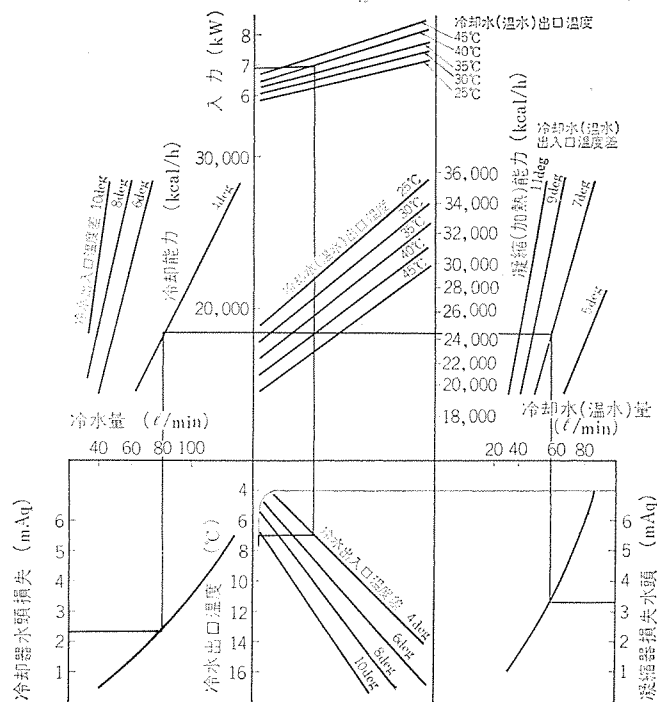


図 3.7 CR-8C, CRH-8C 形 チリングユニット 性能曲線 (60 Hz)
Capacity of type CR-8C and CRH-8C chilling unit.

表 4.1 石油温水機仕様 Specifications of oil fired water heater.

形 名		PB-15 S	PB-15 C	PB-D 15	PB-30 B	PB-30 C	PB-50 C	PB-80 C	PB-80 C(A)	PB-110 C		
外形寸法	高 さ mm 本体	1,563	1,563	1,547	1,316	1,315	1,361	1,389		1,637		
	幅 mm	500 φ	500 φ	500 φ	580	566 φ	700	800		875		
	奥 行 mm				610		730	830		907		
能 力 kcal/h		15,000			30,000		50,000	80,000		110,000		
電 気 特 性	電 圧 V	100										
	周 波 数 Hz	50/60										
	相 φ	1										
	消費電力 W	26	200		210/180		230/200		250/220			
	点火時	26	40		210/180		230/200		250/220			
	運転時											
バーナおよび制御器	電 動 機	種 類	くまどりコイル誘導電動機 2 P			分相起動単相誘導電動機 4 P						
		出力W	2.5			125						
	羽 根	ブ ロ ヲ ヲ			シ ロ ヲ ヲ							
	燃 料 ポ ン プ	—			トロコイダイル RS 40							トロコイダイル RS 60
	流 量 制 御	オイルコントロール			ノズルチップ							
	点 火 方 式	手動(マッチ等)	低電圧ヒータ (全自動)			高 圧 放 電 着 火				プロテクトリレー (プレヒータインタロック付)		
	制 御 器	オイルコントロールバルブ	コントローラ RN 110 A			プロテクトリレー R 8119 A						
	湯 温 調 節 器	35~80°C				40~85°C 可変 L 4006 A						
	安 全 装 置	過熱防止				からだき防止サーモ						
	燃 料	燃 料 種 類	白 灯 油			白灯油, 茶灯油				A 重 油		
消 費 量 l/h		2.6	2.5		4.3	7.2	11.5	10.0	14.0			
ノズルチップ		—			1.25GPH ホロー 80°	2.0GPH ホロー 80°	3.0GPH セミソリッド 80°	2.5GPH セミソリッド 80°	3.5GPH セミソリッド 80°			
プレヒータ容量W		—			—				500			
かん体構造	使用圧力 kg/cm ³	1										
	試験圧力 kg/cm ³	2										
	貯 湯 量 l	110			100	120	180	220		260		
	材 質	SUS 27 CP			SS 34 P							
	伝 熱 面 積 m ²	0.86			1.91	1.61	2.98	(外部発表 3.98) 4.01		5.99		
防 錆 種 類	な し			亜鉛浸漬メッキ								
保 温 材	な し	グラスウール 25 t										
給湯用熱交換器	形 式	—					ベアチューブコイル (瞬間式)					
	材 質	—					SUS 29 (耐圧 17.5 kg/cm ²)					
	能 力 5°C→50°C l/min	—					※ 14	※ 20	—			
	能 力 kcal/h	—					※ 38,000	※ 54,000	—			
煙 突 口 径 mm	150 φ					200 φ				250 φ		
製 品 重 量 kg	58	68	70	225	185	311	410	430	750			

※かん体温度 85°C

りの冷却水量が少なく、運転経費を引下げること役立っている。

図 3. 6, 3. 7 に CR-1.5 S, CR-8 C の詳細な性能曲線を示す。

4. 温水発生機

温水発生機として、維持費の安い石油温水機をシリーズ化している。
以下、石油温水機について述べる。

4. 1 仕様

(1) 石油温水機仕様 表 4. 1

(2) 関連機器仕様 表 4. 2

4. 2 構造

(1) 石油温水機の構造 図 4. 1

石油温水機は、かん(缶)体(貯水そう)、かん体内の水を加熱するためのバーナ(燃焼機)、バーナを自動運転させるための制御器で構成されている。以下、主なる構成部品について説明する。

(a) バーナ

バーナには、ガン式とポット式があるが、ガン式は、高圧にした燃料をノズルから噴出させ、霧状の油粒中に空気を送り込んで燃焼させるもので、点火は高圧放電により行なう。また、ポット式は蒸発さ(皿)内にためた燃料に、周囲の壁にあげた多数の細孔から空気を送り込んで燃焼させるもので、点火は低電圧ヒータにより行なう。前者は、機械的に燃料を霧化させるために、力強く、安定した燃焼を得られる。一方後者は、自己燃焼により蒸発した燃料が燃えるので、柔らかい燃焼を得ることができ、燃焼音が小さいので家庭向きといえる。ポット式は、特に家庭を対象としているので、バーナの脱着は、工具を一切使用しないで行なえる構造にしている。

表 4. 2 関連機器仕様書
Specification of relative apparatus.

(1) 燃料タンク

形 名	FT-90	FT-450 D
容 量	90	450
外形寸法(高さ×幅×奥行) mm	1,189×437 φ	1,237×750×860 (胴太さ 750 φ)
外 装	フェノールエナメル焼付	メラミン樹脂焼付
内 装	亜鉛メッキ、リン酸被膜処理	りん酸被膜処理
材 質	冷間圧延鋼板	一般構造用圧延鋼板
板 厚 mm	1.2	2.3
体 耐 圧 kg/cm ²	0.7	0.3

(2) シスターンタンク

形 名		ET-20 SB	ET-40 B	ET-100 B
容 量		20	40	100
材 質		SUS 27	熱間圧延銅板	熱間圧延銅板
給 水 能 力 l/min		※2 46	46	150
接 続 口	給 水 口	25 A	25 A	32 A
	補 給 水 口	25 A	40 A	80 A
	膨 張 戻 口	25 A	25 A	25 A
	溢 水 口	35 A	32 A	40 A
外形寸法(高さ×幅×奥行) mm		356×464×234	411×459×440	566×584×580

(3) 給湯器

形 名	KT-170
容 量	170
沸 き 上 が り 時 間	※3 1
外形寸法 (高さ×幅×奥行) mm	1,020×530 φ

※ 2 入口水压 1 kg/cm²

※ 3 加熱コイル入口 80°C 水温 5°C

(b) かん体

かん体は、貯水そうであると同時に、燃焼ガスの熱を吸収する熱交換器であり、燃焼ガスの熱を有効に吸収できるよう、広い伝熱面積と熱を逃がさないようにじゃま板を備えている。ガン式の場合、鋼板に亜鉛めっきを施して腐食を防止しているが、給湯と暖房の両方に使用できる能力を持つ、PB-50 C, PB-80 C には、かん体内にステンレス製の管をコイル状に巻き込んで、暖房用の湯の熱により管内の水を暖める間接式の給湯コイルを備えている。また、ポット式のかん体は総ステンレスであるため、さびるの心配はない。

(c) 制御器

完全自動運転方式であるため、安全装置は二重三重に施されているが、湯の温度は、アクアスタートにより一定の温度を保ち、かりに過熱状態になり、しかもアクアスタートが故障していても、からたき防止器が作動して危険を防止するようになっている。また、燃焼の有無を常に監視する炎検知装置があり、これらの情報を判断し、バーナの発停を行なうプロテクトリレー(ポット式ではコントローラと呼ぶ)がある。プロテクトリレーは上記のほか、一度停止したら一定時間を経過しないと再始動できないタイムロック装置も内蔵しており、安全性には万全を期している。特に完全に家庭を対象とした機種 PB-D 15 には、リモートコントロールの可能なリモコンボックスが付属している。

(2) 燃料タンクの構造 図 4. 2

燃料タンクは、燃料を貯蔵するのを主目的とし、危険防止のために火災予防条例の構造上の制約を満足するほかに、温水機に悪影響を及ぼす要因を取り除くために、フィルター、水分離構造、水抜きコックを備えている。

(3) シスターンタンクの構造 図 4. 3

シスターンタンクは、温水機にかかる圧力を一定にさせること、加熱するために膨張した水を逃すこと、水を自動的に補給するために必要な補器である。ET-20 S は給湯を目的にステンレスそうとし、暖房

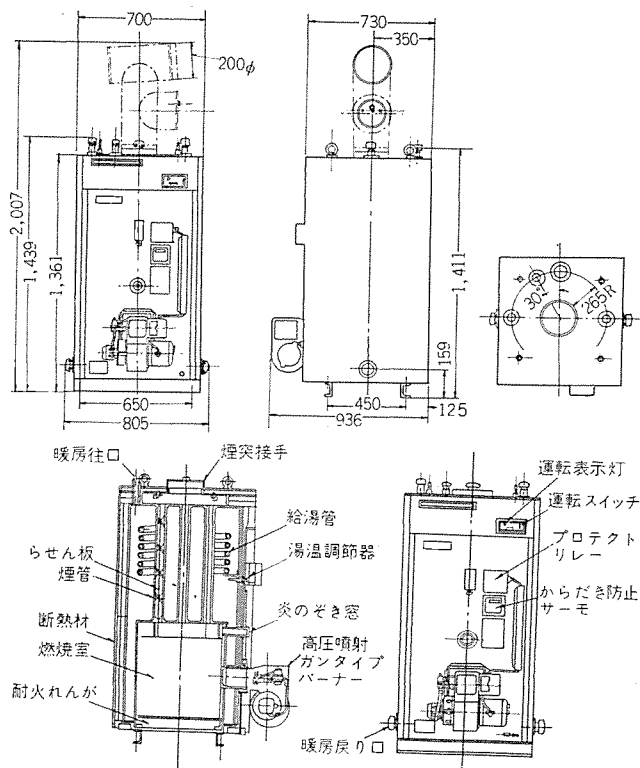


図 4. 1 PB-50 C 形石油温水機の構造
Interior construction of oil fired water heater.

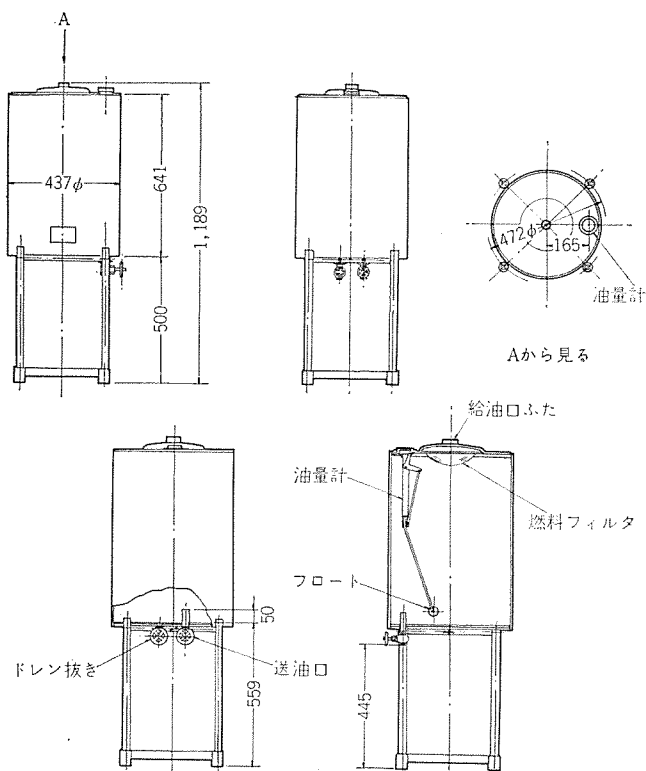


図 4.2 FT-90 形燃料 タンクの構造
Interior construction of fuel tank.

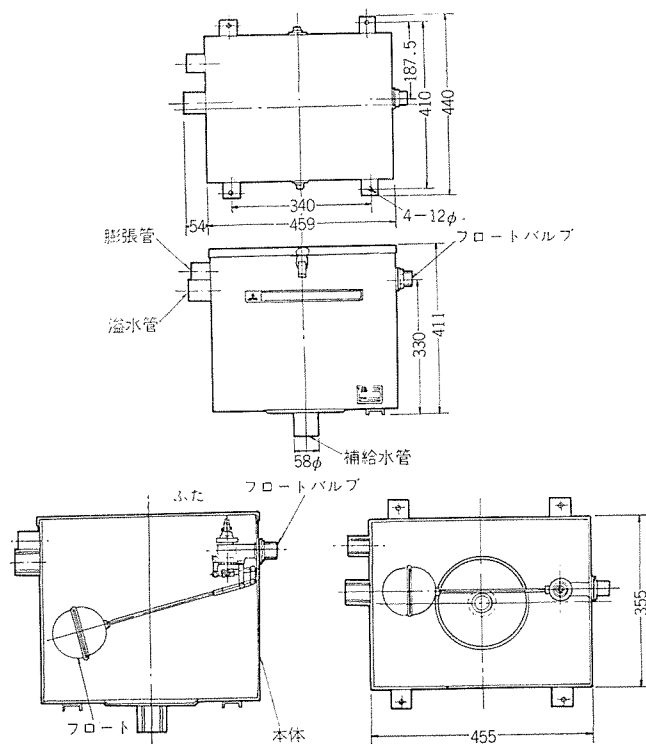


図 4.3 ET-40B 形 シスタータンクの構造
Interior construction of cistern tank.

容量別に ET-40, ET-100 の 2 機種があり、これは、銅板にアンチコ
シルバ 塗装を施している。

(4) 給湯器の構造 図 4.4

給湯器は暖房用の湯を熱源とし、給湯用の水を加熱するものであ
り、瞬間式と貯湯式があるが、給湯は間欠的に、しかも使用時は比
較的多量の湯を要する性質を持っているので、貯湯容量を大きくし

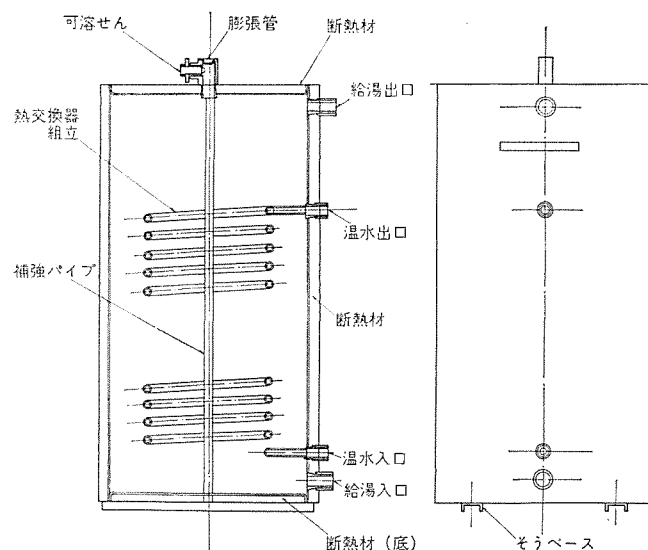


図 4.4 給湯器の構造
Interior construction of hot water supplier.

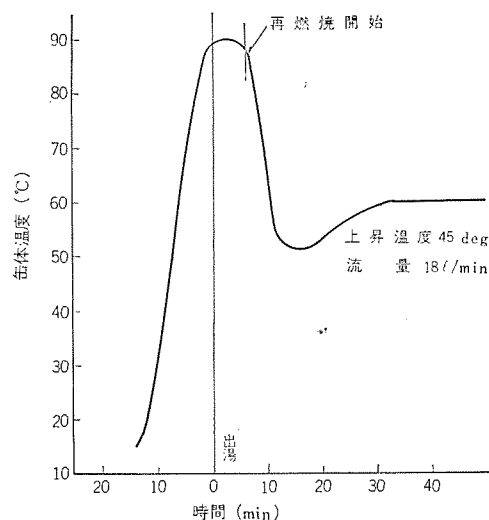


図 4.5 たき始めの温度上昇と能力曲線
The temperature rise at the start of firing and
performance chart.

てピークに耐えるようにするとともに、熱交換能力を比較的小さく
することによって、給湯時に暖房能力の激減することのないように
してある。

4.3 性能

(1) 石油温水機の性能

能力は、仕様表に記載されているので、構造図をのせた PB-50C
について「たき始めの温度上昇と能力曲線」(図 4.5)と「給湯能
力曲線」(図 4.6)をのせる。図 4.5 は、かん体内水温 15°C から
たき始めると、85°C にセットされたアクアスタートが作動するのに 15
分を要し、アクアスタートが作動したとき、18 l/min の流量で出湯すれ
ば 6 分程で温水機が再び運転を開始し、出湯温度は 15 分後に最低
となり、30 分ぐらからは安定した温度となることを示す。図 4.6
は、アクアスタートの設定温度を 85°C とし、給湯管入口から 5°C の水
を給水すれば、50°C の湯が 12 l/min ずつ得られることを示してい
る。

(2) 給湯器の性能 図 4.7

暖房回路の湯を 10 l/min の流量で加熱 コイル に流し、暖房回路の
湯温が 80°C あった場合、5°C の水を 10 l/min の割合で給水すると、

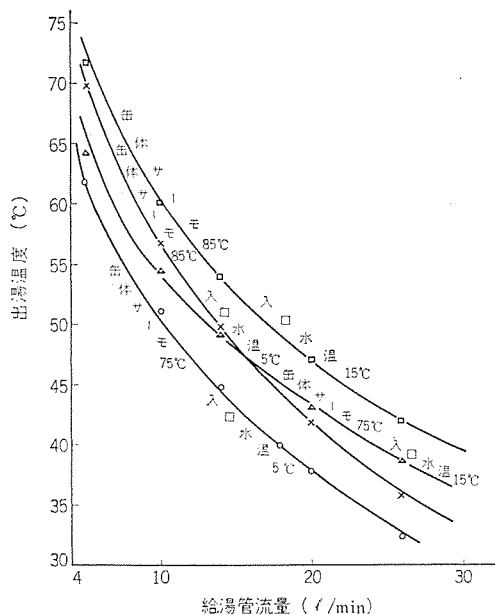


図 4.6 PB-50C 新給湯管能力線図
The performance chart of type PB-50 C changed heating coil for use hot water.

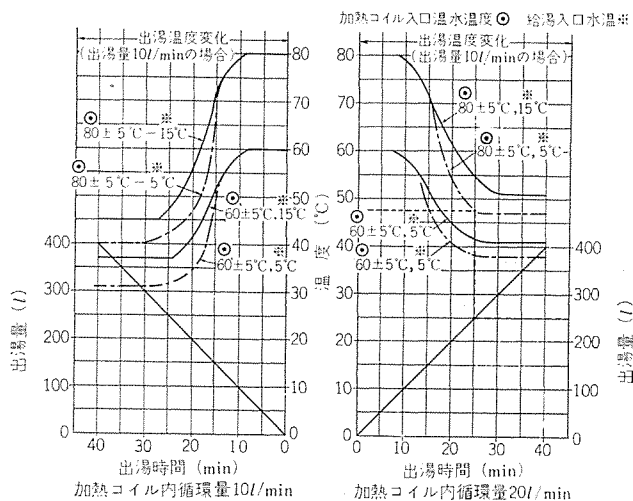


図 4.7 給湯器の性能
Performance curves of hot water supplier.

250 l の湯を得るのに 25 分かかり、250 l の湯を取り終わったとき、出てくる湯の温度は 47°C になっていることを示している。250 l の一つの容器に入れば、湯の平均温度 60~65°C になっている。

5. 冷温水発生機

冷温水による冷暖房は、従来石油温水機とチリングユニットを組合わせていたが、ここに述べる三菱 シーズンパックマスター とは、最近の住宅のように狭い機械室でも据付可能にし（従来の別ユニットの 60% 程度）、機械室工事の簡素化を計って設備費の低減を計り、さらに冷暖房の切替操作を簡単にしたものである。

5.1 外形および構造

図 5.1, 5.2 に外形図, 図 5.3 に内部系統原理を示す。本機の構造上の特長は、石油温水機、チリングユニット、循環ポンプを合理的、かつコンパクトに同一キャビネットに収めたことで、熱交換器（かん体）を冷暖共用とし、その横に圧縮機、凝縮器を配置した。特に熱交換器部は、石油温水機のかん体内部に冷媒回路の冷却器を配置したもので、冷房時には、この冷媒系統の運転でかん体内の水を冷却する。

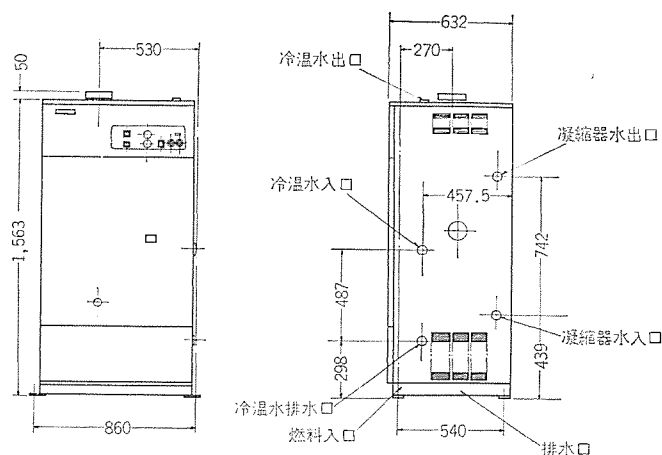


図 5.1 シーズンパックマスター PR-2 外形
Outline drawing of type PR-2 Season Pac Master.

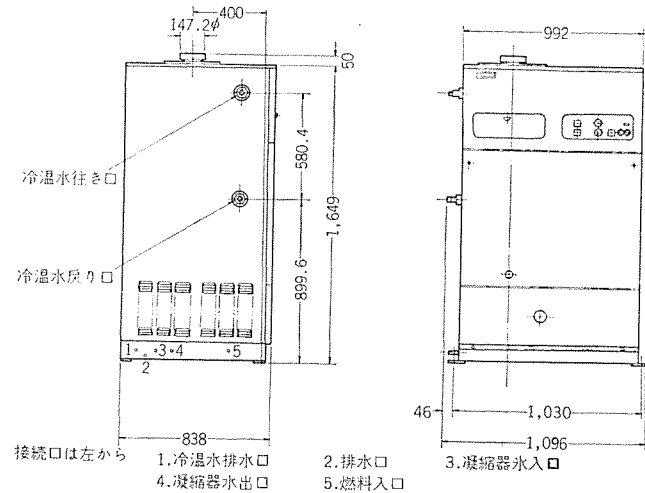


図 5.2 シーズンパックマスター PR-4 外形
Outline drawing of type PR-4 Season Pac Master.

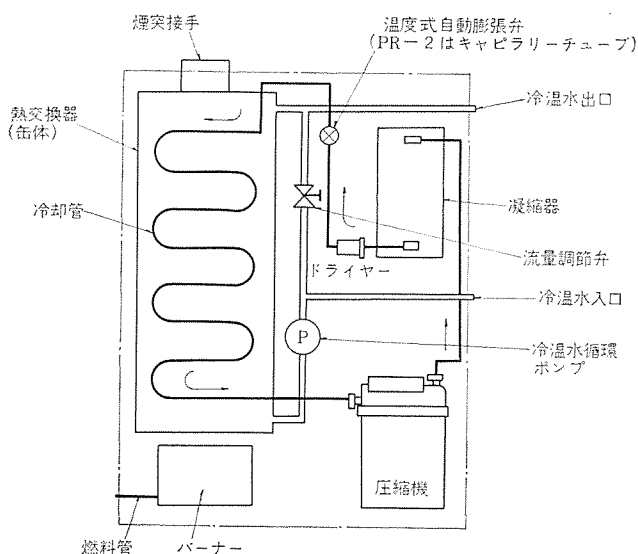


図 5.3 シーズンパックマスター 内部系統図
Interior construction of Season Pac Master.

また、暖房時は、かん体下部のポット式バーナの運転で、温水を得るようにしている。もちろん、冷房と暖房は同時には行なえず、いずれか一方のみの運転しかできない。流量調整弁は、冷温水のバイパス量を変化させることによって機外流量を調節しようとしたものである。

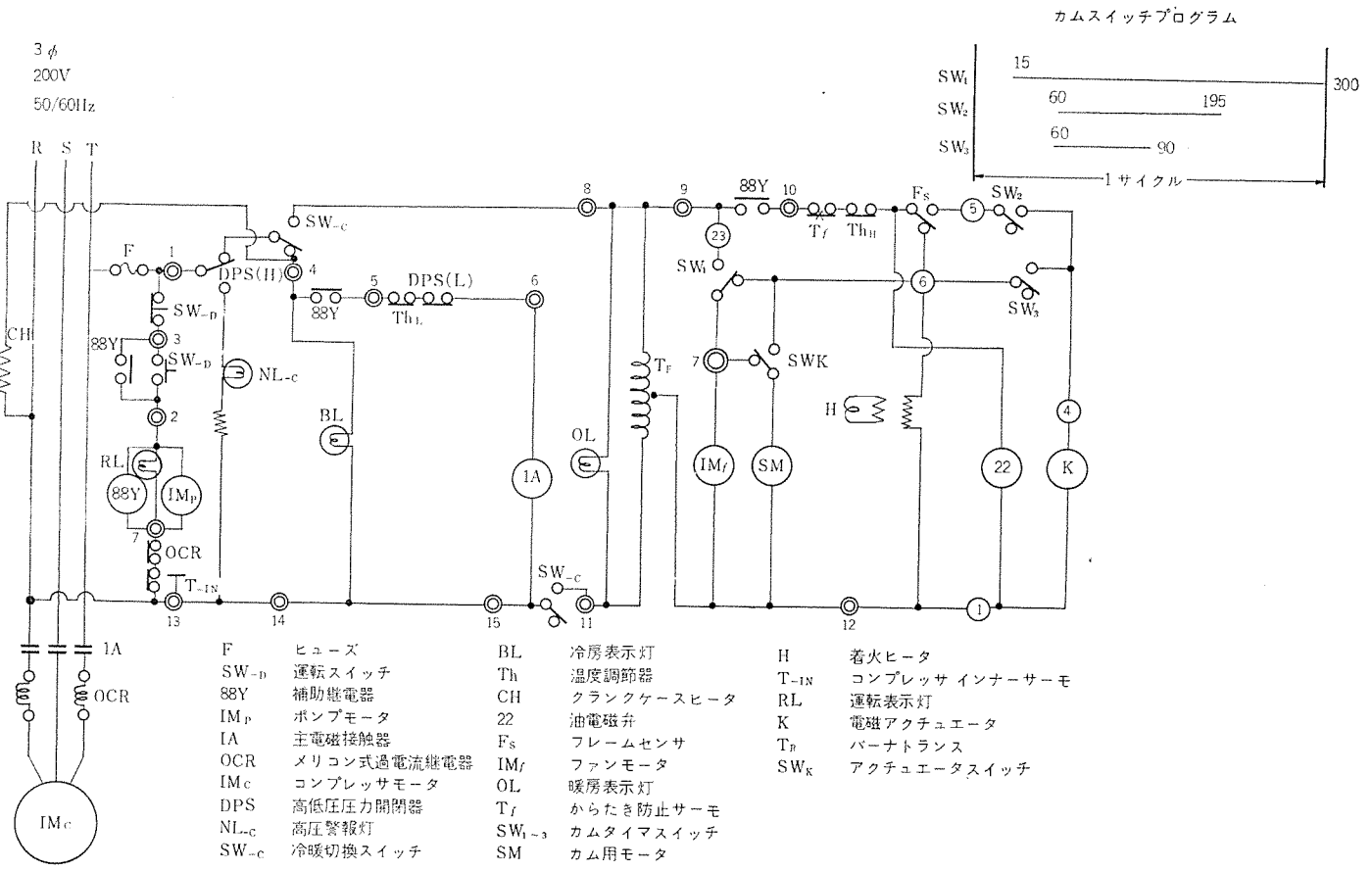


図 5.4 結線図 Circuit diagram of type PR-4 Season Pac Master.

表 5.1 仕様
Specifications of Season Pac Master.

項目	形名	PR-2	PR-4
外形寸法 (高さ×幅×奥行) mm		1,563×802×632	1,649×992×838
電源		AC 200 V 1 φ 50/60 Hz	AC 200 V 3 φ 50/60 Hz
重量 kg		250	370
貯水量 l		100	100
最高使用圧力 kg/cm ²		1.0	1.0
耐圧試験圧力 kg/cm ²		2.0	2.0
暖房能力 kcal/h		15,000	15,000
温水温度 °C		55~70	55~70
冷房能力 kcal/h		3,600	7,900
冷水温度 °C		5~15	5~15
電気特性	消費電流 A	2.1/2.0	2.1/2.0
	入力 W	270	270
	運転電流 A	1.3/1.7	1.5/2.0
	入力 W	200	350
加熱装置	バーナー形式	強制通風ボット式	
	使用燃料	灯油 1 号 (JIS)	
	燃料消費量 l/h	2.5	
	燃料接続口	3/8 フレヤナット用	
電気特性	全電流 A	8.4	10.4
	全入力 W	1,680	2,650
	起動電流 A	30	45
	圧縮機	全密閉 1.1 kW	全密閉 2.5 kW
冷却装置	凝縮器	二重管ローフィンチューブ方式	縦形シェラードコイル式
	膨張器	バイフィンチューブコイル式	ベアパイプコイル式
	膨張方式	キャピラリー方式	自動温度膨張弁
	使用冷媒 (充てん済)	R-22	
水接続	冷媒機油 (充てん済)	SUNISO 3G	
	冷温水接続口	PTI ネジ	
	凝縮器水接続口	PT 1/2 ネジ	PT 3/4 ネジ
安全装置	からだし防止サーモ, 制御回路ヒューズ, 高低圧圧力開閉器, 凝縮器可溶栓, 圧縮機過電流リレー, インナーサーモ		
	湯温調節器, コントローラ, フレームセンサ, 水温調節器, 電磁接触器, 油電磁弁		
制御機器	湯温調節器, コントローラ, フレームセンサ, 水温調節器, 油電磁弁, 電磁接触器, 圧力計		
	湯温調節器, コントローラ, フレームセンサ, 水温調節器, 油電磁弁, 電磁接触器, 圧力計		
冷温水循環ポンプ		1 φ 200 V 50/60 Hz 80 W	1 φ 200 V 50/60 Hz 150 W

5.2 仕様および電気結線図

表 5.1 に主な仕様, 図 5.4 に PR-4 形の電気結線図を示す。暖房回路は 100 V で, トランスで降圧しており, 冷暖房の切換えは, 冷暖切換スイッチ SW-C を操作して行なう。

5.3 性能

図 5.5 に PR-4 冷却能力線図を示す (60 Hz の場合)。暖房能力は, 三菱石油温水機 PB-15 と同じ能力で, 15,000 kcal/h である。

5.4 特長

(1) スペースファクタがよい。

石油温水機とチリングユニットをそれぞれ組合わせると, 図 5.6 のように広い機械室が必要であるが, シーズンパックマスターの場合は図 5.7 のようになり, 約 60 % の面積で据付可能である。このため, 機械室の制約が著しく楽になる。

(2) 設備費が安い

石油温水機 PB-15 とチリングユニット CR-4 の組合わせで冷暖房を行なった場合に比較して, シーズンパックマスターでは, 機器のみの安さに加えて工事の容易性, および循環ポンプを内蔵していることを考慮すると, 総合設備費として約 10 % 以上安くできる。(機械室が小さくてよいため, その工事費を含めるとさらに安くなる)。

(3) 冷暖切換えが簡単である

温水機とチリングユニットを組合わせた場合, 冷暖切換操作は, 水配管の切換えと電源の切換え (200 V ⇄ 100 V) が必要であるばかりでなく, スイッチ関係の操作誤りなどを生じやすいが, シーズンパックマスターでは, 冷暖切換スイッチの切換えと, パナ脱着の 2 個所だけで良い。

(4) 1 台で冷温水による年間空調が可能である。

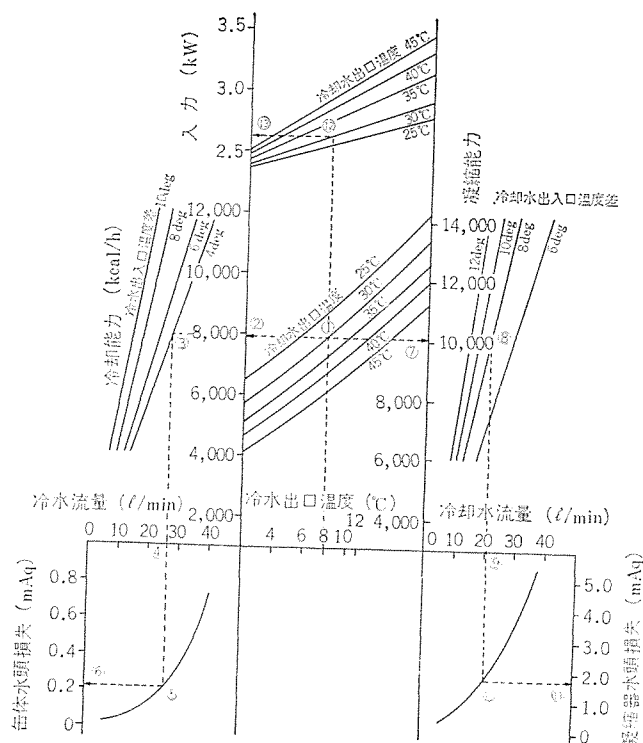


図 5.5 PR-4 冷却性能線図 (60 Hz)
Performance curves of type PR-4 Season Pac Master (60 Hz)

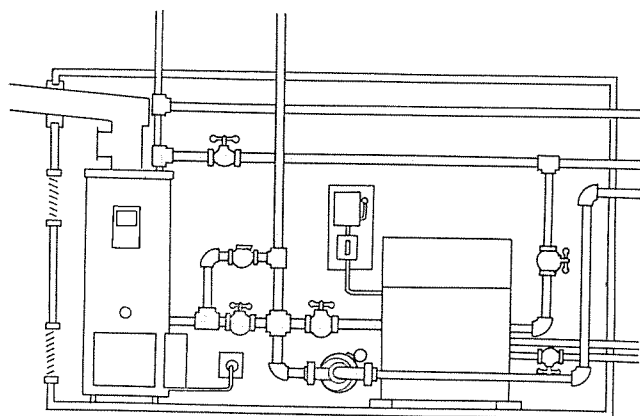


図 5.6 温水機とチラーの組合わせによる冷温水供給装置
Heating and cooling arrangement in combination of water heater and chilling unit.

5.5 安全性

石油温水機とチリングユニットが同一ケース内に装置されているため、安全性については十分考慮しておく必要があり、本機には表 5.1 に示す安全機器を内蔵している。

(1) 冷媒の圧力上昇

暖房運転時、かん体内の冷却管は 55~70°C まで加熱され、冷媒圧力が上昇する懸念が持たれるが、温度 70°C で連続運転しても、圧力は 8~12 kg/cm² G と外気温より 2~3°C 高い温度相当の冷媒飽和圧力となる。これは冷却管内の残留冷媒は、熱容量の大きい凝縮器、圧縮機に移動するためである。図 5.8 に冷房から暖房に切換ええた場合の冷媒圧力と出口温との関係を示す。

(2) 冷房時の露付き対策

本機の水配管、およびかん体外表面は、保温、防湿処理を施しており、冷房時の露付きによる事故（メー劣化、機器汚損）を防止している。また、機械に露受け台を付属しており、冷房運転時にはバーナを取りはずし、この露受け台を装着するようにしている。これに

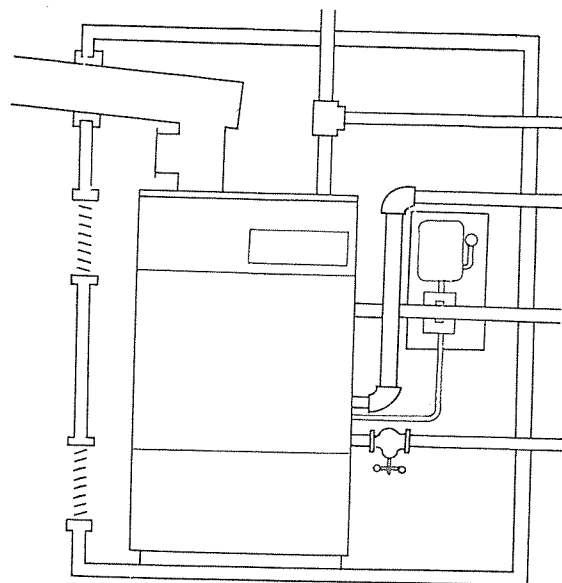


図 5.7 シーズンパックによる冷温水供給装置
Heating and cooling arrangement with Season Pac Master

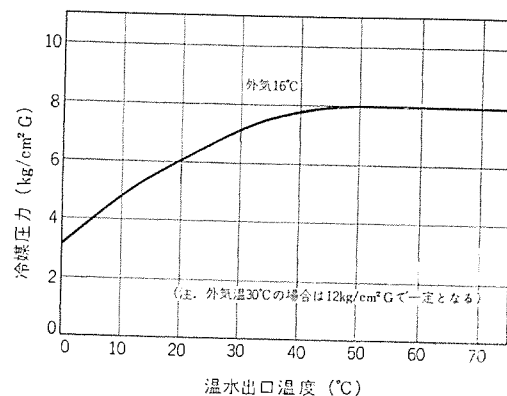


図 5.8 温水出口温度と冷媒圧力
Change of refrigerant pressure by water temperature.

よって、煙道内の露がバーナ内部に滴下して生ずる事故を完全に防ぐことができる。

(3) 油回路電磁弁

燃料入口に電磁弁を取付け、バーナが運転を停止しているときに作動させ、油もれを防止している。

(4) からたき防止サーモ

かん体上部にからたき防止サーモを取付け、かん体に水を満たさないでバーナを運転した場合に、かん体温度が異常上昇しないよう運転を停止させるようにしている。

(5) 圧力開閉器

高圧側圧力開閉器は、冷房時の圧力上昇を防止するとともに、暖房時になんらかの理由で、圧力が上昇した場合にも作動して機械を停止するようにしている。また、冷媒側の最終安全装置として、冷媒温度が上昇した場合、作動する可溶せん(栓)を設けている。

5.6 取扱上の注意事項

シーズンパックマスターの取扱いについては、石油温水機とチリングユニットの制約事項と同一であり、ここでは特に注意しなければならない事項を述べる。

(1) 冷暖切換スイッチ

冷暖切換スイッチは、冷房から暖房、あるいは暖房から冷房へ切換ええるときのみ操作し、運転時には操作してはならない。誤って操作

しても、安全装置が働いて機器の故障には結びつかないが、正しい取扱いをすることが必要である。

(2) パナと露受け台の交換

5.5 節 (2) で述べたように、本機には露受け台が付属しており、冷房運転中は、パナをはずして露受け台を装着しなければならない。この操作を行わないと、パナの寿命を縮めるばかりでなく、故障の原因となるため、注意する必要がある。

6. 据付上の注意事項

6.1 搬入

チリングユニット、石油温水機、シーズンバックマスターは、できるだけ垂直に保ち静かに搬入すること。

6.2 据付場所

- (1) 床が水平で強固であること
- (2) 直射日光が当たったり、雨がかからないこと
- (3) 風通しのよいこと

6.3 チリングユニット、シーズンバックマスターの据付

据付が悪いと能力を十分発揮できないばかりでなく、機器の故障を誘発したり、危険を生じることさえあるため注意が必要である。

(1) 据付の際は、床面に置くだけで特別な基礎工事は不要である。振動を特に嫌う場合は、基礎にラバーパット、防振ゴムを介して取付ける。なおこの場合、水配管より振動が伝わるがあるので、水配管のユニット出入口にもフレキシブルチューブを使用すること。

(2) クーリングタワーを設置する場合は、チリングユニットの冷凍トン数と等しい称呼能力のものを選定し、配管工事は、クーリングタワーの口径に合わせ、空気抜き、排水ができるようにすること。温度計、圧力計を取付けると便利である。また、ポンプを保護し、冷却管等の詰まりを防止するためストレーナを取付けること。循環ポンプは、流量揚程を合わせたものを選定し、水質管理に十分注意すること。

(3) チリングユニット、石油温水機を同室に取付けるには、関係法規、高圧ガス取締法などに十分注意すること。

6.4 石油温水機、シーズンバックマスターの据付

換気口を設け、火災予防条例に定められた基準を守ること。火災予防条例の主な内容を列挙すると、

- (1) 可燃物が落下し、または、接触するおそれのない位置に設置すること。
- (2) 屋内に設ける場合にあっては、土間、または金属以外の不燃材料で造った床上に設けること。
- (3) 使用に際し、火災の発生のおそれのある部分を不燃材料で造ること。

6.5 電源工事

電源がしっかりしていないと、温水機では着火不良、チラーでは起動不能等の事故が起こることがあるため、電気工事は電力会社の認可を得た工事業者に依頼することが必要である。

工事の際には次の点に注意すること

- (1) 動力配線に先立ち、必ず第三種接地工事（接地抵抗 100 Ω 以下）を行なう。
- (2) 動力配線は、できるだけ温水機、またはチラーの近くまで引き込み、電力会社の内線規定により工事する。特に電圧降下には注意すること。
- (3) 工事完了後は、使用開始前に竣工届けを電力会社に提出して検査を受ける。

6.6 煙突工事

煙突は、排気ガスを屋外へ排出する役目のほかに、誘引作用（ドラフト力）により、パナの燃焼状態を良好に保つ働きをするので、非常に大切なものである。同時に、排気ガスは 250～450℃ の熱を持っているので、火災予防条例により、施行上の規制を受けている図 6.1。

(1) 性能維持のための注意事項

- (a) 煙突径は、根元から先端まで同一寸法のまま設置すること。（表 6.1 による）
- (b) 必要なドラフト力を得るための基本高さは、表 4.1 による。
- (c) 外気の渦流の影響を受けないようにすること。図 6.2
- (d) 煙突の横引き（最長 5m）や曲り（最多 3 個）はできるだけ少なくして、出口方向に昇りこう配（1/12 以上）をつけること。
- (e) 煙突の先端には、必ず H 形トップをつけること。図 6.3
- (f) ドラフトレギュレータは、できるだけ本体に近い位置に取り付ける。
- (g) 1 本の煙突で、数台の温水機に共用しないこと。
- (h) やむを得ず集合煙突にする場合は、横引きは必ず独立させ、縦引きへの接続は 45° 以上たてるようにして、図 6.4 のように設置すること。

(2) 危険防止のための注意事項

- (a) 煙突の屋上突出部は、屋根からの垂直距離を 60 cm 以上とすること。
- (b) 煙突の高さは、その先端からの水平距離 1 m 以内に建築物がある場合において、その軒から 60 cm 以上高くすること。
- (c) 金属製、または石綿製の煙突は、小屋根、天井裏、床裏等にある部分を、金属以外の不燃材で厚さ 10 cm 以上被覆すること。
- (d) 金属製、または石綿製の煙突は、木材その他の可燃材料から 15 cm 以上離して設けること。ただし、厚さ 10 cm 以上の金属

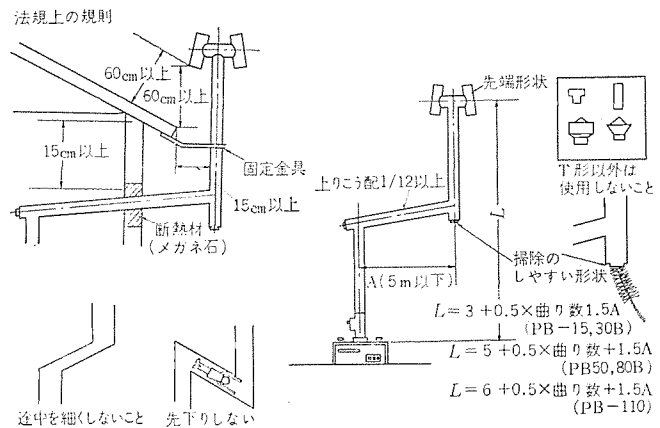


図 6.1 煙突の設置方法
Installation of the chimney.

表 6.1 煙突径および縦引き長さ、新鮮空気
Diameters and heights of chimney and effective areas for fresh air.

項目 機種名	煙突径および縦引き長さ		新鮮空気 1 個当たり有効面積 cm ²
	直径 mm	高さ	
PB-15	150 φ	3 m × 0.5 × 曲り数 + 1.5 × 横引き長さ	200
PB-30	150 φ	3 m × 0.5 × 曲り数 + 1.5 × 横引き長さ	400
PB-50	200 φ	5 m × 0.5 × 曲り数 + 1.5 × 横引き長さ	600
PB-80	200 φ	5 m × 0.5 × 曲り数 + 1.5 × 横引き長さ	800
PB-110	250 φ	6 m × 0.5 × 曲り数 + 1.5 × 横引き長さ	1,000

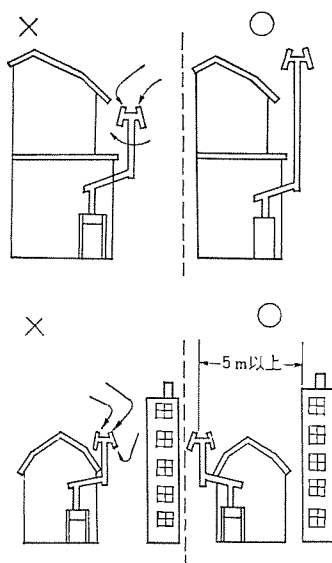


図 6.2 トップの位置
The position of the chimney top.

以外の不燃材料で被覆する部分についてはこの限りではない。

(e) 可燃性の壁、床、天井等を貫通する部分は、めがね石をはめこみ、またはしゃ熱材料で有効に被覆すること。

(f) 可燃性の壁、天井、屋根裏、または床裏等の貫通部、およびその付近において接続しないこと。

6.7 換気口工事

バーナの燃焼に必要な空気を取り入れるために、絶対に必要なものであるが、換気口の位置は温水機の運転音を逃がす口ともなるから、周囲の状況をよく判断して、一番都合のよい場所を選ぶことが必要である。また、大気圧に対して負圧になれば、煙突からの逆風が起こり、燃焼に悪影響を及ぼすので、自然換気では最低上下位置に各1個送風機では、排出とせず吸込み形式にする必要がある。温水機各機種に対する最低換気面積は表6.1による。

6.8 燃料タンクおよび燃料配管工事

燃料タンクの構造は火災予防条例に基いて製作してあるが、取扱いの注意に関する火災予防条例の主な内容について列挙する。

(1) 取扱いの注意

(a) みだりに火を使用しないこと。

(b) 常に整理、および清掃に努めると共に、みだりに空箱、その他の不必要な可燃物を放置しないこと。

(c) 屋外の場所の周囲には、幅2m(タンクにおいて貯蔵、取扱う場合には1m以上)の空地を保有するか、または防火上有効なへいを設けること。ただし、開口部のない耐火構造、または防火構造の壁、もしくは不燃材料で造った壁に面するときはこの限りではない。

(2) 配管工事

ポット式温水機は落差式供給、ガン式温水機はポンプによる吸込み方式であるため、配管の方法は、ポット式とガン式に分けて説明する。なお、シーズンパックマスターの燃焼機はポット式であるから、燃料配管はポット式の場合を参照されたい。

(a) ポット式

落差式であるため、温水機床面からの最低、最高高さが規制されるとともに、配管抵抗が大きな障害要素となるので、管径、空気まりのできない配管方式が必要である。

(i) 配管太さ 鋼管の場合は内径8mm以上

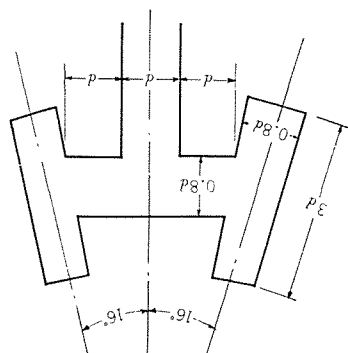


図 6.3 H形トップの形状
The form of the chimney top of type H.

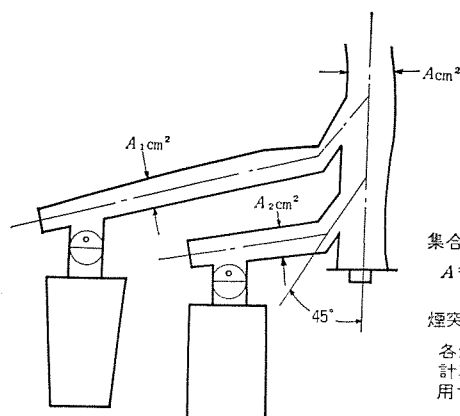


図 6.4 集合煙突の立て方
The setting up of concentrated chimney.

鋼管の場合は8A以上

(ii) 横引配管長さ 10m以上

(iii) 最低油面 温水機床面から55cm

(iv) 最高油面 温水機床面から3m

(v) 横引き配管 一方向に傾斜をつけ、横引配管中に空気まりのできないようにする。

(b) ガン式

噴燃量に対し、ポンプ容量が大きいため、余剰分を吸入側に戻す方式を採用しているが、余剰分をポンプ内でバイパスさせる方式(一管式)と燃料タンクまで戻す方式(二管式)がある。

(i) 1管式: 燃料タンク底部が燃料ポンプより低い位置にある場合は、必ず2管式にする必要がある。

配管径、長さは図6.5による。なお、落差は4m以下。

(ii) 2管式: 燃料ポンプを空運転したときに、空気抜きをする必要がない。

配管径、長さは図6.6による。なお、燃料タンク油面と燃料ポンプの高低差は4m以下。

6.9 水配管工事

配管は、「給湯」「暖房」「冷房」とそれぞれの用途に応じて適正な工事が必要であるが、「暖房」と「冷房」は同じ配管を使う関係上、「給湯配管」と「冷暖房配管」について説明する。

(1) 給湯配管の注意事項

(a) 給湯の用途に適した湯量の確保と給湯せんの選定

(b) 同時使用が考えられる各給湯せんは、互いに流量に影響を及ぼさないように配管径を選定する。

(c) 給湯せんから冷水の出ないように、配管方式、給湯せんを選定する。

(d) 同時使用が考えられる湯量を十分供給できる能力を持ったシスターンタンクのフロートバルブを選定すると共に、供給水側の能力が十分であることを確かめる必要がある。

(2) 冷暖房配管の注意事項

(a) 循環ポンプの容量選定は、チラの場合の抵抗損失を見込んで行なう。

(b) 配管の断熱に際し、冷房を考えるとときは、必ず防露処置を行なう。

(c) 横引き配管には、1/200以上のこう配をつけて、最高部に空気を集めて蒸気抜き管に誘導するか、空気抜き弁を取付けて空気抜きができるようにする。

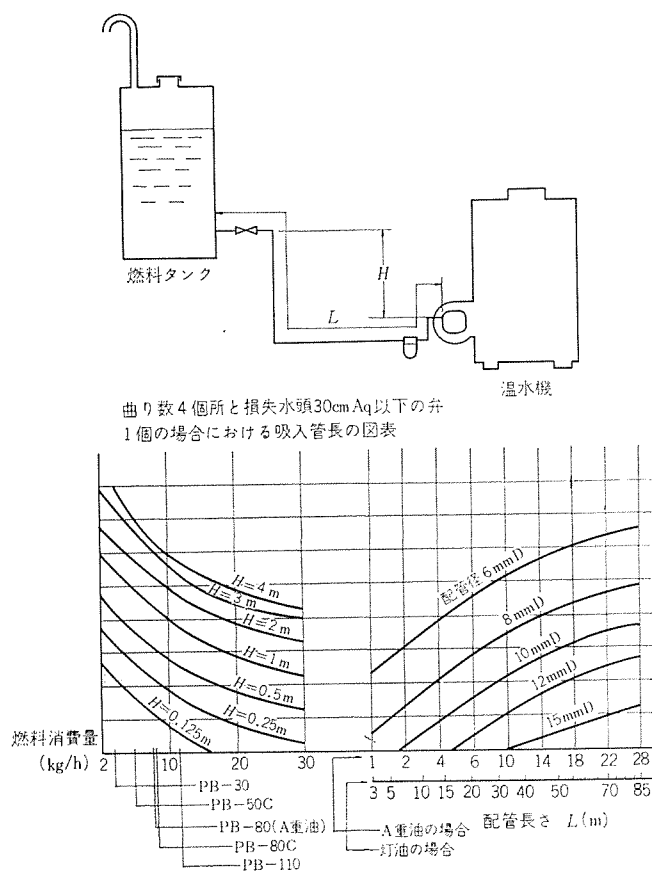


図 6.5 一管式燃料配管の長さ
The length of the fuel line with single pipe system.

(d) 配管の最低位置に排水弁を設けて、装置の完全排水を可能にする。

(e) 温水機、シーズンバックマスターは、必ず蒸気抜き管を設け、蒸気抜き管は、できるだけ直立につけられる位置を選定する。蒸気抜き管には弁を設けてはならない。

(f) 温水機、シスターンタンク、循環ポンプの関係位置を選ぶに当たり、下記事項は必ず守ること。

(i) いかなる場合も、温水機には 1 kg/cm^2 以上の圧力をかけない。

(ii) 配管中に負圧部分がないこと。

(iii) 循環ポンプの吸込圧力は、最低 0.2 kg/cm^2 あること。

(iv) 温水機→蒸気抜き管→シスターンタンク→循環ポンプの循環回路を形成させないこと。

(g) 配管は、温度変化により膨張、収縮をするので、直管 30 m ごとに伸縮継手を使うこと。

(h) シーズンバックマスターとシスターンタンクの接続は、シーズンバックマスターの出口配管に行なう(図 6. 7)。

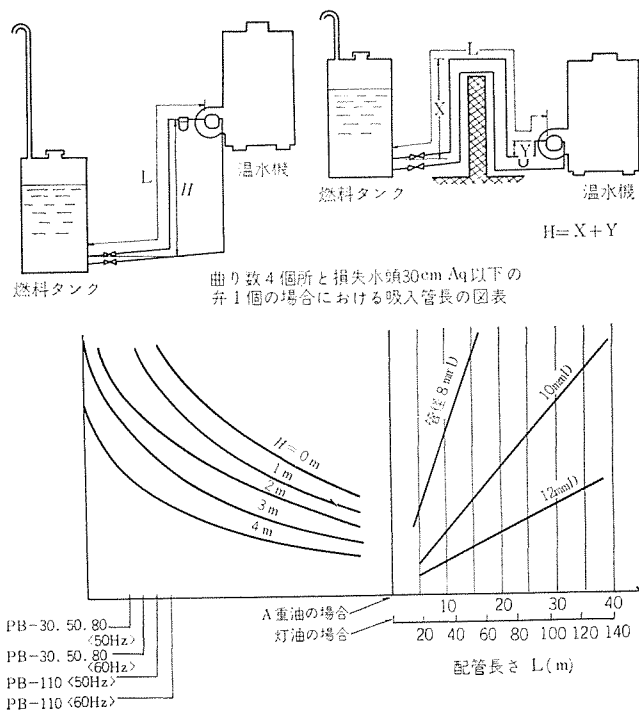


図 6.6 二管式燃料配管の長さ
The length of the fuel line with two pipe system

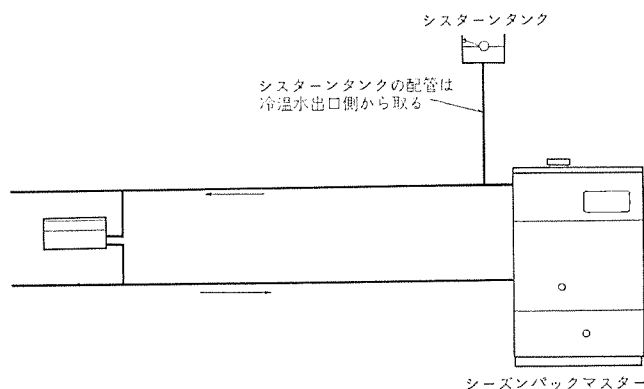


図 6.7 シーズンバックマスターでのシスターンタンク配管例
Example of cistern tank piping with Season Pac Master.

7. む す び

冷水発生機、温水発生機、および関連機器について説明したが、水方式の冷暖房は、個別制御等のメリットはあるが、設備費が割合に高く、中でも水配管工事費が機器費と同等、あるいはそれ以上の場合もあり、また工事のやっかひ等が普及をはばんでいる。維持費については、熱源に石油を使用することにより、著しく安くなったが、サービス性からみて、さらに検討の余地はある。水方式の冷暖房独得のメリットは、他の追従を許さないものがあり、今後は工事部門の簡素化を計るユニット化について研究を進める必要がある。

最近の空気清浄器

荒木 義起*・平山 建一*

The Latest Air Cleaners

Wakayama Works Yoshiki ARAKI・Kenichi HIRAYAMA

With the development of industries and the over crowding of cities, the Problem of air pollution has become very serious from the viewpoint of environment sanitation and quality control of industrial products. Air cleaners in the air conditioning system thus demand high efficiency of dust collection under the circumstances. Also they must meet with the requirement of simplicity in maintenance for the labor saving of the custodians of the premises.

Mitsubishi has worked out air cleaners of such high performance as to collect dust of having a size to the extent of submicron in diameter. They are now introduced to the market as type FD-B filters and well commented of their maintenance free character. This article deals with them and also foresees the future aspect of the operation.

1. ま え が き

最近の諸産業の発展、都市における過密化に伴う大気汚染は環境衛生上、また品質管理上重大な問題となり、われわれの日常生活をおびやかしており、法的にも徐々にではあるが規制されつつある。

この大気汚染は亜硫酸ガスなどの有害ガスと微小じんあいによるものである。このためビルなどの空調系における空気清浄器は、かつてよく使われたろ過集じん器では集じん性能的に不十分であり、電気集じん器なみの集じん性能を必要とするようになった。またビルなどの保守・管理人員の減少は時代のすう勢であり、このため空気清浄器の保守・管理が簡便であることも大きな必要条件となる。

当社においてはこのような情勢に対処すべく、サブミクロン径のじんあいを有効に捕集するとともに保守・管理の簡便な空気清浄器の開発に着手し、43年に製品化したのが三菱FD形静電誘電体フィルタであり、これは業界に一步先んじたものであった。さらに今回、ろ材の送り機構その他に改良を加えたFD-B形の開発を完了した。

ここでは当社が生産している空気清浄器とFD-B形静電誘電体フィルタを紹介するとともに、空気清浄器の将来について述べる。

2. 三菱空気清浄器

当社における空気清浄器は、約17年前わが国で初めて電気集じん器“クリネヤ”を生産してから現在まで新製品の開発に努め、空気調和系統に適用されるほとんどを生産している。

表2.1にこれらの概略仕様の一覧を示す。

2.1 クリネヤ

クリネヤは微小じんあいまで高性能に捕集することができるため、ビルや工場などの換気浄化用として広く利用されている。

クリネヤは、気流中のじんあいを静電気作用によって捕集する集じんユニット、集じんユニットに所定の直流高電圧を供給する電源部、集じんユニットに捕集されたじんあいを水洗ノズルで定期的に水洗する洗浄装置と、これらを組み込み通風ダクトとの接続フランジを設けた外被や、クリネヤの運転・洗浄を操作する制御盤を主体に構成され、外被の構造、そして洗浄方式により次のような種類がある。

2.1.1 キャビネット形クリネヤ(CC-F形)

コンパクトなキャビネット内に集じんユニット、気流の均一化と大きなじんあいの捕集をするプレフィルタ、捕集じんあいの内再飛散したものを捕集するバックフィルタ、また水洗ノズルを装備した固定洗浄管を内蔵したものである。

キャビネット形クリネヤはコンパクトな構造を有し、工場組立品で、据え付けが簡単であるため最も数多く使用されている。

2.1.2 普通形クリネヤ(CG-F形)

普通形クリネヤはコンクリート基礎の上にダクトわく組形式の外被を組み立てる方式と固定洗浄管による洗浄方式を採用したものであり、わく内には集じんユニット、バックフィルタ(プレフィルタは現地でその状況に合わせて組み込む)それにノズルを装備した固定洗浄管を内蔵し、外被の側面には制御盤および電源部が取り付けられてある。またダクトの出入口とびらには万一電源を切り忘れてダクト内にはいることがあっても高電圧を切る安全スイッチが組み込まれる。

2.1.3 洗浄管走行形クリネヤ(CH-F形)

洗浄管走行形クリネヤはCG-F形の固定洗浄管を走行形の洗浄管に替えたものであり、洗浄管を走行させる駆動装置、ロープ伝達機構、ガイドレール、リミットスイッチ、それにこれを制御する制御装置が余分に装備している。

洗浄管走行形クリネヤは集じん性能的には他のものと変わらないが、集じんユニットを隅から隅までくまなく洗浄できることを特長とし、大形クリネヤとしてよく使われている。

2.1.4 エヤハンドリングユニット直結用クリネヤ(CA-F形)

キャビネット形クリネヤと外観・構造は同じであるが、ダクト接続フランジをエヤハンドリングユニットに合わせて直結できるようにしたものである。

2.1.5 連続集じん形クリネヤ(CW-F形)

連続集じん形クリネヤは縦横に積み重ねられた集じんユニットに各列ごとに別個の電源部より給電し、洗浄管、乾燥用ヒータ、乾燥用ブローア、粘着剤噴射管などを内蔵した洗浄箱が集じんユニット列の前後を1対となって包囲するようになっており、それが任意の集じんユニット列に移動できるようになっている。

集じんユニットを洗浄する場合、洗浄箱を任意の集じんユニット列に移動させると自動的にその集じんユニット列の給電は停止し、あらかじめセットしておいたタイマーにより洗浄・乾燥・粘着剤噴射・粘

表 2.1 三菱空気清浄器 List of Mitsubishi air cleaner.

機 種	浄化要素	風速 m/s	風量 m ³ /min	集じん率 % AFI 重量法 比色法	静電抵抗 mmAq 初期抵抗 最終抵抗	捕集 粒子径 μm	最高集じん 濃度 mg/m ³	保 守	長 所	短 所	用 途	備 考
キャビネット形クリネヤ CC-F 形	電気集じん器	3.9	56~800	90 100	9 9	0.1~20	5	○1週間に1回程更替洗浄を行なう ○プレフィルタ、バックフィルタは定期的に清掃する ○集じんユニットは1年に1回程更替オーバーホールする	○微じんに対しても高性能 ○電気抵抗が低く、また変化がほとんどない	○固着するじんあいや爆発性ガスを含む空気の処理には不適当 ○捕集じんあいが過度に堆積すると再飛散する可能性有 ○万一の電気事故で集じん性能が劣化する ○スピッチングを起こす	○ビルなどの一般空調用 ○電子計算機室などの精密機 ○病室の換気用 ○病院など医療関係の換気用 ○無じん室、無菌室などに使う絶対フィルタのプレフィルタとして	○据え付けが簡単 ○現地組立を必要とする ○洗浄効果が高い ○現地組立を必要とする
普通形クリネヤ CG-F 形	電気集じん器	3.9	530~2,670	90 100	6 6	0.1~20	5					○エヤハンドリングユニット 直結用 ○据え付けが簡単 ○連続運転の工場に適す ○現地組立を必要とし高価
洗滌管走行形クリネヤ CH-F 形	電気集じん器	3.9	530~6,410	90 100	6 6	0.1~20	5					
エヤハンドリング形クリネヤ CA-F 形	電気集じん器	3.9	81~807	85 100	9 9	0.1~20	5					
連続集じん形クリネヤ CW-F 形	電気集じん器	3.9	530~6,410	90 100	6 6	0.1~20	5					
静電誘電体フィルタ FD-B 形	ろ 材 FX-2800	2.75 5.0	85~2,240 150~4,000	90 100	4 20	0.1~50	10 600	○数か月に1回のろ材交換 ○1年に1~2回、チェーンと放電部の清掃およびチェーンに注油	○微じんに対しても高性能 ○自動運転するためほとんど保守不要 ○万一の電気事故があっても比色法 25% (重量法 90%) の集じん性能をもつ ○スピッチングがない ○据え付けが簡単	○固着するじんあいや爆発性ガスを含む空気の処理には不適当 ○本体気流方向長さが長い	○クリネヤと同じ	
じぐざく形フィルタ FZ-B 形	ろ 材 FP-5600 ろ 材 FP-5400 ろ 材 FP-5200	3.2 4.8 6.4	100~2,560 145~3,840 195~5,120	42 95 24 88 20 70	12 20 6 20 5 15	1~50 3~50 3~50	10 170 15 400 15 850	○数か月に1回のろ材交換 ○1年に1~2回、チェーンの清掃と注油	○自動運転するためほとんど保守不要 ○用途に応じてろ材を適宜に選定できる ○据え付けが簡単	○微じんの処理には不適当 ○本体気流方向長さが長い	○クリネヤ、FD-B 形フィルタより性能は落ちるが同じ ○ビルなどの一般空調用 (比較的大きなじんあいの処理のみ) ○各種工場の換気用 ○クリネヤ、FD-B 形フィルタのプレフィルタとして	
ロールフィルタ FV 形	ろ 材 FG-2100 ろ 材 FG-2600	2.5 2.5	130~2,874 130~2,874	18 77 20 81	4 12 6.5 15	3~50 3~50	15 550 15 500	○数か月に1回のろ材交換	○自動運転するためほとんど保守不要 ○ろ材は再生可能 (標準 5 回)	○微じんの処理には不適当	○FZ-B 形フィルタ (FP-5400, FP-5200) と同じ	
横形ロールフィルタ FH 形	ろ 材 FG-2100	2.5	47~800	18 77	4 12	3~50	15 550					○エヤハンドリングユニット 直結用

着剤滴下などの工程を自動的に完了するものであり、他の集じんユニット列は集じんを継続している。

連続集じん形クリネは構造も複雑で、需要も限定されるため高価となるが、高集じん性能と連続集じんを必要とする工場などにはかかせないものである。

2.2 じぐざぐフィルタ (FZ-B 形)

FZ-B 形じぐざぐフィルタは FD-B 形静電誘電体フィルタと同じろ材送り機構を採用したもので、ろ材をじぐざぐ状に配置し、ろ材を垂直に配置したものに比べろ過面積を約3倍にしてある。このため密度の高いろ材を低空気抵抗で使用できる。また普通のろ材を使った場合ダクト風速を高くとれる。

2.3 ロールフィルタ (FV 形)

ロールフィルタはロール状のフィルタを本体上部にそう(挿)着し、ろ材をろ過面に沿わせて本体下部の巻取軸に架張したもので、ろ材は周期的に、または空気抵抗が設定値に達すると一定量巻き取られる。

ロールフィルタは構造が簡単のため安価であり、また自動運転するため保守・管理をほとんど必要としないが、高集じん性能を要求することは到底不可能であり、簡易空気清浄器として利用される。

2.4 横巻ロールフィルタ (FH 形)

ビルなどにおける最近の空気調和方式は各階に空気調和機を設置した個別方式になりつつある。この方式を採用すると、一般的に空気調和機は横長形式となるため空気清浄器もそれに合わせる必要がある。

FH 形フィルタはこのような情勢に合わすべく作られたもので、構造は FV 形ロールフィルタを横にしたものである。つまりロール状ろ材を横方向に巻き取るようにしたものであり、ダクト接続用フランジはエヤハンドリングユニットに合わせてある。

3. 三菱 FD-B 形静電誘電体フィルタ

従来、空気調和用空気清浄器としてクリネや、またロールフィルタが主に利用されていたが、前記したように両者共高集じん性能と保守・管理が簡易であることを満たすことができない。

三菱 FD 形静電誘電体フィルタはこのような要求を満たすため製品化されたものであり、さらに今回、ろ材送り機構に改良を加えた FD-B 形の開発製品化を完了した。

3.1 仕様

FD-B 形静電誘電体フィルタの仕様を表 3.1 に、外観を図 3.1 に示す。

3.2 特長

(1) サブミクロン径のじんあいに対しても高性能である。

クリネや同等の高集じん性能をもち、サブミクロン径のじんあいだけでなく、じんあいに付着した有害ガスや細菌類まで捕集できる。

(2) 自動運転が可能である。

ろ材の更新は自動化されているため、一度ろ材をそう着すると数か月間保守を必要としない。

(3) 雑音および電波障害がない。

クリネはかなりのひん度でスピittingを起こし、不快な火花放電音や、電子計算機や通信機類に電波障害を与えるが、誘電体フィルタではこのような障害がない。

(4) 取扱い・点検・保守が簡単である。

構造を簡略化したためロールフィルタなみの取り扱い、および保守・点検でよい。

表 3.1 FD-B 形フィルタ仕様
Specifications of model FD-B.

外 観		ダクトわく組方式	
装 色		マンセル N 7/0 (標準)	
外形寸法	幅	1 連 形	1,120, 1,320, 1,720 mm 3 種類
		2 連 形	2,240, 2,440, 2,640, 2,840, 3,040, 3,440 mm 6 種類
		3 連 形	3,360, 3,760, 3,960, 4,160, 4,360, 4,560, 4,760, 5,160 mm 8 種類
		4 連 形	5,080, 5,480, 5,680, 5,880, 6,080, 6,280, 6,480, 6,880 mm 8 種類
	高 さ	1,590, 2,140, 2,690, 3,240 mm 4 種類	
奥 行		910 mm	
気 流 方 向		水 平	
性 能	集 じん 率 (比色法)	70 %	90 %
		有効ダクト風速	5.0 m/s 2.75 m/s
	処 理 風 量	1 連 形	150~1,000 m ³ /min 12 種類 85~560 m ³ /min 12 種類
		2 連 形	300~2,000 m ³ /min 24 種類 170~1,120 m ³ /min 24 種類
		3 連 形	450~3,000 m ³ /min 32 種類 255~1,680 m ³ /min 32 種類
		4 連 形	705~4,000 m ³ /min 32 種類 385~2,240 m ³ /min 32 種類
	初 期 抵 抗	10 mmAq	4 mmAq
	最 終 抵 抗	20 mmAq	20 mmAq
ろ 材	材 質	テトロン不織布 (密度こう配形—特殊表面処理)	
	形 名	FX-2800	
	幅 × 長 さ	1.0, 1.2, 1.6 m 幅×20 m 長さ	
電 源	消 費 電 力	電 源	3 φ 200 V 50/60 Hz, 220 V 60 Hz
		1 連 形	80~250 W (巻取時 280~450 W)
		2 連 形	110~450 W (巻取時 310~650 W)
		3 連 形	140~700 W (巻取時 540~1,100 W)
		4 連 形	190~900 W (巻取時 590~1,300 W)
巻取制御 (タイマ式)	ろ材更新サイクル	3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48 時間	
	ろ材更新幅	0~1,500 mm (連続調整可能)	
	タイマー	TU-16 H 形	
	微 差 圧 計	マノスタ 0~30 mmAq	
直流高電圧電源	印 加 電 圧	DC 12 kV	
	高電圧発生方式	シリコン整流器による全波倍電圧整流方式	
	負荷調整方式	双方向性2端子サイリスタ方式	
	短終保護方式	双方向性2端子サイリスタ方式	
駆動装置	電 動 機	SF-ER 形 200 W (3, 4 連形は 2 台)	
	減 速 機	ウォーム2段減速機 減速比 1:800(3, 4 連形は 2 台)	

注 1. 圧力式巻取制御もある

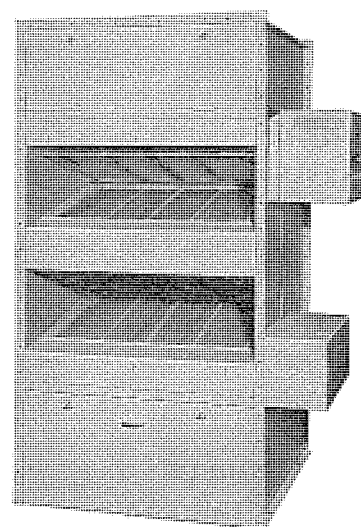


図 3.1 FD-B 形フィルタ外観
Front view of model FD-B.

(5) 気密が完全である。

特殊チェーンによるろ材送り方式の採用により、ろ材の気密を完全にするとともにろ材のはずれをなくすることができた。

3.3 構造とその作用

FD-B 形静電誘電体フィルタは、上部ろ材箱・ろ材気密走行部・下部ろ材箱・駆動部・放電部・ろ材・接地網および制御盤より構成されている。

図 3.2 に構造を示す。

3.3.1 上部ろ材箱

上部ろ材箱は本体の最上部に位置し、折りたたまれた新ろ材を収納するとともに、ろ材を必要に応じ送り出すものである。

上部ろ材箱ではろ材をスムーズに、またろ材が左右にずれた場合、それを補正して送り出す必要があり、ベアリングを装着したローラを設け、その両端にろ材のずれを補正するアタッチメントがある。またろ材の末端を検知する巻終りスイッチも上部ろ材箱内にある。

従来の自動巻取式フィルタではろ材がなくなった場合、通風を停止させてろ材を交換する必要があるが、FD-B 形フィルタでは旧ろ材の末端と新ろ材の先端をテープではり合わせて使用できるため、通風を停止させる必要もなく、またろ材全面を有効に利用できる。

3.3.2 ろ材気密走行部

本体の中間部に位置し、上部ろ材箱よりろ材を引き出し、ろ材をじぐざぐ状に送るとともに、汚染ろ材を下部ろ材箱に詰め込む機能をもつ重要な部分である。

ろ材の送りはろ材の左右両端部を図 3.3 に示す突起付き特殊チェーンでろ材を突き差し送るものである。このチェーンは左右に各 1 本レールに沿ってじぐざぐ状に架張され、下部後駆動ローラによって 10 cm/min 前後の速度で送られる。ろ材の気密はろ材をガイドに押えつけてあるため完全であり、またチェーンよりろ材がはずれることはない。

上箱より引き出されろ材は上部ガイドローラ、フリーローラ(後)、フリーローラ(前)をガイドとして上記のような方法でじぐざぐ状に送られ、下部後駆動ローラと下部前駆動ローラで汚染ろ材を下部ろ材箱に詰め込む。このような機構において設計上、また工作上特に注意する点

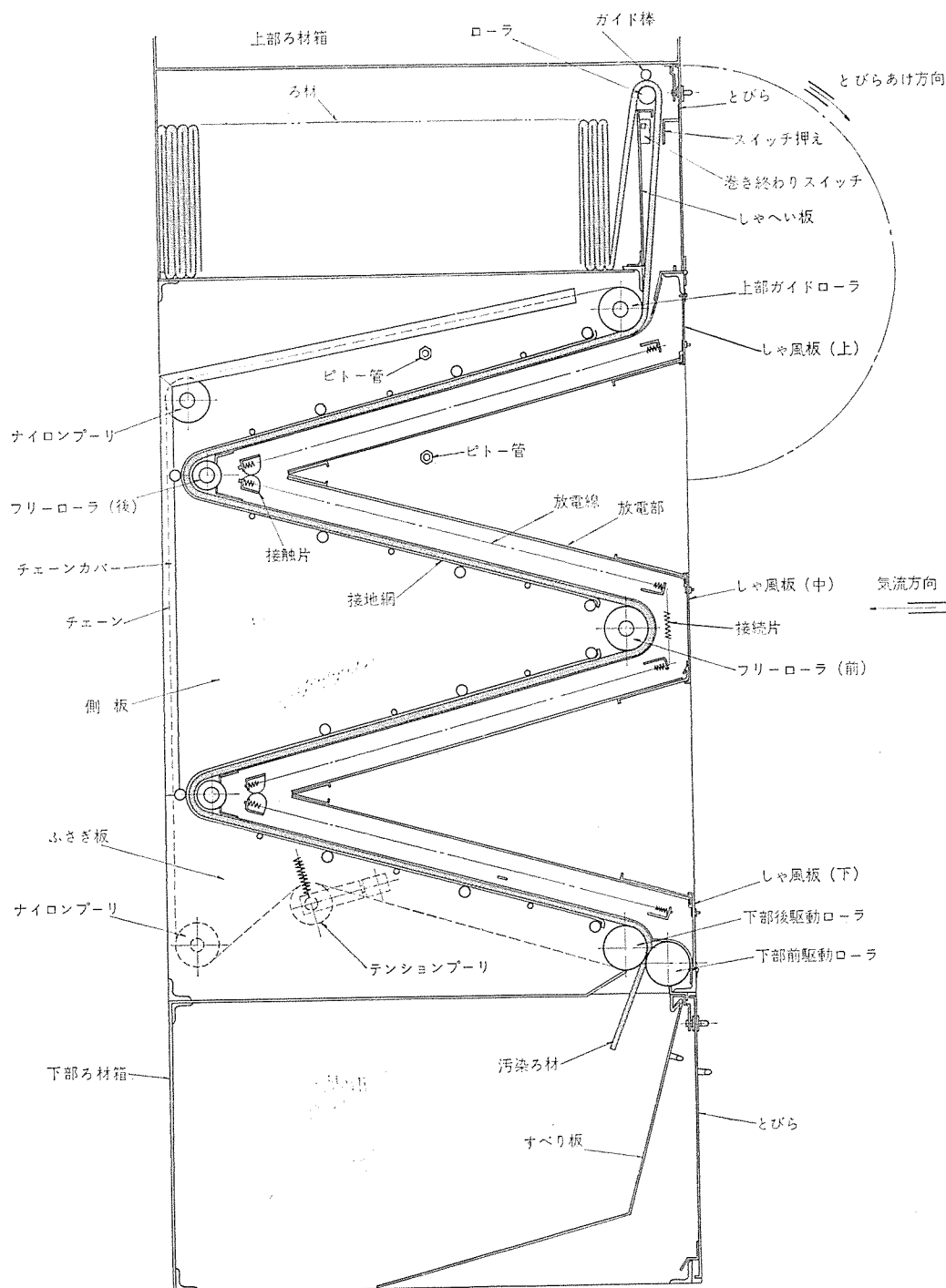


図 3.2 FD-B 形フィルタ構造
Construction of model FD-B.

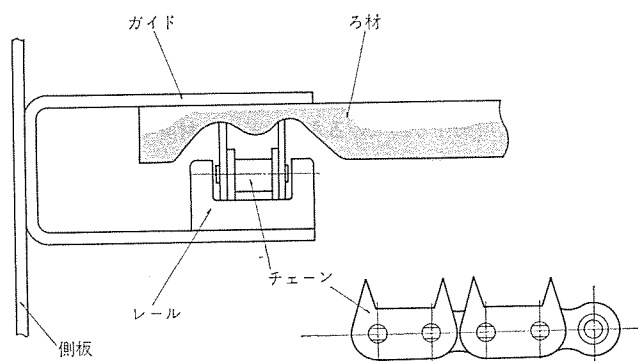


図 3.3 ろ材送り構造
Construction of filter travel.

は次のようになる。

(1) チェーンおよびろ材の走行を円滑にする構造であるとともに万一、機構部品にチェーンやろ材が引っかかった場合にはそれを補正する構造であること。

(2) 本器の場合、動力はほとんど摩擦力に使われ、チェーンのテンションは次のように表し得る。

$$T = k_1(AP)^2 + k_2(AP) + T_0 \dots\dots\dots (3.1)$$

ここに T : チェーンテンション

k_1, k_2 : constant

A : ろ材面積

P : 風 圧

T_0 : 無風時のチェーンテンション

つまり風圧の2乗に比例する成分、風圧に比例する成分と固定成分よりなり、定数 k_1 に関係する部分の円滑化を計るのが効果的となる。

(3) チェーンの移動速度が低いため、騒音・摩擦はさほど考慮する必要はないが、チェーンが非常に長いこと、また長期間使用する内にチェーンやチェーンホイールにじんあい固着したり、発しょう(錆)してチェーンとチェーンホイールのかみ合いが悪くなったり、チェーンの折り曲げが悪くなるためチェーンホイールの歯型などにくふうを必要とする。

3.3.3 下部ろ材箱

下部ろ材箱は汚染ろ材を収納する箱であり、本体の最下部に位置する。

汚染ろ材はすべり板をガイドとして下部後駆動ローラと下部前駆動ローラにより、下部ろ材箱の奥へとランダムに詰め込まれる。

3.3.4 駆動部

駆動部はろ材を駆動する動力源であり、モータ出力をウォーム2段減速など約1/3,500に減速して下部後駆動ローラに伝達し、下部後駆動ローラの左右に装着したチェーンホイールで2本のチェーンを走行させるようになっている。また駆動部には万一機械的に過負荷となった場合の安全装置を組み込んである。

3.3.5 放電部

放電部はろ材とともに集じん性能を左右する重要な部分である。放電部はろ材の流入側にろ材と一定間隔を保って配置され、その流入面には金網があり、その後部に金網およびろ材と平行に放電線を一定間隔で架張してある。

放電線にはDC 12 kVの直流高電圧を印加して放電線と金網間、および放電線とろ材を通じてろ材後部の接地網間でコロナ放電させる。コロナ放電領域を通過した気流中のじんあいは正に荷電され、荷電じんあいは電界中に置かれたろ材で捕集されるものである。

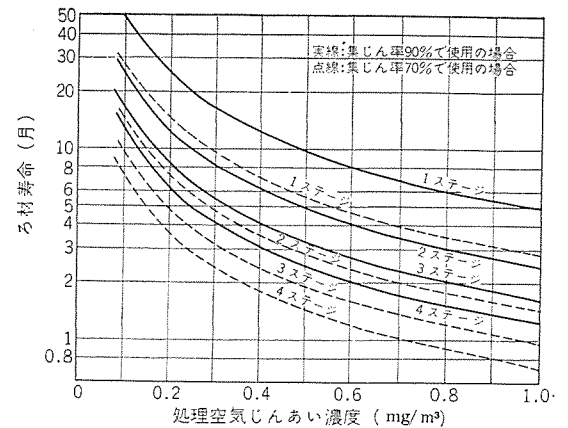
3.3.6 ろ 材

誘電体フィルタに使用するろ材は、一般ろ材としての性能だけでなく誘電体フィルタ用ろ材として電気的に種々の条件を満たす必要があり、本器に使用しているFX-2800ろ材は、当社とろ材メーカーで共同開発したもので誘電体フィルタ専用ろ材である⁽¹⁾。

図3.4にFX-2800形ろ材をFD-B形フィルタに使用した場合のろ材寿命と処理空気中のじんあい含有量の関係を示す。

3.3.7 接地網

接地網は太い鋼線で組んだV字形の荒網にステンレス網を沿わしたもので、ろ材の流出面にろ材と密着するよう取り付け、放電部の放電線の対向電極であるとともに風圧によるろ材のたわみをささえる



計算条件	FD-B形フィルタ運転上限抵抗	20 mmAq
	ろ材じんあい保有量 集じん率90%	600 g/m ²
	集じん率70%	350 g/m ²
	ろ材長さ	20 m
	運転時間 1日10時間運転 1か月25日	250時間/月

図3.4 FX-2800ろ材寿命
Life of model FX-2800 filter.

役をする。

3.3.8 制御盤

制御盤はFD-B形フィルタの運転操作・監視に必要な器具、制御部品と高電圧発生回路より構成され、本体の側面に取り付ける。

ろ材巻取制御は標準としてタイマ式を採用しており、タイマの設定周期ごとに別のタイマで設定する長さだけろ材を巻きとる。一般的にビルなどの換気用に使用する場合は、タイマ式がよいと思われるが、工場プラントなどに使用し気流中のじんあい量が時間的に変化する場合は圧力式がよいと言える。

高電圧発生回路は、従来よりクリネ用電源部に採用している全波倍電圧整流方式を採用したが、過負荷保護・出力特性調整には空気清浄器用高圧電源では初めての双方向2端子サイリスタを採用した。

図3.5にその回路を示す。

3.4 集じん原理

誘電体フィルタとはろ材の誘電体特性を利用して集じん性能の向上を計ったフィルタの総称であり、摩擦帯電式・誘電分極式・静電式がある。三菱FD-B形フィルタは後者に属するものであり、概略次のような原理である。

図3.6に示すフィルタ構成において金網Aと放電線間、放電線とろ材を通じて金網B間にコロナ放電領域を形成する。

一般にこのような電極構成におけるコロナ放電電流 i は⁽²⁾

$$i = KV(V - V_0) \dots\dots\dots (3.2)$$

ここに K : constant

V : 印加電圧

V_0 : コロナ放電開始電圧

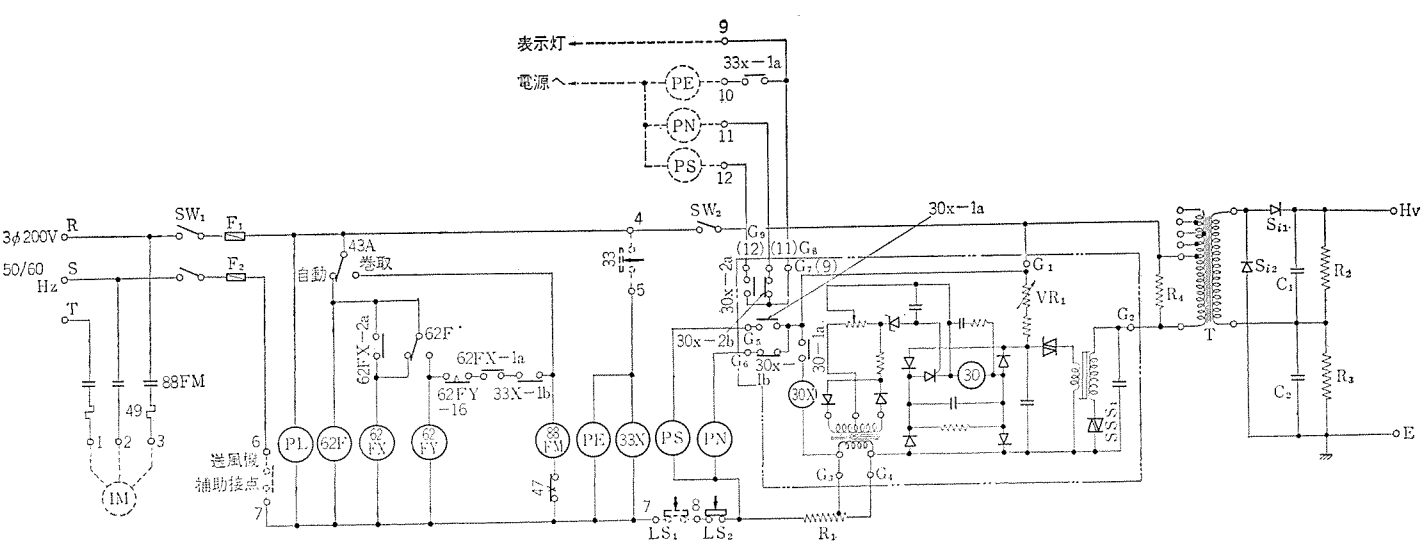
式(3.2)のように示され図3.7に示す実測結果より K, V_0 を求めると $K = 0.04 \text{ mA/kV}^2\text{m}^2$, $V_0 = 8.5 \text{ kV}$ となり実測結果とよく一致している。

このようなコロナ放電領域に気流を通すと、気流中のじんあいは電界荷電を受け、その荷電量 q は次式のようになる⁽³⁾。

$$q = Ea^2 \left(1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \right) \frac{1}{1 + \frac{1}{\pi N_0 e t}} \dots\dots\dots (3.3)$$

ここに E : イオン化部の電界強度

a : じんあい半径



記 号	名 称	記 号	名 称	記 号	名 称
SW ₁	電源スイッチ	88 FM	ろ材巻取モータ用電磁閉器	Si ₁ , Si ₂	高圧用シリコン整流器
SW ₂	荷電スイッチ	49	同上用過電流リレー	C ₁ , C ₂	高圧コンデンサ
30	短絡検出リレー	PL	電源ランプ	R ₂ , R ₃	放電抵抗
30 X	同上用補助リレー	PE	巻終ランプ	R ₁	過電流検出抵抗
33	本体巻終スイッチ	PN	荷電ランプ	R ₄	ブリーダ抵抗
33 X	同上用補助リレー	PS	短絡ランプ	VR ₁	位相制御用可変抵抗
43 A	自動-巻取切換スイッチ	F ₁ , F ₂	ヒューズ	SSS ₁	双方向2端子サイリスタ
62 F	ろ材巻取周期タイマー	LS ₁	本体安全スイッチ	IM	ろ材巻取モータ
62 FX	同上用補助リレー	LS ₂	制御盤安全スイッチ		
62 FY	ろ材巻取長さ調整タイマー	T	高圧トランス		

図 3.5 FD-B 形フィルタ接続
Sequence diagram of model FD-B.

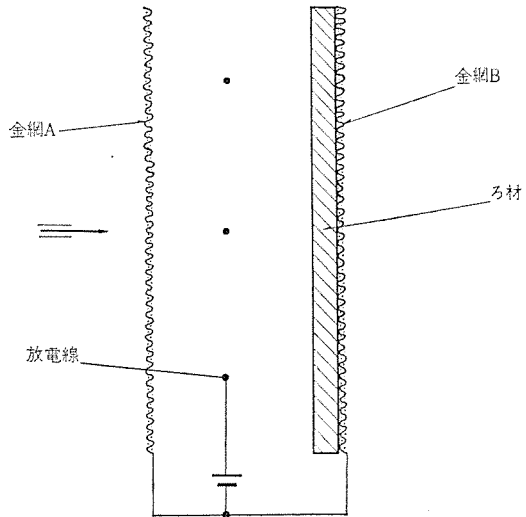


図 3.6 フィルタ構成
Filter construction.

- ϵ : じんあいの誘電率
- N_0 : イオン濃度
- t : 荷電時間
- e : 素電荷

またコロナ放電により発生した正イオンはろ材表面に堆積し、ろ材内に電界 E_0 を形成する。ろ材繊維を半径 r の誘電体棒と考えると、繊維の中心より距離 R 、電界 E_0 との角度 θ の点の電界強度 E は次のようになる⁽⁴⁾。

$$E = -E_0 \cos \theta \left(1 + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 1} \frac{R^2}{r^2} \right) \quad \dots \dots \dots (3.4)$$

ここに ϵ : 繊維の誘電率
式 (3.3), 式 (3.4) より求められる静電力がじんあいに作用し、

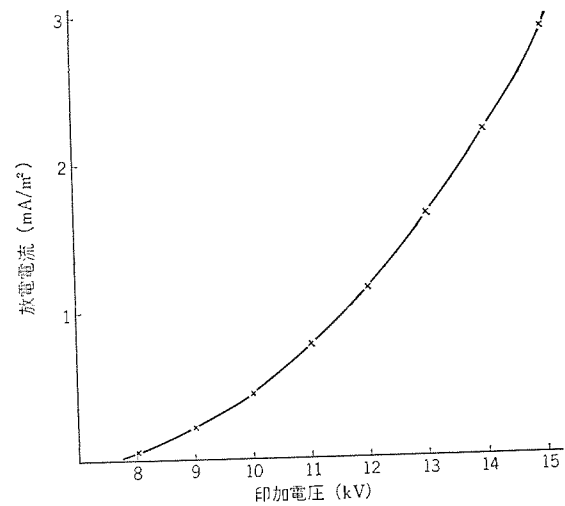


図 3.7 コロナ放電特性
Characteristic of corona discharge.

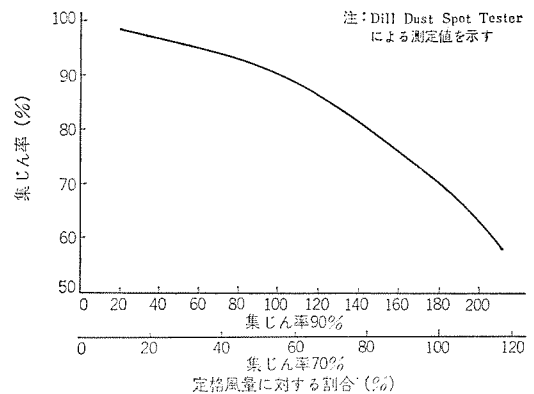


図 3.8 風量-集じん率特性
Dust collection efficiency vs. air capacity.

その方向は繊維に向う方向となる。

図 3. 8 に FD-B 形フィルタの集じん性能を示す。

3. 5 用 途

三菱 FD-B 形静電誘電体フィルタの代表的な用途について記す。

3. 5. 1 一般ビルの換気用

大気は微小なじんあいと有害ガスで汚染されており、この度合は都市ほど大であり、環境衛生的にも換気に高性能空気清浄器を必要とする。

3. 5. 2 百貨店・名店街などの換気用

不特定多数の人間が出入する関係上導入空気だけでなく、循環空気の浄化も重要となる。これは環境衛生上だけでなく商品の品質維持のためにも必要とするものである。

3. 5. 3 精密機械室の換気用

最近、高精度機械装置の製造および利用がふえ、これらの品質安定上、また性能維持に温湿度とともに清浄度の高いふんい気が必要とする。また IC 関係や放射性物質を取り扱うところでは絶対フィルタを必要とするが、このプレフィルタとして利用できる。

3. 5. 4 食品関係工場

食品の製造過程における浮遊細菌およびじんあいの混入は食品衛生上大きな問題となり、かなりきびしい規制を受けている。

3. 5. 5 医療関係

病院・診療所など医療関係にも多く利用され、特殊な用途としてモルモット飼育室の換気などにも使われている。

4. 将来の空気清浄器

空気調和における空気清浄器は、ユニット形フィルタにその端を発し、その目的は環境衛生上の理由より、空気調和機にじんあいが付着し熱交換能力が低下するのを防ぐのが主であったと思われる。その後、ろ材を自動的に巻き取るロールフィルタが生産され、換気用空気清浄器として徐々に需要が増加し、37年前後にその全盛期を迎えた。また一方電気集じん器は高集じん性能を武器として、繊維関係工場・各種製造工場および百貨店や一般ビルの換気用として伸び、現在にいたっている。さらに数年前より電気集じん器なみの高集じん性能をもち、しかもロールフィルタなみに保守の簡易な当社 FD-B 形静電誘電体フィルタと、他数社の生産する乾式電気集じん器が現われた。

ここでは現在当社が生産している機種種の将来の姿と、将来開発されるであろう空気清浄器について述べる。

4. 1 現機種種の将来像

4. 1. 1 クリネヤ

クリネヤは空気清浄器で最もすぐれた集じん性能をもつが、最大の欠点は1週間～10日間に1度の洗浄操作を必要とする点にあり、将

来これは換気用空気清浄器として大きなマイナスになると思われる、今後5年間程度は現在と大きく変わらないが、徐々に高集じん性能を必要とする特殊な分野の利用に限定されるようになると思われる。

4. 1. 2 FZ-B 形フィルタ・FV 形フィルタ

FZ-B 形じぐじぐフィルタやFV 形ロールフィルタは、現在まだ換気浄化用として一部利用されているが、今後ますます大気が汚染され、フィルタでは集じん性能的に不足するため、現在のものより簡素化したものを高性能空気清浄器のプレフィルタとしてその需要を伸ばすと思われる。また反面、重機械工場などの換気用としての需要が大きく伸びるものと思われる。

4. 1. 3 FD-B 形静電誘電体フィルタ

FD-B 形静電誘電体フィルタは新しい集じん方式を採用したため、高集じん性能と保守の簡易化を同時に実現できたものであり、空気清浄器の大きな飛躍と思われる。

これは今後、性能の向上や部分的な改良を加えつつ、空気清浄器全体の需要の増加と合わせて、現在の電気集じん器やロールフィルタの分野にまで進出し大きく伸びるものと思われる。

4. 2 10 年後の空気清浄器

環境衛生的に問題となるじんあい径は、0. 数ミクロン～数ミクロンの大きさであることより、集じん性能的には現在の高性能空気清浄器である電気集じん器と比較して、大きな変化はないと思われるが、据え付け・保守管理・取り扱いが大きく簡略化されるものと思われる。またこれに伴い空気清浄器の信頼性も大きく向上するものと思われる。

さらに空気清浄器は単にじんあいを捕集するだけにとどまらず、有害ガス・浮遊細菌や臭気も同時に処理するものと思われる。

5. む す び

以上、現在当社が生産しているクリネヤ、ろ過集じん器と三菱 FD-B 形静電誘電体フィルタについての紹介を行なうとともに、将来の空気清浄器の姿について述べた。

空気清浄器は産業の発展に伴いその必要性は増してくるものであり、高集じん性能であるとともに保守の簡易な三菱 FD-B 形静電誘電体フィルタが衛生的な環境浄化に貢献できることを期待している。

参 考 文 献

- (1) 田畑，森，酒井，平山：三菱電機技報，41，No. 9 (昭42)
- (2) 電気学会放電専門委員会：放電ハンドブック (昭40)
- (3) H. White：AIEE，70，(1959)
- (4) R. D. Rivers：ASHRAE Journal，4，37 (1962)

大形パッケージエアコン (PF シリーズ)

八 尋 裕 一*

Packaged Air Conditioners (Series PF)

Nagasaki Works YUICHI YAHIRO

A era of lofty buildings has opened even in the architectural world of Japan. This has brought about changes in the air conditioning system. The conventional central sytem is now being replaced by an each-floor system in many cases.

Another trend in this engineering is to select an installation space of the apparatus on the intermediate or the top storey of the building. On the other hand a good number of modern buildings have a relatively low ceiling height and light structure.

All these new styles of architecture taken into consideration, small sized, lightweight yet powerful air conditioners are now in demand. A new series of packaged air conditioners have been developed as those covered by a series PF.

1. ま え が き

空調は現代生活に必要な条件となり、一般ビル、劇場、デパート、スーパーマーケット、娯楽施設、レストラン、商店、ホテル、旅館、銀行、各種工場等々その範囲は非常な広域にわたっている。

ダクト専用の大形パッケージエアコンについても同様であり、その成長にはめざましいものがあるがこれに対する新しい要求が生じてきた。

日本の建築界も高層ビル時代にはいり、それに伴って従来のセントラル方式とならんで各階ユニット方式も数多く採用されるようになってきた。またエアコンの据付場所を中間階あるいは最上階に求める傾向が多くなっているが、階高が低く、軽構造でしかもエアコン専用のスペースをあまり大きくとれない建物が多いため、小形・軽量の

ユニットが要求される。また搬入・据付工事、運転操作、保守点検に要する人手不足からできるだけ省力化を図ったユニットで手間のかかるものも要求される。

さらに空調の用途が広域にわたっているが、その客先仕様をすぐ満足させる多種仕様のユニットを準備していなければならない。これらの新しい時代の要求に即応するために発売された大形パッケージエアコンの新シリーズを説明する。

2. 機 種

大形パッケージエアコン PF シリーズの機種一覧を表 2. 1 に示す。また外観を図 2. 1 に示す。

表 2. 1 大形パッケージエアコン機種一覧

List of large packaged air conditioners.

圧縮機容量 (kW)		15	18	22	30	37	44	60	74	90
機 種	標準仕様	水冷式 パッケージエアコン PF-20XD	PF-25XD	PF-30XD	PF-40XD	PF-50XD	PF-60XD	PF-80XD	PF-100XD	PF-120XD
	ヒートポンプ式 パッケージエアコン	PFH-20XD		PFH-30XD	PFH-40XD					
特 殊 仕 様	オールフレッシュ形	PF-20F	PF-25F	PF-30F	PF-40F	PF-50F	PF-60F	PF-80F	PF-100F	PF-120F
	小風量形	PF-20G	PF-25G	PF-30G	PF-40G	PF-50G	PF-60G	PF-80G	PF-100G	PF-120G
	小風量・高風圧形	PF-20H	PF-25H	PF-30H	PF-40H	PF-50H	PF-60H	PF-80H	PF-100H	PF-120H
	大風量形	PF-20J	PF-25J	PF-30J	PF-40J	PF-50J	PF-60J	PF-80J	PF-100J	PF-120J
	海水コンデンサ付	PF-20K	PF-25K	PF-30K	PF-40K	PF-50K	PF-60K	PF-80K	PF-100K	PF-120K
	低温倉庫用	PF-20L		PF-30L						
	屋外形	PF-20N	PF-25N	PF-30N	PF-40N	PF-50N	PF-60N	PF-80N	PF-100N	PF-120N
	遠方操作形	PF-20T	PF-25T	PF-30T	PF-40T	PF-50T	PF-60T	PF-80T	PF-100T	PF-120T
	異電圧用	PF-20V	PF-25V	PF-30V	PF-40V	PF-50V	PF-60V	PF-80V	PF-100V	PF-120V

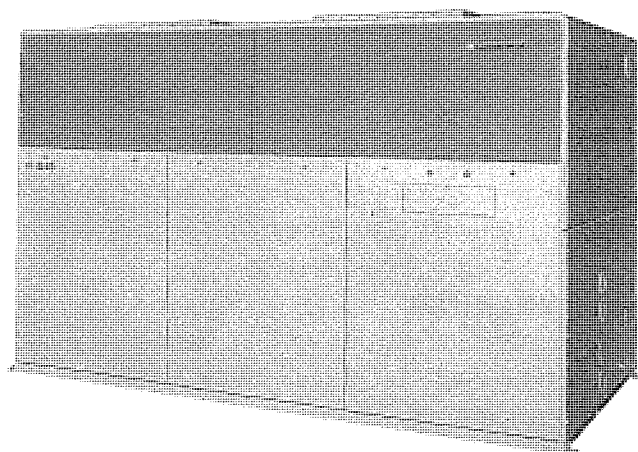


図 2.1 PF-80XD パッケージエアコン
Packaged air conditioner model PF-80 XD.

3. 特 長

標準仕様大形 パッケージ エアコン 新 シリーズ は、水冷式 パッケージ エアコン 9 機種、ヒートポンプ式 エアコン 3 機種、合計 12 機種があり 20 RT から 120 RT まで切れ目のないシリーズとなっており、また数多くの特殊仕様のユニットを用意していることから要求仕様・能力に応じたユニットをすぐ選べるわけであるが、その特長をあげてみると

- ◎ 小形・軽量
- ◎ 抜群の性能・能力
- ◎ 容易な保守・点検
- ◎ 簡単な運転操作
- ◎ 簡略な据付工事
- ◎ 豊富な特殊専用機

以下この特長を簡単に説明する。

3.1 小形・軽量

ユニットの搬入・据付に際しての建物からの要求にこたえて、サービスに必要なスペースを残して余裕寸法やむだなスペースを極力なくし、むりなくコンパクトにパッケージ化したことにより、従来機（当社）と比較してユニット高さは平均 85%，据付面積は平均 75% になった。特に 20 RT から 80 RT までのユニットについては高さがわずか 185 cm の低さになった。（風吹出し口フランジは含まず。）したがって天井の低い建物でも楽に据付が可能であり、数台並置する場合には見ばえはきわめてよくなる。

また重量については、わく構造の変更、各機器の軽量化によって従来機（当社）と比較して平均 85% の軽さとなった。

3.2 性能・能力

3.2.1 冷房能力

冷房装置の心臓部はやはり圧縮機である。冷房能力の大小は圧縮機のよしあしにかかっている。PF 形 パッケージ エアコン には空調専用機として定評・実績のある MX 形 半密閉圧縮機を組込んである。この MX 形 圧縮機と広い伝熱面積をもつプレートフィン 形 空気冷却器、およびローフィンチューブを使用したシェルアンドチューブ式凝縮器との組み合わせにより強力に冷房・除湿を行ない湿度の高い日本の夏を快適に空調する。

冷房特性、圧縮機特性、凝縮器特性の一例を図 3.1 に示す。

3.2.2 送風機性能

送風機としては、従来から使用されている三菱 KA 形 シロッコファン

大形 パッケージエアコン・八尋

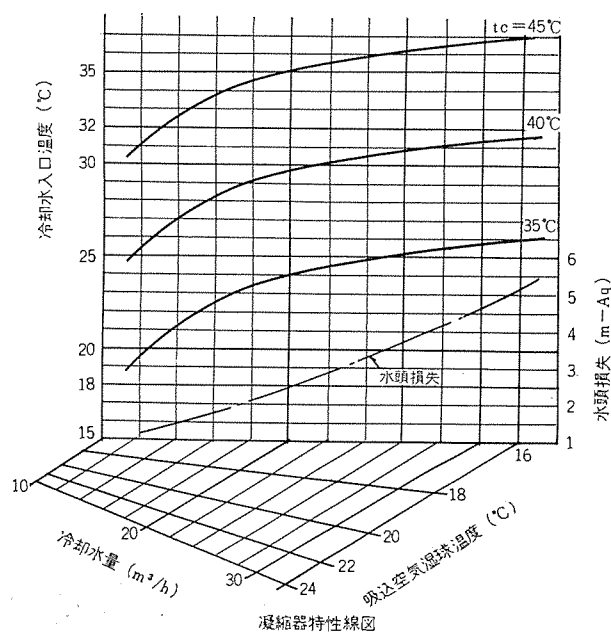
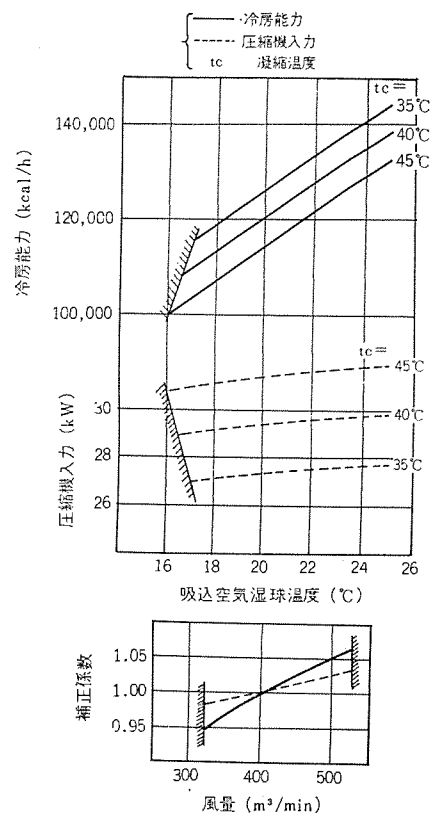


図 3.1 冷房能力線図 (60 Hz 風量 400 m³/min) PF-40 XD
Cooling capacity diagram.

を組込んであるが、低騒音、幅広い風量範囲、高い静風圧、小さな動力等の特長をもっている。風量は 10 m³/min/RT を標準としているが、これの±20%の幅の中で楽に風量を変化させ使用できる。また機外有効静圧も（風量によって異なるが）60 mmAq くらいまで高めることもできる。

図 3.2 に送風機性能線図の一例を示す。

3.3 容易な保守・点検

保守・点検の容易さを設計目標として製作したが、ユニットをコンパクトにしたためサービススペースがなくなり、作業が不便ということはいま

○送風機 2台組込
○許容最大回転数 1,100rpm
●印は標準使用点

例 風量 $440\text{m}^3/\text{min}$ のとき
機外静圧 40mmAq
解 機内抵抗 28.5mmAq (1列ヒータ付き)
よって 全静圧 $40+28.5=68.5$
したがって 回転数 935rpm
送風機電動機 11kW

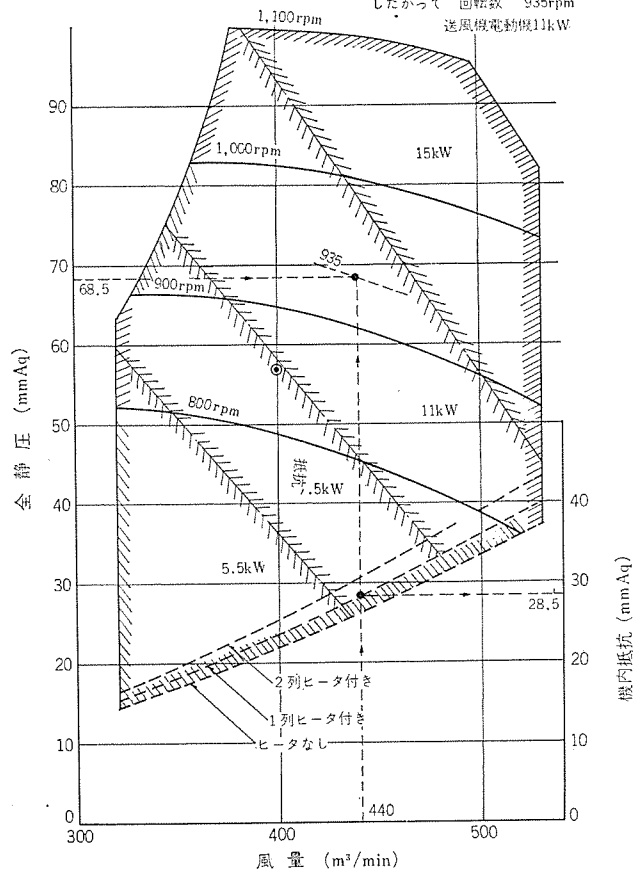


図 3.2 送風機性能線図 (PF-40 XD)
Performance diagram of fan.

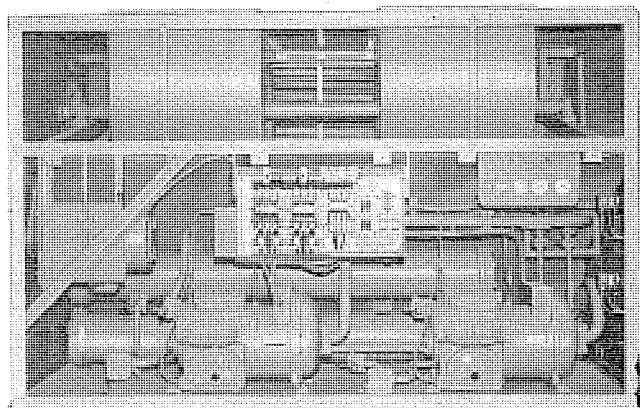


図 3.3 PF-80 XD 内部構造
PF-80 XD interior construction.

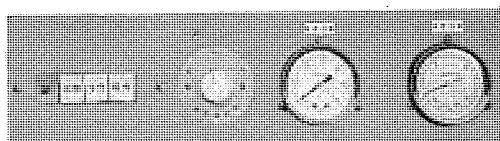


図 3.4 計器板
Instrument panel.

出口止弁、吐出弁、高低圧開閉器、圧縮機、送風機などすべてユニット正面からサービスできる正面サービス方式である。図 3.3 に内部構造を示す。

3.4 簡単な運転操作

運転操作は計器板のピアノ式押しボタンスイッチの操作のみで、ルームクーラーなみの手軽さで運転できる。標準として温度調節器を内蔵しているので自動的に容量制御、発停をおこなうので、あとは無人運転が可能である。図 3.4 に計器板を示す。

3.5 簡略な据付工事

ユニットが非常に小形・軽量になったこと、保護装置も万全であり「ユニット形」の定義に合致したエアコンであること、冷媒および冷凍機油はすでに工場にてチャージ済みであること、圧縮機・送風機のバランス修正は完全に実施されていること、などから現地での据付工事は、水配管・ダクト配管・電源を接続するだけですぐに冷房を開始できる。

3.6 豊富な特殊専用機

先に表 2.1 に示したように充実したシリーズを持っているが、あらゆる空調にマッチする次のような特殊専用機を用意している。

(1) オールフレッシュ形 パッケージ

新鮮な外気のみを吸込み冷房するので、病院の手術室、食品工場、各種研究所、室内の空気がよごれやすく再循環させるのが好ましくない場所に最適である。20 RT から 120 RT まで 9 機種ある。

(2) 小風量形 パッケージ

潜熱負荷の大きな場所の冷房、新鮮な空気の割合を多くして冷房したいなどの要求に応じて開発されたパッケージで、 $8\text{m}^3/\text{min}/\text{RT}$ の風量を標準としている。20 RT から 120 RT まで 9 の機種ある。

(3) 小風量・高風圧形 パッケージ

小風量形パッケージに高風圧送風機を組込み、機外有効静圧は 110mmAq を標準としている。高速ダクト用、特殊フィルタ装備用など高風圧を要求される場合に最適である。

(4) 大風量形 パッケージ

生産性の向上、製品の品質安定、労働条件の向上などに、工場冷房が最近多く実施されるようになってきたが、工場冷房用として開発されたユニットで 20 RT から 120 RT まで 9 機種ある。

(5) 低温倉庫用 パッケージ

米、野菜、茶などの長期保存には低温貯蔵が最適とされている。食物の病虫害、かび、腐敗などがなく、いつまでも新鮮さを保てる。低温 20 RT と低温 30 RT の 2 機種を用意している。

(6) 屋外形 パッケージ

防水・防せい(錆)処置を施し、屋外設置を可能としている。(20 RT から 120 RT まで 9 機種)

(7) 異電圧用 パッケージ

最近のビル、工場、パワープラントなどでは受電設備費低減、電力費節約のため 400V 配電とするところが多くなっているが、圧縮機用モータ、送風機用モータを異電圧用に変更して各種電圧に応じられるようにしている。

(8) 海水コンデンサ付き パッケージ

最近冷却水の不足により、塩分の多い井水や海水を冷却水として利用するケースが増えてきたが、これらの冷却水には腐食成分が含まれていて、それがコンデンサの寿命をいちじるしく短くする。この点を考慮して耐海水用のすぐれた海水用コンデンサ付きのパッケージを用意している。

(9) 遠方操作形 パッケージ

数台の冷房装置、クーリングタワー、冷却水ポンプその他の機器を一個所の中央制御盤にまとめて空調する場合には、この遠方操作形パッケージの採用により、大いに手間を省き便利である。ピアノ式押しボタンによる場合 (No. 1 方式) と自動復帰形押しボタンによる場合 (No. 2方式) の2とおりを用意している。(外部接続用端子付き) 以上のほかに標準仕様として次のような部品を用意している。

(a) 暖房器

温水暖房器、蒸気暖房器あるいは電気暖房器の組み込みも可能で

ある。

(b) 給湿器

冬期の乾燥防止や湿度調整に水スプレー、蒸気スプレーあるいはバーパンが利用できる。

(c) スターデルタ 起動器

起動電流を小さくしたい場合には、スターデルタ 起動方式に変更できる。(ただし 100 RT, 120 RT のユニットは除く)

(d) 断水開閉器、進相コンデンサ

表 4.1 P F 形 標準仕様
Standard specification of model PF.

形 名			項 目	単 位	PF-20 XD	PF-25 XD	PF-30 XD	PF-40 XD	PF-50 XD	PF-60 XD	PF-80 XD	PF-100 XD	PF-120 XD
外形寸法	電 源				3 相 220/200 V 60/50 Hz				3 相 220/200 V 60/50 Hz				
	高 さ	(mm)		1,895	1,895	1,895	1,895	1,895	1,895	1,895	2,595	2,795	
	幅	(mm)		1,450	1,450	1,790	1,990	2,630	2,780	2,980	3,670	4,200	
	奥 行	(mm)		1,140	1,140	1,140	1,270	1,440	1,560	1,710	1,710	1,920	
	分割可能寸法	(mm)		—	—	—	—	—	—	—	700+1,895	700+2,095	
塗 装 色				マンセル N7, マンセル 5PB 4/4 のツートンカラー				マンセル N7, マンセル 5PB 4/4 のツートンカラー					
性能	冷 房 能 力		(kcal/h)	60,000/55,000	75,000/68,500	90,000/82,500	120,000/110,000	150,000/137,500	180,000/165,000	240,000/220,000	300,000/275,000	360,000/330,000	
	全 入 力		(kW)	21.7/20.6	27.3/26.5	31.6/30.2	42.6/40.8	55.2/52.3	62.5/59.8	84.3/80.7	102.7/97.3	125.8/117.8	
	除 湿 量		(l/h)	32/29	40/36	48/43	64/58	80/72	96/87	128/115	160/144	192/174	
圧縮機	形式×台数		(台)	半 密 閉 × 1				半 密 閉 × 2			半 密 閉 × 3		
	起動方式			直 入 起 動				直 入 起 動					
	回転数		(rpm)	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450	
	電動機容量		(kW)	15/14	18/17	22/20.5	30/28	15+22/14+20.5	22×2/20.5×2	30×2/28×2	22×2+30/20.5×2+28	30×3/28×3	
凝縮器	形式×台数		(台)	シェルアンドチューブ式×1				シェルアンドチューブ式×2			シェルアンドチューブ式×3		
	パ ス 数			4	4	4	4	4	4	4	4	4	
器冷却	形 式			プレートフィン式				プレートフィン式					
送風機	形式×台数		(台)	シロッコファン×2				シロッコファン×2			シロッコファン×3		
	風 量		(m³/min)	200	250	300	400	500	600	800	900	1,080	
	機外静風圧		(mmAq)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
	電動機容量		(kW)	3.7	5.5	5.5	7.5	11	11	15	18.5	22	
冷媒	種 類			R — 22				R — 22					
	制 御 器			温度式自動膨張弁				温度式自動膨張弁					
冷凍機油				ス ニ ソ 4 G				ス ニ ソ 4 G					
エアフィルタ				サランハニカム織				サランハニカム織					
温度調節器				付				付					
冷却水	水 量	32℃	(m³/h)	14/11.2	17.5/14	21/16.8	30/24	35/28	42/33.6	60/48	72/57.6	90/72	
		18℃	(m³/h)	7.2/5.8	9.0/7.2	10.8/8.7	14.4/11.5	18/14.5	21.6/17.4	28.8/23	36/28.9	43.2/34.5	
	水頭損失	32℃	(mAq)	1.5/1.1	2.2/1.5	3.1/2.2	4.7/3.2	7.6/5.3	7.6/5.2	8.6/5.9	7.9/5.5	8.5/5.9	
		18℃	(mAq)	0.6/0.4	0.8/0.6	1.0/0.9	1.5/1.2	2.9/2.2	2.7/2.1	2.6/1.8	2.9/2.0	2.9/2.0	
配管寸法	冷却水入口			2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B×2	2 1/2 B×2	2 1/2 B×2	2 1/2 B×3	2 1/2 B×3	
	冷却水出口			2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B	2 1/2 B×2	2×B×2	2 1/2 B×2	2 1/2 B×3	2 1/2 B×3	
	送風機室ドレン管			1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B×2	1 B×2	
	機械室ドレン管			1/2 B	1/2 B	1/2 B	1/2 B	1/2 B	1/2 B	1/2 B	3/4 B	3/4 B	
保護装置	高低圧開閉器	高圧側		20 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰				20 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰					
		低圧側		3.2 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰				3.2 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰					
	溶 せ ん			75℃ 溶解, 7.2φ 口径				75℃ 溶解, 7.2φ 口径					
	過電流継電器	圧縮機		125% カットアウト				125% カットアウト					
		送風機		125% カットアウト				125% カットアウト					
	製品重量		(kg)	1,150	1,250	1,400	1,600	2,300	2,700	3,100	4,430	5,000	
運転重量		(kg)	1,190	1,295	1,460	1,675	2,400	2,820	3,250	4,620	5,220		
取 付 可 能 機 器				蒸気加熱器 温水加熱器 電熱器 加湿器 入-Δ 起動器 進相コンデンサ 断水開閉器				蒸気加熱器 温水加熱器 電熱器 加湿器 入-Δ 起動器 進相コンデンサ 断水開閉器				蒸気加熱器 温水加熱器 電熱器 加湿器 進相コンデンサ 断水開閉器	

表 4.2 PFH 形 標準仕様
Standard specification of model PFH.

形 名		単 位	PFH-20 XD	PFH-30 XD	PFH-40 XD
外 形 寸 法	電 源		3 相 220/200 V 60/50 Hz		
	高 さ	(mm)	1,895	1,895	1,895
	幅	(mm)	1,450	1,790	1,990
	奥 行	(mm)	1,140	1,140	1,270
	分 割 可 能 寸 法	(mm)	—	—	—
塗 装 色			マンセル N7, マンセル 5PB 4/4 のツートンカラー		
性 能	冷 房 能 力	(kcal/h)	60,000/55,000	90,000/82,500	120,000/110,000
	暖 房 能 力	(kcal/h)	63,000/56,700	94,000/85,000	126,000/113,000
	全 入 力 (冷房時)	(kW)	21.7/20.6	31.6/30.2	42.6/40.8
	全 入 力 (暖房時)	(kW)	23.8/22.6	34.7/33.2	46.8/44.8
	除 湿 量 (冷房時)	(l/h)	32/29	48/36	64/58
圧 縮 機	形 式 × 台 数	(台)	半 密 閉 × 1		
	起 動 方 式		直 入 起 動		
	回 転 数	(rpm)	1,750/1,450	1,750/1,450	1,750/1,450
	電 動 機 容 量	(kW)	15/14	22/20.5	30/28
凝 縮 器	形 式 × 台 数	(台)	シェルアンドチューブ式×1		
	バ ス 数		1	1	1
	形 式		プレートフィン式		
送 風 機	形 式 × 台 数	(台)	シロッコファン×2		
	風 量	(m³/min)	200	300	400
	機 外 静 風 圧	(mmAq)	35	35	35
	電 動 機 容 量	(kW)	3.7	5.5	7.5
冷 媒	種 類		R — 22		
	制 御 器		温度式自動膨張弁		
冷 凍 機 油			ス ニ ソ 4 G		
エ ア フ ィ ル タ			サランハニカム機		
温 度 調 節 器			付		
水	冷 水 量 (冷) 18°C	(m³/h)	8.5/7.5	14.5/13.2	19.5/17.5
	(暖) 15.5°C	(m³/h)	8.5/7.5	14.5/13.2	19.5/17.5
	水 頭 損 失 (冷)	(mAq)	0.8/0.7	1.8/1.6	1.3/1.0
	(暖)	(mAq)	0.8/0.7	1.8/1.6	1.3/1.0
	配 管 寸 法				
保 護 装 置	冷 水 入 口		2 B	2 1/2 B	3 B
	出 口		2 B	2 1/2 B	3 B
	送 風 機 室 ドレ ン 管		1 B	1 B	1 B
	機 械 室 ドレ ン 管		1/2 B	1/2 B	1/2 B
	高 低 圧 開 閉 器		22 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰		
	高 圧 側		3.2 kg/cm²G カットアウト, 手動復帰		
	低 圧 側		75°C 溶解, 22 φ 口径		
	溶 栓		3°C カットアウト, 手動復帰		
	凍 結 防 止 開 閉 器		125 % カットアウト		
	過 電 流 継 電 器		125 % カットアウト		
製 品 重 量		(kg)	1,400	1,650	1,850
運 転 重 量		(kg)	1,520	1,800	2,030
取 付 可 能 機 器			加湿器 入-Δ 起動器 進相コンデンサー補助加熱器 断水開閉器		

4. 仕 様

水冷式パッケージエアコンの標準仕様を表 4.1 に、ヒートポンプ式パッケージエアコンの標準仕様を表 4.2 に示す。

5. 構 造

5.1 圧縮機

改良に改良を重ねて完成された空調機専用の半密閉冷媒圧縮機である。4, 6, 8 気筒の 3 機種があり、ユニットの大きさに合わせて 1 台, 2 台, 3 台と組み合わせて使用されている。能力のコントロールは内蔵の温度調節器により次のように容量制御する。

20~40 RT のユニット

圧縮機に内蔵の容量制御装置による

50~80 RT のユニット

2 台の圧縮機を 1 台ずつ停止・起動する

100, 120 RT のユニット

3 台の圧縮機を 1 台ずつ停止・起動する

また クランクケース 底部には クランクケースヒータ がそう入され、間接加熱方式により油を加熱し、運転停止中における油への冷媒の溶け込みを防止している。

5.2 凝縮器

凝縮器は銅の ローフィンチューブ を用いた横形 シェルアンドチューブ 式である。設計に際して スケールファクタ は十分大きくとってあるので、スケールが多少付着してもユニットは十分な能力を発揮する。

5.3 送風機

特長の項で述べたので省略する。

5.4 空気冷却器

アルミフィンと銅パイプで構成される プレートフィン 形の空気冷却器である。ユニットの容量に従ってその大きさは変化するが冷却器の段数は一定として、つまり冷却器の縦寸法を一定として横方向の長さを変える方式を採用したことにより同一フィンを使用できるし、またユニット高さを同一寸法にすることができた。

5.5 制御箱

主電源の接続、ポンプインタロック配線、結線チェック、部品の点検・交換等の サービス が容易なようにしてあるが、20 RT~40 RT のユニットでは機械室の左側下部にあり右向きに開口してあり、50 RT~120 RT のユニットでは機械室の前面に制御箱があり、いずれも正面からサービスできるようになっている。なお電気結線図はそれぞれの機械の仕様に応じたものをパネルの内側に張付けてあり、サービスの際の便宜を計っている。

5.6 スライドベース

送風機用 V ベルトの交換、張りの調整には送風機用モータのスライドが必要であるが、PF 形の全機種を通じてスライドベースの機構を手軽に操作できるように変更した。V ベルトの張り具合を調節するに際しては、スライドベース止めねじを緩め、1 個のスライドナットを回すだけでユニット正面から簡単にスライドできる。

5.7 断熱材

ユニットの風通路にあたるパネルおよび仕切板には断熱材を張り付け、熱損失の防止、パネル表面への露付防止を計っている。なおこの断熱材は建築基準法施行令の規定する難燃材料に相当する品物である。(日本建築総合試験所における建設省告示 3415 号に規定する試験結果による) またこの断熱材を張ることにより防音、吸音の効果もあらわれている。

6. 電 気 特 性

6.1 主電源

表 6.1 電 線 サイズ Size of electric wire.

	圧縮機用電動機 kW	送風機用電動機 kW	電 線 サイズ mm ²	備 考
PF- 20 XD	15	3.7	22	制御箱のコン タクターに直 接接続する
PF- 25 XD	18	5.5	38	
PF- 30 XD	22	5.5	38	
PF- 40 XD	30	7.5	60	
PF- 50 XD	37	11	100	制御箱の端子 箱に接続する
PF- 60 XD	44	11	100	
PF- 80 XD	60	15	150	
PF-100 XD	74	18.5	200	
PF-120 XD	90	22	250	

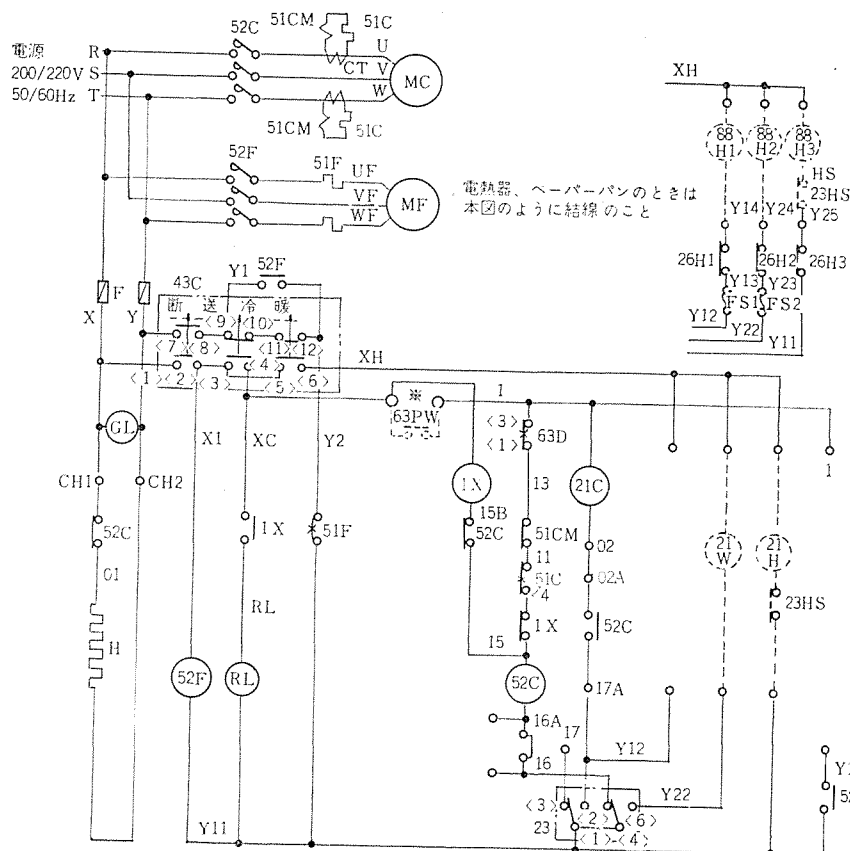
注意 本表は 600 V ゴム絶縁電線 (JISC 3304) を使用した場合を示す。(周囲温度 30°C で電線管に納めない状態)

表 6.2 定格電流および起動電流
Rated current and starting current.

形 名	電 源	ユ ニ ッ ト		圧 縮 機 用 電 動 機			送 風 機 用 電 動 機		
		In (A)	I _{max} (A)	L (kW)	In (A)	Is (A)	L (kW)	In (A)	Is (A)
PF- 20 XD	220 V, 60 Hz	65.6	237	15	53	229	3.7	12.6	80
	200 V, 50 Hz	71.2	250	14	57	241		14.2	83
PF- 25 XD	220 V, 60 Hz	81	296	18	63	284	5.5	19	114
	200 V, 50 Hz	90	324	17	69	311		21	119
PF- 30 XD	220 V, 60 Hz	95	388	22	76	376	5.5	19	114
	200 V, 50 Hz	102	408	20.5	81	395		21	119
PF- 40 XD	220 V, 60 Hz	126	500	30	101	484	7.5	25	155
	200 V, 50 Hz	138.5	534	28	110	516		28.5	165
PF- 50 XD	220 V, 60 Hz	166	441	15+22	—	—	11	37	179
	200 V, 50 Hz	180	465	14+20.5	—	—		42	188
PF- 60 XD	220 V, 60 Hz	189	459	22×2	—	—	11	37	179
	200 V, 50 Hz	204	483	20.5×2	—	—		42	188
PF- 80 XD	220 V, 60 Hz	252	593	30×2	—	—	15	50	254
	200 V, 50 Hz	276	636	28×2	—	—		56	267
PF-100 XD	220 V, 60 Hz	314	642	22×2+30	—	—	18.5	61	340
	200 V, 50 Hz	340	687	20.5×2+28	—	—		68	356
PF-120 XD	220 V, 60 Hz	376	694	30×3	—	—	22	73	415
	200 V, 50 Hz	413	748	28×3	—	—		83	439

注)

1. 略号
 - I_n : 定格電流
 - I_{max} : 起動時最大電流
 - I_s : 起動電流
 - L : 電動機容量
2. 人-Δ 起動方式の場合の圧縮機用電動機の起動電流は上記の約 1/3。
3. PF-50~120 XD の圧縮機用電動機は順次起動。
4. 圧縮機および送風機用電動機の欄は参考例。
PF-50~120 XD の圧縮機単体の特性については PF-20~40 XD を参照。
5. この特性は標準のユニットについてのものである。



記号説明

記 号	名 称
MC	圧縮機用電動機
MF	送風機用電動機
CT	変流器
52 C	電磁接触器 (圧縮機)
52 F	電磁接触器 (送風機)
51 CM	過電流継電器 (圧縮機)
51 C	熱動過電流継電器 (圧縮機)
51 F	熱動過電流継電器 (送風機)
1 X	補助継電器
63 D	圧力開閉器 (高低圧)
63 PW	圧力開閉器 (冷却水圧)
23	温度調節器 (自動発停・容量制御)
21 C	電磁弁 (容量制御)
21 W	電磁弁 (暖房)
21 H	電磁弁 (加湿制御)
23 HS	温度調節器
GL	表示灯 (電源・緑)
RL	表示灯 (異常・赤)
H	電熱器 (クランクケース)
43C	押しボタンスイッチ
88H1・2	電磁接触器 (電熱器)
88 H 3	電磁接触器 (ペーパーパン)
26 H1・2・3	温度開閉器 (過熱防止)
FS	温度ヒューズ
F	ヒューズ

図 6.1 PF-40 XD 電気系統図
PF-40 XD Electric system diagram.

1. 63PW (※印) はポンプインターロック、冷却水ポンプ運転用開閉器の a 接点はまた断水器開閉接点をかならず接続のこと。
2. 停止の場合は「断」ボタンにより停止させ主電源は「OFF」にしないこと。ただし主電源「OFF」にする場合クランクケースヒーターは必ず別電源にすること。
3. 保護スイッチ動作の場合「異常」ランプが点灯するが、その場合は「断」のスイッチによりセットすること。
4. 温度調節器「23」により自動的に下記の容量制御をする。
 - (a) PF-40 XD 100% ← 50% ← 0
 - (b) 「23」の動作は下記によりのとおりである。
 - 温度上昇により (4) — (5) 間接 さらに上昇により (1) — (3) 間接
 - 温度下降により (1) — (2) 間接 さらに下降により (4) — (6) 間接
5. 加熱器 (蒸気または温水) を取付ける場合は電磁弁を 21 W のように接続する。
6. 加湿器 (蒸気または水) を取付ける場合は温度調節器 23 HS を取付け電磁弁を 21 H のように接続する。
7. 押しボタンスイッチはピアノ式スイッチで「冷房」「暖房」は「送風」がはいらないと ON にならない。また「冷房」と「暖房」は同時に「ON」にはできない。復帰はすべて「断」による。
8. 破線部分は客先にて手配。

電源接続の電線サイズはユニットの圧縮機、送風機用電動機の容量、定格電流、電線の種類および配線方法によって決定される。表 6. 1 に標準仕様 220/200 V 電源のユニットの電線サイズを一つの目安として示す。(送風機用電動機の容量が大きくなった場合については、特に注意する必要がある)

6. 2 起動方式

全機種とも直入起動方式を標準としている。また圧縮機が2台以上組込まれているユニットでは直入起動方式ではあるが、圧縮機用電動機は順次起動するため起動電流は小さくなる。表 6. 2 に定格電流および起動電流を示す。

6. 3 電気系統

ボタンを押すだけであとは自動運転するように万全の保護装置、保護回路を組んであるが PF-40 XD の場合(直入起動)を例として図 6. 1 に示す。

7. 据 付

7. 1 据付スペース

PF パッケージのような大形の機械では一度据付けると、その位置を簡単には変更できないのが普通である。据付後の運転・取扱に便利に見える・設計時点で十分に検討を加えておく必要がある。特にサービススペースについては機械室の大きさを決定する際、ユニットの外形寸法に加えて考慮し、後々のサービスに不便のないようにする必要がある。特に問題としなければならないのは次のとおりである。

(1) 前面のサービススペース

圧縮機交換、制御箱点検、電源接続のため図 7. 1 の A 寸法を確保する。

(2) フィルタ抜き出しスペース

フィルタ目詰りによる風量減少を起こさないために、1 週間に 1 度はフィルタを抜き出し掃除する必要がある。そのためユニットの左右側面に図 7. 2 の B 寸法を確保する。(やむを得ない場合は左右のいずれかだけでもよい)

(3) 吹出しダクト立上り寸法

送風機の吹出しダクト部分はある程度の直線部を設けなければ、風量減少、騒音、振動等の弊害が現われる。一般に吹出し口の長辺の 1.5~2.5 倍の長さの直線部があればよいといわれている。図 7. 3 に示す C 寸法を確保するようダクト工事を施工してほしい。

(4) 後面風吸込口スペース

吸込ダクトなしで機械室を吸込チャンバーにしている場合には、ユニットの風吸込口を壁に近づけすぎると風通路面積が少なくなり風量減少をおこし、ユニットの運転に支障をきたすことになる。

図 7. 4 に吸込口スペースの最小限界値 D を示す。(この D 寸法は空気冷却器の清掃用としても必要)

(5) 水配管スペース

配管接続工事、凝縮器冷却管の清掃などに便利のように据付位置を決定する。また特に最近は大気汚染による冷却管腐蝕事故がふえているが、チューブ交換が可能なように左右のいずれかにチューブ抜き出しスペース E を取れるよう検討しておく必要がある。(図 7. 5)

7. 2 据付台

ユニットを機械室に据付ける際、水配管工事、保守などの点からできるだけ水平にした木台、またはコンクリート台を設けるのが普通であるが、木台の場合は図 7. 6 のように必ず補強を入れる。また、床へ振動が伝わるのを特に避けたい場合には防振パッドをユニットと

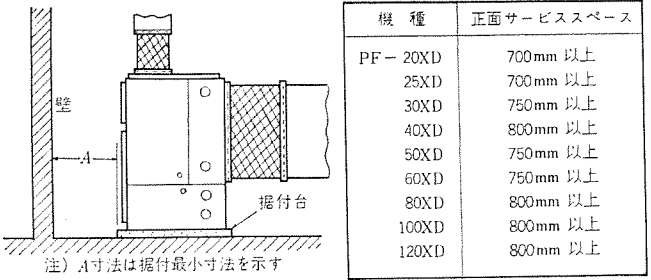


図 7. 1 前面サービススペース
Front service space.

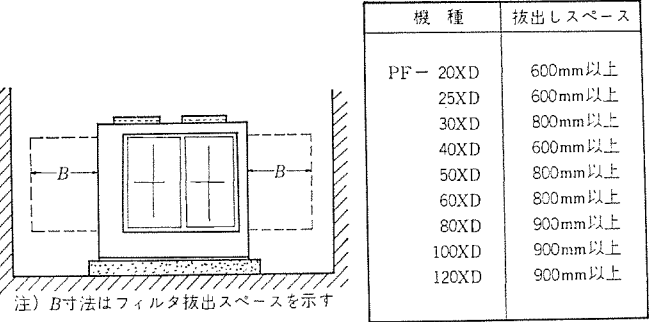


図 7. 2 フィルタ抜き出しスペース
Filter draw-out space.

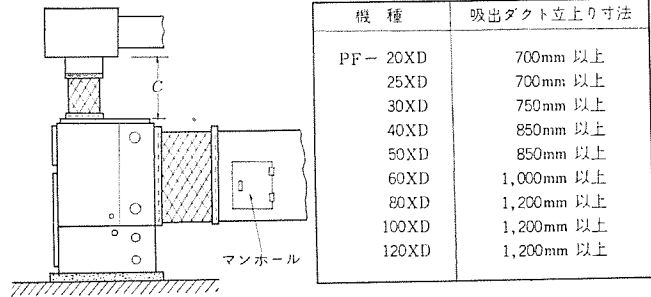


図 7. 3 吹出しダクト立上り寸法
Vertical dimensions of blow out duct.

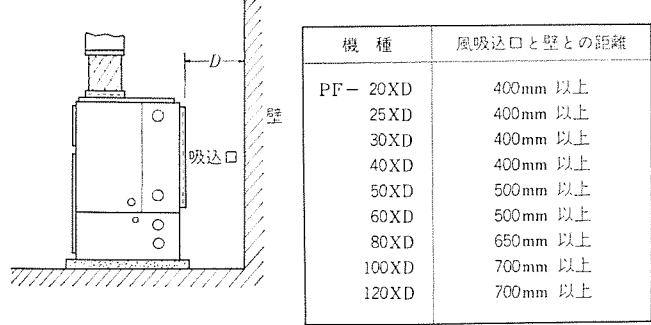


図 7. 4 後面風吸込みスペース
Rear air draw-in space.

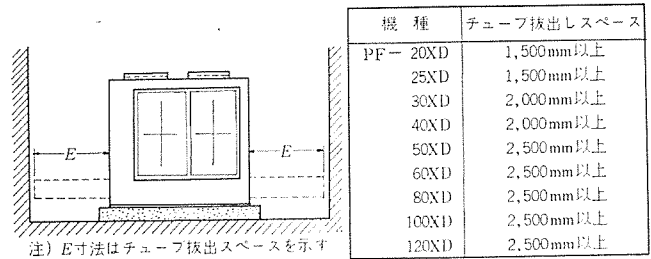


図 7. 5 チューブ抜き出しスペース
Tube draw-out space.

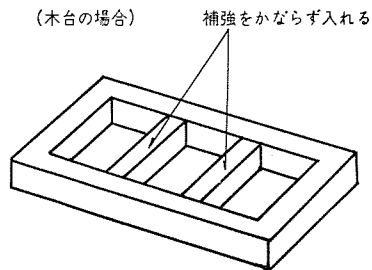


図 7.6 据付台
Installation base.

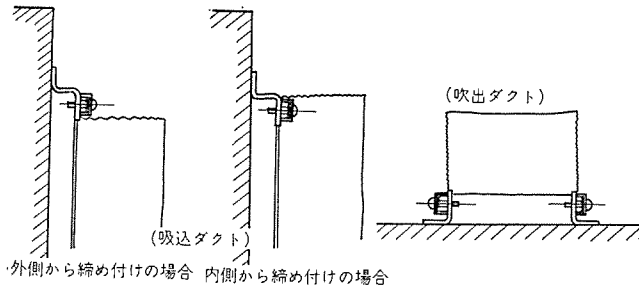


図 7.7 キャンバスダクトの接続方法
Connection to canvas duct.

据付台の間に敷くとよい。なお、ユニットを据付台に固定する場合は左右側面の下部の取付金を利用してボルト締めするとよい。

7.3 マンホール

空調機を数シーズン運転するとだんだん冷えが悪くなるという現象がよく見受けられるが、これは空気冷却器がよごれて伝熱効果が悪くなってきたためである。そこでシーズンオフに冷却器を洗浄するため、吸込みダクトがある場合は図 7.3 のように必ず「マンホール」を設けること。

7.4 キャンバスダクトの接続方法

吸込み・吹出しダクトの接続部分にはキャンバスダクトを使用し、ダクト寸法の逃げ、振動の外部への伝達防止を計るのが普通であるが、PF パッケージにはキャンバスダクト接続用の「フランジ」および「押え金」を付属しているので図 7.7 のように利用してほしい。

7.5 ポンプインタロック

冷却水ポンプが運転をはじめて、冷却水が流れなければ圧縮機が起動しないようにするため「ポンプインタロック」結線を必ず実施しなければならない。(冷凍保安規則による) 見積・計画時点で必ず考慮して欲しい。

7.6 水配管

水配管の際は下記事項に注意して欲しい。

- (a) 配管には適宜仕切弁をつけ、凝縮器だけ切離して水抜きができるようにする。
- (b) 凝縮器水出入口部分には温度計を取り付ける。
- (c) 凝縮器と配管のドレンができるよう設備しておく。
- (d) 配管には適宜つり具をつけて、接手にむりな荷重がかからないようにする。
- (e) 冷却水ポンプの振動、騒音がユニットに伝わり問題になるときはポンプの吸込、吐出配管の一部に可とう(撓)管を使用する。
- (f) ポンプの吸込配管には清掃可能なストレーナを設ける。

8. む す び

以上 PF 形 パッケージ エアコン の概略について述べた。これらは空調用として一つの市場を形成・確立しており、また容量的にも最大限度まできていると思われる、今後 パッケージ エアコン が新しく発展する方向として「低温化」が予想される。また、都会における水不足、大気汚染による凝縮器冷却管の腐食問題などから「空冷凝縮器」が大形のユニットについても採用されることも予想される。

水スクラバ方式による青果物のCA貯蔵

安生 三雄*・水野 久隆*

Carbon Dioxide Absorption System for Fruit and Vegetables Storage

Head Office Mitsuo ANJO・Hisataka MIZUNO

Mitsubishi has built for trial an absorption apparatus used for the so called CA storage, that is a method to change artificially the composition of atmospheric gas of storage used for preserving fruit and vegetable.

The absorption system of the CO₂ gas used in this country is of several kinds, but all of them are under a certain restriction because of the economical viewpoint of the cost. Though a method of using water for absorbing the gas is anticipated to prevail in future, there has been no example of practical application. To cope with the situation the Company has been making study on it since the year of 1968 and has been successful in working out a water scrubber good enough for operation.

1. ま え が き

わが国における青果物の貯蔵については、科学技術庁資源調査会の勧告に端を発し、昭和41年度より低温流通、いわゆるコールドチェーンの事例実験を行なった。この実験の一環として、りんごのCA貯蔵を行ない技術的な結論を得て実用化されつつある。現在みかんのCA貯蔵の試験が、研究所その他の関係機関で行なわれているが、まだ適当な方式の結論が得られていない。

しかし青果物の貯蔵法のうち、今後応用されるであろう貯蔵庫のふんい気ガスの組成を、人工的に変化させるCA方式には現在数種あるが、いずれもまだ経済的に利用できる範囲に限られている。

当社では、将来普及すると思われる水スクラバの実施例がわが国にないことから、昭和43年より検討をすすめてきた結果、十分実用に供しうること、そのうえ貯蔵庫内の湿度調節が可能であり、また青果物が貯蔵中に発生する有害ガスをも吸収することが判明した。

2. CA貯蔵 (Controlled Atmosphere Storage)

野菜・果実は収穫後も呼吸作用を営んで生きている。すなわち、空気中より酸素を吸入し体内のブドウ糖を酸化し、炭酸ガスと水とを排出している。この呼吸作用の一般式はつぎのようである。



しかし栄養を補給すべき根がないので、自己の貯蔵栄養を消費して鮮度を失なってゆく。呼吸作用を抑制し、鮮度と品質の低下を防ぐ最もよい方法は収穫後できるだけ早く冷却することである。低温にすることにより代謝は抑制され、呼吸熱の発生も激減し、貯蔵期間も長く維持することができる。冷蔵温度は、野菜・果実の凍結温度にできるだけ近づけることが望ましいが、あまり温度を低くすると品種によっては低温障害が発生する。低温障害の発生のおそれのない、比較的高い冷蔵温度でしかも低温以上に呼吸作用を抑制する方法として、1963年ごろCA貯蔵(Controlled Atmosphere Storage)が英国で開発され、リンゴ・なし・かき等の貯蔵に実用化されている。たとえば、リンゴの適当な貯蔵温度は-1~0.5℃、湿度87%であり、凍結点は-2.8℃であるが、-2℃以下に保持すると条件によっては冷凍やけ、ゴム類似病等の低温障害が発生する。いまふつうの冷蔵温度より高い2~4.5℃の温度で、かつ冷蔵庫内のガス組成を酸素3%、炭酸ガス3%前後に保持すれば、普通冷蔵では約3か月しか

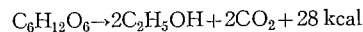
表 2.1 青果物の貯蔵可能期間
Extended storage life for fruit and vegetables.

種 類	普通貯蔵	CA貯蔵	備 考
りんご, ゴールデンデリシャス	5か月	8か月	
西洋なし, ウィリアムズ	2か月	5か月	
カリフラワー	1か月	2か月	
トマト	1か月	3か月	
ぶどう	3か月	6か月	
も も	5週間	10週間	
さくらんぼ	10日	30日	
いちご	5日	30日	

(Sulzer Technical Review)

貯蔵できないリンゴを約6か月貯蔵することができる。表2.1は普通貯蔵とCA貯蔵との比較の一例である。

ふつうの空気中には容積比で酸素21%、炭酸ガス0.03%が含まれているが、ガス組成を調整するには、たとえばリンゴを完全密閉した冷蔵倉庫に格納し、ガス気密を保つと、リンゴ自身の呼吸作用によって庫内の酸素が減少し、反対に炭酸ガスが増加するから、時間の経過とともに庫内の空気は炭酸ガスの増した人工空気となる。そのまま放置すると炭酸ガスの割合は過剰に増加し、酸素の供給がないと次式のような異状呼吸を行なって、エチルアルコールと炭酸ガスを発生し醗酵作用を行なって死滅する。



これを避けるため炭酸ガススクラバを用いて炭酸ガスを除去する。適当なCA貯蔵のガス組成は、品種・成長時期の天候・熟度・摘果時期等により異なるので実験によって確かめる必要がある。

ガス組成の調整を、野菜・果実の呼吸作用にのみ頼ると約2週間の時間を要するが、その間に品質の劣化を招く心配があり、かつ冷蔵倉庫が完全密閉でないときは、酸素が供給され所定のガス組成に調整不可能の心配もある。急速に酸素の量を少なくするために“酸素コンバータ”が用いられる。酸素が不足するときは、送風機で外気を庫内に吹込めば急速に酸素を増すことができる。

3. 青果物の温度と呼吸作用

前述したように酸素を吸入し、炭酸ガスと水とを排出し呼吸熱を発生している。呼吸熱は温度の関数であり、温度の上昇とともに急激に増加する。図3.1は2, 3の野菜の温度と呼吸熱との関係を示す曲線である。呼吸熱量は品種によっても異なり、表3.1に—

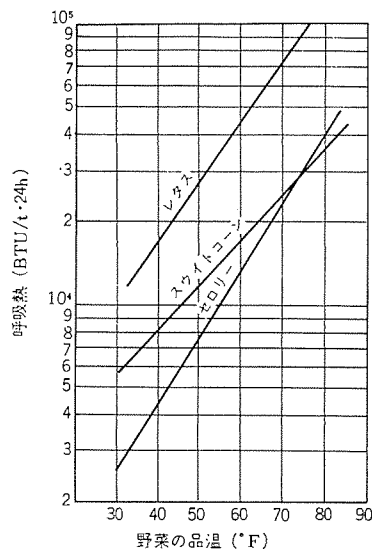


図 3.1 野菜の呼吸熱
Respiring heat of vegetable.

表 3.1 青果物の CO₂ 吐出力および呼吸熱
Average respiration rate of fruit and vegetables
and production of heat.

食 品	温 度 °C	CO ₂ 吐出力 mg/kg h	呼 吸 熱 kcal/kg h
りんご	0	3~4	0.17~0.22
	4.4	5~8	0.28~0.44
	29.4	30~70	1.67~3.88
なし	0	3~4	0.17~0.22
	15.6	40~60	2.22~3.32
いちご	0	15~17	0.83~0.94
	4.4	22~35	1.22~1.94
	15.6	49~68	2.72~3.77
バナナ	12.2	15	1.15
	20	38~42	2.10~2.33
オレンジ	1.7	2	0.11
	15.6	8	0.45
	26.7	15	1.15
ばれいしょ	0	3~5	0.17~0.28
	10	4~8	0.18~1.05
たまねぎ	0	3~5	0.17~0.28
	10	8~9	0.45~0.50
	21.1	14~19	0.78~1.05
にんじん	4.4	6	0.35
セロリ	4.4	11	0.65

(冷凍空調ポケットブック)

表 3.2 青果物の CA 条件
Conditions for CA storage of fruit and vegetables.

種 類	条 件	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	温度 (°C)
いちご		2	10	0
もも		2	4~5	0
ぶどう		2	4~5	0
なし		1.5~2	1.5~2	0
オレンジ				
マンダリン		4~5	3~4	温度は高い
ネーブル		3~4	2~3	3
バレンシア		3~4	2~3	-0.5~0
メロン		3	10	0
レタス		2	1~2	0
パイナップル		2~3	2	7
りんご				
マクイントッシュ		2~5	2~3	3
デリシャス, ゴールデンデリシャス		1.5~2	2.5~3	-1~0
ボルドウィン, ヨナサン		1.5~2	2.5~3	-1~0
イエロー, ニュータウン		5~8	2~3	3~4

(ASHRAE GUIDE AND DATA BOOK)

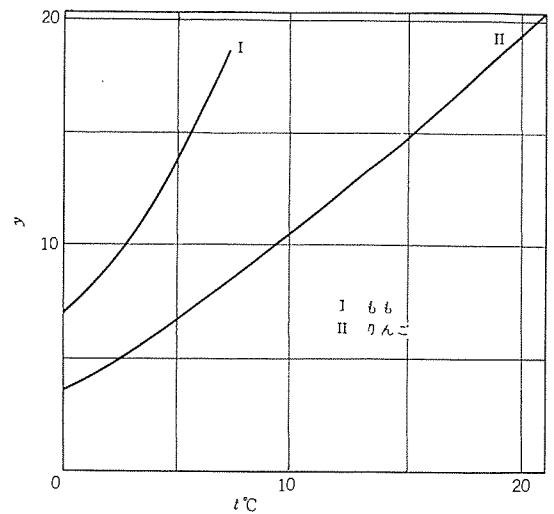


図 3.2 2種の果実の CO₂ 吐出力 y と温度 t との関係
Respiration rates y (mg CO₂/kg h) of two kinds of fruit plotted
against temperature t (°C) (Sulzer Technical Review).

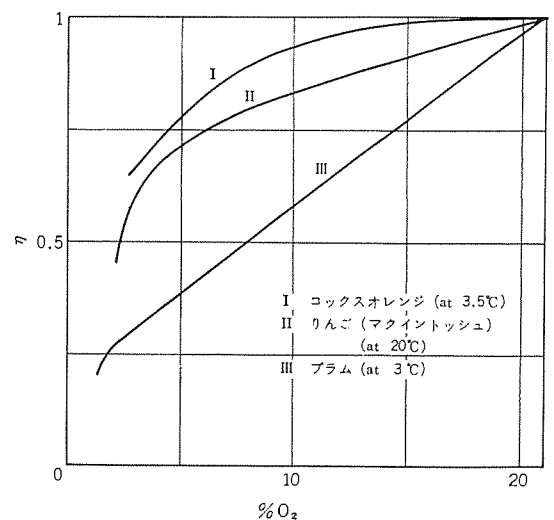


図 3.3 数種の果実についての酸素量の CO₂ 吐出力との関係
Relation between the respiration rate of some kinds of fruit
in an atmosphere with reduced oxygen content and the
respiration rate in air (Sulzer Technical Review).

例を示す。

炭酸ガス吐出力も、呼吸熱と同じ傾向を示し次式で表わされる。

$$\ln y = \ln y_0 + a \cdot t$$

ここに、

y : $t^{\circ}\text{C}$ における炭酸ガス吐出力 mg/kg·h

y_0 : 0°C における炭酸ガス吐出力 mg/kg·h

a : 定数

定数 a は品種によって異なり、温度上昇とともに小さくなる。図 3.2 はもも (I) とりんご (II) との炭酸ガス吐出力を示している。呼吸作用を抑制すれば貯蔵寿命は長くなるので、鮮度を長く維持するためには、温度を凍結点近くまでできるだけ早く下げることが必要であることがわかる。

また呼吸作用は、温度ばかりでなく酸素の量によっても変化する。空気中には約 21% の酸素が含まれているが、いま温度を一定として酸素の量を減少すると、図 3.3 に示すように炭酸ガスの吐出力は減少する。したがって、冷蔵庫内に窒素を充填し、酸素の含有量を 0 とすると完全に呼吸を抑制でき、長期にわたって貯蔵可能なこと

が想像される。実験の結果は、酸素の供給がないと前述したように異常呼吸が行なわれて障害が起り、2～3%の酸素が青果物の貯蔵に必要であることがわっている。表3.2は各種果実の酸素および炭酸ガスの適当な条件を示している。

4. ウォータースクラバ (Water Scrubber)

青果物を密閉冷蔵庫に貯蔵すると、酸素1モルの消費ごとに炭酸ガス1モル発生し、酸素の量は21%から減少し、逆に炭酸ガスは0.03%から増大し、基準量の酸素3～4%、炭酸ガス3%を越えることになる。

青果物は炭酸ガス含有量に敏感であり、含有量が高くなると障害を生ずる。この炭酸ガスの吸収に、米国ではか性ソーダ、欧州では消石灰・炭酸カリウムが多く用いられている。わが国では、最初か性ソーダの30%水溶液が用いられたが、経費が高いため消石灰が多く用いられている。消石灰スクラバは、か性ソーダスクラバに比較して1/3の経費で済み、取り扱い簡単で自動運転も可能であるが、冷蔵庫内の水分を吸収するので庫内の湿度を保つうえで困難が伴う。

炭酸ガスは冷水に比較的よく吸収されるので、冷蔵庫内で冷水を噴霧して炭酸ガスを吸収させ、さらに外気にこの水をさらして、炭酸ガスを外気中に放出すれば庫内の炭酸ガスを減少することができる。しかも経費が安く、かつ加湿器の役目を果たすることができる。しかし、炭酸ガスが2%以下になると吸収効率が悪くなり、また炭酸ガスの1/10程度であるが、酸素を溶解するのであまり濃度の低い炭酸ガスの吸収はできない。

さてウォータースクラバは、か性ソーダスクラバとは作動原理を異にする。たとえばか性ソーダは、物理吸収に加えて冷蔵庫内の炭酸ガスとの化学作用により吸収するので、時間の経過とともに濃度が落ち、吸収が悪くなるので新たにか性ソーダを取り換え補給する必要がある。

一方ウォータースクラバは、炭酸ガスを水に吸収させて物質移動を行なうもので、物質濃度差による拡散を利用して化学作用はない。水はスクラバ上部より流下し、吸収部 (Absorber) でたとえば庫内の5%の炭酸ガスと接触し、炭酸ガスの一部は水に吸収される。水はついで放散部 (Desorber) に流れ、大気と接触し炭酸ガスの大部分を大気中に放散する。水は再循環して炭酸ガスの吸収および放散を繰り返し、冷蔵庫内の炭酸ガス濃度を所定の値とすることができる。

図4.1はその説明図である。

Pflugによれば、「拡散係数・液体の粘度・温度・流量等によって水中の炭酸ガスに対する吸収・放散の能力が決定されるが、このうち流量がとくに関係が深く、流量によってほとんど決定される。拡散係数と粘度とは温度に関係し、温度が上昇すれば拡散係数は増し

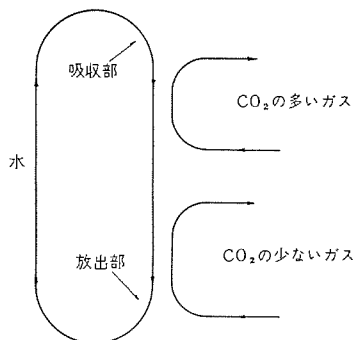


図4.1 ウォータースクラバのCO₂吸収の系統図
Schematic diagram of water type carbon dioxide absorption system.

粘度は減少する。したがって、ガスの移動係数の値も拡散係数が大きくなるとともに大きくなり、粘度の減少とともに減少する。普通の状態では、ガスの流れる割合は吸収係数にあまり影響を与えない。液膜コントロールシステムの炭酸ガス濃度の各点の差は、液体全量とモル濃度として表わされる。気相における炭酸ガスの等価濃度との差に等しい。炭酸ガス水溶液の平衡値は、温度の関数であるので濃度差は温度の関数となる。温度が上昇すると平衡濃度は減少する。したがって炭酸ガスの吸収が溶解だけと仮定すれば、ヘンリー定数

$$K = p/x$$

ここに、

k : ヘンリー定数

p : 分圧

x : モル分率

を用いると、炭酸ガス濃度が与えられればモル分率および所要水量を計算することができる。

5. ウォータースクラバの実施例

昭和43年まで、わが国でウォータースクラバを利用したCA貯蔵の実施例がなかったが、当社で43年より約1年にわたり試作し試験したもののについて紹介する。

5.1 設計条件

(1) 貯蔵庫

内寸法 1.8×2.8×3.0 H (m)

床面積 5.05 m²

内容積 15.3 m³

(2) 貯蔵物 二十世紀なし 15 kg×5,000箱

(3) 庫内温湿度

温度 0～1°C, 湿度 85～90%

(4) 庫内ガス組成

酸素 5%, 炭酸ガス 4%

(5) 呼吸による発生炭酸ガス量 4 mg/kg·h (0°Cのとき)

5.2 設計手順

(1) 発生炭酸ガス量

$$15 \times 5,000 \times 4 \times 10^{-6} = 0.3 \text{ kg/h} \\ = 0.152 \text{ m}^3/\text{h}$$

(2) 水量

循環水の温度を15°Cと仮定するとヘンリー定数は、

$$k = 0.123 \times 10$$

一方、炭酸ガスの濃度は4%ゆえモル分率 x は

$$x = \frac{4 \times 10^{-2}}{0.123 \times 10^4} = 32.5 \times 10^{-6}$$

概算上1 kg-mol = 22.4 m³ とすると炭酸ガスは、

$$\frac{0.152 \times 60}{22.4} = 1.13 \times 10^{-4} \text{ kg-mol/min}$$

したがって循環水量は、水のモル数を n kg-mol/min とすると $n \times 18$, すなわち

$$\frac{1.13 \times 10^{-4}}{n + 1.13 \times 10^{-4}} = 32.5 \times 10^{-6}$$

$$n \times 18 = 62.7 \text{ kg/min}$$

Pflugによれば貯蔵量10,000 Bushel 当たりで

水量 100 gpm (スクラバ断面積 16×20 in)

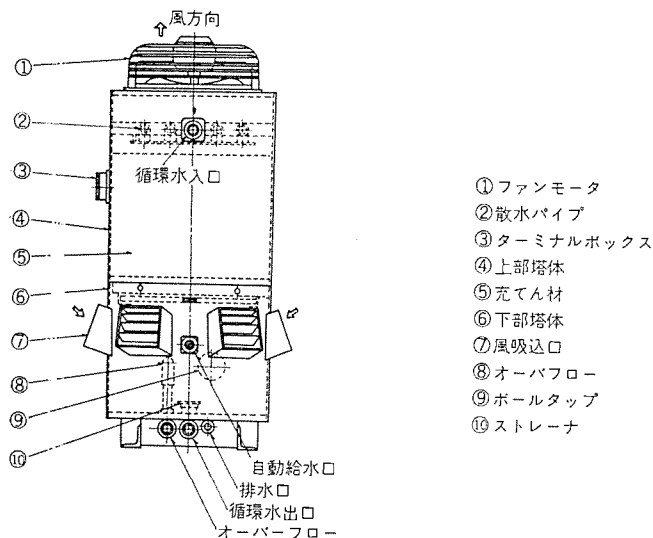


図 5.1 ウォータースクラバ構造図
Water scrubber.

風量 50 cfm/ft²

充てん(填)材高さ 3 ft

この数値をメートル法に換算すると、

水量 1.9 m³/min (スクラバ 断面積 1 m² 当たり)

風量 15.3 m³/min (スクラバ 断面積 1 m² 当たり)

充てん材高さ 1,000 mm

したがって、

$$\text{スクラバ 所要断面積} = \frac{62.7 \times 10^{-3}}{1.9} = 0.33 \text{ m}^2$$

スクラバの断面を円形とすると、

$$\text{直径} = \sqrt{\frac{4 \times 0.33}{3.14}} = 0.647 \text{ m}$$

充てん材高さ 1,000 mm

理論的には、上記の仕様で所期のガス濃度が維持できるわけであるが、液と空気の接触、液の流速、液の温度、ガス濃度、充てん材等によって変化する。

5.3 試作機仕様

構造的には、現在一般に使用されている冷却塔と何ら変わらないが、上記数値および加湿と併せて既存の冷却塔の利用を考え、つぎのとおりにした。

充てん材高さ 2,100 mm

スクラバ 内径 600 mm

水量 2.0 m³/min

風量 5.0 m³/min

図 5.1 にスクラバの構造を示す。

なお装置としては、同形の塔を室内(炭酸ガス吸収)および室外(炭酸ガス放出)に設置し、循環ポンプにより水を循環させるよう配管を行ない、室内の炭酸ガス濃度に応じタイマーで運転、停止を行なう。

6. 試作機の試験結果

試作機の試験については、全面的に三菱樹脂(株)平塚研究部の協力をえて行なった。

試験は図 6.1 に示す方法で行なった。

試験用の CA 庫として、

水スクラバ方式による青果物の CA 貯蔵・安生・水野

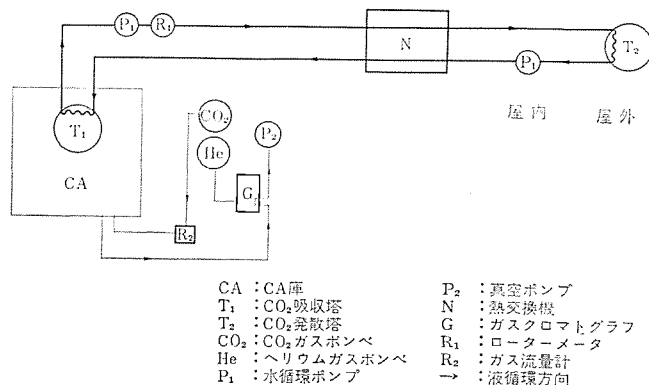


図 6.1 CO₂ 吸収試験装置系統図
Schematic diagram of carbon dioxide absorption test.

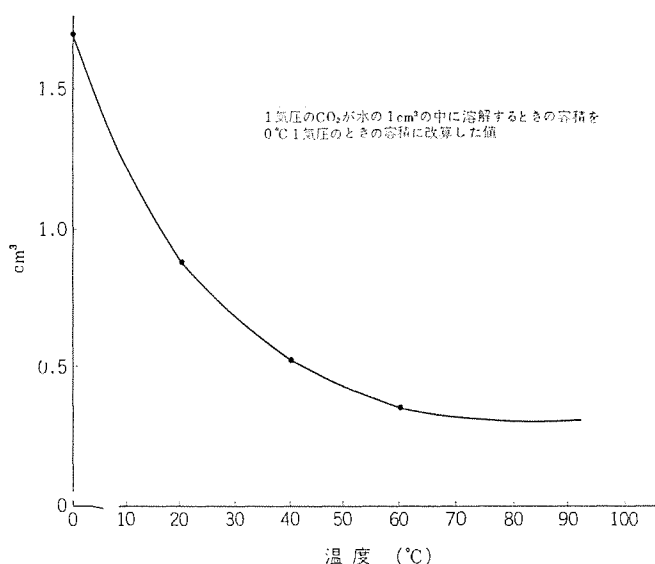


図 6.2 CO₂ の水に対する溶解度
Solvable volume of carbon dioxide in water with reduced temperature.

幅 1.78 m

奥行 1.38 m

高さ 2.48 m

内容積 6.1 m³

の模型をつくり、炭酸ガス濃度測定機にガス chromatograph を使用した。

炭酸ガスの水に対する溶解度は、図 6.2 に示すように水温が低いほどよく溶解するので、試験は

(a) 熱交換器を使用しない場合と

(b) チリングユニットを使用し、室内の炭酸ガスの吸収部に行く水をチリングユニットで冷却し、室外の炭酸ガスの放出部に行く水をチリングユニットの凝縮器で熱交換した場合を、比較した。

結果は図 6.3～図 6.5 に示すとおりである。このときの風量の平均は

室内側 7.8 m³/min

室外側 6.6 m³/min

で、循環水量の変化による風量の変化はほとんどみられなかった。

試験の結果としては、つぎの項目があげられる。

(1) 炭酸ガスの吸収能力は水量が大きいほどよい。

(2) 循環水の温度による炭酸ガスの吸収能力は、大幅に増加で

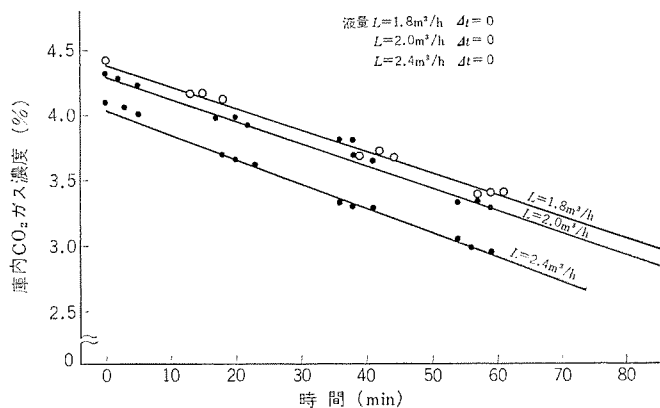


図 6.3 CO₂ 吸収テスト I (熱交換器使用せず)
Characteristic curve of scrubber (I)
(With out heat exchanges).

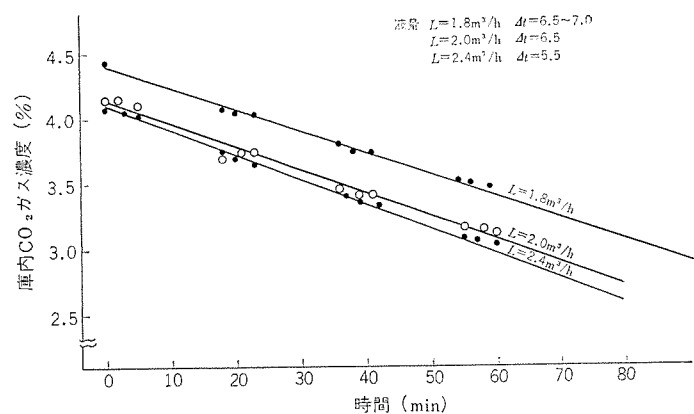


図 6.4 CO₂ 吸収テスト II (熱交換器使用)
Characteristic curve of scrubber (II)
(With heat exchanges)

きるほどの効果は、この程度の大きさのスクラバでは期待できない。

(3) 風量については、計算値よりかなり大きい、逆に室内の加湿効果があり実用上問題ない。

(4) したがって試作機は、十分実用に供しうることが期待でき

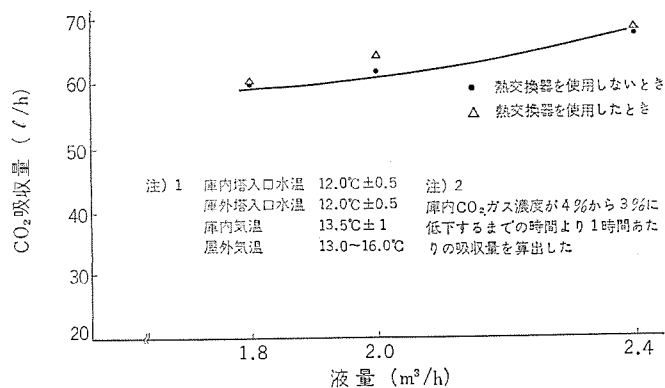


図 6.5 CO₂ 吸収テスト III 液量と吸収量の関係
Characteristic curve of scrubber (III) (Relation
between flow quantity of circulating water and
absorbed carbon dioxide).

る。

7. む す び

この試作機は、現在鳥取県食品加工研究所で二十世紀なしの CA 貯蔵の試験に使用されているが、中間報告としてなしの貯蔵量が少なく、また呼吸作用が不活発な条件はあったが結果は予想外に良く、室内の湿度調節も兼ねているため、室内ガス濃度の検知とスクラバの運転のコントロールが改良されれば、十分実用にたえることが判明した。

最後に、この試作にあたりいろいろご教示・ご協力いただいた、米農務省の Uota 氏、農林省の加藤技官、鳥取県食品加工研究所および三菱樹脂(株)に謝意を表したい。

参 考 文 献

- (1) Pflug, J. : Design of a water type carbon dioxide Absorption, ASHRAE J. (Dec. 1961)
- (2) 冷凍空調 ポケットブック
- (3) Sulzer Technical Review (Feb. 1967)

冷蔵・冷凍用小形クーリングユニット

米田 稔哉*・丸山 佳宏*

Small Packaged Type Storage Coolers

Wakayama Works Toshiya YONEDA・Yoshihiro MARUYAMA

Demands have been increasing of late on medium and small low temperature storage coolers. In view of saving labor in constructing storage, there are in extensive use refrigerating apparatus in which the refrigerating cycle is set up in a packaged form.

Type HC cooling units for cold storage and refrigeration have been developed by Mitsubishi. They are of a variety of kinds and very handy to operate, thus making great strides in production. Herein are described their specification and performance in reference to the standard units for refrigeration and examples of special application. The information is for the reference to the potential users of the apparatus.

1. ま え が き

最近の経済発展と食品流通機構の進歩、食品衛生思想の普及、食品衛生管理の規制強化、あるいは輸送交通事情の悪化などいろいろな社会情勢の変化により、中・小形業務用低温貯蔵庫の設置需要が大幅に増加している。

これら中・小形低温貯蔵庫は従来現地構築方式で行なわれてきたが、この方式では完成までに相当の工期を必要とするため、標準化した断熱パネルを工場量産方式で生産して、用途・規模に応じて壁面・天井・床・とびらなどのパネルを現地組立てするプレハブ低温貯蔵庫がここ数年来急速に普及しており、設置工事業者の工事省力化・工事消化能力の拡大に貢献している。

当所においても、これら中・小形業務用低温貯蔵庫用冷凍装置の現地据付・冷媒配管工事の省力化機器として、冷凍サイクルをパッケージ化した冷蔵・冷凍庫用小形パッケージクーラを開発し、HC形クーリングユニットとして種々の用途に広く使用されているので、標準形クーリングユニットを中心に、併せて冷蔵・冷凍用の特殊用途のものについて簡単に紹介する。

2. 機 種 系 列

貯蔵庫の維持温度によりクーリングユニットの特性を選択する必要上、冷蔵用2系例・冷凍用1系例の併せて3種の系例で製品化しているが、高温用HC形（庫内維持温度、 $+2^{\circ}\text{C}\sim+10^{\circ}\text{C}$ ）、中温用HC-M形（ $-5^{\circ}\text{C}\sim+5^{\circ}\text{C}$ ）を冷蔵用、低温用HC-L形（ $-25^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ ）を冷凍用と便宜上区分している。

高温用系列機種は標準品として0.4kWから1.5kWまで6機種を製品化しており、中・低温用は需要家の引合いに応じて、使用条件に合ったものを受注製品として約9機種開発製品化している。表2.1は、標準高温シリーズならびに受注開発製品として量産実績をもつ中・低温用シリーズの機種一覧表である。

なお、ここで言う高・中・低の区分は便宜的なものであり、一般の業務用低温貯蔵装置の級別でいえば高・中温用ユニットはC級、低温用はAまたはSA級に相当する低温貯蔵庫と組み合わせられるものである。またHC形クーリングユニットに相当する製品は貯蔵クーラ・冷蔵ユニット・低温倉庫用クーラなどメーカーによってさまざまであるが、統一された名称がないためでもあり、低温貯蔵装置用パッケージクーラ

表 2.1 HC形クーリングユニット機種系列
Type HC packaged storage cooler.

温度帯	圧縮機 (kW)					
	0.2	0.4	0.6	0.75	1.5	1.7
高温用 (HC形)		04T, 04JW, 06T, 08TA, 15TA				
中温用 (HC-M形) 限定製品	02M, 04M, 06M, 08M				15RA, 15M	
低温用 (HC-L形) 受注製品				08L, 15LW, 17LA		

と呼ぶのが最も適切とも言える。

3. 標準形冷蔵クーリングユニット

3.1 仕様

高温用シリーズ6機種を標準形として需要家の利用に供しているが、これらの概略仕様を表3.1に示す。表に示すように凝縮器の冷却方式は現地設置工事省力化の見地から、1機種をのぞき他はすべて強制通風空冷方式であり、電源定格仕様は、冷媒圧縮機の電動機容量から小形1機種のみ単相100Vで他はすべて三相200Vである。

3.2 構造

内部は凝縮ユニット（圧縮機・凝縮器・凝縮器用ファン）と冷却器（冷却器・冷却空気循環用ファン）に大きく分割されるが、冷媒回路（冷凍サイクル）と空気流通路を最小外形寸法になるように組み合わせたものであり、各機種外形寸法を図3.1(a), (b)に、内部構造例を図3.2に示す。

冷蔵貯蔵庫への据付け方法は種々の変化応用例があるが、標準据

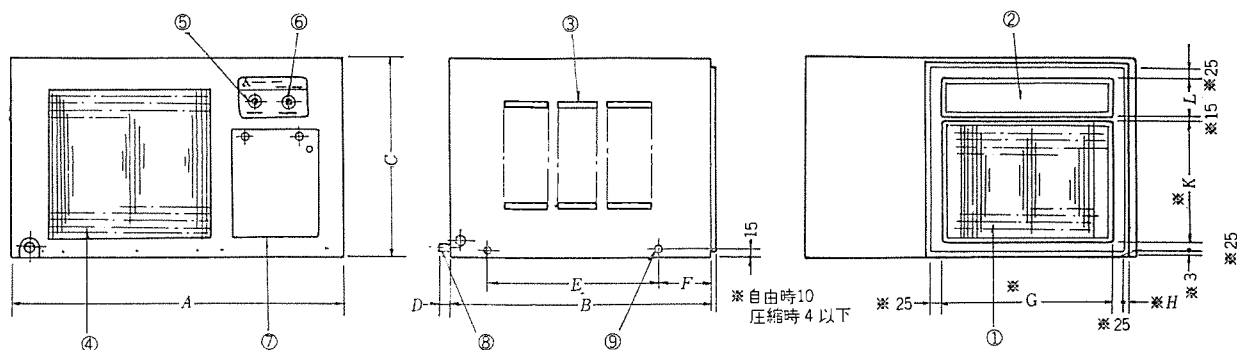
* 和歌山製作所

表 3.1 HC 形仕様表

Specification of model HC.

項 目		種 類	高 温 用					
		形 名	HC-04	HC-04 T	HC-06 T	HC-08 TA	HC-08 TW	HC-15 TA
外 形 寸 法	高 さ mm		398		460	400		520
	幅 mm		662		753	710		860
	奥 行 mm		507		536	780		1,035
据 付			上置, 横置, 天井置形			壁 貫 通 形		
外 装	キ ャ ビ ネ ッ ト		キャビネット付き					
	表 面 仕 上		合成樹脂塗装焼付仕上					
冷 媒 回 路	圧 縮 機 W		400		600	750		1,500
	凝 縮 器		クロスフィン・強制通風			二 重 管 (水冷)	クロスフィン・強制通風	
	冷 却 器		クロスフィン強制通風					
	送 風 機 (凝) cm×個		25 プロベラ 14 シロッコ } 両軸モータ×1			25 プロベラ×1	—	25 プロベラ×2
	送 風 機 (冷) cm×個					25プロベラ×1		25 プロベラ×2
	冷 媒 制 御		キャピラリーチューブ			膨 張 弁		
冷 媒 種 類		R-12			R-22			
除 霜	除 霜 方 式		オ フ サ イ ク ル					
	除 霜 制 御		温 度 開 閉 器					
保 護 装 置	電動機プロテクター (個)		1	—	—	2	2	2
	過 電 流 継 電 器		—	1	1	—	—	—
	圧 力 開 閉 器		—	—	—	—	1 (高圧のみ)	1
	圧縮機インターナルサーモ		—	—	—	—	—	1
制 御 機 器	庫内温度調節器		1	1	1	1	1	1
	除霜用温度調節器		1	1	1	1	1	1
	自動水量調節弁		—	—	—	—	1	—
	電 磁 接 触 器		1	—	—	—	—	1
異 常	警 報 装 置		—	—	—	—	—	表 示 灯
冷 凍 能 力	50 Hz kcal/h		500		680	1,050	※ 1,130	2,100
	60 Hz kcal/h		550		750	1,200	※ 1,300	2,400
	標 準 条 件 °C		外 気 30 庫 内 5					
使 用 限 界	外 気 温 度 °C		5~35					
	庫 内 温 度 °C		2~10					
庫 内 温 度 調 節 範 囲			2~10					
温 度 調 節 作 動 温 度 差 deg °C			3.5					
重 量 kg			58	44	57	80		123
電 気 特 性	電 源 定 格		1 φ 100 V 50/60 Hz					
	消 費 電 力 W		630/630	533/538	733/832	1,088/1,090	1,178/1,129	2,077/2,059
	運 転 電 流 A		7.0/6.4	2.24/1.95	2.5/2.7	4.3/3.9		8.4/7.3
	起 動 電 流 (拘束) A		33.0/33.0	12.3/12.3	14.4/12.8	21/19		51/46

※ HC-08 TW 形の冷凍能力は入口水温 25°C, 水量[3 l/min]のときを示す

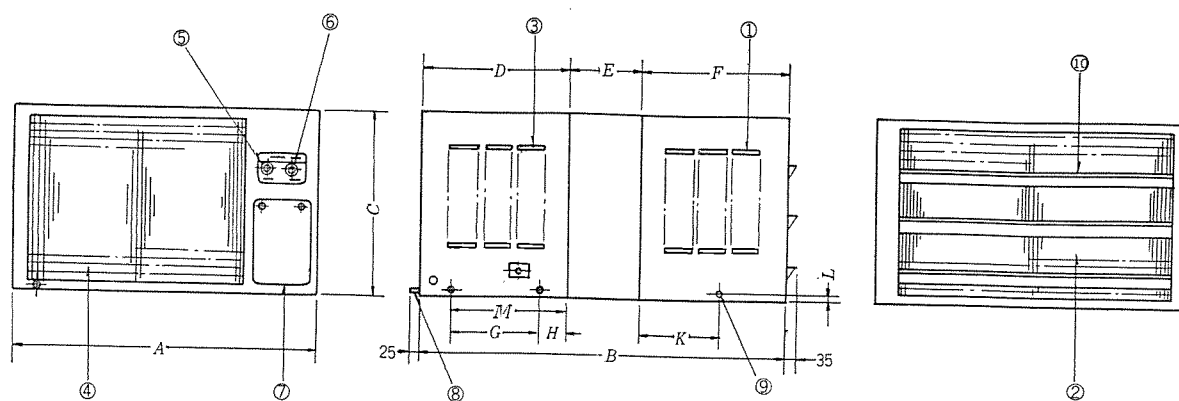


注 ※印の寸法はガスケット取付時の寸法を示す

変 化 寸 法 表		
	HC-04, 04 T	HC-06 T
A	662	753
B	507	536
C	398	460
D	20	25
E	350	320
F	78.5	108
G	330	415
H	20	22
K	255	302
L	55	68

- ① 冷却器用庫内空気吸込口
- ② 冷気吹出口
- ③ 凝縮器用外気吸込口
- ④ 凝縮器(空気吹出し)
- ⑤ 温度調節器(庫内制御)
- ⑥ 温度開閉器(霜取)
- ⑦ 点検ふた
- ⑧ ドレン排水口 (16φ ホース 接手)
- ⑨ 据付用ねじ穴(2×2-M8 ねじ)

図 3.1(a) HC 形外形
(a) Outline dimensions of model HC.



変化寸法表		
	HC-08 TA	HC-15 TA
A	710	860
B	780	1,035
C	400	520
D	340	425
E	150	200
F	290	410
G	—	250
H	—	75
K	200	230
L	15	18
M	200	—

- ① 冷却器用庫内空気吸込口……………
- ② 冷氣吹出口……………
- ③ 凝縮器用外気吸込口……………
- ④ 凝縮器(空気吹出し)……………
- ⑤ 温度調節器(庫内制御)……………
- ⑥ 温度開閉器(霜取)……………
- ⑦ 点検ふた……………
- ⑧ ドレン排水口(16φホース接手)……………
- ⑨ 据付用ねじ穴(2×2-M8ねじ)……………
- ⑩ 風向板……………

図 3.1(b) HC 形 外形
Outline dimensions of model HC.

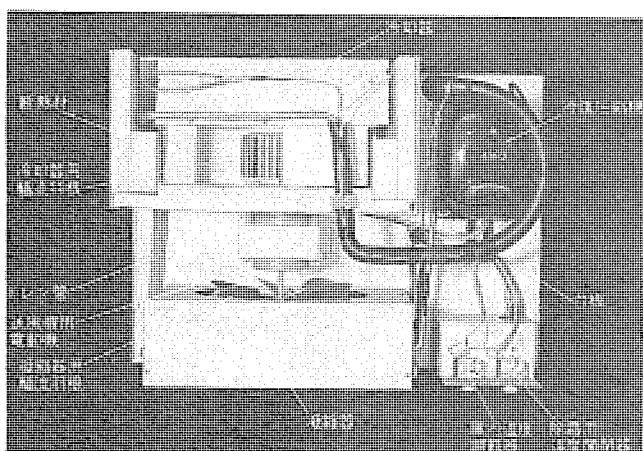


図 3.2 HC-06 T 形内部構造
Interior view of model HC-06 T.

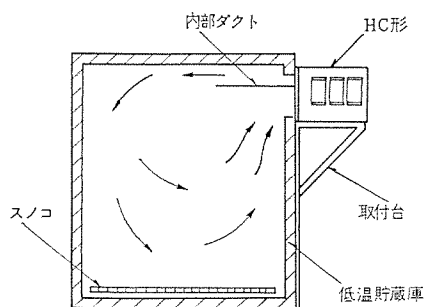


図 3.3 横置き据付
Side panel mounting.

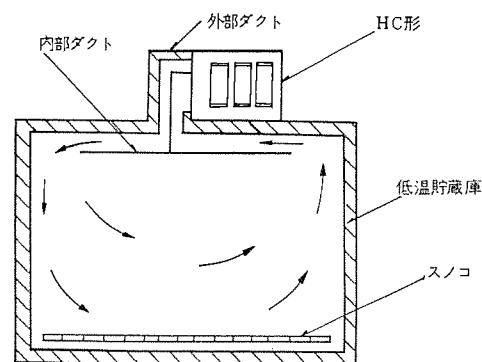


図 3.4 上置き据付
Ceilling mounting.

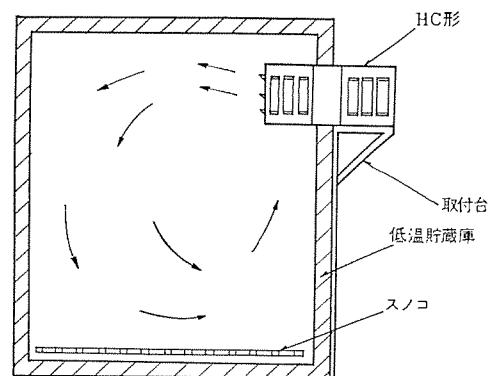


図 3.5 壁貫通据付
Side panel penetrate mounting.

付方法として 0.6 kW 以下では図 3.3 の横置き、図 3.4 の上置きが最も多く採用されている。また 0.75 kW 以上では図 3.5 に示す横壁貫通形が標準的である。

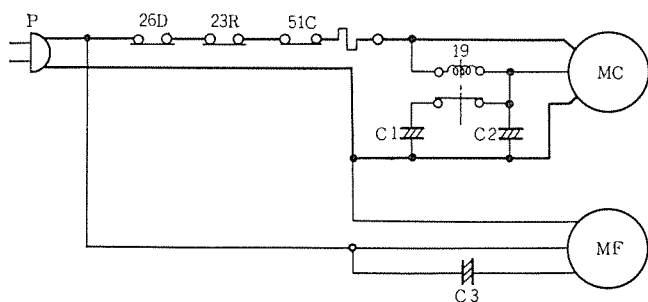
3.2.1 圧縮機

圧縮機は冷媒 R-12 または R-22 を使用した往復動密閉形で、電源定格単相 100 V のものはコンデンサ起動形 2 極単相誘導電動機を、三相 200 V のものは 2 極かご形三相誘導電動機をそれぞれシェル内

に直結内蔵しており、圧縮機本体は防振ゴム台を介して台板上に支持し運転時の異常振動・騒音の防止を配慮している。

3.2.2 凝縮器

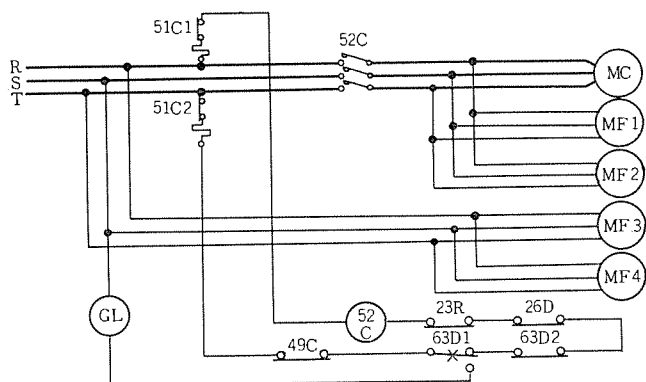
凝縮器の構造は通常の銅パイプ・アルミフィンフィンチューブ形で送風機による強制通風空冷式であり、HC-08 TW のみは配管用圧力銅管と脱酸銅管を用いた 2 重管形水冷式である。



記号説明

記号	名称	記号	名称
MC	圧縮機用電動機	19	起動機電器
MF	送風機用電動機	26 D	温度開閉器(霜取)
51 C	熱動過電流継電器(圧縮機)	23 R	温度調節器(庫内制御)
C1・2・3	コンデンサー(起動・運転)	P	電源プラグ

図 3.6 HC-04 形 接 続 図
Wiring diagram of model HC-04.



記号説明

記号	名称	記号	名称
MC	圧縮機用電動機	49 C	熱動温度開閉機(圧縮機)
MF1・2	送風機用電動機(凝縮器)	63 D1・2	圧力開閉器(高低圧)
MF3・4	送風機用電動機(冷却器)	26 D	温度開閉器(霜取)
52 C	電磁接触器(圧縮機)	23 R	温度調節器(庫内制御)
51 C1・2	熱動過電流継電器(圧縮機)	GL	表示灯(高圧)

図 3.7 HC-15 TA 形 接 続 図
Wiring diagram of model HC-15 TA.

3.2.3 冷却器

銅パイプ・アルミフィンを用いたフィンチューブ形で、仕様表に示すように機種によりふく(幅)流または軸流ファンで貯蔵庫内の空気を強制循環通過させることにより、庫内空気を連続的に冷却脱湿する。

3.2.4 送風機

0.6 kW 以下は冷却器側ふく流・凝縮器側軸流のファンをつけたコンデンサ永久分相形両軸電動送風機、0.75 kW 以上は冷却器・凝縮器側にそれぞれ独立の全閉かご形三相誘導電動機で駆動する軸流ファンを用いており、軸受部分は信頼性の高い無給油形密封ボールベアリングを採用している。

3.2.5 制御機器

低温貯蔵庫の庫内温度制御用の温度調節器と冷却器の自動除霜制御用の温度調節器は、全機種とも同一形式のものが装着され圧縮機ならびに送風機の自動運転制御を行なう。また機種の特性に応じて水冷機種には凝縮器用水の制御のための自動水量調整弁、大容量機種には必要に応じ圧力開閉器を備え冷凍サイクルの運転保護制御を行なわせている。また冷媒圧縮機の保護装置として、全機種熱動形過電流継電器を備え電動機の過負荷焼損保護を行なっている。運転制

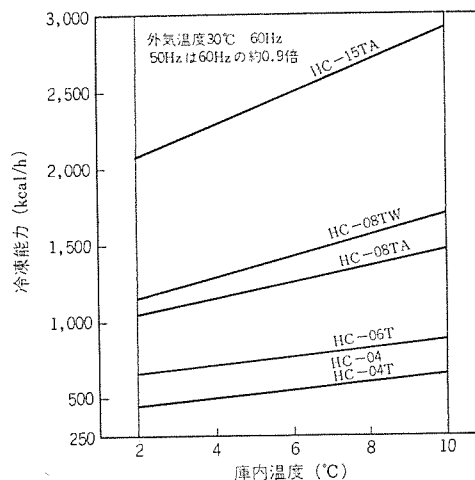


図 3.8 HC 形 性 能 曲 線
Performance curve of model HC.

御・保護のための電気結線例を図 3.6、図 3.7 に示す。

3.3 特長

(1) 現地における冷媒配管・気密耐圧・冷媒充填(填)・機器作動調整などの工事が必要ないため、据付けが容易で設置工期の短縮・工事の省力化・工費の節減が計れるため冷凍設備工事消化能力の拡大が計れる。

(2) パッケージ化されたユニットであるため、低温貯蔵庫の移設・改造など万一取りはずしの必要が生じても、現地配管工事を行なった冷凍装置のように配管などの取りはずしの必要がなく、そのまま再使用できるためサービス性が良好。

(3) 庫内冷却が強制通風冷却方式であるため、庫内の温度が均一となり、庫内の冷却速度が早い。

(4) 運転制御・庫内温度制御・自動除霜制御の機構をすべて備えているので据付・運転管理がきわめて容易である。

3.4 性能

3.4.1 冷凍能力

標準条件における冷凍能力を図 3.8 に示すが、標準使用条件は空冷式においては凝縮器吸込空気温度 30°C、水冷式では凝縮器入口冷却水温 25°C・水量 3 l/min の 60 Hz であり、温度条件の変化により能力は増減し、50 Hz の場合は 60 Hz の約 1 割減である。

また低温貯蔵品の冷却に利用される冷凍能力は、ユニット冷凍能力から貯蔵庫の熱損失を差し引いたものであり、ユニット選定には貯蔵庫の構造に大きく影響されるが、ユニット選定については後述する。

3.4.2 庫内温度制御

庫内温度制御は、庫内循環空気温度を自動温度調節器により検出し、圧縮機の運転・停止を行なわせる。温度調節器の温度検出部は冷却器空気吸込口にとりつけられているが、庫内吹出しならびにリターンダクトの設定が正しければ、庫内空気温度は設定温度から平均 3.5°C の変化内に維持可能であり、温度設定は +2°C ~ +10°C の範囲内において任意に可変である。またユニットの使用限界は、外気温度 +5°C ~ +35°C の範囲内であるが、温度調節器の感温検知がガス封入式であるため、庫内設定温度より外気温度が低い場合の正確な制御は不可能である。

3.4.3 自動除霜制御

冷却器に着霜すると空気との熱交換能力が次第に低下するうえ、霜による冷気の通風が妨げられるようになるので冷却器の除霜を行なう必要がある。本機では着霜を融解離脱させるために、圧縮機を

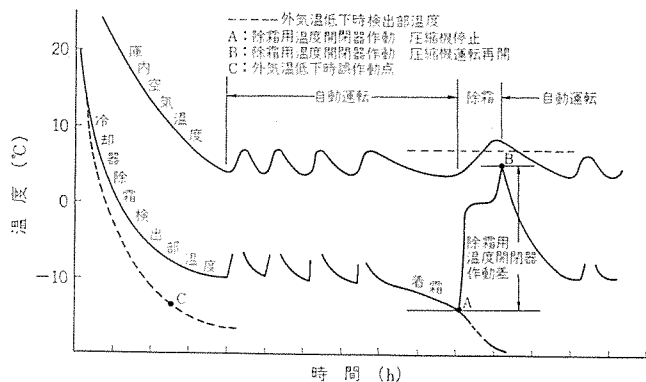


図 3.9 除霜制御原理図
Principle of defrost control.

停止させ庫内空気のみ冷却器に循環させて自然に融解させる オフサイクル方式を採用しているが、除霜必要時期の検出による圧縮機の停止、除霜終了検知と圧縮機の再起動をほとんど人手をわずらわすことなく、自動的にこなされるよう除霜用温度開閉器方式を用いている。この感知制御原理を図 3.9 にて説明する。図において縦軸は冷却器の検出部表面温度と庫内空気温度、横軸に時間経過を示す。

冷却器における被冷却空気と冷媒の熱伝達は次式で表わされる。

$$Q = KF(t_r - t_e)$$

ここに Q : 時間当たり熱伝達量 kcal/h

K : 熱貫流率 kcal/m²h°C

F : 冷却器表面積 m²

t_r : 被冷却物 (空気) の温度 °C

t_e : 冷媒蒸発温度 °C

すなわち、冷却器を通過する空気温度と冷媒蒸発温度の間は、一定の温度差が維持されて冷凍サイクルがバランスして運転している。しかし、冷却器表面に着霜が起ると上式における K の値が徐々に低下する。通風を妨げるほどの目づまりを起こすと急激に熱伝達が悪くなる。そのため冷却器から圧縮機に吸入される冷媒は完全に熱交換され、飽和蒸気となり得ず湿りの状態となり、冷凍サイクルのバランスがくずれするため冷媒蒸発温度は急激に低下する。この正常運転時より吸入ガス温度が低下するのを温度開閉器で検知して圧縮機の運転を停止する。着霜のある間は、冷却器の表面温度は 0°C またはそれ以下となっているが、霜が冷却器から離脱すると温度が上昇し始める。冷却器表面温度が +3°C ~ +5°C となったとき、温度開閉器は圧縮機の運転を再開させる。この方式では復帰温度は、冷却器の構造・検出部の取付位置を適切に選択することにより常に一定に調整すればよいが、冷凍サイクルが毛細管制御である場合は、凝縮器吸込空気温度によって冷媒蒸発温度が変化するため、季節条件などにより周囲温度が変化すると作動開始温度を補正する必要がある。しかし、この調整も年間数度であり、自動除霜制御方式のうちで冷蔵貯蔵庫用の小形冷却装置としては十分満足すべき方式と考える。

4. ユニットの選定

低温貯蔵庫に適合するクーリングユニットを選定するに当たっては、貯蔵庫の容量・構造・貯蔵品の種類・使用条件などから決定する必要があるが、貯蔵庫の全負荷は次の一般式で表わされる。

$$Q = Q_i + Q_f + Q_i + Q_g$$

ここに Q : 全冷凍負荷 kcal/h

Q_i : 熱絶縁を通してはいる熱による冷凍負荷 kcal/h

形式名	適用冷蔵庫の庫内容積 (単位 t)		
	0	10,000	20,000
HC-04 HC-04T	■		
HC-06T	■	■	
HC-08TA HC-08TW	■	■	■
HC-15TA	■	■	■

● 外気 32°C、庫内温度 5°C、冷蔵庫の断熱材の厚さ・硬質ウレタンフォーム 45mm、とびら開閉回数が少ないとき。

■ 冷却庫の場合……ビールやジュースなど冷却されていない品物を冷蔵庫で冷却しながら貯蔵する場合。
□ 保冷庫の場合……牛乳やバターなど、すでに冷却されている品物の温度が下がらないように冷却貯蔵しておく場合。

図 4.1 低温貯蔵庫容積と HC 形の対応
Correspondence of model HC vs. refrigerator capacity.

Q_f : 貯蔵品を冷却するための冷凍負荷 kcal/h

Q_i : 換気に伴い侵入する冷凍負荷 kcal/h

Q_g : 冷蔵室内発生熱による冷凍負荷 kcal/h

実際の選定に当たっては上式の各負荷ごとに計算を行ない決定すべきであるが、冷却されていない品物を冷却しながら貯蔵する冷却庫、またすでに冷却された品物の温度上昇を防ぐための保冷庫の場合の機種選定の目安として図 4.1 に概略適用庫内容積を示す。

据付ならびに運転に際しては、一般的な冷凍装置の取扱いに関する注意が必要であるがここでは説明を割愛する。

5. 特殊用途例

標準高温シリーズは主として牛乳・ビール・乳酸菌飲料・清涼飲料などの冷却貯蔵をはじめ酪農乳製品・水産加工食品などの冷却貯蔵庫用として使用されているが、中・低温用ユニットは特定の対象物を冷蔵・冷凍貯蔵するための専用機種として開発製作されている。

ここでは青果物用ならびにのり種網貯蔵用クーリングユニットについて簡単に説明する。

5.1 青果物用冷蔵クーリングユニット

青果物の流通機構についてコールドチェーンシステムが検討されており、食糧の低温処理・貯蔵の問題がクローズアップされてきた。

青果物は他の水産加工品や酪農・畜肉食品と異なり、収穫されたのちも熱処理その他の加工が施されるまでは生物体として生命を保ち生活を営んでいる。青果物は貯蔵段階においても呼吸作用を行っており貯蔵時の湿・湿度条件のいかんによって貯蔵期間に大きな影響を与える。この呼吸作用をおさえるには、凍結しない範囲でなるべく低温に保つ必要があり、貯蔵適温は凍結温度とかなり接近しているので温度制御は一般の食品冷蔵よりはるかにきびしい条件が必要である。HC-15 RA 形はこれらの条件下で使用されることを前提として設計製作されたものである。

5.1.1 特長

(1) -2°C ~ +10°C の範囲で、±0.5°C の高感度な庫内温度制御が可能である。

(2) 冷却器の除霜は庫内温度過上昇防止のため、ホットガス自動除霜方式で単時間に確実にこなす。

(3) 貯蔵青果物の脱湿を防ぐため、冷却器容量が考慮されており、循環空気の脱湿が少ない。

(4) 強力な軸流有圧ファンと吹出し角度調整ルーバの採用で、庫内を均一に急速に冷却する。

表 5.1 HC-15 RA 形・17 LA 形仕様表
Specification of model HC-15 RA and 17 LA.

項 目	種 類	中 温 用	
		HC-15 RA	HC-17 LA
外形寸法	高 さ mm	540	500
	幅 mm	860	860
	奥 行 mm	1,240	1,035
据	付	壁貫通形	セパレート形
外 装	キ ャ ビ ネ ッ ト	キャビネット付き	
	表 面 仕 上	合成樹脂塗装焼付仕上	
冷 媒 回 路	圧 縮 器 W	1,500	1,700
	凝 縮 器	クロスフィン・強性通風	—
	冷 却 器	クロスフィン・強性通風	
	送 風 機 (凝) cm×個	40 プロペラ×1	—
	送 風 機 (冷) cm×個	30 プロペラ×2	30 プロペラ×1
	冷 媒 制 御	膨 張 弁	キャピラリー
	冷 媒 種 類	R-22	R-502
除 霜	除 霜 方 式	ヒ ー タ ー	
	除 霜 制 御	温 度 開 閉 器	
保 護 装 置	電動機プロテクター (個)	2	—
	過 電 流 継 電 器	—	1
	圧 力 開 閉 器	1	1
	温 度 ヒ ュ ー ズ	—	1
	圧縮機インターナルサーモ	1	—
制 御 機 器	庫 内 温 度 調 節 器	1	1
	除 霜 用 温 度 調 節 器	1	1
	電 磁 弁	1	1
	電 磁 接 触 器	3	3
異 常	警 報 装 置	表 示 灯	ブ ザ ー
冷 凍 能 力	50 Hz kcal/h	3,000	1,040
	60 Hz kcal/h	3,300	1,140
	標 準 条 件 °C	外気 30 庫内 0	外気 30 庫内 20
使用限界	外 気 温 度 °C	0~35	0~30
	庫 内 温 度 °C	-2~10	-25~-15
庫 内 温 度 調 節 範 囲 °C		-2~10	-25~-15
温 度 調 節 器 作 動 温 度 差 deg °C		1.0	3.5
電 気 特 性		3 φ 200 V 50/60 Hz	
重 量 kg		170	140

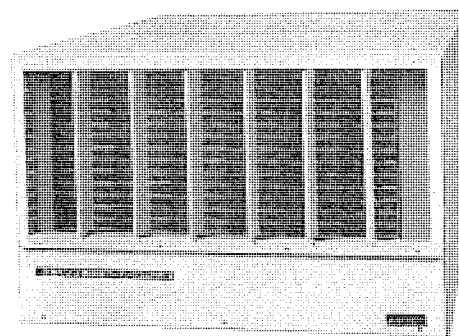


図 5.1 HC-15 RA 形クーリングユニット
Exterior view of model HC-15 RA.

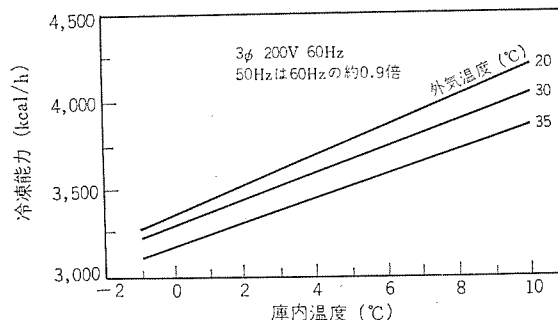


図 5.2 HC-15 RA 形性能曲線
Performance curve of model HC-15 RA

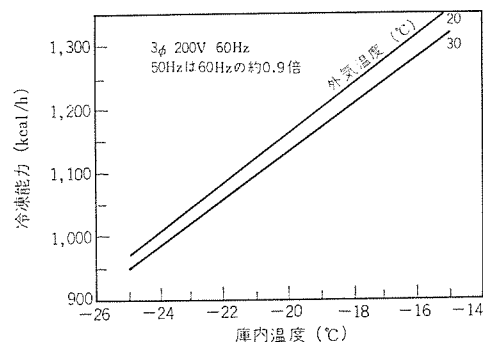


図 5.3 HC-17 LA 形性能曲線
Performance curve of model HC-17 LA.

(5) 運転操作は リモコンボックス の採用により、貯蔵庫の任意な場所に取付けて集中制御が可能。

5.1.2 仕様・性能

概略仕様を表 5.1, 外観形状を図 5.1, 性能を図 5.2 に示す。

5.1.3 青果物貯蔵の留意点

青果物の貯蔵は前述したように、貯蔵条件が他の食品に比べきびしいため、貯蔵庫の設置使用に際しては十分な検討を要する。特にリンゴ・みかん・洋なしなど果実の低温貯蔵については、クーリングユニット使用による貯蔵実験論文など、最近多くの研究結果により貯蔵時の留意点があげられているが特に、

- (1) 冷蔵維持温・湿度
- (2) 空気の循環と換気
- (3) 果実の収穫時期
- (4) 低温貯蔵までの予処置
- (5) 貯蔵容器と庫内での荷積方法

などによって貯蔵期間・冷蔵中の品質低下・病害などに大きく影響すると言われている。

5.2 のり種網冷凍保蔵用クーリングユニット

従来、暖冬や汚水あるいは悪ガスなどで漁場環境が悪化しても張り込み中ののり網はどうしようもなく、生長はじめたのり芽も、腐れが出たり消滅したりするため、のりの安定した生産は不可能とされていた。

のり芽を一定条件下で低温保存すると冬眠保存が可能であること

に着目し、愛知県水産試験場をはじめとする研究によって、のり種付網の低温保存条件・低温保存網の漁場張り込み・網の脱水冷蔵など一連ののり養殖が可能となり、毎年安定したのり生産が可能となってきた。

HC-17 LA 形は、種網冷凍保蔵庫用として開発されたものであり、概略仕様を表 5.1 に、性能を図 5.3 に示す。

のり種付網の低温保蔵についても、青果物の冷蔵と同様種々の技術上の問題があるがここでは割愛する。

6. む す び

冷蔵・冷凍用小型クーリングユニットの仕様・性能などについて簡単に説明したが、今後冷蔵・冷凍貯蔵庫の需要はますます多くなり、その用途も次々と拡大されることは間違いないと確信する。HC 形クーリングユニットも需要家各位のご批判とご指導をお願いし、さらに改良を加えシリーズの充実化をはかり、ご期待にそいたいと考えている。また特殊用途使用例の実験データなどについても機会をみて改めてご報告したい。

UZ 形コンデンシングユニット

大門 啓治*・江本 浩徳*・菊地 照弘*

Model UZ Condensing Units

Nagasaki Works

Keiji DAIMON・Hironori EMOTO・Teruhiro KIKUCHI

Condensing units for refrigeration developed by Mitsubishi has made steady progress since they were introduced to the market. To meet the customers' desire to make them more efficient and convenient such as of automatization and labor saving, type UZ condensing units have been developed recently. They are built lightweight, compact and smart in appearance in comparison with the units of old design. They are expected to have bright future in their application.

This article describes their numerous advantages, construction and control system for reference to the understanding of potential users.

1. ま え が き

昭和 26 年に当社が開発し、世に送り出した MA 形冷凍圧縮機をはじめとして、わが国の冷凍機は本格的な高速多気筒機時代を迎えた。

以後、ターボ式をはじめとする各種の冷凍機が市場にあらわれ、彼我の間に激しい角逐が続けられてきた。しかし高速多気筒機は、ある分野では他の追随を許さず、また別の部門においては共存し、そのすぐれた特長をもってこの方面の中心的位置を占め、今後とも大幅な伸びが予測されている。

近年、需要家各位より メーカー に対する要望として

- (1) 機器の自動化による運転保守の省力化
- (2) 使用温度の低温化
- (3) フロン 冷媒使用による圧縮機の小形密閉化
- (4) ユニット化による据付工期短縮、工数低減

などの声が強くなっている。なかでも労働力不足に起因する冷凍設備の自動化、省力化については目下の切実なる要請となってきた。

今回開発した UZ 形 コンデンシングユニットは、このような各位の要望にこたえて登場した新鋭機である。国産最大容量を誇る MZ 形半密閉圧縮機・油分離器・凝縮器などを一体にまとめ、さらに運転操作機器、計器類および保護装置などを収納した制御箱を付属している。本機は従来の同容量機と比較すれば大幅な小形軽量化に成功し、あわせてスマートな外観デザインを有する新形 コンデンシングユニットである。図 1. 1 に外観を示す。

その性能は必ずやユーザー 各位の信頼にこたえるものと確信して

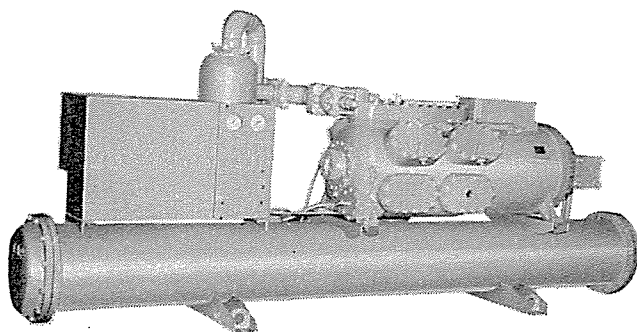


図 1. 1 UZ-120 形 コンデンシングユニット
Model UZ-120 Condensing Unit.

いる。以下本機の特長・構造等について述べる。

2. 特 長

本機の特長を説明する。

(1) 小形軽量であること

開放形が常識であった大形圧縮機の密閉形化に成功、MZ 圧縮機は単機容量国産最大である。必要機器類をすべてコンパクトにまとめた制御箱。従来の開放形使用のものに比べてはるかに小形軽量化されている。

(2) 保守の省力化

半密閉 MZ 圧縮機の使用により、モータカップリング、V ベルトおよび軸封装置などのわずらわしい保守から完全に解放される。

(3) 高性能圧縮機

特殊一体構造の吸入・吐出弁、可逆式オイルポンプなどの採用により騒音が一段と小さくなり、また体積効率がすぐれている。

(4) 制御装置・保護装置の完備

起動装置・容量制御装置・自動発停装置などの制御装置、高低圧開閉器・油圧開閉器・過電流継電器などの保護装置が完備している。作動はすべて自動化され、機器はすべて制御箱に組み込まれているので取扱いはきわめて容易、煩雑な運転操作技術を要しない。

(5) 据付工事の簡易化

本ユニットは小形軽量であるとともに、振動が著しく少ないのが特長、強固な据付基礎を要しない。

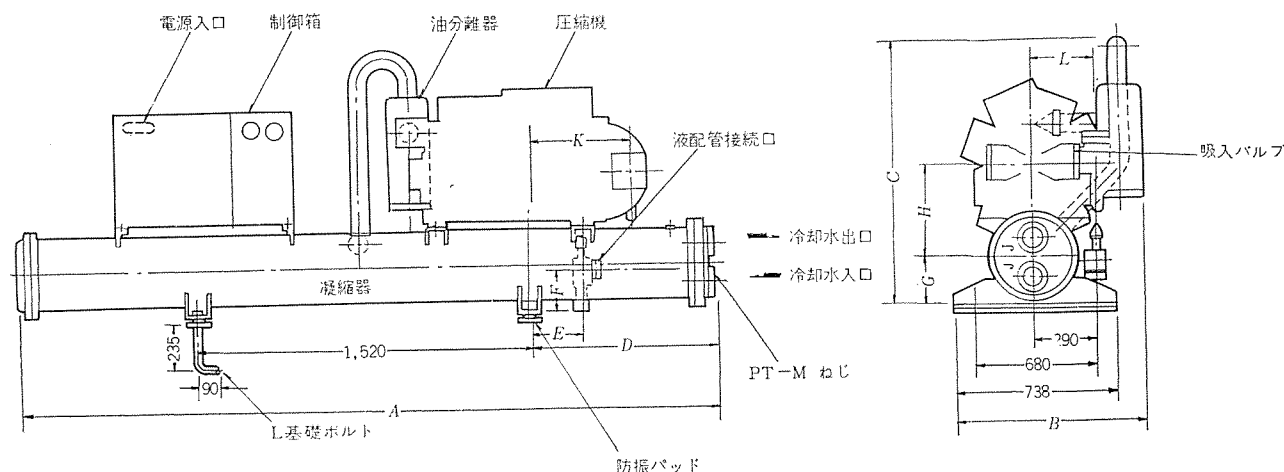
必要機器はユニット化されているので現場工事の工数の低減、工期の短縮がはかれる。

(6) 幅広い用途

冷蔵・食品工業・化学工業をはじめ、冷房・空気調和等々の幅広い分野の用途に使用することができる。

3. 仕 様

本機には UZ 40～UZ 120 までの 5 機種を用意している。表 3. 1 はその仕様である。図 3. 1 に本機の機器配置および外形寸法を示す。制御方式の電気系統は図 3. 2 に示す。



外形寸法表

形名	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
UZ-40	3146	850	1000	823	140	170	170	386	55	320	260	2 1/2
UZ-60	3146	850	1036	823	140	185	185	401	60	342	260	3
UZ-80	3161	850	1076	833	224	200	200	416	85	379	260	4
UZ-100	3184	850	1146	843	260	230	230	446	95	373	273	4
UZ-120	3184	850	1146	843	260	230	230	446	95	373	273	4

図 3.1 機器配置および外形寸法

Outline dimensions.

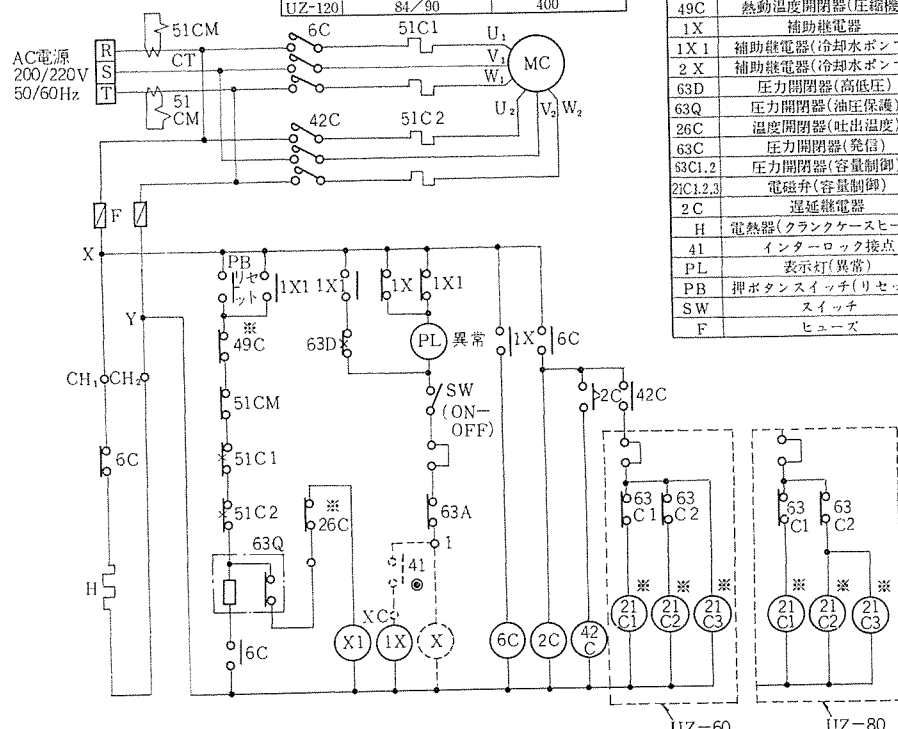
UZ-60~120形コンデンシングユニット接続図

略符号説明

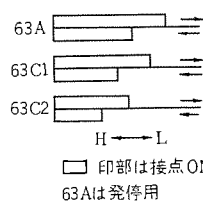
容量一覧表

形名	(電動機(kW)4P) 200/220V 50/60Hz	(クランク) ケースヒータ(W)
UZ-60	42/45	250
UZ-80	56/60	250
UZ-100	70/75	400
UZ-120	84/90	400

MC	圧縮機用電動機
6C	電磁接触器(起動)
42C	電磁接触器(運転)
CT	変流器(計器)
51CM	過電流継電器
51C1.2	熱動過電流継電器
49C	熱動温度開閉器(圧縮機)
1X	補助継電器
1X1	補助継電器(冷却水ポンプ)
2X	補助継電器(冷却水ポンプ)
63D	圧力開閉器(高低圧)
63Q	圧力開閉器(油圧保護)
26C	温度開閉器(吐出温度)
63C	圧力開閉器(発信)
63C1.2	圧力開閉器(容量制御)
2C1.2.3	電磁弁(容量制御)
2C	遅延継電器
H	電熱器(クランクケースヒータ)
41	インターロック接点
PL	表示灯(異常)
PB	押ボタンスイッチ(リセット)
SW	スイッチ
F	ヒューズ



圧力開閉器動作説明



- 注 1) ※印は冷凍機本体取付け
2) ◎印は当社手配外
XC 1 端子間には必ずインターロックを接続のこと
3) クランクケースヒータは電源は、圧縮機停止中は常時通電のこと。圧縮機停止時電源OFFにするおそれのある場合、必ずクランクケースヒータ電源は、別電源に接続のこと。その場合X-CH₁, Y-CH₂間の短絡線は取りはずす。

図 3.2 電気系統図
Connection diagram.

表 3.1 仕様
Specification.

形 名		UZ-40	UZ-60	UZ-80	UZ-100	UZ-120
電 源		三相, 200/220 V, 50/60 Hz				
呼び冷凍能力 (法定トン)		17.7	26.5	35.5	44.4	53.1
圧 縮 機	形 名	MZ-4 L	MZ-6 L	MZ-8 L	MZ-12 S	MZ-12 L
	容 量 (50/60 Hz, kW)	28/30	42/45	56/60	70/75	84/90
	起 動 方 式	パートワインディング (標準) または Y-Δ (標準外)				
凝 縮 器	形 式	シェルアンドチューブ式				
	水配管接続 (FPTねじ)	2 $\frac{1}{2}$	3	4	4	4
制 御 装 置		起動装置, 容量制御装置, 自動発停装置				
保 護 装 置		高低圧開閉器・油圧開閉器・過電流継電器・吐出温度サーモ・巻線保護サーモ・溶せん・安全弁				
容 量 制 御 (%)		100, 50	100, 67, 33	100, 50, 25	100, 67, 33	100, 67, 33
冷 媒		R-22				
冷 凍 機 油		SUNISO-4 G				
冷媒配管 接 続	液側 (銅管使用)	25.4×1.2	34.9×1.4	41.3×1.6	41.3×1.6	41.3×1.6
	吸 入 側 (銅管使用)	76.3×4.2 (2 $\frac{1}{2}$ B)	89.1×4.2 (3 B)	101.6×4.5 (3 $\frac{1}{2}$ B)	111.3×4.5 (4 B)	111.3×4.5 (4 B)
製 品 重 量 (kg)		870	955	1135	1525	1545

4. 構成機器

4.1 圧縮機

本ユニットには MZ 形半密閉冷媒圧縮機を使用している。これは昭和 43 年に完成した大容量半密閉圧縮機で容量 30 kW から 90 kW までをそろえている。単機容量 90 kW はもちろんわが国では最大である。

本機の特長は下記のとおりである。

(1) 吸入・吐出弁はいずれもフラッパー弁で一体に組み立てられており、取り付け、取りはずしが容易である。また運転音が特に小さく 75 ホン以下である。ピストン上部のデッドスペースは従来のいかなる弁構造よりも小さく、体積効率がすぐれている。図 4.1 は弁組立品。

(2) オイルポンプは独創的なアイデアによる可逆式ベーンポンプ (特許出願中) で音が小さく、回転方向を選ばない。また十分なヘッドを有しているため低温運転が可能である。

(3) クランクシャフトの軸端 (モータ側) に遠心ポンプが付いており、これによってクランク室の圧力を下げると同時にモータ室の圧力を上昇させ、この圧力差によりモータ室低部に溜った油をチェック弁を通してクランク室へ返送する。このため常時モータ室には油がたまっておらず、たとえ液バックしてもフオーミングによる油上がりがない。この機構は油圧の確保とともに熱交換器の高性能の維持に役立っている。

(4) 容量制御の機構は、いわゆるバイパス方式で、チェック弁、バイパス弁および電磁三方弁よりなっている。ステップは MZ-4 が 100-50%, MZ-6, 12 が 100-67-33%, MZ-8 は 100-50-25% である。このようにステップ数が多いことはそれだけ負荷に見合った運転ができるわけで経済的である。容量制御機構を図 4.2 に示す。

(5) 電動機は三相かご形電動機である。クランク軸にオーバハングして取り付けている。吸込みガスによる冷媒冷却式であるから大容量にもかかわらず小さくまとまっている。起動方式はパートワインディング方式 (後述) を標準とする。図 4.3 にその外観を示す。

4.2 凝縮器

ローフィンチューブを用いた横形シェルアンドチューブ方式の凝縮器である。チューブ長さは UZ-40 のみ 2,200 mm, 他はいずれも 3,000 mm を使

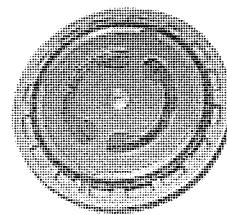
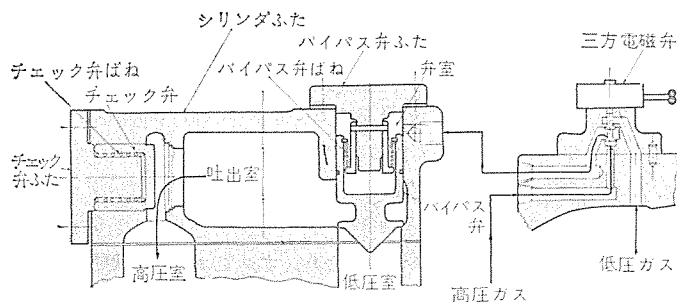


図 4.1 弁組立品
Valve assembly.



- 三方電磁弁 ON で弁室内は高圧となり、バイパス弁を押し下げ、シート面により吐出室と低圧室は完全に分離されオンロード
- 三方電磁弁 OFF で弁室内は低圧となりばね圧によりバイパス弁を持ち上げ、吐出室と低圧室は同一圧力 (低圧) となる。チェック弁ばねによりチェック弁が閉じ、吐出室と高圧室が分離されアンロード

図 4.2 MZ 圧縮機容量制御機構
Capacity control system.

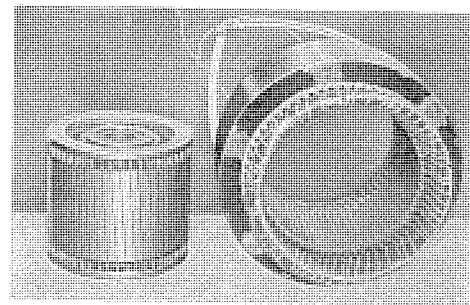


図 4.3 電動機
Motor.

用し、長さを統一している。胴体の上に取り付け足を溶接して圧縮機、制御箱および油分離器を載せ、架台として使うことにより、著しくユニット高さを節減できた。

冷却水はクーリングタワーまたは井水が標準であるが、特殊仕様として海水用も製作する。最近、公害による冷却水系統の汚染が多いので注意し、水処理を十分に行なう必要がある。

4.3 油分離器

通常、圧縮機から吐出された冷媒ガスの中にはある程度の潤滑油が混合している。この油が凝縮器にはいると冷却管の外側に付着し、著しく熱交換を阻害する。本ユニットでは圧縮機と凝縮器の間に油分離器を設置し、吐出ガス中に含まれる油を分離、採取して自動的に圧縮機へ返送している。したがって凝縮器・蒸発器等へ油が回らず、常に高い熱交換効率が維持できる。

4.4 制御箱

制御箱にはコンタクト、リレー、容量制御開閉器などの制御機器のほか、高低圧開閉器、油圧開閉器、過電流継電器などすべての保護機器を収納している。運転操作用のスイッチ、押しボタン、ゲージ等は正面ドアにあり、またドア裏面には展開接続図、総合接続図などを添付してサービスに便ならしめている。

5. 制御方式

5.1 起動方式

起動はすべてパートワインディング方式を標準とする。本起動方式は直入とY-△の中間に属するもので、2個のコンタクトを使用して起動および運転を行なう。すなわち、モータの固定子巻線は各相二つの巻線部分をもち、起動時は第1の巻線を励磁し、起動完了後第2の巻線を第1の巻線と並列に接続し運転にはいるもので、起動電流を抑制する一つの方法である。図5.1に接続図を示す。

この方法はY-△起動のように起動・運転切換時に巻線を電源から一時開放する必要がない。パートワインディング方式の起動電流は、巻線配置や巻線ピッチを適当に選ぶことによって、直入起動の60~80%とすることができるが本機の場合約80%にしている。

なお要求によりY-△起動用も製作している。

5.2 容量制御

起動時は前述の容量制御機構により、すべてアンロード状態で起動するが、通常運転にはいるとタイマーにより電磁三方弁に通電され、自動的にオンロードとなる。

以後は負荷に応じて容量制御圧力開閉器により制御を行なう。運転中、負荷が減少すると吸入圧力が低下してくるが、これがある設定圧力まで下がると容量制御圧力開閉器の接点が開き、これに連動して電磁三方弁がオフとなって第一段の容量制御が働く。この状態でさらに吸入圧力が低下すると同様に第二段が働く。容量制御の第二段が働いているときさらに圧力が下がると、自動発停用の開閉器により圧縮機は停止する。停止中に負荷が回復し、吸入圧力が上昇すれば自動的に再起動する。本開閉器の作動圧力は自由に設定することができるので、希望の温度に自動制御することができる。

5.3 保護装置

本機には圧縮機に内蔵安全弁、凝縮器に溶せん(栓)を付けているほか下記に保護機器を備えている。

高低圧開閉器、過電流リレー、油圧開閉器、巻線保護サーモ、吐出温度サーモ。

これらの保護機器が作動した場合、圧縮機は停止し、異常表示ランプが点灯する。再起動を行なうには異常箇所を修理した後、リセッ

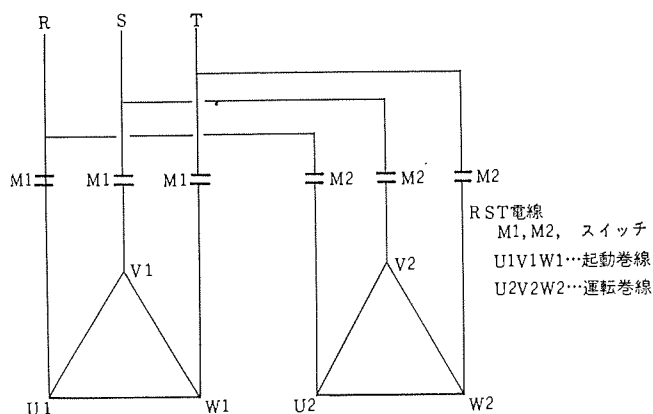


図 5.1 パートワインディングスタート 接続図
Part winding start connection diagram.

トボタンを押せばよい。

巻線保護サーモはモータ固定子巻線の間に直接埋め込まれたサーモスタットで、単相運転やロック等により、巻線温度が異常に上昇した場合などに作動し圧縮機を停止させる。

吐出温度サーモは容量制御なしバンクのシリンダヘッドに取り付けられたサーモスタットで、凝縮器の冷却水不足や過大なスーパーヒート等により、吐出ガス温度が異常に上昇した場合に作動する。

6. む す び

この十数年の目ざましい経済成長と歩調を合わせて冷凍機器の伸びもまた著しいものがあった。今後も冷凍機の応用範囲とそれに伴う需要は飛躍的に伸びてゆくにちがいない。それに伴ってこれからは工期の短縮、取り扱いの省力化がますます声を大にして叫ばれるようになってゆく。冷凍機器の生産方式も従来の現場施工が少なくなり、プレハブ化、工場生産方式の比重が大きくなるだろう。

当社では本文にて紹介したUZ形コンデンシングユニットのほかにBCL, ACL, SLU等の自動化された新鋭機を続々と市場に送り、幸い好評を博している。

今後とも、業界の動向を反映し、顧客先の要求にマッチする製品となるよういっそうの研究、改良を重ねてゆく決意である。

三菱 Hi/Re/Li ブラインクーラー〈BCL 形〉

大門 啓治*・保坂 征宏*・谷本 嘉裕*

Mitsubishi Hi/Re/Li Brine Coolers Model BCL

Nagasaki Works Keiji DAIMON・Yukihiro HOSAKA・Yoshihiro TANIMOTO

With the increase of refrigerating installations the circles have come to encounter new troubles in the shortage of human labor. This in turn brings about the rise in costs and lowering of technical level. Under the circumstances Mitsubishi has developed model BCL brine coolers based on the Company's peculiar idea so as to do away with the trouble of installation, operation and maintenance. They may be called labor saving apparatus, which can be operated in the place of the conventional refrigerating equipment of a single stage compressor of direct expansion or indirect cooling. They are best applicable to low temperature storage of vegetables, fruit, fish and meat, ice making in skating links and chemical industries.

1. ま え が き

食生活の改善, 流通機構の改革などが進むにつれて食品に対する冷凍の応用も最近ますます盛んになってきた。今のところ水産物, 乳製品, 果実などにこの傾向が強いようであるがいずれ他の食品にもおよんでゆくであろう。

冷凍装置がこのように増えてゆくにつれて新しい悩みが生まれてきた。それは最近の社会的特長の一つである人手不足あるいは人件費の高騰などが関係業界における採算性悪化, 技能レベルの低下, 運転技術者あるいはサービス技術者の不足などの深刻な問題をもたらしただけである。

これは結局現在の冷凍装置の製作あるいは設置方法すなわちその都度設計がなされてコンプレッサ, モータ, コンデンサ, 蒸発器, 制御装置などがそれぞれに手配され, それを集めて現地において装置に組み上げるという方法に一番問題があるように思われる。

そこでこうした現状を改善するために各関係方面でしるべき対策が講じられているようであるが, われわれメーカーサイドでも機器の

据付・運転・保守などすべての面で人手を必要としないいわゆる省力機器開発の必要性が大きくクローズアップされてきた。

このような事情を背景に当社ではこのたび完全ユニット形のブラインクーラー〈BCL 形〉を開発したのでここに紹介する。

2. BCL 形ブラインクーラー

冷凍機を利用して物を冷却する場合, 冷媒と物を直接熱交換させ

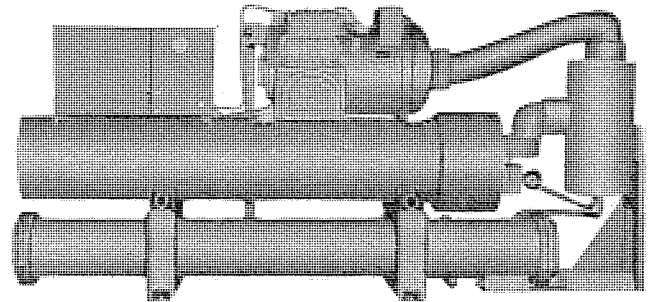


図 2.1 Hi/Re/Li ブラインクーラー (BCL 形)
Hi/Re/Li brine cooler.

表 2.1 標準仕様

Standard specification.

形 名		BCL-20	BCL-30	BCL-40	BCL-60	BCL-80	BCL-120
使 用 フ ラ イ ン		エチレングリコール	プロピレングリコール	塩化カルシウム	エチレングリコール	プロピレングリコール	塩化カルシウム
温 度 範 囲 (°C)		-15~+4					
※冷 凍 能 力 (JRT)		9	14	18	28	37	55
電 源		三相 50/60 Hz 200/220 V					
圧 縮 機	形 名	MX-4 L	MX-8 L	MX-8 L	MZ-6 L	MZ-8 L	MZ-12 L
	最大出力 (50/60 HzkW)	14/15	20.5/22	28/30	42/45	56/60	84/90
始 動 方 式		じか入れ					
凝 縮 器	形 式	シェルアンドチューブ					
	接 続 (FP ね じ)	2	2 1/2	2 1/2	3	4	4
フ ラ イ ン 冷 却 器	形 式	シェルアンドチューブ (乾式)					
	接 続 (ビクトリックジョイント)	2	2 1/2	2 1/2	3	4	4
容 量 制 御 (%)		100, 50	100, 67	100, 50	100, 67 50, 33	100, 75 50, 25	100, 67 50, 33
制 御 方 式		全 自 動					
冷 媒 (チャージ済)		R-22					
冷 凍 機 油 (チャージ済)		スニソ 4 GS					
外 形 寸 法 (mm)	高 さ	1,208	1,227	1,280	1,340	1,435	1,555
	幅	2,719	2,724	2,724	3,596	3,621	3,654
	奥 行	600	600	640	776	825	825
製 品 重 量 (kg)		780	875	985	1,390	1,860	2,490

※クーリングタワー使用で, ブライン出口 -5°C, 60 Hz の場合

る直膨式と、まず冷媒とブラインを熱交換させ、次にブラインと物を熱交換させる間接式の二つがある。BCL 形は間接式において冷媒とブラインを熱交換させる部分すなわちブライン冷却系統を独立させてユニット形としたものである。

BCL 形のシリーズは BCL-20 (15 kW) から BCL-120 (90 kW) まで 6 機種で、ブライン出口温度 -15°C から $+4^{\circ}\text{C}$ の用途に使用することができる。

2.1 特長

- (1) エチレングリコール、プロピレングリコール および塩化カルシウムなどのブラインを使用することができる。
- (2) 三菱独得の冷媒制御方式である「Hi/Re/Li システム」を採用しているため、低温においても安定した効率の良い運転ができる。
- (3) 運転操作は押しボタンのみでできる完全自動方式である。また、半密閉圧縮機、乾式チラーなどの採用により油上がりや電動機の保守などめんどろなメンテナンスから開放される。
- (4) 大容量にもかかわらずユニット形のため作業主任者を必要としない。
- (5) 通常の保護装置のほか吐出ガス温度保護サーモ、モータ巻線温度保護サーモ、水銀式過電流リレーなど最新の保護装置を備えている。
- (6) 小形・軽量であることはもちろん熱絶縁、冷媒チャージ、冷凍機油のチャージまですべて工場ですませているので、現地における据付工事が簡単である。

2.2 冷媒の流れ——Hi/Re/Li システム〈特許申請中〉

図 2.2 に従って冷媒の流れを説明すると、まずクーラーでブラインより熱を奪って蒸発した冷媒ガスはウェット状態（完全にガス化していない状態）でアキュムレーターへ流入する。ここで液滴はコンデンサからの冷媒液と熱交換を行なって蒸発する。ガス化した冷媒はアキュムレーター内部の U 字管よりコンプレッサへ吸入される。一方、冷媒とともにアキュムレーターへ流入した油は U 字管底部の返送パイプを通してコンプレッサへ戻される。コンプレッサへ吸入された冷媒ガスはモーターを冷却した後シリンダへ吸入され、圧縮されて高温・高圧となりコンデ

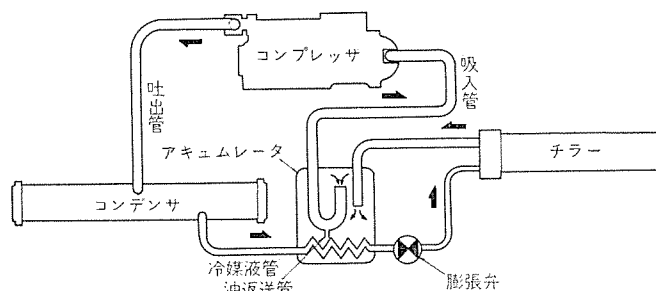


図 2.2 冷媒の流れ
Refrigerant flow.

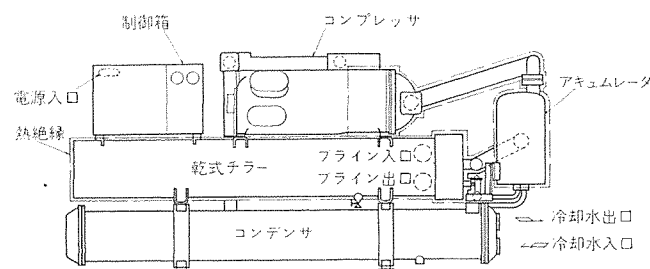


図 2.3 BCL 形ブラインクーラーの構成
Arrangement of model BCL brine cooler

ンサへ吹き出される。ここで冷却水へ熱を捨てて凝縮し、ストレーナーを通してアキュムレーターの熱交換器にはいりここで液滴と熱交換を行なって過冷却される。それから膨張弁で減圧されてクーラーに入り蒸発する。

以上の冷媒の流れで特に注目すべきことは、まずクーラー出口の冷媒の状態が常にウェットであることおよびコンプレッサへの吸入ガスが常に乾いた状態にあることで、このために

(1) 冷却器全体が常にウェットの状態に保たれるので、冷却面積を最大限有効に利用することができる。従来の方式ではスーパーヒートガスをコンプレッサに返すために冷却管の一部はガスが乾いた状態におかれ、この部分では有効な熱交換は行なわれなかった。

(2) 液滴はすべてアキュムレーター内部の熱交換器で蒸発するのでコンプレッサへの液バックが防止される。

この 2 点が本機の新しい冷媒制御システムの大きな特長である。

2.3 構造

本機の構成は図 2.3 に示すように半密閉コンプレッサ、乾式チラー、凝縮器、アキュムレーター、制御箱等よりなり、これらを結ぶ冷媒配管、電気結線およびチラー、吸入管などの防熱もすべて完了されているから、現地では電源接続、ブライン配管および水配管を行なうだけでただちに運転できるものである。

(a) コンプレッサ

コンプレッサはすべての冷凍装置の心臓部であるから高い信頼性をもったものでなければならない。本機に使用しているコンプレッサは BCL-20~40 形が MX 形、BCL-60~120 形が MZ 形である。

MX 形は、昭和 37 年に開発以来 PF、CR などの空調機で既に 10,000 台に及ぶ使用実績を有する定評あるコンプレッサである。

MZ 形は昭和 43 年に開発された最新かつ国産最大容量の半密閉コンプレッサで、空調用として既に数百台の実績を有している。

これらのコンプレッサの低温への使用に当たっては数年におよぶ実

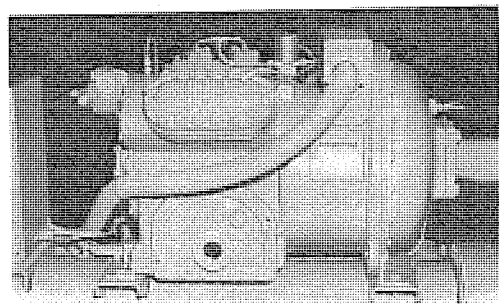


図 2.4 MX 形冷媒圧縮機
Model MX refrigerant compressor.

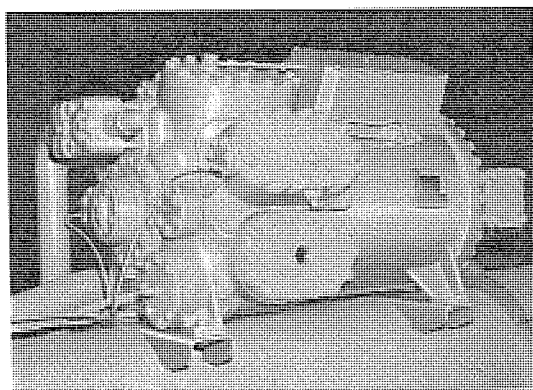


図 2.5 MZ 形冷媒圧縮機
Model MZ refrigerant compressor.

機テストの結果からモータ絶縁、端子、弁板、油などコンプレッサ自身の問題のほかにユニットとしてコンプレッサに関係する部分の配慮までおよそ低温における問題点はすべて検討し、しかるべき対策が施されている。たとえば、結露が問題になる端子部分は絶縁性のシリコンゴムで被覆されているし、吐出ガス温度の異常上昇を検知する吐出ガス温度保護サーモなども備えている。また、Hi/Re/Liシステムの一部であるアキュムレータは負荷の急激な変動による液戻り現象に対しても有効に作用し、コンプレッサへの液戻りを防止している。

(b) 乾式チラー〈特許申請中〉

乾式チラーは次に述べる二つの意味で本機の最も重要な部分の一

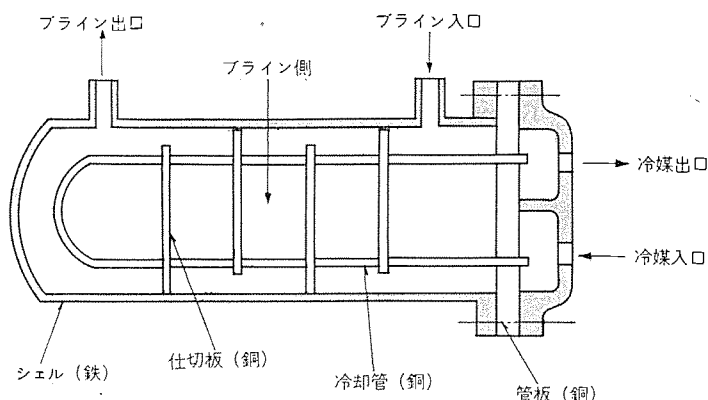


図 2.6 乾式チラー構造
Construction of the dry type chiller.

つである。

(イ) チューブと乾板の固定にろう付けを採用し大幅な小形・軽量化を実現した。

各部品を小形・軽量化することはユニット形とするに当たって必然の条件であるが、なかでもチラーの小形化は従来より大きな課題の一つであった。それはチューブと管板の固定にエキスパンド法を用いるとどうしても管ピッチが大きくなりシェル径が大きくなる。しかもブライン側流速を速くできないため熱伝達率が悪くなり、伝熱面積を大きくしなければならないという不具合があった。そこでわれわれは各種固定方法の研究を行ないその結果ろう付けによ

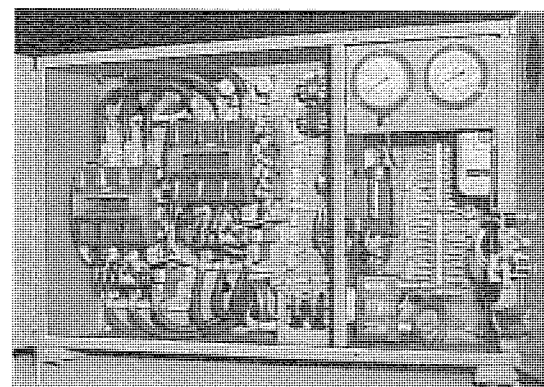
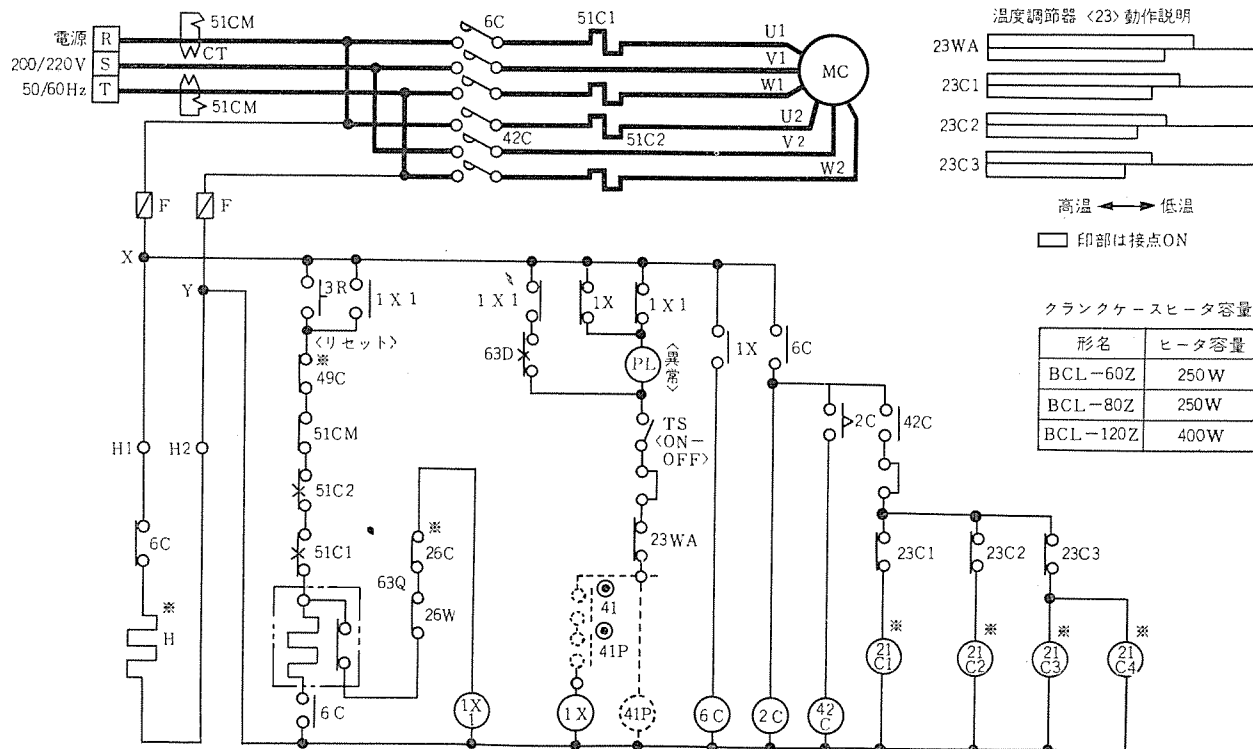


図 2.7 制御箱内部
Interior view of control box.

BCL-60~120Z形 標準起動



記号説明

記号	名称	記号	名称	記号	名称
MC	圧縮機用電動機	51 C1・C2	熱動過電流継電器	23 WA	温度調節器(自動発停)
CT	変流器	51 CM	過電流継電器(リコンリレー)	23 C1・C2・C3	温度調節器(容量制御)
52 C	電磁接触器	63 D	圧力開閉器(高低圧)	21 C1・C2・C3・C4	電磁弁(容量制御)
6 C	電磁接触器(起動)	63 Q	圧力開閉器(油圧)	41 P	インターロック継電器及び接点(冷水ポンプ)
42 C	電磁接触器(運転)	26 W	温度開閉器(凍結防止)	41	インターロック接点(冷水ポンプ)
2 C	限時継電器	26 C	温度開閉器(吐出温度)	H	電熱器(クラックケース)
1 X・1 X1	補助継電器	3 R	操作開閉器(リセット兼用)	PL	表示灯
49 C	熱動温度開閉器(巻線)	TS	タンブラースイッチ(起動・停止)	F	ヒューズ

図 2.8 展開接続図 Wiring diagram.

る方法は管ピッチを小さくできて、しかもブライン側流速を速くできることなどから最も良い方法であることをつきとめ、これを採用することによって従来の半分にまで小形・軽量化することに成功した。

(ロ) シェル以外の部分にはすべて銅を使用してブラインによる電解腐食を追放した。

電解液に浸された二つの異なった金属間では電位の低い卑の金属よりイオンが析出して酸化する、いわゆる電解腐食の現象があらわれることはよく知られた事実であるが、ブラインクーラーではまさにこの問題に直面する。

すなわち、冷房用のチラーでは冷却管が銅であるほかは仕切板、管板、シェルなどすべて鉄で製作されるからこれをそのままブラインに使用することはできない。なぜなら鉄と銅の間で電池を形成し、鉄が腐食するからである。このような場合、防食亜鉛を付けてブラインに使用している例もあるが、これはいわば消極的な防食法であり実際にはきわめて不完全である。

電解腐食を防止する最も確実な方法は異種金属を使用しないことである。このような見地から本チラーでは図2.6に示すようにシェル以外はすべて銅を使用して電解腐食を追放している。シェルは鉄であるがこれは十分な腐食しろを有しているから一般に問題とならない。

(c) 制御装置

本機の運転はボタン操作のみでできる完全自動方式である。これは従来の冷凍装置が多くのバルブ操作をしたことを考えると全く画期的な進歩である。さらに本機は作業主任者を必要としないから全くのしろうとでも運転ができるし、化学工場等における遠隔操作等も容易である。図2.7は本機の制御箱内部および図2.8にシーケンスを示す。

3. ブライン

現在一般に使用されるブラインはエチレングリコール、プロピレングリコール(以上有機質ブライン)および塩化カルシウム(無機質ブライン)である。ブラインは多かれ少なかれ腐食性を有するが一般に無機質ブラインは腐食性が大きく有機質ブラインは少ない。またブライン中の酸素量が多いほど腐食は多くなるから濃度の薄いほど腐食性は大きい。

いずれにしてもブラインを使用する際は腐食に対して十分な考慮を払う必要がある。たとえば次のような事項はぜひ知っておかねばならない。

(a) ブラインが空気と接触しないように、できれば密閉サイクルとする。

(b) 特に塩化カルシウムブラインでは腐食抑制剤を使用する。すなわち、ブライン1ℓにつき1.6gの重クロム酸ソーダ($\text{NaCr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)を添加し、さらにpHを8程度に保つために苛性ソーダ0.43gを添加する。

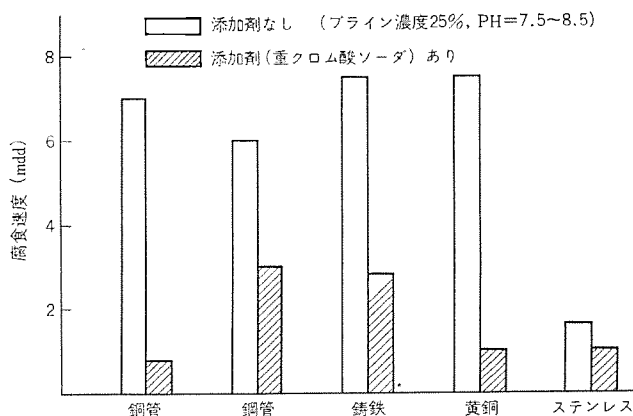


図 3.1 塩化カルシウムブライン中の金属の腐食速度
Corrosion rate of metals in CaCl_2 brine.

図3.1は塩化カルシウムブラインにおける添加剤の防食効果を示す一つの実験データである。

4. BCL形ブラインクーラーの用途

BCL形ブラインクーラーは従来の単段圧縮機による直膨あるいは間接式の冷凍装置に代わって使用することができる。

BCL形を冷蔵庫(B級またはC級)に使用する場合は、コイルあるいはユニットクーラーを併用する。特に、温度の異なる多数の冷蔵庫を1台の冷凍機で冷却する場合は本機が最適で、各冷蔵庫の温度を容易にしかも正確に調節することができる。直膨の場合温度が異なると圧力が異なり、負荷の変動がただちにコンプレッサに影響を与え、さらに負荷率とコンプレッサの容量制御特性とが一致しないとひんぱんな発停をくり返すことになって運転がきわめて不安定であるが、BCL形の場合は流量の調節によって温度が調節できるし、ブラインの大きな熱容量のために負荷の変動は緩和されてコンプレッサへ伝達される特長がある。また負荷が一定時間に片寄っているような場合は小さなユニットを用いて蓄熱運転を行なうこともできる。

用途としては野菜、果実、穀物、魚、肉、原乳、乳製品、その他加工食品の低温貯蔵および製氷、アイスクリーム、製氷その他化学工業(液塩製造、硫酸製造など)用などに最適である。

5. むすび

BCL形は新しい時代の省力機器として、当社の独創的なアイデアにより開発したものであるが、市場の反響は予想以上に大きく既に数十台の納入を行なった。これらの設置例よりみて、所期の目的である省力化は十分に実現されているようである。

われわれとしては今後ユーザー各位からのアドバイスにより本機の改良を行なうとともに、さらに進んだ省力機器の開発に努力したいと考えている。



特許と新案

冷蔵庫

発明者 中島智信

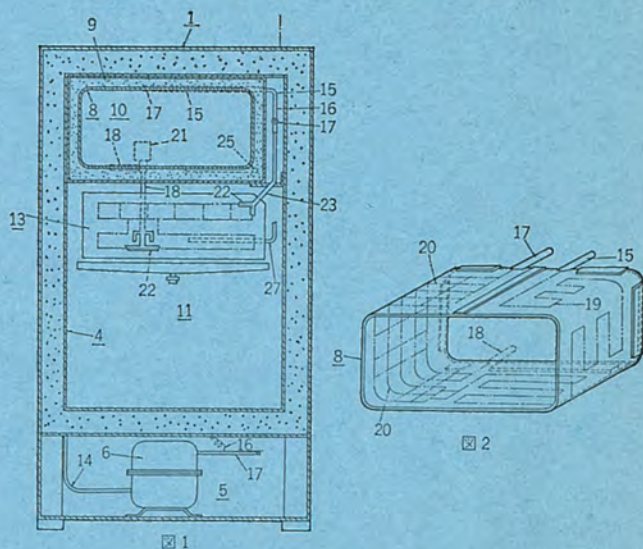
この発明は、冷凍室（主冷却室）と冷蔵室（副冷却室）を有する二温度冷蔵庫、特にその冷却装置に関するものである。

図について説明すると、庫内4上部に箱形の主冷却器8を設け、その内部を冷凍室10に、外部を冷蔵室11とし、冷蔵室11には副冷却器13を設置する。上記主冷却器8は主温度調節器25で運転制御される圧縮機6、吐出管14、凝縮器、毛細管16、吸入管17らとともに通常の冷媒回路を構成し、常に所定温度（ $-12 \sim -23^{\circ}\text{C}$ ）を保持する。また上記副冷却器13は副温度調節器27で開閉制御される開閉弁21を介して、配管18により主冷却器8の冷媒液だめ20と連通し、その冷媒流路22出口は上記吸入管17と主冷却器8との接続部分に配管23で連通する。そして上記副温度調節器27は副冷却器13の温度が -20°C 以下のとき上記開閉弁21を閉じ、 $+3^{\circ}\text{C}$ 以上のときは開くように作動する。

このように構成しているので、圧縮機6の運転により主冷却器8は作動し、冷凍室10を所定温度に冷却する。一方、圧縮機6の運転時に弁21が開くと、液だめ20内の液冷媒は重力によって副冷却器13内に入り、ここで周囲の熱をうばって蒸発気化し、主冷却器8よりのガス冷媒と合流して圧縮機6に戻る。また圧縮機6の停止時に弁21が開いた場合には、副冷却器13で蒸発気化したガス冷媒は今度は主冷却器8に戻り、ここで周囲に熱を放出して液化し、再び副冷却器13に流れる。以降これをくりかえして冷蔵室11も所定温度に冷却する。

この発明によれば、一つの冷却系で冷凍室・冷蔵室の双方を負荷の変動、外気温度の変化にかかわらず常に所定温度に保持でき、かつ副冷却器の温度を冷却サイクルごとに主冷却器の温度に関係なくづらすにできるので、その霜取りを必要としない利点がある。

（特許第533881号）（足立記）



テープレコーダのピンチローラ操作装置

発明者 和田庄次・上村達雄

この発明は、ピンチローラの不使用状態においては、このピンチローラをキャプスタンから離すとともに、じゃまにならないよう沈下させるように構成したピンチローラ操作装置に関するものである。

図1はこの発明の装置の平面図、図2はその斜視図で、図中1、2、3および6は周知のテープレコーダの上板、基板、キャプスタンおよびピンチローラ、11はこのピンチローラを腕部12に設け上記基板2に軸8により回動かつ昇降自在に設けたブラッシュ、14はこのブラッシュを回動および昇降させるために、上記基板2上に長手方向に移動自在に設けた操作レバーである。

図1に実線で示す状態および図2に示す状態は、ピンチローラ6が上板1の下方に没入し、しかもキャプスタン3から離れている停止状態を

示している。いま、操作つまみ20をつまんで操作レバー14を矢印B方向に移動させると、ブラッシュ11の底部の突起16が、操作レバー14の下部水平部22から傾斜部24を経て上部水平部23に乗り上げるため、ブラッシュ11はピンチローラ6とともに圧縮ばね9に抗して垂直に上昇し、ピンチローラ6が上板1上に突出する。そして、さらに操作レバー14を矢印B方向に移動させることにより、操作レバー14の先端の傾斜カム25が腕部12の突耳15と接し、引張りばね17に抗して図1矢印C方向に腕部12を回動させ、突耳15が操作レバー14の先端へこみ(凹)部25にかん(嵌)合したとき、図1に鎖線で示したように、ピンチローラ6は、キャプスタン3に引張りばね17により押圧レバー27、操作レバー14を介して所定圧力で圧接され、磁気テープ5を挟持する。

特許と新案

なお、停止操作は上記操作つまみ 20 を矢印 B と反対方向に移動させれば、上述した逆の動作によってピンチロー 6 が上板 1 の下方に沈下することはもちろんである。

この発明によれば、テープレコーダの停止時にピンチロー 6 が必ず上板 1 の下方に沈下することにより、キャプスタン 3 の近傍に存在しなくなるから、磁気テープのかけ換えなどが容易になるものである。さ

らに、ピンチロー 6 は、その起動操作初期にまず垂直に上昇して上板 1 の上方に突出し、その後キャプスタン 3 に向かって水平移動するようになされているため、ピンチローはキャプスタンに対し偏心することなく、常に正しい状態で圧接しうる効果がある。

(特許第 551656 号) (伊藤記)

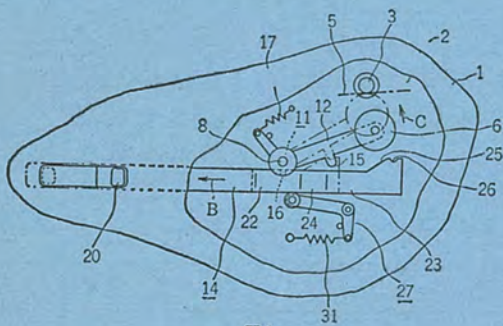


図 1

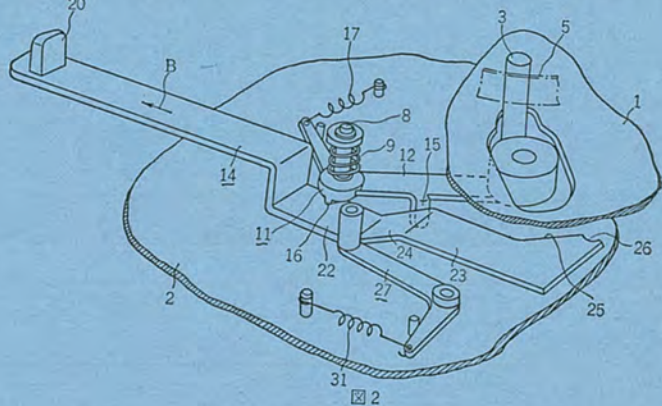


図 2

水銀放電灯

考案者 土橋理博・若林正雄

一般に水銀放電灯の演色性・発光効率を改善するには、発光管内による(沃)化ナトリウム、よう化タリウムなどの金属よう化物を含ませることがよく知られている。しかし、このようなよう化物を含ませると、これらが内蔵する不純ガスのために、放電灯の放電開始電圧が上昇し、その実用化に大きな障害を与えることになる。

この考案は、特にこのように金属よう化物を添加した水銀放電灯の放電開始電圧を下げ、低温における始動を容易にするものである。

すなわち図において説明すると、放電開始に際しては、まず口金 2 のリード線 3、導電体 42、第 1 の熱応動バイメタル 37、その可動接触片 38 ならびに固定接触片 40、導電体 45、32、35、リード線 4 よりなる閉回路に安定器 (図示してない) の短絡電流が流れる。この電流により上記バイメタル 37 は数秒後に自己加熱で変形し、その可動接触片 38 を固定接触片 40 から引きはなすので、その瞬間に、上記安定器に生じたサージ電圧が主電極 12 と補助電極 14 との間に印加され、その電極間に放電が開始される。この放電で今度は電流が上記バイメタル 37 から接続線 36、電極 12、14、導電体 44、第 2 のバイメタル 31 の固定接触片 34 ならびに可動接触片 29、接続線 30、支持棒 6、導電体 43、補助電極 13、主電極 11、接続線 25、第 2 のバイメタル 31、導電体 35 を通してリード線 4 へと流れる。したがって上記補助電極 13 ならびに主電極 11 は加熱状態になり、第 2 のバイメタル 31 も自己加熱を起こして、数秒後にはその変形により可動接触片 29 を固定接触片 34 から引きはなす。この結果、安定器に発生するサージ電圧が主電極 11、12 間に印加され、これにより上記主電極間は加熱あ

るいはイオン化された状態にあることと相まって、きわめて容易に放電を開始することになる。

なお上記バイメタル 31、37 には放電開始後も放電電流が流れ続けるので、開放状態を維持し、点灯中にたち消えを起こす心配はないものである。

(実用新案第 871811 号) (足立記)

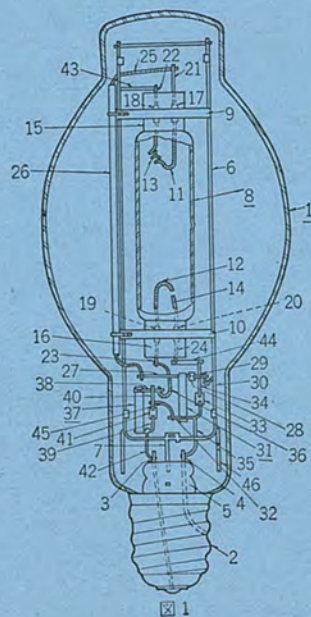


図 1

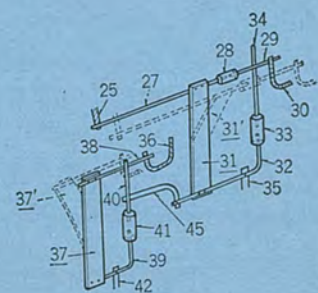


図 2

MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム (3)

——プログラム管理——

三井大三郎*・首藤 宏樹*・大竹 祥之*・黒崎 和男*

MELCOM-3100 Disk Operating System (Part 3)

——Program Management——

Kamakura Works Daisaburo MITSUI・Hiroki SHUTO
Yoshiyuki OTAKE・Kazuo KUROSAKI

In the conventional operating system where the magnetic tapes are used as the principal secondary storage, the program is stored in the form of cards or paper tapes. Hence the condition is not very good either in the point of computer efficiency or of the storage of cards and paper tapes. If a disk is applied to storing the program, high speed yet convenient program management can be realized by making use of random access function and data renewal function. Described herein is the system of program management using a disk which is employed in the disk operating system MARK-III. This paper is the latter part of the preceding ones (1) and (2) describing the full story of MARK-III and data management.

1. ま え が き

従来、磁気テープを主体としたオペレーティングシステムでは、プログラムは一般にカードや紙テープの形で管理されていたため、計算機の使用効率のうえでもカード類の管理のうえでも条件がよくなかった。このためプログラムを磁気テープで管理しようとする試みも多くなされたが、テープ上のデータはシーケンシャルにしかアクセスできず、またデータの一部を更新することができないのでおのずと限界があった。しかし、これに大容量のランダムアクセス装置を利用するとデータがランダムに読み書きできるし、かつ一部を更新することもできるので磁気テープの場合より、はるかに高能率でかつ便利にプログラムを管理することができる。

最近の大形計算機では、データセルなどを利用してプログラムカードの管理をなくする方向に進んでいる。これは、前編(2)で記述したデータの集中化と同じ目標を持つものであることはいうまでもない。MELCOM-3100クラスの中形計算機の場合にはデータセルのような超大容量のランダムアクセス装置は付加されないから、磁気テープとディスクを併用したプログラム管理を考えなければならない。ここではランダムアクセス装置を利用したMELCOM-3100 MARK-IIIオペレーティングシステムのプログラムの処理とシステムの構造を中心に記述する。

2. プログラムの処理過程

MARK-IIIでのプログラムにはつぎの3種のものがある。

(1) ソースプログラム

トランスレータ(COBOL, FORTRANなどのコンパイラやアセンブラ)によって処理されるステートメントや命令の集まり。

(2) リロケートブルオブジェクトプログラム

トランスレータからの出力で再配置可能な形式をしたものである。リロケートブルオブジェクトプログラム(以下リロケートブルオブジェクトと略記する)はプログラムエディタの入力となる。

(3) 実行用オブジェクトプログラム

絶対番地が割付けられた実行可能なプログラムである。

これらのプログラムは図2.1に示す過程で処理される。すなわち、ソースプログラムが処理され実行されるまでには

翻訳→(リロケートブルオブジェクトの登録)→編集→実行用オブジェクトの登録
→ロード→実行

という六つの段階を経由する。このうちのリロケートブルオブジェクトの登録段階は必ずしも経由する必要はないが、他の5段階は必ず経由しなければならない。

プログラムを処理する動機はデバック・実行・保管など種々考えられるが、どの目的に対しても処理過程のどこからでも開始終了させることができ、かつ処理の過程でできるだけ多くの選択機能をもつのが望ましい。MARK-IIIではこの要求を実現しており、しかも最小限のジョブコントロール情報でよいようになっている。たとえばAというCOBOLプログラムを実行したい場合は、前記の五つの必要過程を全部経由するが、このときは

///PROG, @COBOL, A, GO.

///EXEC.

の2種のコントロール情報で足りる。この間にリロケートブルオブジェクトや実行用オブジェクトの登録やパンチの機能などは、必要に応じてどんな組み合わせでも指示することができるので、融通性に富んでいるといえる。

2.1 プログラムの分割と結合

図2.1に示したように、プログラム処理の流れに「編集過程」が設けられていることにより、プログラムの分割処理が便利にできるようになっている。分割処理の利点としては一般に

(1) プログラムの各部分を複数のプログラムで分担し、その部分に最も適した言語で作成することができる。

(2) プログラムのテストは各部分ごとに行なうことができ、プログラムの変更も必要な部分に対してのみ行なえばよい。

があげられる。MARK-IIIでは、これらのほかに

(3) 共通ファイルと固有ファイルが定義できるのでファイルの取扱いが融通性に富んでいる。

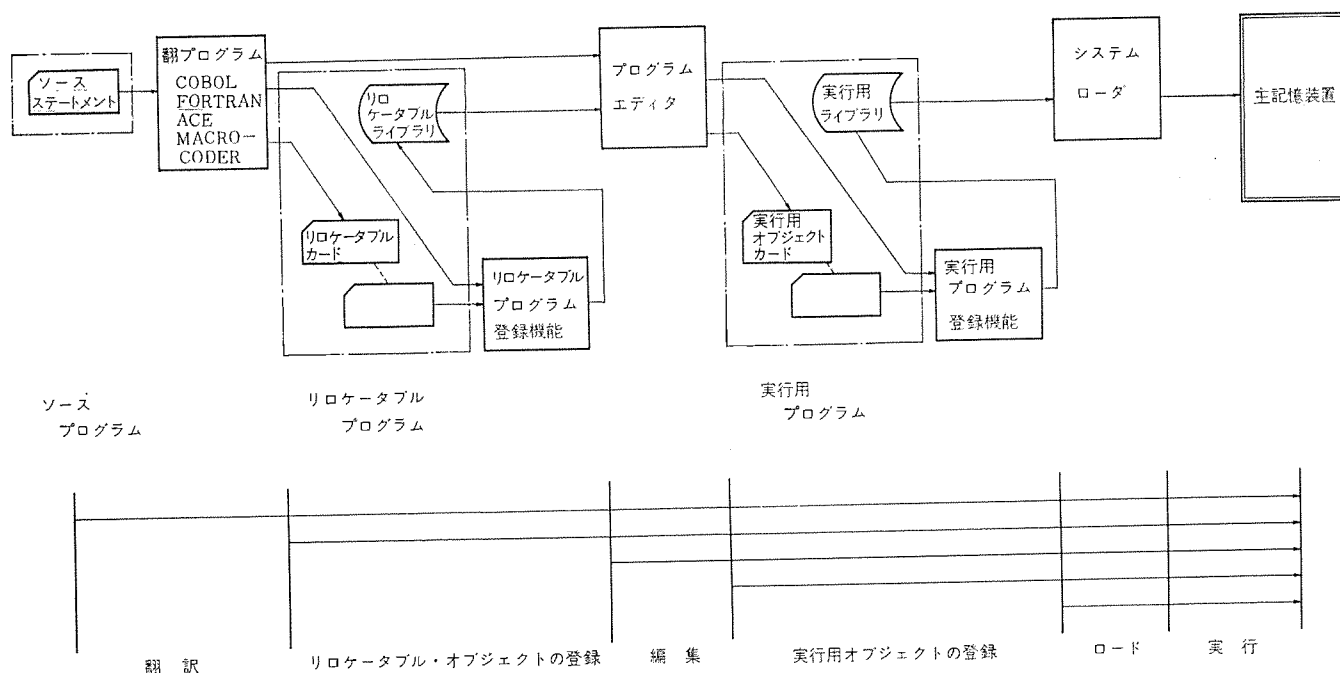


図 2.1 プログラム処理の流れ
General flow of program processing.

といった利点ももっている。また編集過程の入力となるリロケータブルオブジェクトには、マイクロプログラムやマクロプログラムなどのシステム用共通ルーチンが全然含まれていないので、情報量は実行用オブジェクトに比べて格段に少ない。このためディスクや磁気テープなどのスペースの占有率が小さく、同一空間に多数のプログラムが保管できるという利点がある。

MARK-III のプログラムは図 2.2 に示すような階層構造をもっている。しかしプログラムがすべてこのような複雑な構造をとる必要はなく、その要求に応じてつぎの3種に分類される。

(1) シンプルストラクチャ

一つのセグメントだけで構成されているプログラムをシンプルストラクチャプログラムと呼ぶ。この構造のプログラムでは、プログラムがメモリに読み込まれてタスクが終了するまでの間、システムに組み込まれているマイクロプログラムやマクロプログラムのルーチン以外のプログラム、フェーズ、セグメントにいっさい関連しない。

(2) セグメンタリストラクチャ

二つ以上のセグメントで構成されているプログラムをセグメンタリストラクチャプログラムと呼ぶ。セグメンタリストラクチャは複数のセグメントで構成されるので、マルチセグメントプログラムとも呼ばれている。

セグメンタリストラクチャでは、主体となるセグメント(メインプログラム—このプログラムが実行されるにあたって最初に実行されるセグメント)と補助セグメントとによって構成される。補助セグメントはサブプログラムとサブルーチンとに分けられる。セグメンタリストラクチャプログラムの構成例を図 2.3 に示す。

(3) オーバレイストラクチャ

複数の実行単位セグメント(これをフェーズと呼ぶ)によって構成されるプログラムをオーバレイストラクチャプログラムと呼ぶ。この構造は、プログラムが大きすぎて決められたメモリにははり切らない場合に非常に適切な構造である。オーバレイストラクチャは、複数のフェーズによって構成されるので、マルチフェーズプログラムとも呼ぶ。オーバレイストラクチャプログラムの構成例を図 2.4 に示す。

分割処理された部分プログラムは次の時点で結合される。

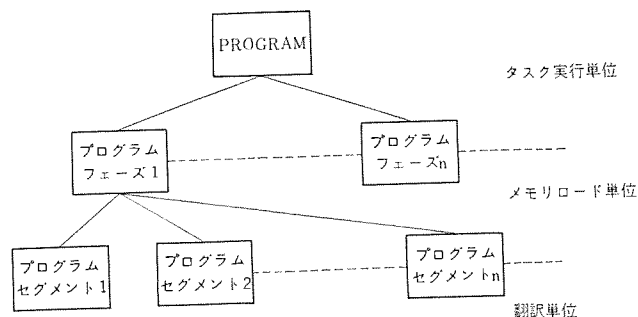


図 2.2 プログラムの階層構造
Hierarchy of program.

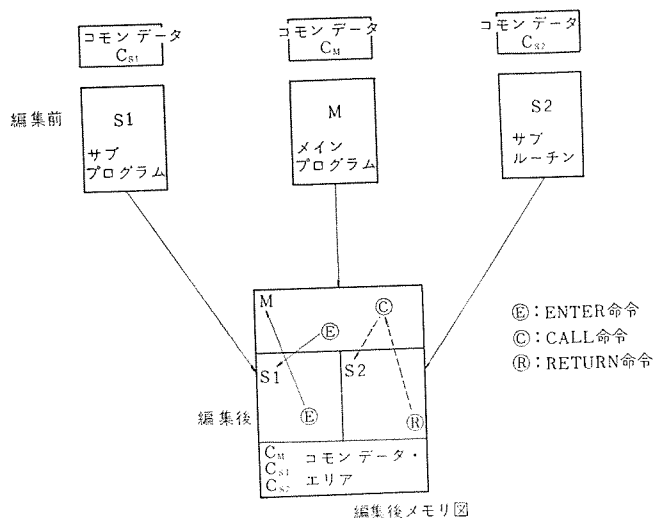


図 2.3 セグメンタリストラクチャプログラムの例
Example of segmentary structure program.

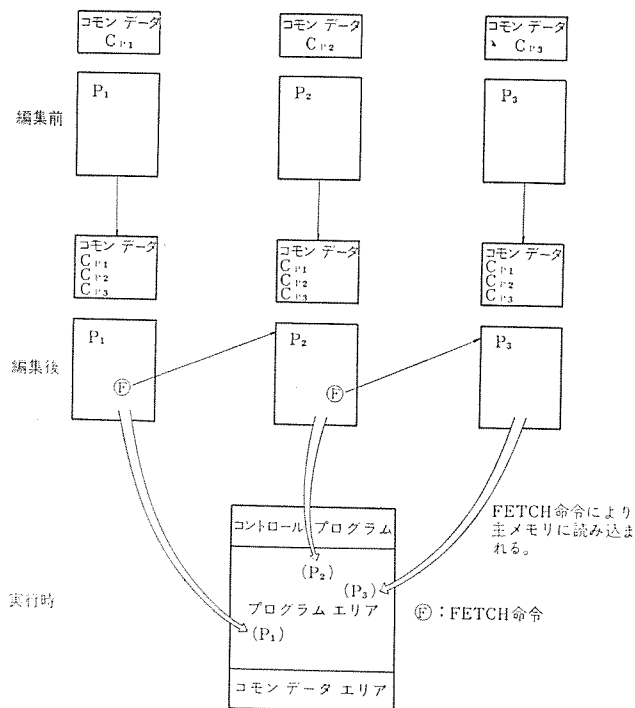


図 2.4 オーバレイストラクチャプログラムの例
Example of overlay structure program.

(1) プログラムの翻訳時点

コンパイルやアセンブルのとき、各部分プログラムをまとめて入力することにより結合される。

(2) プログラムの編集時点

すでに翻訳済みのリロケータブルオブジェクト（これをプログラムセグメントまたは単にセグメントと呼ぶ。）を編集することにより、実行可能な実行用オブジェクトが得られる。

(3) プログラムの実行時点

プログラムが大きすぎて主メモリに1度に読み込むことができない場合、プログラムが主メモリにはいり得る大きさの論理セグメントに分割作成して編集できる。この論理セグメントをフェーズと呼び、実行時にこれらのフェーズをスーパーバイザによって結合することができる。

3. システム定住ファイル

MARK-IIIのオペレーティングシステムを構成するすべてのシステム要素は、ユーザプログラムも含めてすべてシステム定住ファイルと呼ばれるファイルの中に管理される。このファイルを含んでいるディスクパックは特にシステム定住パックと呼び他と区別している。

3.1 システム定住パックの構造

システム定住パックの構造を図3.1に示す。システム定住ファイルもファイル全体としては一般のデータファイルと同様にとり扱われ、ファイル住所録(DOF)に@SYSREFというファイル名で登録される。オペレーティングシステムはこれを参照して、システム定住ファイルとライブラリの位置を求められるようになっている。このような構造はシステム定住ファイルのディスク上での位置を固定しないためのものである。

システム定住ファイルにはシステム管理領域とライブラリがあり、ライブラリの中は実行用ライブラリ・システムライブラリ・リロケータブルライブラリの三つに分かれている。ライブラリの先頭にはライブラリラベルがあって、各ライブラリの大きさ、住所録の大きさ、住所録の登録されている領域の大きさ、各ライブラリの登録されたプログラムの占有する領域の大きさ

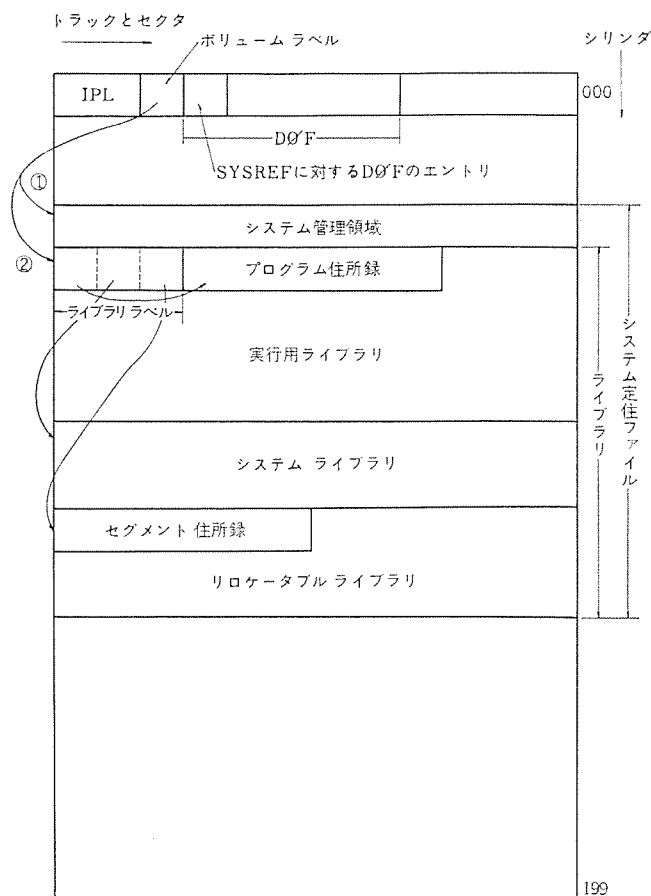


図 3.1 システム定住パックの構造
Structure of system resident pack.

など、刻々と変化するライブラリの状態がすべて管理されている。またシステム定住パックの先頭の2トラックには必ずIPLがおかれる。

3.2 システム管理領域

システム管理領域は、システム生成時に与えられたユーザのハードウェア構成を示す定数やデータ管理のためのコントロール情報の格納など、オペレーティングシステムが自身の機能を達成するためのデータを保管するのに使う領域である。

ユーザはシステム生成時に、システムの構成使用方法に応じてシステムのパラメータを自由に選択することができる。パラメータの代表的なものを以下に記述する。

(1) デバイスコントロールブロック(DCB)標準割付表

プログラムの中で与えられた記号入出力装置名(たとえばSYS301)には実際の入出力装置の機番と実行時に対応づける必要がある。このような対応づけはジョブコントロールステートメントによって指定することができるが、いちいち指定するのはめんどろなもので標準的な用法の場合は指定を省略できるようにしている。この目的に記号入出力装置に対して、標準の周辺機器が動作するようにしたパラメータのテーブルがDCB標準割付表である。

(2) システム領域標準割付表

システム領域標準割付表はコンパイラやサービスプログラムなどが使うシステムスクラッチ領域(SYSSC1, SYSSC2, SYSSC3)およびSYSCKDをプログラムの実行時に指定することなく標準な領域で使用できるように設定したパラメータのテーブルである。

(3) システム利用領域

システム利用領域はプログラムで使用するディスクファイルの領域やラベ

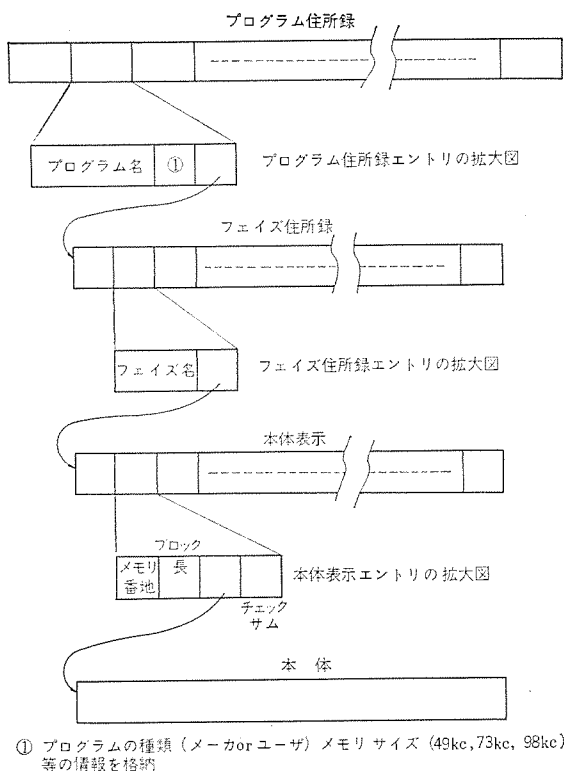


図 3.2 実行用ライブラリの連けい
Structure of executable library.

ルに関する情報を格納する領域である。ディスクファイルに関する情報はジョブコントロールですべて準備される。

(4) システム定数表

システム定数表には計算機のハードウェア構成に関するパラメータが保持される。

3.3 ライブラリの構成

ライブラリはプログラムと処理形態の関係で、実行用モジュールを管理する実行用ライブラリ、編集のために必要な組み込み要素を管理するシステムライブラリ、ユーザの再配置可能なリロケータブルオブジェクトを管理するリロケータブルライブラリに分かれている。

(1) 実行用ライブラリの構成

実行用ライブラリには編集過程の出力である実行用オブジェクトが管理される。これはスーパーバイザの呼び出し命令によりきわめて短時間にメモリへロードし、実行することができる。実行ライブラリ用に管理されるオブジェクトプログラムは、管理の形態および領域の面でメーカーが供給するシステム要素とユーザのプログラムとの区別がない。このことは処理するうえでも、ディスク領域の有効利用の面でも重要なことである。しかし、まったく同一方式で管理するとユーザが誤ってメーカー供給のシステム要素を破壊することがあるので、メーカー供給の要素には特別なフラグを立て、不用意に破壊されないようにした。

2.2 節でプログラムが階層構造をもち、いくつかのフェーズ（ロード単位）から一つのプログラムが構成されていることを記述したが、実行用ライブラリの管理にはこの階層構造がそのままもち込まれている。すなわちロード単位であるフェーズがプログラムごとにまとめられて、一つの住所録（これをフェーズ住所録と呼ぶ）を形成し、プログラムは実行用ライブラリの全体の登録簿であるプログラム住所録に登録される形である。

フェーズはいくつかのブロックに規則的に分割され、ブロックのメモリスタ番地やブロックの長さ、ブロックのデータの正しさを保証するチェ

ックサムがまとめられて本体表示に登録される。このように階層構造をそのままライブラリの処理形態にとり入れることにより取扱いの便宜を増し、かつディスクのアクセス効果を高め、実行速度を上げるように考えられている。図 3.1 にプログラムの連けいの概念を示す。

(2) システムライブラリの構成

システムライブラリは翻訳時にプログラムに組み込まれたり、編集時にオブジェクトシーケンスに結びつけられる次の五つのライブラリから構成される。これらはシステム上の管理条件を考えて、実行用ライブラリやリロケータブルライブラリから独立させることにしたものである。

(a) ファイル定義テーブルライブラリ (FDTL)

ユーザが MACRO-CODER のプログラムの中でファイルを定義するマクロ命令 (DSF マクロ および DRF マクロ) をソースプログラムの中で登録したもので、翻訳時にソースプログラムに組み込まれる。

(b) プログラマーズマクロライブラリ (PML)

ユーザの作成したマクロ命令のサブルーチンを登録するライブラリである。登録されたマクロ命令は MACRO-CODEER の言語と同様にユーザのプログラムの中にコーディングすることができる。

(c) 紙テープ変換テーブルライブラリ (CTL)

紙テープコード変換テーブルのリロケータブルオブジェクトを登録するライブラリで、登録されたものは編集時に実行用オブジェクトに組み込まれる。

(d) システムマクロライブラリ (SML)

データの入出力の複雑な操作を有効かつ簡単に処理するように作成された、システムマクロ命令 (ロジカル IOCS 命令、FORTRAN の Built-in-function 等) に対応するサブルーチンのライブラリである。

(e) マイクロプログラムライブラリ (MPL)

ベーシックインストラクションに対応するマイクロプログラムのルーチンのライブラリである。

(3) リロケータブルライブラリの構成

このライブラリには翻訳過程の出力であるリロケータブルオブジェクトのセグメントが登録される。メーカーが供給するものは、すべて実行用ライブラリとシステムライブラリに登録されるので、このライブラリに登録されるセグメントはすべてユーザのリロケータブルオブジェクトである。登録されたセグメントは登録簿（これをセグメント住所録と呼ぶ）に名前が登録され、そこからオブジェクト本体に連けいされる。その概念を図 3.3 に示す。オブジェクトは規則的にブロックングされ、各ブロックごとにデータの正しさを検査するチェックサムがとられている。

編集前のリロケータブルオブジェクトには、ベーシックインストラクションやシステムマクロ命令のサブルーチンが含まれていないので、編集後の実行用オブジェクトに比べて情報量が格段に少ない。しかし、プログラムを実行する編集過程を経なければならないので、時間はその分だけ多くか

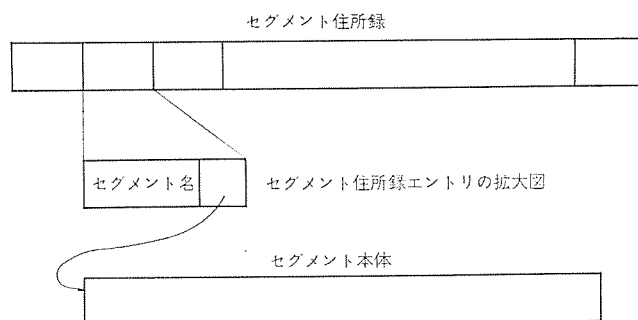


図 3.3 リロケータブルライブラリの連けい
Structure of relocatable library.

かる。それゆえ、使用ひん度のそれほど高くないプログラムはリロケータブルライブラリに、使用ひん度の高いものは実行用ライブラリに保管するのが磁気ディスクの有効利用に効果的である。

4. プログラムの管理

多数のプログラムを管理するライブラリはシステムの実動とともに刻々と更新される。そのためライブラリを管理する機能は操作が簡単で処理が速いことが要求される。ランダムアクセスの可能なディスクは、磁気テープに比較してこの要求によく合致しているといえる。表4.1にその比較を示す。ユーザがライブラリでプログラムを管理するためのサブ機能には次のようなものがある。

4.1 登録（カタログ）機能

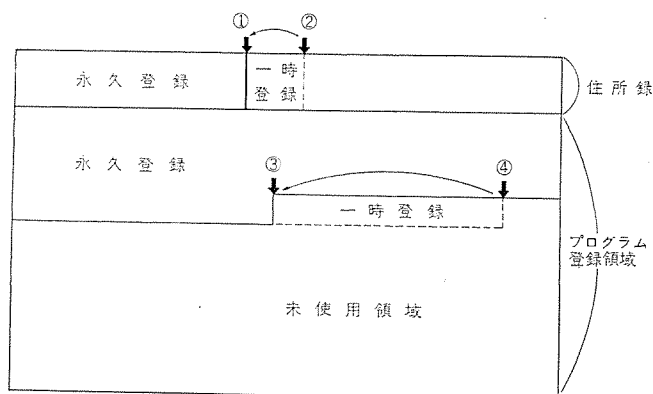
ライブラリには各種のプログラムが登録されるが、登録の種類をまとめたものを表4.2に示す。実行用ライブラリとリロケータブルライブラリには永久登録のほかに一時登録がある。永久登録と一時登録の関係は図4.1に示す。永久登録領域の最後を示す番地と一時登録の最後を示す番地の情報は、住所録とプログラムが登録されている領域の二つに関してライブラリラベルに管理されており、一時登録の最後を示す情報はジョブの最後で必ず永久領域の最後まで戻される。この結果、一時登録に使われた領域はジョブの最後で未使用領域として解放さ

表 4.1 磁気ディスクと磁気テープのプログラム管理の比較
Comparison between the program of magnetic disk and magnetic tape.

比較要素	磁気ディスク	磁気テープ
処 理 速 度	更新部分を直接処理できるので速い	すべての要素を新しく複写し直す必要があるため遅い
操 作 性	持ち運び多少不便	持ち運び便利
プログラムの管理量	多い	きわめて多いがプログラム呼び出し時間の制限をうける
経 済 性	高価	安価

表 4.2 プログラムの登録の種類
Kinds of registers of programs.

ライブラリ	登録の要素	登録されるプログラムの種類	登録の種類
実行用ライブラリ		PROGRAM	永 久 登 録
		フェーズ	永 久 登 録
システムライブラリ	FDT	マクロ命令のソースプログラム	永 久 登 録
	PML	リロケータブルオブジェクトのサブルーチン	永 久 登 録
	CTL	リロケータブルオブジェクトのテーブル	永 久 登 録
リロケータブルライブラリ		セグメント	永 久 登 録 一 時 登 録



- ①: 住所録の永久登録の最後を示すポイント
②: 住所録の一時登録の最後を示すポイント
③: プログラム登録領域の永久登録の最後を示すポイント
④: プログラム登録領域の一時登録の最後を示すポイント
矢印: ジョブの最後で②を①に④を③にもどす

図 4.1 永久登録と一時登録の関係
Parmanent catalog and temporary catalog.

れるので領域が増加しない。これに対して永久登録は登録されたプログラムが削除されたとしても、それが占める領域は他のプログラムに解放されない。

実行用ライブラリにプログラムを登録すると、そのプログラムの実行に必要なメモリの大きさがプログラム住所録に入れられる。このメモリの大きさは実行時にその計算機のメモリの大きさと比較されるので、誤って大きなプログラムを小さなメモリの計算機で実行しようとしてもロード以前に検出されるので安全にプログラムを実行できる。

4.2 削除（デリート）機能

ライブラリに永久登録されたプログラムの要素を削除する。この機能は実際にプログラムをライブラリから削除してしまうのではなく、指定のプログラムの住所録のエントリに削除マークを書き込むのみである。

4.3 表示（プリント）機能

ライブラリの内容に関する各種の情報をユーザの見やすい形式でプリントする。

4.4 せん(穿)孔（パンチ）機能

ライブラリの各プログラム要素をカードイメージに出力する。出力されたカードはふたたびライブラリに再登録が可能である。

4.5 整理（アジャスト）機能

ライブラリの中の削除マークのはいった要素や、住所録へ連けいする道を失った無効な要素を取り除きライブラリ全体を整理する。このとき、同時に各ライブラリの大きさや住所録の大きさをもう一度割り当て直すことが可能である。整理後のライブラリは登録された順序にすべてが整理される。

5. システム管理

MARK-IIIオペレーティングシステムのうちメーカーが供給するシステム要素は、輸送や保管などの便宜を考えて磁気テープに入れてユーザに配布される。この原則はシステムの最初の納入（システムの生成）の場合も、システムの一部を改訂する（システムの維持）場合でも同じである。システム管理はオペレーティングシステム入りの磁気テープを読みディスク上にシステム定住ファイルを生成する機能と磁気テープを読みディスク上のシステム定住ファイルを更新する機能とから成り、いずれもその性格上オペレーティングシステムとは独立のコントロール系のもとで実動するように作られている。

メーカーが配布するシステム入りの磁気テープは、初版以外はすべて改訂されたシステム要素に“改訂マーク”が付加されている。システム生成機能ではこのマークは無視され、システム維持機能の場合に改訂すべきシステム要素を決めるのに使われる。そのためメーカー側では初期納入のユーザにも、改訂納入のユーザにも同じ磁気テープを供給すればよいのでシステム管理上好都合である。

5.1 システムの生成

ユーザに計算機のハードウェアとともにオペレーティングシステムが納入されるときに、この手法によってディスク上にシステムが組み立てられる。

(1) パックの準備 (図5.1)

オペレーティングシステムをつくり上げるディスクパックの記録面のチェックを行ない、IPLとボリュームラベルを書き込む（パック準備プログラムの機能）。

(2) ライブラリ領域の生成 (図5.2)

オペレーティングシステム入りの磁気テープから、システム定住ファイルのうちのシステム管理領域を除くライブラリ領域を形づくる。このとき、各

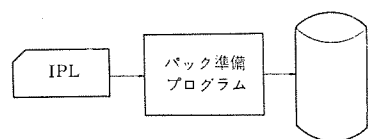


図 5.1 パックの準備
Initialization of disk pack.

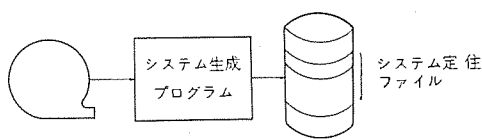


図 5.2 ライブラリ領域の生成
Creation of library area.

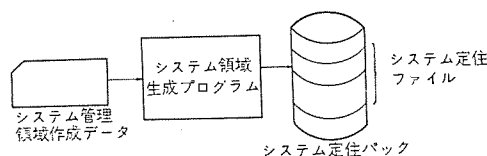


図 5.3 システム管理領域の生成
Creation of system management area.

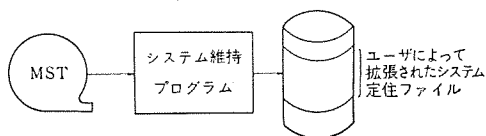


図 5.4 システムの維持
Maintenance of system resident file.

ライブラリのエントリ数や領域の大きさなどを指定することができる (システム生成プログラムの機能)。

(3) システム管理領域の設定 (図 5.3)

ユーザのシステム使用条件とハードウェア構成を示したシステム定数類を設定する (インストールプログラムの機能)。

5.2 システムの維持

メーカーが供給したシステム要素に変更や追加などがあった場合、この手法によってユーザの保有しているシステム定住ファイルの修正が行なわれる。

(1) ライブラリ領域の維持 (図 5.4)

システム維持プログラムによってオペレーティングシステム入りの磁気テープの“改訂マーク”が入ったものだけを入れかえる。このとき、入れかえる対象となるのはユーザがそれまで使用していたシステム定住ファイルである。

(2) ライブラリ領域の整理

図 5.4 の過程で作られたシステム定住ファイルは、システム要素の入れ替えなどによってむだな領域が多くなっている可能性があるため、必要に応じて自身のライブラリ管理の整理機能によって領域の整理をしておく。

6. む す び

MELCOM-3100 システムシリーズのディスクオペレーティングシステムに関する報告の第3編として、プログラムの処理とシステムファイルの構造を中

心にして記述した。ここに記述したプログラムの管理方式はディスクの効果を最大限に生かすようくふうした方式であるが、ディスクパックの容量によりディスク上で管理できるプログラムの本数には限界がある。したがってそれを補うために磁気テープの併用が考えられる。これについては別の機会に報告する。

(昭和44-10-9 受付)

参 考 文 献

- (1) 嶋村, 首藤, 藤井, 中山: MELCOM-3100 ソフトウェア (1) ——モデル 10 T プログラムの概要——三菱電機技報, 41, No. 4 (昭42)
- (2) 首藤, 関本, 武田, 三光: MELCOM-3100 ソフトウェア (2) ——モデル 30 T オペレーティングシステムの概要——三菱電機技報, 41, No. 10 (昭42)
- (3) 首藤, 中山, 東海林: MELCOM-3100 ソフトウェア (3) ——モデル 30 T におけるプログラムの処理——三菱電機技報, 42, No. 3 (昭43)
- (4) 首藤, 野田, 石川, 長田: MELCOM-3100 ソフトウェア (4) ——10 PT システムの概要——三菱電機技報, 42, No. 4 (昭43)
- (5) 国分, 有坂, 首藤, 魚田: MELCOM-3100 ソフトウェア (5) ——ACE コンパイラシステムの概要——三菱電機技報, 42, No. 10 (昭43)
- (6) 三井, 魚田, 武田, 峰崎: MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム (1) ——FOS (モデル 40 用基本システム) ——三菱電機技報, 43, No. 11 (昭44)
- (7) 三井, 魚田, 広沢, 新田: MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム (2) ——データ管理——三菱電機技報, 43, No. 12 (昭44)

レーザ式座標測定装置

前田 八郎*・東本 暁美*
安 東 滋**・佐藤 一成***・菅 野 勉***

Laser Model Scanning Machine

Shin Nippon Koki Co., Ltd. Hachiro MAEDA・Akemi HIGASHIMOTO
Mitsubishi Electric Corp., Central Res. Laboratory Shigeru ANDO
Mitsubishi Electric Corp., Kamakura works Kazunari SATOH・Tsutomu SUGANO

In the manufactures of automobiles, ships and aircrafts of late, an automatic designning and processing system is being developed for the purpose of automatizing and speeding up the measurement of the model that has composed of three dimensional free curved surface, and data processing and automatic tooling.

Recently, a laser model scanning machine has been brought to completion by Shin Nippon Koki Co., Ltd. and Mitsubishi Electric Corp.

This instrument's special feature is a laser probe that profiles the shape of plaster, clay and the other types of models without actually touching it. Through this instrument, it is capable of automatic scanning of the model to be measured without mechanical contact and with resolution of $\pm 10 \mu$ and speed of twice~five times that of the conventional contact type probe.

1. ま え が き

近年、自動車・船舶・飛行機等の諸工業において、三次元自由曲面より構成されるモデルの計測、データ処理、工作加工の工程に至るまでの自動化、高速化を目的とした自動設計加工システムの開発が盛んである。

先年、レーザ光を利用した光単一プローブによる「無接触ならい計測装置」が十分実用可能であることが本紙に報告⁽¹⁾されたが、このたびこの無接触ならい計測装置を利用して、上記自動設計加工システムの一環となるべきレーザ式座標測定装置を、新日本工機と三菱電機との協同で試作開発を行ない、一応初期の目的である国産乗用車クラスの1/2の大きさのモデルを、 ± 10 ミクロンの分解能で、自動的に測定することができたので、以下に紹介する。

2. 無接触ならい方式

モデル表面のおうとつを検出するための無接触ならい検出器は、現在まで種々の方式が発表されている⁽²⁾が、ここでは三菱電機で開発した方式について述べる。太陽光線をレンズを通して、紙や木材の上に集光させて物を焦がした経験は誰でも持っているだろう。このときわれわれは紙の上の光のスポットが最小になるように（レンズと紙の間隔がレンズの焦点距離になるように）レンズを前後に動かす（図2.1参照）。本方式は、この光のスポットが最小になる位置を検出し、レンズを動かす動作を自動化したものである。

図2.2は本方式の動作原理を説明するための基本構成図である。光源から出た平行な光は、対物レンズ・半透明鏡から成る光学系によって測定面上に集光され、そこから反射されたスポット像は、集光レンズの焦点の位置に置かれたピンホール板上に集光される。ピンホールの穴径は、スポット像と同程度または小さめの径のものを使用しており、ピンホールを通った光は光検知器により電気信号に変換される。

ここで測定面を、対物レンズの焦点（ $x=0$ ）を中心として前後に移動させると、光検知器の出力は図2.3の点線で示すような曲線を描く。この状態で振動子を振動させ、ピンホールを通る光に変調を

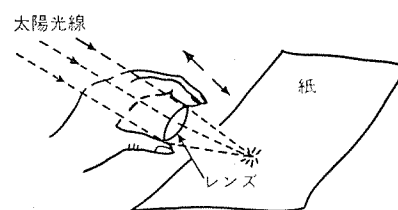


図 2.1 レンズの焦点探索
Searching of lense focus.

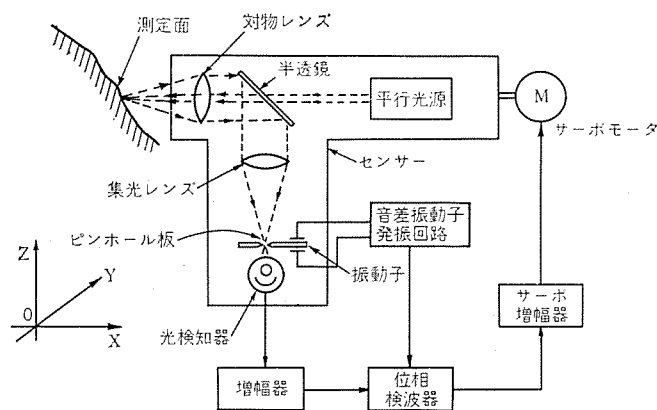


図 2.2 無接触ならい原理図
Principle of no-contact profiling.

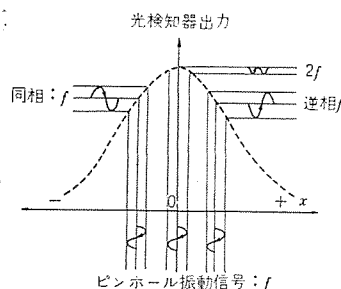


図 2.3 光検知器出力特性
Output characteristics of optical detector

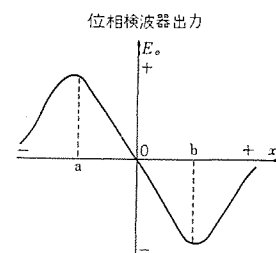


図 2.4 位相検波器出力特性
Output characteristics of phase detector.

与えると、光検知器の出力には図2.3に示すように、(1) $x < 0$ の場合は振動子の振動信号と同相、(2) $x = 0$ の場合は振動子の2倍の振動数を持った信号、(3) $x > 0$ の場合は振動子信号と逆相の信号がおのの得られる。

この信号を、振動子信号を基準として位相検波すれば、図2.4のような信号が得られる。この位相検波器出力信号の $a \leq x \leq b$ の範囲(リニアゾーンと称する)の信号を利用して、図2.2のサーボモータを動作させておき、送りモータ(図示していない)でY方向(またはZ方向)に移動させれば、測定点と対物レンズの間隔は常に一定に保たれているので、センサーはY方向(またはZ方向)に試料面に沿っ

て動くことになり、この動きを何らかの位置検出器により読みとれば、試料の形状を知ることができるわけである。

3. レーザ式座標測定装置

本装置は、おもに自動車工業などでのモデルチェンジの際に作るクレイモデルの測定を目的として、開発、製作を行なったものであり、図3.1に示すように、機械本体・レーザプローブ・数値制御装置(MELD AS-4200)・入出力変換装置・各種出力表示装置・操作盤などにより構成されている。

図3.2に装置のブロック図を示す。

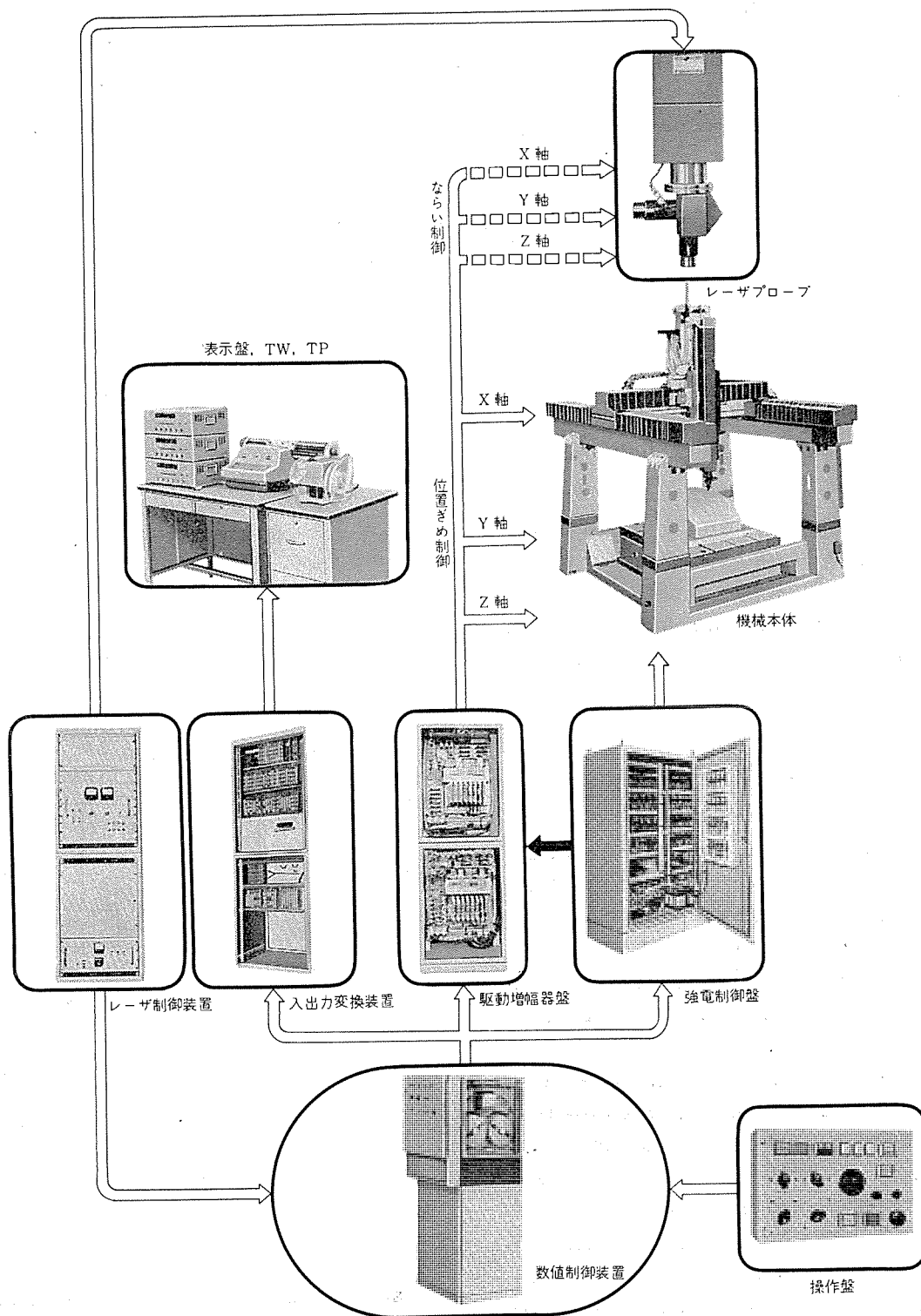


図3.1 レーザ式座標測定装置構成図

Constructional drawing of laser model scanning machine.

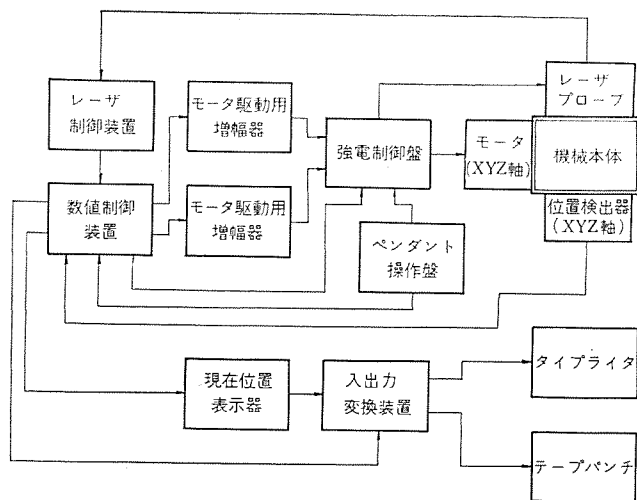


図 3.2 レーザ式座標測定装置ブロック図
Block diagram of laser model scanning machine.

図 3.2.において、数値制御装置はレーザプローブをモデルの測定点に位置決めするためのものであり、レーザプローブは測定点のモデルの形状を検出する。テープ(全自動)または操作盤(半自動・手動)により、必要な指令が数値制御装置に与えられると、数値制御装置は入力指令に従って1軸を測定点の位置決め用、1軸を測定点のならい用として選択し、モータ駆動増幅器などを経てレーザプローブを測定点上に制御する。したがって、XYZの3軸の組み合わせを適当に選択し、位置検出器によりその移動量を検出すれば、モデルの表面形状は三次元座標値として表わされ、そのデータは現在位置表示器・タイプライタ・テープパンチによって3種類の出力が得られる。以下に主要各部の概要について述べる。

3.1 機械本体

機械構造としては種々の形状のものを検討したが、測定機であることなどを考えて、本装置では図 3.1 に示すような、ブリッジ形構造のものを使用した。ブリッジ形構造の特長としては、次のような点をあげることができる。

- (1) 構造的に非常に安定である。
- (2) 大形構造にしやすい。
- (3) 空間的スペースが大きく取れるので、測定作業がやりやすい。
- (4) コンパクトで剛性がすぐれたものにしやすい。

さらに細部の構成については、レーザヘッドのサドル昇降用のラムなどを除いてすべて溶接構造とし、各メンバーはできるかぎり閉鎖箱形構造を採用して、その中にはリブなどを配置して、剛性強化に役立たせている。また計測作業用のテーブルは機械ベースと絶縁し、測定物の大きな重量変化が機械系に影響を与えて、測定精度が低下することのないようにした。

機械の駆動方式は大形機械であることから、バックラッシュ除去を行なったラックピニオンを採用し、駆動案内面には適当なスプリングパッドを組み合わせた循環ローラ形のところがり案内方式とし、低摩擦抵抗としたことによってサーボ性能の向上に役立たせている。駆動部の概略は、図 3.3 に示すようにサーボモータからラックピニオンまでの減速は、各軸ともに同じ構造のハーモニック減速器を使用し、特に負荷、寸法ともに一番大きなX軸については両側ドライブ構造とし、中間には特殊な差動ギヤカップリングを設け、両側のピニオンラックのかみ合わせ調整を行なっている。

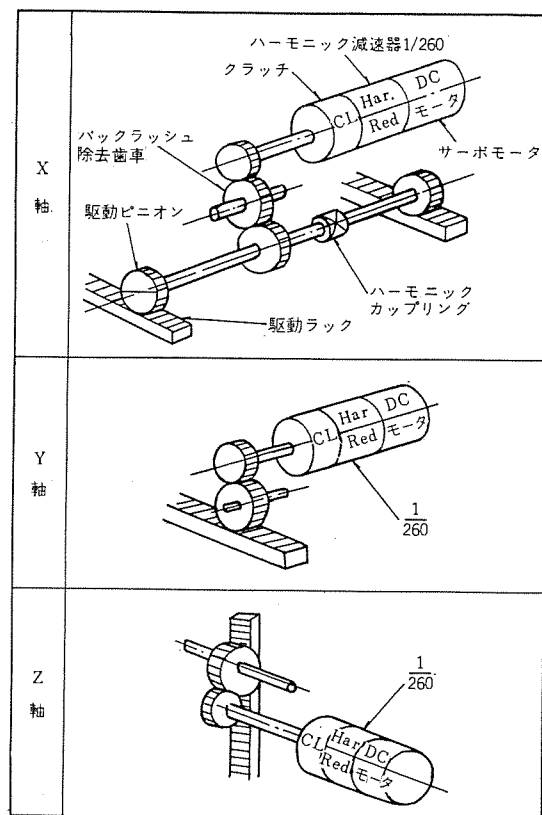


図 3.3 制御軸のサーボ駆動部
Servo driving section of control shaft.

なおこの機械の組立、調整に対しては、測定機としての必要精度を保つための念入りの調整が行なわれ、かつ計測プローブがレーザを用いた光学プローブであるため、機械軸と光学系軸(レーザ光軸)との平行度・真直度などの調整は、専用の治具・工具などを使用して行なわれた。

3.2 レーザプローブ・レーザ制御装置

図 3.4 にこれの構成図を示す。本装置では光源としてガスレーザを用いているが、これは

- (1) 輝度が非常に高いため、微小な光スポットから測定に十分な反射光が得られ、外囲光との区別が容易である。
- (2) 平行光(1~3 mrad)が容易に得られる。
- (3) 単一波長なので光学系の色収差がなく、したがって測定も高精度になる。
- (4) 比較的小形で安価・安定である。

等の理由によるものであり、He-Ne ガスレーザ(波長 0.6328 μ , 赤色光)を用いている。以下に構成図に従って、レーザプローブとレーザ制御装置の動作概要を説明する。

対物レンズ 1, 2, ペンタゴンプリズムの組み合わせ部分は、ペンタゴンプリズムのそう(挿)脱によって測定方向をZ軸とX・Y軸の切換えができ、またこの部分を45°間隔に回転させることによって、XY平面はすべての方向を測定できるので、測定上の死角はほとんどなくなっている。また、この系の原理図によると光を利用しているため、被測定物の傾きや反射係数の差によって、受信々号レベルは最大約100倍の変化を生じる(金属の場合は1,000倍以上)。さらに位相検波器出力のリニアゾーンが2~3 mmと短いため、曲率変化の大きいモデルになると、ならい制御領域からはずれてしまう。これらをカバーするため、本装置では次のような方法を行なっている。図 3.5 に主要各部の静特性を示す。図 3.5(c) に示すようにモデルの傾き、

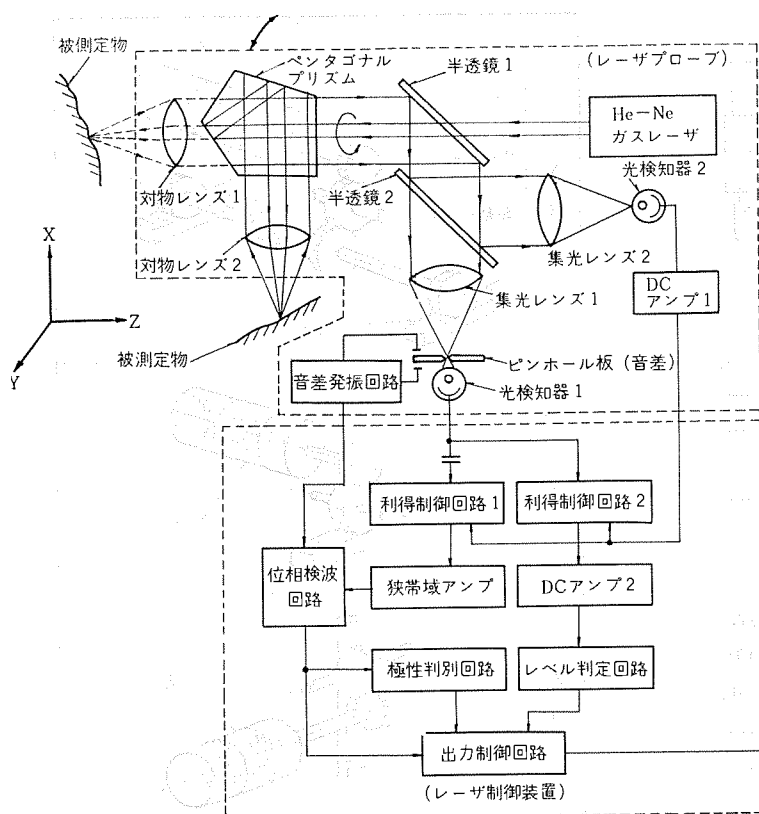


図 3.4 レーザモデル検出器ブロック図
Block diagram of laser model detector.

反射係数が同じならば、光検知器2で得られる信号は、対物レンズで受光した全部の光の強さを検知するようにしてあるため、モデルと対物レンズの間隔が測定点から $\pm 5 \text{ mm}$ 位変化してもほぼ一定と見なせるので、その出力は受信々号レベルを検知していることになる。したがって光検知器2で得られる信号で、光検知器1で得られる信号に利得制御を行えば、位相検波器の出力は、図 3.5 (b) の特性曲線1に等しくなるように利得制御を受けるので、受信々号レベルに関係ない特性となり、サーボ系としての総利得は安定化される。

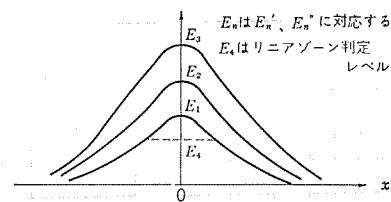
またリニアゾーンからはずれると、光検知器1の直流成分がある一定のレベル以下になることを利用して、リニアゾーンからはずれた場合は、はずれた方向の極性の電圧をホールドすることによって図 3.6 の実線で示すように、サーボ系として最適な信号を得ている。以上述べた諸機能の働きをまとめれば、

- (1) 測定上の死角はほとんどなくなった。
 - (2) モデルの色の制限は大幅に緩和された。
 - (3) コーナー部の測定でも、連続的なならい計測が可能になった。
 - (4) 測定点のスポット径は約 0.18 mm (実測) と非常に小さくなった。(用途に応じてさらに小さくできる)
 - (5) モデル検出器の検出感度は $3 \mu\text{m}$ 以下と高感度となった。
- など数々の長所を持つモデル検出器とすることができた。

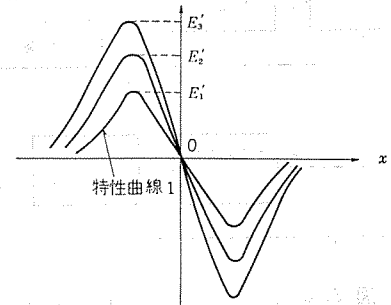
3.3 数値制御装置

本システムでは、指令制御用として三菱数値制御装置 MELDAS-4200⁽³⁾を使用しており、その最大の特長はアナログフィードバックのクローズドループ方式を採用しているため、高精度になることがあげられる。測定の方法は次の3種類に大別できる。

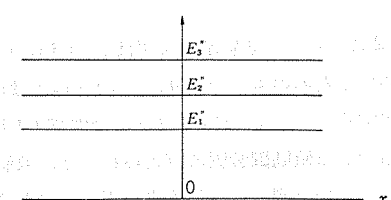
- (1) 手動操作
モデルの変曲点など複雑な個所の測定を行なう場合には、レーザー光スポットを見ながら、あるいは現在位置表示器を見ながら、各軸専用



(a) 光検知器1出力特性



(b) 位相検波回路出力特性



(c) 光検知器2出力特性
($E_1 : E_2 : E_3 = E_1' : E_2' : E_3' : E_1'' : E_2'' : E_3''$)

図 3.5 モデル検出器各部特性
Characteristics of each section of model detector

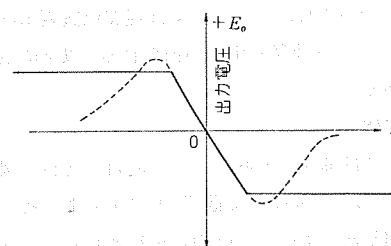


図 3.6 モデル検出器出力特性
Output characteristics of model detector.

の操作レバーにより手動操作する。またレゾバに連結したハンドルで各軸とも最小 10μ 単位的位置決めをすることができる。測定結果は印字・穿孔スイッチの操作で、タイプライタ・テープ出力として取り出せる。

(2) 半自動測定

ある一定の範囲の測定を所定のピッチ間隔で測定するような場合には、ダイヤル設定によって指令を与えて測定を行なえるようにしたもので、プログラムテープ作成の煩雑さを避けることができるので、簡単な形状の測定に適している。またこれは手動測定、次の自動測定と組み合わせて使用することにより、測定能率の向上に大きく貢献するものと思われる。

(3) 自動測定

モデルの概略外形がわかっているものについては測定点への位置決め速度、測定方向などをプログラムしたテープによって、数値制御装置に指令を与えれば全自動の測定が可能になる。また、寸法のまったくわかっていないモデルでも、あらかじめ手動測定によって外形の主要点を測定し、それをもとにプログラムテープを作成することができる。なおテープは8単位 EIA 標準コードを採用している。

4. 仕様性能

本装置の仕様例を、表4.1に示す。なお本装置を使用して、図4.1のようなモデルの測定線No.1を実測した結果を図4.2に示す。図4.2は1回目の測定結果を基準とし、2回目に測定した値との差を示したものである。この測定線は、塗装された面に最大深さ0.3mmのけがきを行なった線であり、測定面のおうとつが非常に激しいため、位置決め点のわずかなずれが測定値の相異となって現れてきている。

次に本装置の特長をあげておく。

- (1) 光を使用した無接触な方式であるため、被測定物の材料（とくに柔らかいもの等）による制限が、ほとんどなくなった。
- (2) 送受共用光学系による単一プローブ方式であるため、センサーは単純小形である。
- (3) 連続な方式であるため、従来まで用いられてきたピックアップ方式に比べて計測時間が大幅に短縮できる。
- (4) 光源に高輝度・指向性・単色性を持つガスレーザを用いているので、周囲光の影響をまったく受けず、また非常に小さな光スポットが得られるので高精度である。

5. レーザ式座標測定装置の応用

5.1 連続アナログ測定

モデル面に機械的に接触してモデルの形状を測定する機械プローブで

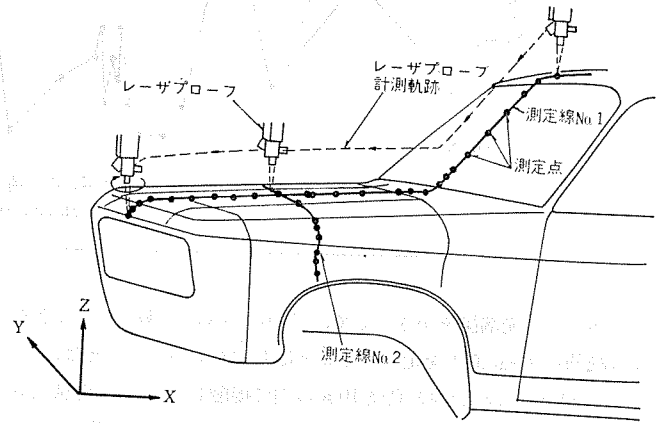


図4.1 モデル計測プロセス
Model measurement process.

表4.1 レーザ式座標測定装置仕様例
Example of specification of laser model scanning machine.

■総 合		■制御部	
1) 精度 (周囲温度 20°C において)		1) 制御機能	X, Y, Z 3 軸中 1 軸は自動位置決め制御 1 軸はならい制御で同時 2 軸制御
測定精度 (モデル検出器一方向固定)	±0.15 mm/m	2) 制御方式	位置決め制御
同上再現精度	±0.06 mm		ならい制御
光軸方向変換精度 (モデル面上換算誤差)	±0.05 mm		出力制御
同上再現精度	±0.02 mm	3) 位置決め制御	入力指令
2) 速 度			最小指令単位
ならい軸追従速度	最大 1,000 mm/分		最大指令置
位置決め軸送り速度	10~999 mm/分		送り速度指令
早送り速度	3,600 mm/分		外部制御指令
			ハンドル運転
■機械部		4) ならい制御	モデル検出器
1) 計測ヘッド移動量			被測定物材質
X 軸 (クロスレール移動方向)	6,000 mm		焦点スポット径
Y 軸 (サドル移動方向)	2,500 mm		測定最大角度
Z 軸 (モデル検出器昇降方向)	1,500 mm		測定可能方向
2) 被測定物			保護装置
最大寸法	5,500(L)×2,000(W)×1,500(H) mm		
最大重量	2,500 kg		
3) テーブル上面よりモデル検出器光軸 (水平方向)までの距離	最大 1,800 mm 最小 300 mm	5) 出力制御	出力座標値
4) テーブル定盤			表示, せん孔, 印字
作業面積	6,000×3,000 mm		タイプライタ
厚 さ	400 mm		テープパンチ
T スロット 寸 法	JISB-0952(1963)22-2 種		座標補正
本 数	X 方向 12 本 Y 方向 3 本		
間 隔	X 方向 500 mm Y 方向 1,250 mm		
基準穴数	く形対角配置 2 個		
5) 駆動系			
駆動方式	ラックピニオン式(バックラッシュ除去付)		
駆動電動機	X, Y, Z 各軸とも 1.5 kW D.C		
X 軸バランス装置	モデル検出器取付ラム・バランス装置		
6) 移動部			
案内方式	焼入れ硬化, 研削仕上げ鋼板面と予圧転動ローラベアリング		
クランプ方式	コイルばねと油圧によるディスクブレーキ式クランプ		
7) 保護安全装置			
ブレーキクランプ	ばね力による停電時の暴走ブレーキクランプ		
移動部終端	終端リミットスイッチ X, Y 軸ストローク 終端ショックアブソーバ		
8) 使用空気圧	常用 4 kg/cm ² 空気量 40 l/分		
9) 使用電源	AC 220 V/200 V±10% 50/60 Hz		

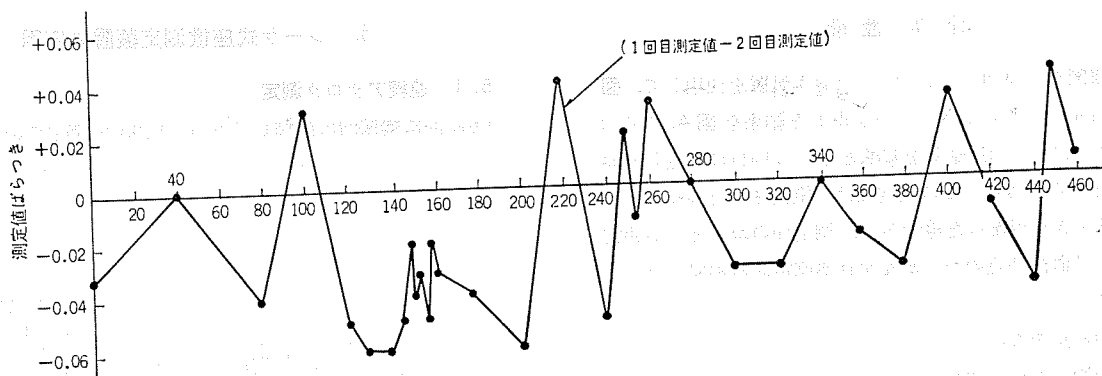


図 4.2 測定値ばらつき
Irregularity of measuring values.

は、プローブの先端径を小さくして、しかもモデルを傷つけることなく連続的にモデル面上を走査することはむずかしい。たとえば、プローブの先端がモデル表面と直径 10μ の円で接触しており、接触圧が $1g$ であると仮定する。この場合の接触における圧力の強さは、簡単な計算でわかるように $1.3t/cm^2$ にもなり、これを平行移動させれば金属でもたいていのものは多少の損傷を受けずにはいられない。

一方レーザー光を利用する本プローブは、光プローブであるからモデル面上を走査しても、もちろんモデル面を傷つけることもないし、ガスレーザーと対物レンズを選択することにより光プローブの先端は微小径にすることができるので、横軸方向の分解能がきわめて良い計測を行なうことができる。このため微少なおうとつのモデル面を精度良く、連続測定したい場合は本プローブはきわめて有利となる。連続アナログ測定の例として、図 5.1 のミロのヴィーナスを測定した結果を図 5.2 に示す。

このほかに、モデル面に直接機械的に触れないで測定したい場合、たとえばオンラインで流れている製品の測定、流動体とか高温の試料測定に本プローブは威力を発揮するであろう。

5.2 検査

本装置は、加工物が図面どおりにできているかどうかの検査機として用いることもできる。これは基準データ(図面)と測定データとを比較測定するもので、結果はタイプライタに表示される。基準値と測定値との差(誤差)が、ダイヤルで設定された許容範囲を越えていれば、これを朱書きタイプライタすることになる。

5.3 切削とけがき

レーザープローブの先端を切削カッターと交換することにより、このまま試料の軽切削を行なうことができる。切削はエアタービンによるもの

で、手動切削ではレバーを操作しながら切削し、自動切削の場合は数値制御装置の入力テープで制御される。けがき針も同様にレーザープローブ先端で交換取り付け、試料のけがきを行なうことができる。

5.4 図面と加工テープの作製

本装置はモデルの座標測定をするものであり、この測定値からモデルの形状を図面化したり、あるいはモデル切削用の N/C 加工テープ

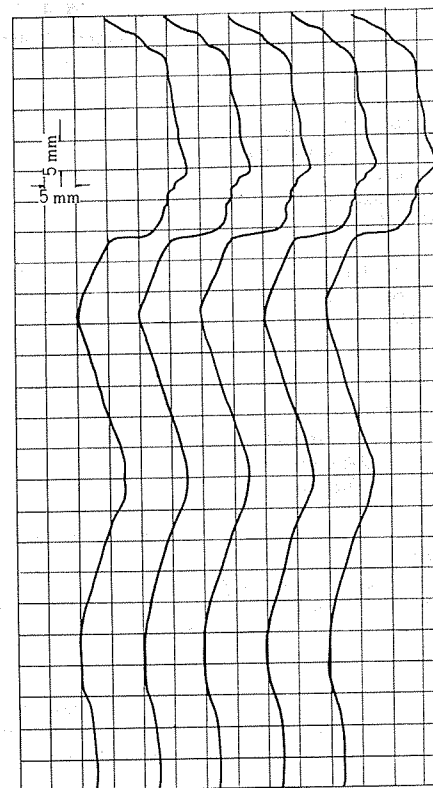


図 5.2 ミロのヴィーナス測定結果
Measured result of Venus of Milo.

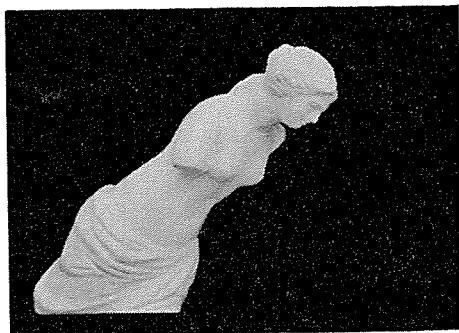


図 5.1 ミロのヴィーナス
Venus of Milo.

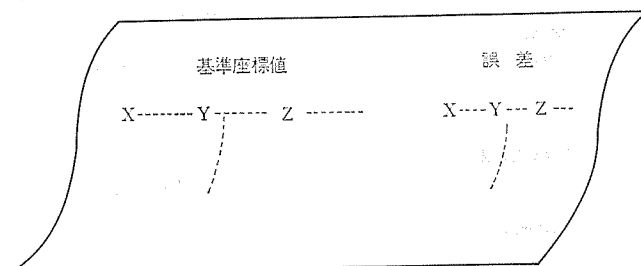


図 5.3 検査データ表
List of test data.

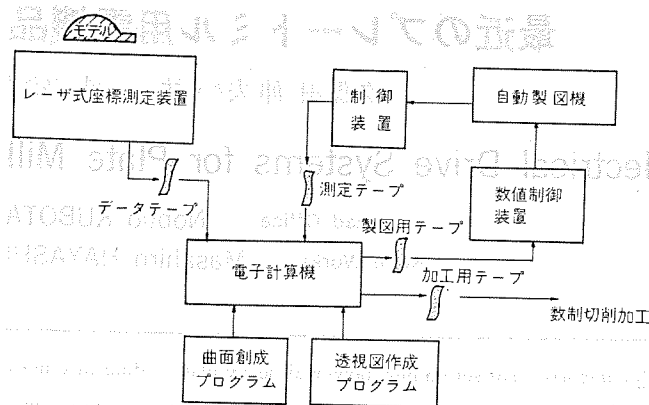


図 5.4 システム構成図
System construction drawing.

を作るわけであるが、モデル自身がミクロにみると表面におうとつが
あって、必ずしもなめらかな曲面ではないし、対称性にも欠けている
場合が多い。このような場合には座標測定データの点群をスムージン
グして、なめらかな曲面に作成してから図面にする必要がある。こ
のシステム構成の大略を図 5.4 に示す。

ここで不可欠なのが曲面作成のソフトウェアであり、透視図用のソ
フトウェアである。曲面作成のソフトウェアについていえば、現在世の中
に公表されているものに GE-MESH(米国 G. E 社が開発したもの)
と F-MIMLL(米国 Boeing 社が開発したもの)があるが、自由曲
面作成のスムージング作業はまだ完全といえないようである。日本で
も、日本 APT 連絡部が中心となり、JADE(Japan APT Develop-
ment Program)の一環として Sculptured Surface 技術小委員会が
設けられ、この方面の水準向上・開発が計られている。

図 5.4 で製図機と電子計算機とのループは、デザイナーや設計者が
電子計算機の処理結果をチェックするためのもので、透視図や断面図
をみて、意に満たない場合はこれを修正する。修正された図面は、
製図機の制御装置で読みとられ、電子計算機にかけられて前と同様
に製図機テープが作られる。精度をある程度犠牲にしてよければ、
製図機の代わりにブラウン管を使ったグラフィックディスプレイを用いても
よい。要するに、ここでの作業は人間と電子計算機との一種の対話
である。このサイクルが納得のいくまで繰返された後に、数値制御加
工用テープが作られることになる。

6. む す び

工業の発達に伴い、生産工程の自動化・スピードアップ化は急速に発
展している。本装置は、これら自動化の中で、正確・迅速な計測・
検査装置としておおいに利用できるものと考えられる。

終わりに本装置の開発にあたり、いろいろとご助言、ご協力をい
ただいた新日本工機・三菱電機の関係各位に深く感謝の意を表しま
す。

参 考 文 献

- (1) 安東・谷口ほか：レーザ無接触ならい計測装置，三菱電機技
報，41，573(昭42)
- (2) 安東：オプティカルスタイラス「オートメーション」14，No. 10，85
(昭44)
- (3) 浜岡・俵口ほか：数値制御装置，三菱電機技報，42，956(昭
43)

最近のプレートミル用電機品

久保田 伸夫*・林 昌 宏**

Recent Electrical Drive Systems for Plate Mill

Head Office Nobuo KUBOTA

Kobe Works Masahiro HAYASHI

In the latest equipment of iron and steel manufacturing industry, each enterpriser has set up new powerful heavy plate rolling machines. With the enlargement of the apparatus, the capacity of driving motors has increased together with the employment of automatic gage control. Also process control by means of electric computers has been applied to it so as to assure uniformity in quality and improvement in the works to make the most of facilities. Automatic operation has been taken up in a large scale ; large capacity thyristors have been put in use extensively to make contribution to the elevation of operation efficiency. At present those electric machines for the heavy roll mills in this country are the manufactures of Mitsubishi except one installation.

1. ま え が き

最近の製鉄業界の設備投資：合理化投資において各社が新鋭厚板圧延設備を設置したが、それにみられる大きな特色は次のとおりである。設備の大形化に従って駆動用電動機の容量が従来のものにくらべて大きく、AGC（自動板厚制御）が採用されて板厚が一樣になるよう制御されている。電子計算機によるプロセス制御が本格的に採用され、品質の均一化、作業能率の向上、設備の有効利用等によって著しい成果が認識されたこと。そして自動化が大幅に進められ、大容量サイリスタが全面的に採用されて運転性能の向上に寄与しており、国内において新設された厚板圧延設備用の電機品一基を除いてすべて当社が製作した。

2. 設備の概要

表 2.1 に設備の主要を示す。

3. 主圧延電動機

電動機全般の傾向として小形軽量化が直流電動機に対しても要求され、絶縁材料・設備技術・工作方法の進歩により、電動機の温度上昇限度を高くしてこの要求に答え、また自動制御が進むにつれて

電動機 GD² の低減が要求されてきた。

電動機の GD² を小さくすると、直流電動機の整流能力が低くなりがちで、しかも直流電源としてサイリスタなどの整流器電源を使うと、その脈動電流のため整流条件はますます苦しくなってくるが、整流技術の向上により、GD² の低減が可能となる。

最近の電動機の特長

(1) F 種絶縁の採用

圧延電動機の絶縁は NEMA に準じた、JEM 1157 (1961) により B 種絶縁が標準とされてきたが、USAS C 504 (1965) NEMAMG1 (1968 January) で、圧延電動機用として、新たに F、H 種が規定された。わが国でも規格化を審議中である。これにより従来の B 種に比べて小形化が可能となり、B 種と F 種を比較すると GD² が約 20 % 低減される。

(2) GD² の低減と整流に対する考慮

熱間可逆圧延用の主電動機はひんばんに急速な逆転を行なうため、電動機の GD² をできるだけ小さくする必要がある。

従来はそのため二重電機子が多く用いられてきたが、最近では設計技術の進歩により単機出力限度が向上し、当社では相当の大容量のものまで信頼度の高い単電機子方式で製作し、しかも GD² を十分低い値におさえている。電機子の GD² を小さくすると必然的に

表 2.1 プレートミル 設備の主要諸元
Principal details of plate mill apparatus.

注 文 先	ミ ル 種 類	機 械 仕 様	ミルの種類	主 電 動 機 定 格			Motor の配置	電 源 方 式	しゅん工 年 月
				構 成 容 量	rpm	絶 縁 温度上昇			
川 崎 製 鉄 (水 島)	プレートミル (仕上)	4 H(162'') 1000 φ& 1900 φ×4300 L	H	2-3,750 kW SA. TWD	40/100	(deg C) B. 50	Top Forward	レクチフロー式 イルグナ	1967. 4
富 士 製 鉄 (名古屋)	プレートミル (仕上)	4 H(185'')	H	2-4,500 kW SA. TWD	40/100	B. 50	New Bottom Forward	逆 並 列	1967. 12
		1020 φ& 1830 φ×4700 L 1070 φ×700 L	E	1-2 V 1,000kW	150/450	B. 50			
八 幡 製 鉄 (君 津)	プレートミル (仕上)	4 H(186'') 1000 φ& 2000 φ×4724 L	H	2-5,000 kW SA. TWD	50/100	F. 60	New Bottom Forward	イルグナ	1968. 1
神 戸 製 鋼 (加古川)	プレートミル (粗)	4 H(186'')	H	2-4,500 kW SA. TWD	40/100	F. 50	New Bottom Forward	サイ リ ス タ 逆 並 列	1968. 3
		1000 φ& 2000 φ×4724 L 1050 φ×	E	1-2×1,250 kW	150/350	F. 50			
住 友 金 属 (鹿 島)	プレートミル (仕上)	4 H(186'') 1000 φ& 2000 φ×4724 L	H	2-5,000 kW SA. TWD	50/100	F. 60	New Bottom Forward	サイ リ ス タ 逆 並 列	1970. 10 (製作中)

注) SA: 単電機子, H: 水平ロール, E: 立てロール, TWD: 双電動機駆動

整流が苦しくなるが、整流技術の向上により、この問題を克服することができた。良好な整流を確保するため、電機子巻線方式を十分吟味して、リアクタンス電圧を可能なかぎり低くおさえ、均圧巻線の設計、トレppen巻線の採用、補極鉄心形状、補償巻線の設計などについて十分考慮を払うことはもちろん、電機子各回路の電流不平衡をおさえる当社独特の特殊バランス結線についても、整流の難易に応じて、適宜採用している。

また主要機は、すべて成層フレーム構造とし、最高の整流能力と速度性を持たせている。一般に単電機子形が価格、効率、据付面積保守などの点ですぐれているので、所要の性能および諸条件を満足すれば製作可能なかぎり単電機子形が採用されている。表 2. 1 にその実施列を示す。

(3) サイリスタによる直流電動機の運転

最近の大形圧延ラインのほとんどは、サイリスタ電源で運転されており、サイリスタの全盛時代が到来した。直流電動機としては、整流に対する考慮、軸電圧の問題、温度上昇、騒音などにつき、十分注意検討して製作されている。

(4) 双電動機駆動方式について

双電動機駆動方式の場合、上下ロール駆動軸の軸間中心距離は、機械メーカーからの指定によるが、この値によって電動機は外径の制限をうける。双電動機駆動では、電動機とロールとの間のユニバーサルカップリングの両側面の面圧が完全にバランスしていない場合、1回転に2回のスラストが電動機軸に作用し、軸方向に振動をおこすので、振動を吸収するため整流子側軸端に当社独特の油ダンパを取り付けている。ダッシュポットの原理を応用したもので、軸端に設けた円板とダンピング室内の油とで構成されている。

さらにこの円板は、ミル側に引かれる力に耐えるスラスト軸受のしゅう動面をも兼用している。なおミル側から電動機側に押されるスラストは負荷側に設けたスラスト軸受がうけもつ。電動機の配置としては、上電動機を前(ミル側)に下電動機を後(反ミル側)におくトップホワード方式とその逆のボトムホワード方式の2種類がある。それぞれの特長は、

トップホワード

中間軸を取りはずすことなく、フレームを2分割でき、電動機軸受の点検が容易である。

ボトムホワード

中間軸は電気室のクレーンにより容易に取りはずしができ、中間軸搬出のためのミルヤードスペースの確保は不要で、しかもアタッチドエッジ付きの場合は据付関係位置が有利である。

トップホワード方式は上電動機の基礎が若干複雑になり、ミル側に中間軸を拔出するために、トロッコなどの付属装置およびミル側スペースの確保などいろいろの考慮が必要であり、また同一電動機であれば、上下軸中心距離の最小値はボトムホワード形より大きくなる傾向にある。すなわち、ボトムホワード形であるとフレームの上部を切り欠いて軸中心距離をさらに短縮することが可能であるが、トップホワードの場合はフレーム下部を切り欠くことになり、フレームつり上げ時にこの部分に曲げモーメントがかかるため、同程度の切り欠きを行なうと強度上苦しくなるからである。

当社では従来のボトムホワード方式に改良を加えた新ボトムホワード方式を完成したが、この方式は保守・点検にはトップホワードと同等の便利さを備えており、当社での最近の製作のほとんどは、新ボトムホワードによっている。(表 2. 1 参照)

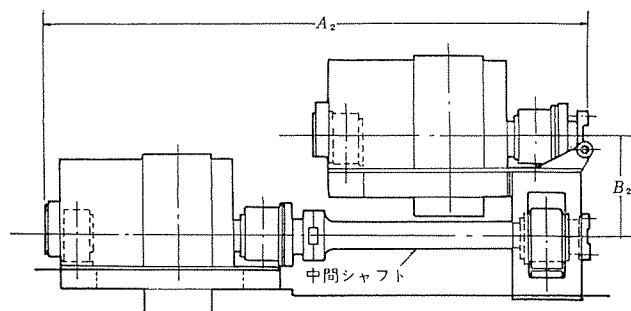


図 3. 1 トップホワードの双電動機駆動式可逆圧延電動機
Top forward twin-drive reversing mill motor.

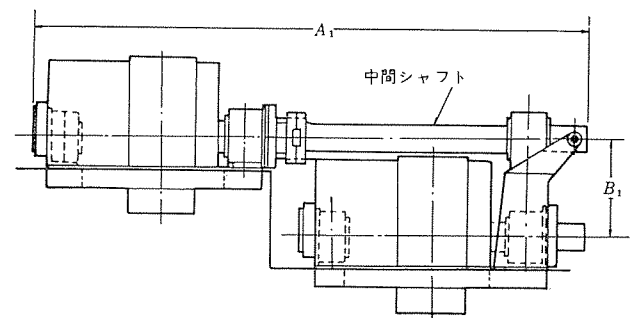


図 3. 2 ボトムホワードの双電動機駆動式可逆圧延電動機
Bottom forward twin-drive reversing mill motor.

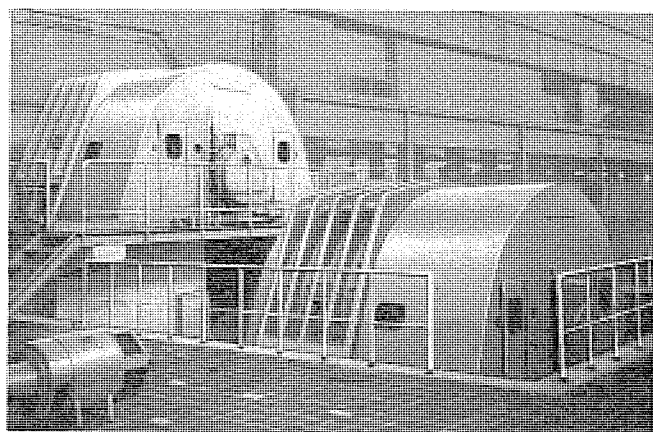


図 3. 3 2-3,750 kW 40/100 rpm 直流電動機 トップホワード
双電動機駆動方式
2-3,750 kW 40/100 rpm DC motor top forward twin drive.

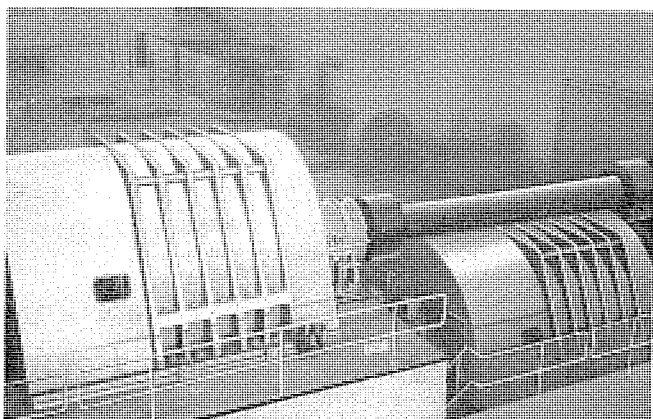


図 3. 4 2-4,500 kW 40/100 rpm 直流電動機新ボトムホワード
双電動機駆動方式
2-4,500 kW 40/100 rpm DC motor new bottom forward
twin drive.

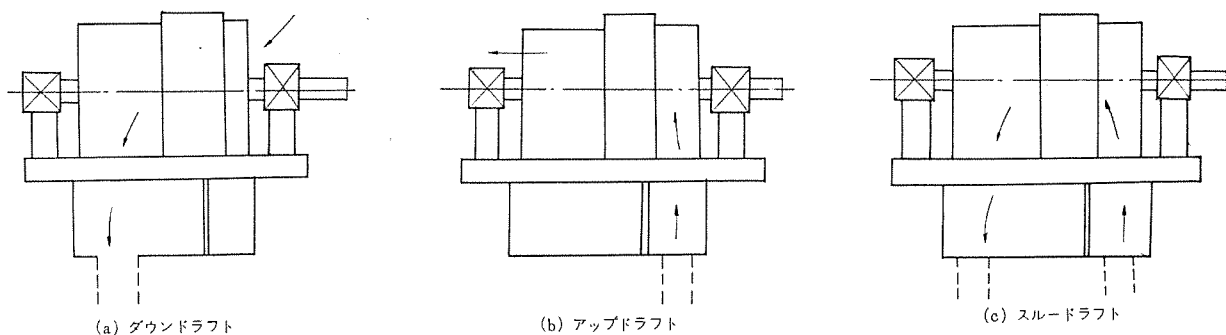


図 3.5 通 風 機 Draft system.

図 3.1 はトップホワードの場合、図 3.2 はボトムホワードの場合の据付の実例を示す。図 3.3 はトップホワードの場合、図 3.4 はボトムホワードの場合の写真を示す。

(5) 通風方式

一般に直流機の強制通風冷却には電動機の発生熱損失を処理するのみではなく、機械内部を清浄にして熱放散効果を一定に保ち、デリケートな整流子・ブラシについて異常がないように注意する。

従来よく使用される方式はつぎのとおりである。

一般工業用(製紙用・金属薄板処理ライン用) } アップドラフト方式
製鋼圧延用(冷間圧延用)

製鋼圧延用(熱間可逆圧延・熱間非可逆圧延用) ダウンドラフト方式
ただし線材ミル用はアップドラフト方式が多い。

可逆圧延用直流電動機は低速回転で運転されるため、また直流発電機は定格速度を高くとるので、開放形ならば自己通風で十分冷却可能であるが、ほこりの付着を防ぐため、いずれも清潔な空気による強制通風を行なう。

一般に電気室を設けて電動機・MG セットを室内に置くときにはダウンドラフト方式とし、電気室内を清浄かつ外気温度と同程度の温度に維持するが、圧延プラントのレイアウトの関係で電気室をとくに設けない場合には、アップドラフト方式となる。アップドラフト方式で電動機周囲への排気が好ましくない場合は、排気をダクトで外部に導くスルードラフト方式とする。

図 3.5 にこれらの通風方式を示す。

しかし最近ではサイリスタの発達によって MG セットが不要になり、回転機は直流電動機のみとなる場合が多くなり、電気室の通風も考え直してみる時期にきている。昭和 42 年に、世界で最初のユニバーサルスラブル用 $2 \times 4,100 \text{ kW}$ (DCM) および $1-3,000 \text{ kW}$ (DCM) のサイリスタ電源によるプラントを納入したが、従来のダウンドラフトをやめてアップドラフト方式としてみた。

ダウンドラフト方式にするときには、電気室の気密に注意した建築を行なう必要があるため、建築費が高くなるのに対してアップドラフトでは、室の気密を考慮しなくてもよく万全上がりである。ただし電

表 3.1 通風方式の実例
Example of ventilation system.

納 入 先	プラント名	代 表 DCM 容 量 kW	通 風 方 式
八幡製鉄(堺)	分塊ミル	$2 \times 4,100$	アップドラフト
八幡製鉄(君津)	プレートミル	$2 \times 5,000$	ダウンドラフト
八幡製鉄(君津)	分塊ミル	$2 \times 6,700$	スルードラフト
富士製鉄(名古屋)	プレートミル	$2 \times 4,500$	ダウンドラフト
富士製鉄(名古屋)	分塊ミル	$2 \times 5,800$	ダウンドラフト
川崎製鉄(水島)	プレートミル	$2 \times 3,750$	ダウンドラフト
神戸製鋼(加古川)	プレートミル	$2 \times 4,500$	循環式

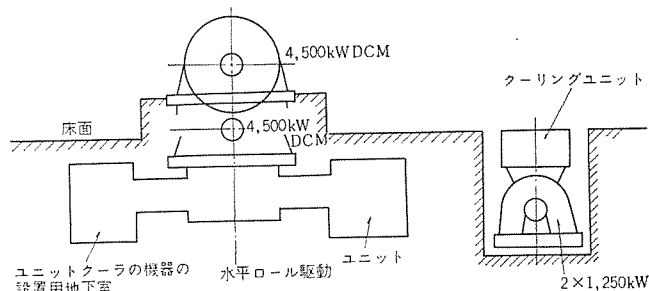


図 3.6 循環通風冷却モータの配置
Recirculating cooling of main motor.

動機の熱をうばった温度の高い空気が、直接機外に排出されるので電気室の温度が上昇する。最近の代表的なプラントの直流電動機の通風方式の例を表 3.1 に示す。

一方土木・建築費の高騰、プラントのスペースファクタ向上、機器の信頼度向上などの条件と要求とから、循環冷却方式の検討が要請されるようになってきたが、当社では、戦前から AIR-TO-WATER の COOLER を使用した実績があり、また昭和 28 年に八幡製鉄戸畑製鉄所納めのタンデムコールドミル、スキップスミルにも循環式冷却方式とクリネヤとを採用している。

なお循環式は { 共通式 } の二つに分類され、取付スペースの都合

もあり、ユニット式にはトップマウント・サイドマウント別置がある。それぞれ事情を勘案して検討する必要があるが、トップマウントが最もコンパクトにまとまるが、容量が大きくなると別置となる。配置の実施例を図 3.6 に示す。

主電動機は、双電動機駆動 $2-4,500 \text{ kW}$ 40/100 rpm (水平ロール駆動用) $1-2 \times 1,250 \text{ kW}$ 150/350 rpm であって下図のように配置された。図 3.6 でわかるように水平ロール用電動機 $4,500 \text{ kW}$ には、左右おのおの対称に通風冷却機器が配置され、立てロール用電動機では上部空間をうまく利用したトップマウント形の成功例である。

なおフロア以外の機器の機能が停止する非常の場合には、主電動機の整流子側エンドベルの点検ドアを開いて外部空気による非循環強制通風(アップドラフト式)に切換えできるようにしてあるが、正常時には主電動機は全閉であるので、騒音はアップドラフト、ダウンドラフトよりも低い。

循環空気の冷却は水冷式であり、外気温度、負荷の変動に対し電動機内部が常に一定の温度を保つよう冷却水量の調整を行ない、給排気温度を自動的に制御して電動機の寿命を長く維持できる方式としている。

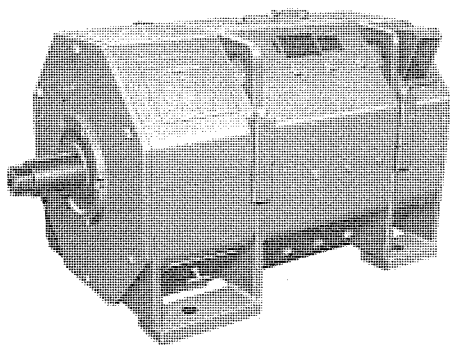


図 4.1 KM 914 形 圧延補機用直流電動機
DC motor for mill auxiliaries, frame No. 914 type KM.

4. 補機用直流電動機

圧延補機用直流電動機の標準化については、アメリカの AISE 規格が最も権威があり、1966 年に従来の 600 番系列に代わり 800 番系列が制定された。日本においても、従来の圧延補機用直流電動機の規格である JEM 1109 が、1968 年 5 月に改正されて 800 番の規格となり、当社もこれに準じて製作している。この 800 番系列は、外形取付寸法を旧 600 番と同一にして、出力が約 1.35 倍アップされたところに特長があり、直流電動機の製造技術の進歩を示すものとして注目されている。AGC 圧下その他電動機 GD² の全駆動系 GD² に占める割合が大きく、ミル性能に影響を及ぼす場合は、電動機を特に低慣性とする必要がある。

この場合、当社は、新標準の 800 番形をさらに上まわる三菱独自の世界最高を誇る超低慣性特殊系列を採用し、これを 900 番形と名付け高速応度・高精度を確保している。この 900 番系列直流電動機は、取付外形寸法および定格 (kW, rpm) は 800 番標準と同一であるが、GD² は当社 800 番系列の約 60 %で、定格電流の 200 倍/秒の過度電流に対しても良好な整流状態を保つことを確認しており、すでに、約 60 台 2 年以上のか動実績を有する高信頼度電動機である。この電動機は H 種絶縁であるが、三菱特許のドリル絶縁ワニスを使用しており、整流子・ブラシに悪影響のあるシリコンは使用していない。

従来機との GD² の比較値を例示すると次のようになる。

		kW	rpm	GD ² (kg-m ²)	%
旧	KM 616	110	460	64	100
新	KM 814	110	500	39	61
低慣性	KM 914	110	500	23	36.3

図 4.1 に 900 番形の圧延補機電動機の写真を示す。

5. 電源方式

電源方式としては設置場所の電力事情が許す限りにおいて、サイリスタがその性能の優秀さにおいて推奨される。しかしサイリスタ方式の採用に際しては、電源に与える影響を電圧変動・力率および高調波成分の検討を十分に行なって決定する必要がある。

(1) イルグナ方式

交流電源に対する負荷を緩和する必要がある場合、通常フライホイール付きの誘導電動機駆動の直流発電機を使用するが、交流電源がピークに強い場合は整流器運転が採用されるう勢にある。

直流発電機は、もちろん成層フレームとしてきびしい負荷に対処するとともに、整流技術の向上により次第に容量×回転速度の積を高くするようになってきた。直流主発電機の整流子の保守にはとくに

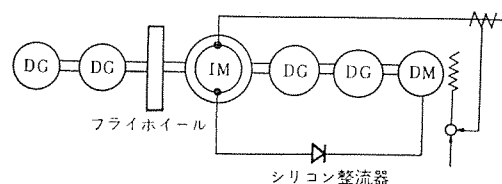


図 5.1 レクチフローイルグナ方式説明
Rectiflow ilgner system.

留意し、当社の実用新案である整流子面の清浄装置 (昭 38-15202) を取り付け、高圧空気を吹き付けてカーボンドストのたい積を防いでおり、整流子を常に清浄に保つための有効な手段として好評を博している。

誘導電動機およびフライホイールの容量は、従来は経験的に決められることが多かったが、最近ではモデル圧延スケジュールにもとづき電子計算機で計算を行ない、合理的な容量を決定するようになった。従来、誘導電動機の容量は主電動機の等価連続出力より小さくとられてきたが、タンデム圧延を行なうものでは圧延負荷のかかる時間が長くなるので、誘導電動機の容量が大きくなり、最近では主電動機出力に近い容量を選定されるものが多くなってきた。

なおイルグナ方式の場合、従来すべりによる誘導電動機二次電力をすべり調整器の液体抵抗器に熱として捨てていたが、これをレクチフロー方式として二次電力に整流器を通し、セツトに直結された直流電動機に供給し、回転エネルギーとして電力を回収する方法も採用されるようになった。本方式の原理を図 5.1 に示す。

本方式では誘導電動機の二次交流波形が正弦波とならぬため、6sf (s: すべり, f: 一次周波数) に相当する周波数で、変動トルクを発生するので、イルグナ系の共振周波数に関する振動解析をアナコンにて行ない、十分に安全な軸系設計を行なった。なお、本件については現地実測テストにより計算値と実測値がよく合っていることを確認した。

(2) サイリスタ方式

数年来のサイリスタのブームに乗って当社もすでに多数のサイリスタによるプレートミルの実績を有しており、これらはいずれもきわめて好成績にか動を続けている。これらのサイリスタの特長を最近の開発結果も加味して紹介する。

(a) サイリスタ素子は圧接構造の平形サイリスタ FT-500 A を使用している。この素子は耐圧 2,500V、通電容量平均値 400 A と、定格こそ他社と差異はないが、これは特にレオナード用として開発されたものであり、運転信頼性に影響する factor, di/dt 特性, dv/dt 特性、およびゲート非点弧電圧はいずれも他社に比べて 2 倍以上の値を有して、これに加えて圧接構造の採用により信頼性は格段にすぐれている。

(b) 完全な保護システムを採用し、素子破壊以外のすべての事故はゲートシャ断により除去され、ヒューズが溶断することはない。

(c) 万一故障が生じた場合にも有効な check system の内蔵と systematic な trouble shooting の技法の確立により、故障の発見とその除去はきわめて容易である。

(d) 万一素子が故障した場合には素子単体を容易に交換しうる構造になっているので、交換は数分で行なえる。

(e) 塩水噴霧テスト、亜硫酸ガステストを行ない、周囲環境に対して十分の配慮を払っているが、dust に対しても圧延工場のおりを分析して、絶縁テストを行なってセツト構成を決定しているので周囲環

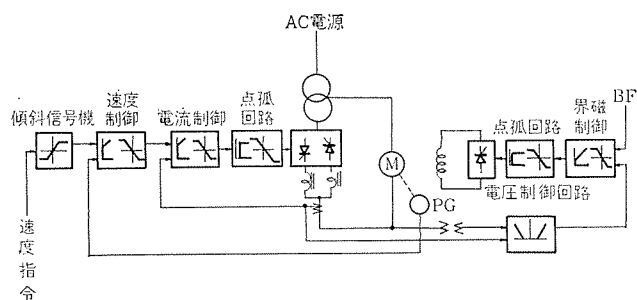


図 5.2 主電動機制御簡略結線図
Schematic diagram of main motor.

境に対して非常に強い装置である。

(f) 保護系統

サイリスタ装置の保護は、サイリスタ自体がすぐれた半サイクルシャ断器であることを利用した“ゲートシャ断”を保護の基本としており、素子破壊以外はヒューズをとばすことなく保護するので、通常事故の場合にも取換部品はなく、再起動はきわめて容易である。

各種事故に対する保護協調

ゲートシャ断は事故電流を検出し、瞬時にサイリスタのゲート信号を零にすることによって、次の半サイクルからの電流をシャ断する方式である。しかし、サイリスタは自己で電流をシャ断する能力はないので、事故電流継続期間は回路力率および事故発生時の位相角によって異なる。通常電気角で約 300° 程度は流れ続けると考えられるが、この故障電流を回路力率および発生位相角をパラメータとしてあらゆる場合について computer で計算し、この電流によってサイリスタおよびヒューズが溶損しないよう直流回路のインピーダンスを選定し、ゲートシャ断が有効な保護手段として活用されている。

(3) 制御方式

図 5.2 に主電動機の制御回路を示す。電源には逆並列結線サイリスタを使用して、その制御回路にはトランジスタ式演算増幅器を使用している。この回路の特長は、従来電動機の電機子電圧と界磁制御を別々に指令を与えて制御していたが、電機子電圧が定格電圧に達したあと、逆起電圧制御により基準電圧の指令によって界磁制御を行ない、基底速度から最高速度までの制御が行なわれることである。基準信号は傾斜信号器により、一定の傾斜を有する信号に変換されて速度制御系に与えられ、基準信号の大きさによって界磁制御が自動的に行なわれる。このため速度信号が単一化され、計算機制御の場合の信号の導入が容易となり、テーブルとの同期や圧下率補償が良好な効果をおさめることができた。

電流制限は速度制御系のマイナーループに電流制御系を設けてあるので、急速に確実な電流制限を行なうようになっている。電流制御と速度制御系とを有しているためにロール径補償および負荷平衡が容易に確実に行なわれる。

6. A G C

(1) AGC の動作原理

ゲージの変化が出たときに最も速くそれを検出するには、材料がロールにかみ込んだときに、その変化を検出できれば理想的である。ところが、ミルは剛体でなくロールおよびハウジングに弾性変形が起こるもので、一つのばね定数を持つばねと考えられる。ばね定数がわかれば圧延力を測ることによりゲージを知ることができる。すなわち、その関係は次式で与えられる。

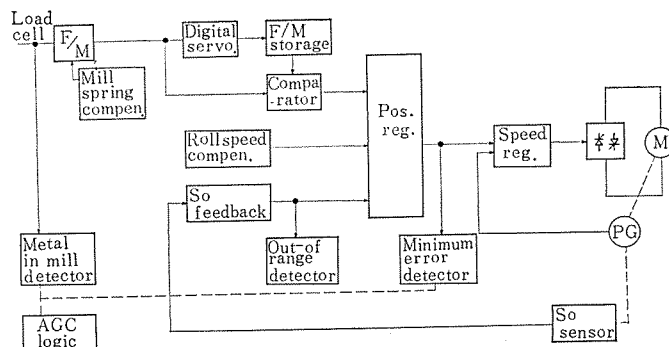


図 6.1 AGC のブロック図
Block diagram of AGC

$$HO = F/M + SO$$

HO : 出側 ゲージ

F : ロール 全圧延力

M : ミル ばね定数

SO : から ロールのときの ロール 間隔

実際には、材料の幅、材質、圧延速度、その他の条件の組み合わせにより非常に複雑になるが、変化分のみを考えれば次式のようになる。

$$\Delta HO = \Delta F/M + \Delta SO$$

Δ は微小変化

したがって、圧延中にスタンドから出るゲージを一定に保つ、すなわち、 $\Delta HO = 0$ とするには圧下量を変えればよい。圧延力を検出するためには、バックアップロールの上にロードセル(プレスダクタ)を設ける。また、圧下量はスクリーン上部にバックラッシュを取り除くようにした回転位置検出装置を取付けて、パルス発振器を取付けカウンタで検出するようになっている。

(2) AGC の動作

AGC の簡略結線図を図 6.1 に示す。

図に示すように、圧延力偏差信号検出回路、加算増幅回路、圧下電動機速度制御回路、ロール位置偏差検出回路、ゲート制御回路、プレートかみ込み検出器および圧延力偏差検出器よりなる。圧延力偏差信号検出回路はロードセルの出力電圧の偏差を検出して、ロール位置制御の信号を作る回路である。この回路はサーボ機構で板がかみ込んだ時間後の圧延力の値を記憶して、その値を基準としてその後の圧延力と比較した電圧を与える。すなわち、 ΔF に比例した電圧が得られる。この回路には、ロードセルの出力をプレートの幅によって修正する回路を含んでいる。

圧下による制御回路を常時働かせておくことは、不必要に圧下電動機を正逆に操作をくり返すことになり、電動機の温度が上昇し、また機械部分の摩擦をまねくだけなので、圧延力偏差が所定の値まで増加したときはじめて圧下電動機を働かせる。そのため、この圧延力検出回路にて圧延力偏差がある値以上になったことを検出する(MINIMUM ERROR DETECTOR)。圧延材がロールにかみ込むと、プレートかみ込み検出器 F が動作し、一定時間後に圧延力偏差信号検出回路により圧延力の基準が設けられて、以後は圧延力の変化のみが加算器へ送られることになる。

圧延力の変化が小さい間、圧下電動機は停止したままであり、また回路の出力電圧も零のまま保たれる。圧延材料の板厚の変化によりロードセルの出力が増加すると、圧延力偏差検出器が動作し、圧下電動機が回転する。圧加量が変わるにつれて当然圧延力も増加す

るが、さらに圧下をかけると圧延力と圧下量とが平衡して圧下電動機は停止する。これで最初の状態にもどったわけで、ふたたび圧延力の偏差が出ると上記の動作を繰返し、圧延材がロールを通過するまでこの動作を繰返す。圧延材がロールを通過すると、プレートかみ込み検出器Fにより、プレートの通過を検出してゲート制御回路Eにより圧延力偏差信号検出回路を作る。

ロール間げきはプリセット装置または手動によりつぎのパスの間げき(隙)に設定される。

MILL SPRING COMPENSATION 回路は、ミル定数はプレートの幅およびワークロールの径により変化するから、これを補正してやる必要がある。また、圧延圧力は普通500 ton 以下では直線性が悪くなる。このため演算増幅器の利得カーブを補正して直線性を保つ補償回路を設けている。

プレートがミルにかみこんでからミルハウジングのスプリング作用、およびプレートの形状の不均一による過度状態が過ぎ、圧延圧力が安定するのにある時間が必要で、その時間後にそのときの圧延圧力をロックオンして、そのときの $F/m+SO$ を基準の HO とし、その後の板厚の基準として制御を行ない、圧延圧力の変動に従ってスクリュウの位置を移動させ、ゲージを一定に保つ。

最終パスにおいてAGCを過度に行なうとプレートの形状をそこなうから、スクリュウの移動を制限するためOUT OF RANGE DETECTOR 回路を設けてAGCを切るようにしている。このプレートミルのAGCは全パスについて行なう必要はなく、最終の3~4パスに行なえば十分である。

7. 計算機制御

(1) 計算機制御を適用する理由

厚板圧延の工程が計算機制御の対象と考えられる大きな理由は、圧延される板が最終成品でありきびしい成品基準(平たん度断面積、ゲージ幅など)があるからで、成品の最終寸法は圧延される素材の寸法、温度、その他種々の要因の影響をうけ、各パスごとの設定値を簡単にプログラムできない。

種々のサイズの成品に対し、所定の品質と最大の生産高を達成するために、閉ループ、オンラインの計算機制御が適合している。

(2) 計算機制御の制御範囲

厚板ミルの計算機制御の制御範囲としては、普通加熱炉から矯正機に至る範囲を行なっている主要な機能は、

- (a) 工程管理用計算機とのデータリンク
 - (b) スラブ/プレートの追跡
 - (c) 工程管理用/解析用データのロギング
 - (d) パス・スケジュール計算にもとづくポジションレギュレータの自動プリセット、およびおのおののドライブ起動停止によるシーケンス制御
 - (e) 仕上温度制御
- などである。

(3) 計算機システムの機能

計算機システムの機能としてミル、テーブルなどの速度、回転方向の設定をはじめ、一連のシーケンスの制御、圧延材料のハンドリングなど種々の機能が考えられる。

インプットデータとして

- スラブ番号、厚さ、幅、長さ
- 成品、厚さ、幅、長さ
- 鋼種、分類番号(圧延の基本法則)

などを計算機に与える

計算機は圧延圧力、X線厚み計、電動機の電圧、電流、速度スラブの温度などのデータを、プロセスから読み取り記憶されているプログラムに従って自動的に計算し、その材料の圧延に最も適した圧延スケジュールと各パスごとのつぎの諸量の設定をおこなう。

粗圧延で行なわれる制御機能を下記に示す。

スクリュウダウンポジション

サイドガードポジション

ディスクレーシングスプレー

入側出側テーブル速度セクション

材料の施回

粗圧延電動機のかみ込み、圧延速度など
仕上圧延で行なわれる制御機能を下記に示す。

X線ゲージの基準値

圧延圧力の基準値

前後面テーブルの速度、セクション

前後面サイドガードポジション

スクリュウダウンポジション

仕上圧延電動機かみ込み、圧延速度

スプレーの状態

パス回数

など、またエッジをもつ圧延機では、下記の制御が行なわれる。

エッジ、ロール、ポジション

ドラフトに応じたエッジ速度

など、さらにレバラーの制御として下記のものがある。

ピンチロールのポジション

スクリュウダウンのポジション

レバラーテーブルの速度

プレートミルにおける計算機制御の目的としては、

- (a) 最終成品の板厚を許容公差内に収める。
- (b) 板の形状をできるだけ平たんに圧延する。
- (c) 板幅の制御。
- (d) パス回数をできるだけ少なくする。

をあげることができるが、このためにいくつかの制限条件たとえば、

計算機の演算時間

圧延電動機の最大トルク

圧延圧力

ドラフト

板の形状

などがある。

プレートミルにおける閉ループ制御などは、圧延メカニズムに関するいくつかの方程式を相い続くパス間の短時間内に解き、かつ種々の設定をおこない、実際の圧延を通じて計測しフィードバックされるデータ

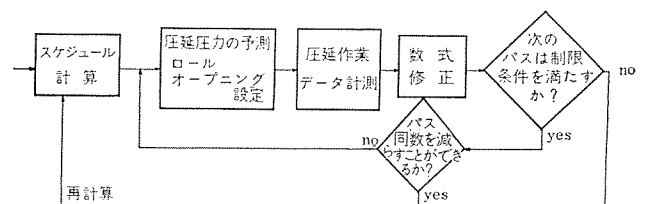


図 7.1 スケジュール計算フローチャート
Flow chart of schedule calculation.

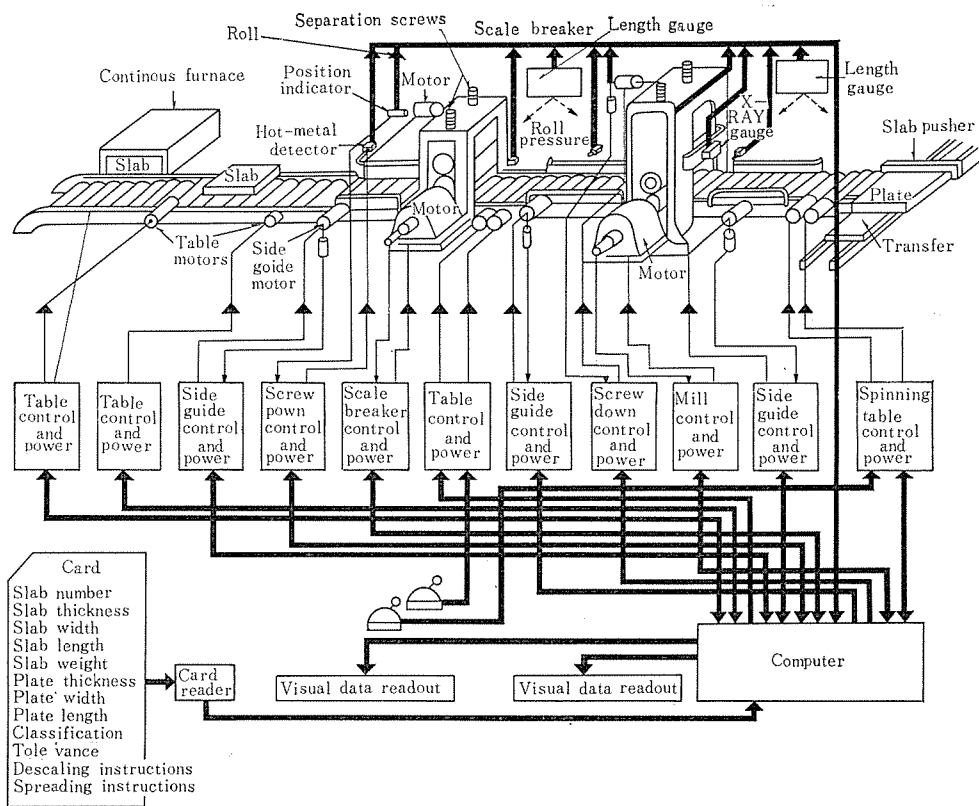


図 7.2 プレートミル 計算機制御
Computer control of plate mill.

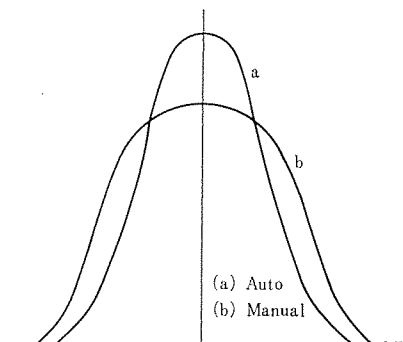


図 7.3 板厚精度の分布
Gage distribution.

で、逐次スケジュールを修正し所定の成品が得られるように制御することである。板厚制御について言えば、つぎの四つの方程式を必要とする。

(a) 圧延圧力 (入側出側の板厚・温度・板幅・ロール径・ロール圧力)

(b) 材料の温度 (スラブに与えられるエネルギー・モータ定数・時間間隔など)

(c) トルク (入出板厚の差・圧延圧力・ロール径)

(d) ミルのたわみ (ロール径・板幅・圧延圧力)

これらの方程式によって計算された結果を、前に述べた制限条件と比較して予測値を計算する。

パス回数なども計算機システムの機能に含めることができる。最近の設備では再熱炉の監視にはじまりミルの閉ループ制御、レバラーの制御、圧延中のスラブの追跡などを計算機制御の対象にするばかりでなく、工程管理計算とのデータリンクも行なわれて、全体的なトータルシステム制御にまで発達している。プレートミルは最終成品を圧延するから個々の成品についての各種データの採集、代表記録は生産管理上、販売上必要なことであり、またプロセスからの各種計測値の記録も圧延メカニズムを解析するうえで重要であり、データロギングが行なわれている。

(4) 計算機によるプレートミルの閉ループ制御

圧延機はスクリュウ、バックアップロール、ワークロール、ミルハウジングなどの種々の機械要素から構成されており、圧延中にはこれらの変形によるロールオープニングにかなりの変化を生ずる。

また圧延される材料の変形抵抗は鋼種や温度により大いに異なる。たとえば普通鋼とステンレス鋼では、圧延トルクの比が約1:2であり、

炉を出た直後と圧延終了後の材料の温度差により軽さが約1:4の割合で異なっている。

スケジュール計算では、パス回数と各パスごとの出側の厚さをあらかじめ計算し、その材料の圧延に関する一連のスケジュールを決めておく。

板厚制御は、つぎのような手順でおこなわれる。第Nパスの入側厚さ19mmで出側の厚さ12.5mmを想定し、必要な圧延圧力が2,700 ton、無負荷のロールオープニング8mmと計算されたとする。第Nパスの圧延後計測された圧延圧力が2,350 tonであったとすれば、板厚は12mmとなり、計算機は次のパスの計算のために圧延圧力の方程式を修正し、第(N+1)パスに対し、12mm→80mmを算出ロールオープニングを設定する。

このような修正操作にX線厚み計による監視を併用すれば、より精度の高いゲージが得られる。

図7.2にプレートミル計算機制御における信号の伝達と検出器の配置等を図示した。図7.3には板厚の精度の分布を手動と自動の両方の場合について示した。

8. む す び

以上、最近のプレートミルの電機品の傾向について概要を述べた。プレートミルの最新設備については日本が世界最高の水準にあると言われるが、その電機品の多くの部分を当社が担当し、種々の新方式を採用させていただいたのは感謝にたえない。終わりに種々のご指導をいただいた客先、および機械メーカーの各位に深く感謝の意を表するしだいである。

Industrial ITV Cameras for High Temperature Use

Communication Equipment Works Akihiko DÔKE・Eizô ÔKUBO

In using ITV cameras at high temperature a cooling arrangement has been deemed essential. Under the circumstances, ITV cameras for use at high temperature up to 55°C with no need of cooling have been made into products and named type IT-T 3 and type IT-T 5. Their features are not only the enlargement of the range of working temperature, but automatic follow of the operation to the change of outside illumination from 100 to 100,000 lux by the use of an automatic vidicon sensitiveness regulation circuit and feasibility of no adjustment operation through the stabilization of focus current and voltage.

This article explains points to be noted, circuits worked out in designing the camera, and its operation, also making reports on the test result of temperature and illumination. In the conclusion problems imposed in the future are inferred for the reference to the next development.

1. ま え が き

産業用テレビジョン装置は近年トランジスタ化され、小形、取扱が容易になったことにより、産業界の各方面に積極的にとり入れられ、人手不足の補足など企業合理化の一助をにないつつある。

とくに電力事業におけるボイラ炉内監視、ダム監視、鉄鋼業の各工程監視など重工業分野において、高熱、ガス等、悪環境中での使用は、人を重労働から開放し、労働衛生管理上からも必要不可欠なものとなってきた。このように工程上重要な分野に使用され、その度合が高まるにつれ、ITVに要求される耐環境性・信頼性は重要視されてくる。

従来のITVカメラは、トランジスタ化され小形になったとはいえ、使用温度範囲は一般に0~+40°Cが普通であり、しかもその範囲内の温度変動、経時変化による最適ビジョン動作条件（具体的にはター

ゲット、フォーカス、ズーム調整）からの電気回路の変動は、長時間安定してシャープな画像を得るための障害になっていた。また被写体の照度変化は、屋外では真夏の日中にて最大10万~20万ルクスを見込む必要があり、下限は100~50ルクス程度をカバーしなければならない、この広範囲な照度変化に対し、ビジョンが最適動作をするよう調整する必要がある。

これ等の制約により0°C以下や40°C以上での使用には、カメラを保護するヒータ内蔵、または、空冷・水冷の密閉カメラケースが必要となる。また使用温度範囲の内外を問わず、カメラ設置条件により人が容易に調整できない場合は遠隔制御機構が必要であった。

この結果、ITV装置全体として複雑となり、取扱いにくさや、コストアップの原因をあたえていた。

今回、ITVカメラを回路的に検討を加え、かつ能動素子をすべてシリコン化することにより、カメラ単体の使用温度範囲を-10~+55°Cに広げた。

さらにビジョン自動感度調整回路、フォーカス電流、電圧安定化回路を採用して、据付時に調整すれば、長時間無調整で動作するIT-T3形・IT-T5形カメラを製品化した。

この結果55°C以下ならば従来必要とした冷却ケースは不要となり、また、カメラ遠隔制御機構も不必要となったので、装置の構成の簡易化、ならびに信頼性の向上を得た。

以下この高温用ITVについて詳細に報告する。

2. 高温用ITVカメラのねらい

従来屋外形カメラと言えば屋内形カメラと屋外形カメラケースを組合せたものであり、カメラケースには冷却用のファンとか、暖房用のヒータを付属して外形寸法、重量の大きなものになっていた。

ITVカメラ自体の動作温度範囲が-10~+55°Cをカバーできる場合、通常の屋外使用では、カメラケースとして湿気・水滴を防ぐだけの密閉ケースで十分であり、屋内用に設計されたカメラのケースカバーを取りはずしたものを、直接密閉構造のケースに収納するようにすれば、屋外形と言えども小形にでき上がる。

このように設計した屋外用の高温用ITVカメラをIT-T5形とし、屋内用の簡単なカバーのみのものをIT-T3形とした。

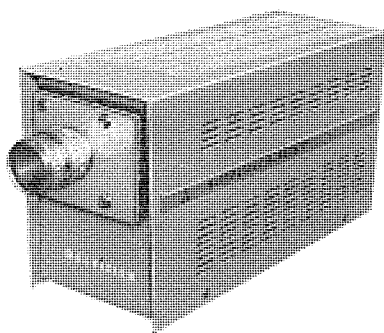


図 1.1 IT-T3 形カメラ, IT-T5 形カメラ
IT-T3 camera, IT-T5 camera.

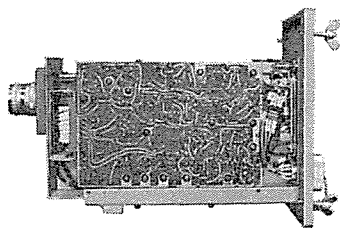


図 2.1 IT-T5 形カメラの構造
Structure of IT-T5 camera.

なお、IT-T3 形・IT-T5 形共に 100~10 万ルクスの被写体照度変化に無調整で使用でき、日常、外部調整は行なわないですむ取扱いやすさも合わせて、一般屋外の監視業務には日本国内を考えた場合、北海道・東北の冬期を除いて IT-T5 形を用いた簡単なシステムが採用できる。

炉内監視・製鉄工程監視など高熱環境では 70~100°C を越える場合もあり、空冷や水冷構造にしたケースに IT-T3 形カメラを組合せて使用するが、従来のような厳重な装置は不要になり、冷却媒体の流量が少なく済むなど構造が簡単になる。

特に製鉄工程監視の場合には 40~60°C くらいの場合も多く、熱ふく射を防ぐなら 55°C 以下にもし得る。この場合、従来必要であった冷却装置は全く省略できる。

ITV カメラ単体での使用温度範囲を広げることは以上のような利点をもたらすが、その設計根拠として、おもに次の二つによった。

(1) ビジコンの温度特性

現在の技術では、ITV の撮像管としてビジコンを使うことが宿命であるが、その光導電膜は半導体 (Sb_2S_3) であり、特性は温度により大きく左右される。しかし、RCA から発表された文献⁽¹⁾によれば、信号電流・暗電流の温度変動を是認し、なんらかの方法で補償するならば、ビジコン自体は -75~+100°C にて使用可能であったとの実験報告がなされている。

(2) 電子回路の安定に対して

半導体素子の使用温度絶対上限は、ゲルマニウムタイプで +85°C、シリコンタイプで +150°C 程度である。ただし電流増幅率 (h_{FE}) やベース、エミッタ間接触電位差 (V_{BE}) などの温度特性には大差がない。

一方、高温用 ITV カメラの周囲温度上限は +55°C であるから、内部部品の温度は 65~70°C になるものと考えねばならない。この場合ゲルマニウムタイプの上限が 85°C では余裕がない、そこで使用素子はすべてシリコンタイプとして余裕をもたせ、動作特性変化に対しては安定の基準になるものとして、温度変化の少ないゼナーダイオードを採用し、直流的、交流的な負帰還を多量にかけて安定させた。

そして従来よく用いられた温度特性補償素子としてのサーミスタ、ポジスタなど感温素子を用いる補償は極力さけた。

理由は補償温度範囲が広いため、回路の変動を単なる逆特性で補償するのが困難なものと、仮りに実験上では補償し得ても量産した場合、各素子の特性ばらつきで補償が定性的になり、定量的補償が困難なためである。

これに対し、安定度の良いゼナーダイオードを基準とし、負帰還で各回路特性を一定値に収め (箝) するようにしておけば、温度変化以外の変動に対しても確実な安定化が行なえる。量産機種に適した方法と言えよう。

今回開発した ITV カメラのもう一つの目的は、従来は必要であった調整項目を自動化し、据付時に調整すれば次の保守時まで、調整を要しないようにすることであった。

1 章でも触れたとおり ITV カメラでは使用条件により、被写体照度は広範囲に変化し、そのままではビジコンの出力信号が変わったり、ビーム量の過不足を生じる。この場合レンズ明るさをかえて入射光量を一定に保つのが理想的であるが、自動絞り付きレンズ (E.E レンズ) の調整範囲は普通 250 倍くらいで、実際に必要とされる 1 千~1 万倍をカバーしきれない。そこでビジコンのターゲット電圧をかえて感度を調整し、E.E レンズ不足分を補っていた。

もう一つの問題として、シャープな画像を得るために、ビジコン光導電面を走査する電子ビームは常に鋭く焦点を結ばねばならない。この電氣的ホークスは偏向コイルアセンブリに組込まれたホークスコイルに流れる電流と、ビジコンホークス電極に印加される電圧の安定度に左右され、両者共約 ±1.5% 以上変動すれば、画像のピンぼけとなってあらわれる。

ホークス電流の安定化はさして問題ではなく、従来でも安定化回路は採用されていた。しかしホークス電圧の安定化は、電圧が約 300 V であり、トランジスタで安定化するには高すぎるため、簡単に採用し得る安定度の良い回路がなく、長時間使用する場合、外部からの電氣的ホークス調整はかならず必要であった。

以上説明したように従来、ターゲット、それに付随してビーム、ホークス調整はカメラに「つまみ」の形で調整できるようにしておくか、接せん (栓) を通じてリモートコントロールできるようにしておかねばならず、使用中の調整という手間もさることながら、カメラ側で微調できない場合は、リモートコントロール用ケーブルの布設やコントロールが必要になり、システムが複雑になっていた。

このように無調整の問題は、ビジコン感度調整の自動化と、ホークス電圧安定化のための小形で特性の良い高圧安定化回路の設計に集約されるが、高温用 ITV では前者に対し、映像出力信号を直流的にターゲット電極に負帰還して、ビジコンの感度を自動制御し約 1 千倍の調整範囲を得た。数値的には F 1.4 の固定レンズにて 100~10 万ルクスの照度変化に対し十分実用になる性能である。これは固定絞りレンズでもほぼ無調整使用を可能とするが、E.E レンズと組み合わせればさらに満足な結果がえられる。

ホークス電圧調整は、後述のような簡単で良好な温度安定度をもつ回路を設計して、調整不要にした。

このように高温用 ITV は、ターゲット、ビーム、ホークスを日常調整する必要がなくなったので、外部に「つまみ」を出すことをやめ、保守時に調整できるようにドライバ穴を設けた。

ただし特に長期にわたり鮮明な画像が要求される場合で、カメラ設置条件により保守調整が容易に行なえぬ場合のため、リモートコントロールが行なえるよう接せんを設けている。

3. 高温用 ITV に採用したおもな回路

使用温度範囲を広げること、無調整化をはかることのための背景ならびに基本設計方針は前章に述べたが、本章ではその方針に基づき設計した個々の回路のうち特長あるものの構成、動作および特性を説明する。

3.1 使用部品の選択ならびに消費電力の軽減

使用部品として当然のことではあるが、L, C, R の受動素子に温度特性の良好なものを選定して用い、能動素子には前述のとおりシリコンタイプを採用している。

高温使用においては内部発熱を少なくすることが有力な手段であり、このため各回路の消費電力が極力少なくなるように考慮した。

回路消費電力は 12 V にて 85 mA でさまっている。

またこれに合わせて、回路中一番電力損失の多いホーカス定電流回路と +12 V 定電圧回路は特殊な回路を用いて一つにまとめ、効率化をはかった。これは 3.2 節に定電圧、電流回路として説明している。

ビジコンもヒータパワーの小さな 7262, 7262 A を用いた。

これらの結果 ITV カメラの消費電力は公称 10 VA, 実測 6~8 VA と実質は従来一般のセットの約半分におさまっており、内部発熱の小さなものになった。

3.2 定電圧、電流回路（ホーカスコイル電流安定化・電源電圧安定化回路）

ITV カメラには、ホーカスコイル電流安定化回路が必要になったことは前述のとおりであり、これと別に各回路に供給する安定化直流電源も必要である。

従来はこの 2 回路を全く別々の回路で構成していた、しかしこれは消費電力の点で次のように好ましくない。

ホーカスコイルは銅線で約 $+0.4\%/^{\circ}\text{C}$ の抵抗温度係数をもち $-10\sim+55^{\circ}\text{C}$ では 26 % の抵抗変化を生ずる。電流は一定であるからこの抵抗値変化は電圧変動分となってあらわれ、定電流回路のトランジスタが吸収しなければならない。このためトランジスタは余裕のあるコレクタ損失を見込んで設計する必要がある。この定電流回路に電源変動も吸収させるとさらに制御電力は大きくなる。

一方安定化電源を供給する定電圧回路には電源変動、負荷変動を吸収するパワートランジスタが常に必要でありこのように別々に両安定化回路を構成した場合、別々のパワーコントロールトランジスタが必要で、それぞれ安定化用の電力を消費する。

これに対し、3.1 節に説明したとおり各回路の消費電流合計が 85 mA 以内におさまったこと、その値がホーカス電流 72~80 mA にほぼ等しいことから、ホーカスコイルと定電圧を要する負荷回路を直列に接続することによりパワートランジスタ 1 個で同時に両負荷変動を制御する回路を採用した。図 3.1 にその回路を示す。（特許出願中）

この回路の動作は定電圧を要する負荷の両端を一定にすべくパワートランジスタが働いており、その結果もし負荷電流に変動がなければこれに直列に接続されたホーカスコイルにも定電流が流れる。実際には負荷はトランジスタ回路であり若干の変動が考えられる。この変動をホーカスコイルに並列に接続された並列形定電流回路が吸収するようにしている。しかしトランジスタ回路の消費電流は一度設定すると大きくは変動しないからこの定電流回路で制御すべきパワーはわずかであり、損失も少なくパワートランジスタを必要としない。

この回路の特長は一次電源変動、ホーカスコイル抵抗の変動に対して直列接続のパワートランジスタが動作し、負荷電流のわずかな変動に対

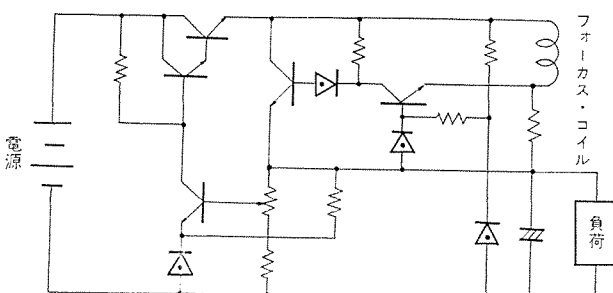


図 3.1 定電圧・定電流回路
Voltage and current stabilizing circuits.

してのみコイルに並列の定電流回路が動作するゆえ、パワートランジスタは 1 個となり損失電力の節約できることである。

名付けて定電圧、電流回路とした。

次に動作例として一実験結果をあげておく。

電源電圧変動： $\pm 15\%$ 、+12 V 負荷電流変動： $\pm 12\%$ 、ホーカスコイル抵抗値変動： $-16\sim+20\%$ とそれぞれ変動させた場合で、最悪の条件が重なってもコイル電流変動は： $\pm 1.3\%$ 以内であった。コイル抵抗値変動は 20°C を基準として銅抵抗が $-20\sim+70^{\circ}\text{C}$ にて示す値であり、実際の温度試験でも同じ結果が得られている。

3.3 高圧安定化回路（ホーカス電極電圧安定化）

ビジコンホーカス電極電圧を安定化させるために必要な回路で安定度が 1.5 % 以上になると、ホーカスぼけを生ずる。

従来の安定化法は図 3.2 (a) に示すように、高圧ゼナーダイオード、または定電圧放電管の定電圧特性を直接利用していた。

しかし、高圧ゼナーダイオード、定電圧放電管には温度補償形のものがなく温度特性はそれぞれ、約 $+0.1\%/^{\circ}\text{C}$ 以上および約 $-0.1\%/^{\circ}\text{C}$ 以下とあまりよくない、 $-10\sim+55^{\circ}\text{C}$ の温度変化に対しいずれも $\pm 3\%$ 以上の電圧変動を生じていた。

これに対し図 3.2 (b) の回路を用いて所要の性能を得た。

これはトランジスタを用いた並列形定電圧回路であり、その特長はコレクタと +300 V 出力間に高圧ゼナーダイオードを接続することにある。この結果コレクタ耐圧が低くとも、低電流領域で高電流増幅率を有するトランジスタが使用できる。（特許出願中）

この回路の温度安定度を決定するのはエミッタに接続された基準電圧ゼナーダイオードであり、この電圧は任意に選定できるから、温度補償形のものが採用できる。

電流増幅率の大きなトランジスタの採用は電源変動、負荷変動に対し定電圧効果を高め、温度補償形ゼナーダイオードの採用は出力電圧の温度安定度を良くする。なお低電流領域で電流増幅率が大きい必要は、この高圧安定化回路に要求される出力電流は微少でよいから、安定化に流すトランジスタ電流もできるだけ少くして電源効率を高めるためである。

高圧ゼナーダイオードをこのように接続して上記の効果をあげたが、高圧ゼナーダイオード自身の電圧温度変動はこの回路では電源電圧変動と同じ結果になりトランジスタが吸収するので問題にならない。

図 3.3 はこの回路の一実験データであり、電源電圧変動に対する出力の定電圧温度特性を測定している。

測定条件は 25°C にて入力 AC 100 V の場合出力を +300 V に調整し、負荷電流 550 μA 一定とした。

図は温度 $-20\sim+60^{\circ}\text{C}$ の間、電源電圧変動 $\pm 15\%$ に対して出力 300 V の変動は $+2\sim-3\text{ V}$ ($\pm 1\%$ 以内) に納まることを示している。

負荷 550 μA 一定で測定したのは、負荷のビジコン回路は一度調整

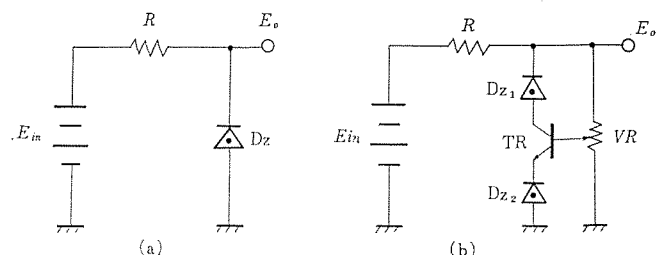


図 3.2 高圧安定化回路
High voltage stabilizing circuits.

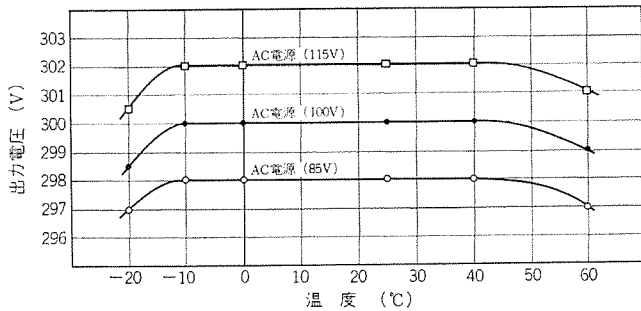


図 3.3 高圧安定化回路動作例
One test result of high voltage stabilizing circuits.

すると変動がほとんどないからである。

負荷変動に対する一例は $550 \pm 200 \mu A$ に対し出力変動が $300 \pm 1.0 V$ であった。 ($\pm 0.33\%$)

3.4 水平発振回路

水平発振周波数に要求される安定度は一般受像機の同期引込み範囲から考えて、 $15.75 \text{ kHz} \pm 250 \text{ Hz}$ である。

高温度用 ITV では $-20 \sim +70^\circ\text{C}$ にて $\pm 150 \text{ Hz}$ 以内にいろことを目標とした。

従来水平発振はコルピッツ発振器が多く採用されており、その発振周波数は比較的安定である。しかし使用温度範囲が広いためさらに確実な安定度を要求すると、回路構成の都合で今回は使用しなかった。なお発振周波数安定度を問題にするならば、水晶発振回路が一番良いがパルス整形などの付属回路が増加し素子数が多くなるのでこれも採用しなかった。

ブロッキング発振器は周波数安定度は良くないが素子数が少なく出力パルスも大きいので他の回路を直接駆動するのに都合が良い。

これに対し図 3.4 安定化ブロッキング発振回路に示すようにゼナーダイオードを用いてブロッキングトランス二次巻線間に発生するパルス振幅を定電圧化し、時定数 CR の両端にあらわれるきょ(鋸)歯状波形振幅を温度に無関係にすることにより必要な安定度を得たのでこれを採用した。以下簡単にこの回路の動作を説明する。

図 3.4 (a) の回路でトランジスタが導通を開始すると正帰還により急激に非導通から飽和状態に達しコレクタ電流の増加がとまる。

この結果トランスのベース側巻線に誘起していた電圧が零になり、導通時に C に蓄積した負の電位にベースが引き下げられもとの非導通状態にもどる。

非導通期間の動作は上記 C の電荷が R を通じて放電し、これとトランス 2 次巻線を介して接続されたベースの電位がエミッタより V_{BE} だけ正電位になって再度導通を開始するまで続く。

導通期間は非導通期間に比べてほぼ省略し得るほど短かいから、発振周期 T は非導通期間で近似でき、式 (3.4) で与えられる。

$$T = CR \log_e \frac{V_{Z2} - V_{BE} + nV_{CC}}{V_{Z2} - V_{BE}} \quad (3.4)$$

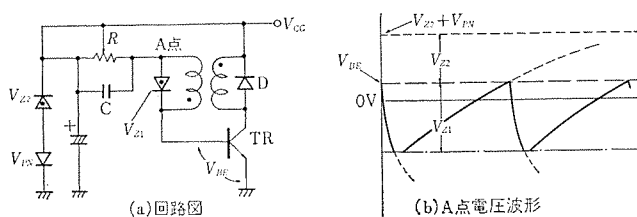


図 3.4 安定化ブロッキング発振回路
Stabilized blocking oscillator circuits.

ここに nV_{CC} ; ベース巻線間誘起電圧

この式で nV_{CC} はトランジスタやトランスの温度特性変動により一定でなく変動し、周波数が変動する主要因と考えられる。同時にベース〜エミッタ間接触電位 V_{BE} も絶対値は小さいが、 $-2.2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ の温度変動により周波数を変動させる。

この二つの変動原因に対して nV_{CC} を発生する巻線間にゼナーダイオードを接続してゼナー電圧 V_{Z1} に nV_{CC} を定電圧化し、 V_{BE} 変動に対してこれとほぼ同じ特性をもつと考えられるダイオードの順方向 P-N 接合電位を利用して、図の定電圧 V_{Z2} を与えるゼナーダイオードに直列にダイオードを接続し温度安定化をはかった。

この場合式 (3.4) は

$$T = CR \log_e \frac{V_{Z2} + V_{Z1}}{V_{Z2}} \quad (3.5)$$

となり V_{Z1} , V_{Z2} のゼナー電圧に温度変動の少ないものを選定すれば発振周波数は安定になることが予想される。

実際には V_{Z1} , V_{Z2} に温度係数が零に近い $6 V$ のゼナーダイオードを用いた。(特許 第 486416 号)

一実験結果を図 3.5 に示す。これは 25°C にて 15.75 kHz に調整したものであり $-20 \sim +70^\circ\text{C}$ の温度変化に対して、 $-120 \sim +24 \text{ Hz}$ の変化におさまっている。

3.5 水平同期信号回路

普通 ITV カメラでは素子数節約のため水平同期信号はブランキング信号を共用し、フロントポーチパックポーチを省略するが多いが、ブロッキング発振器を変形したもの 1 段の簡単な回路でこれを実現できたので採用した。なお従来の方法でこれを行えば単安定マルチが 2 段 (トランジスタ 4 本) 必要である。

図 3.6 にこの回路と動作波形を示す。(特許出願中)

すなわち、水平ブランキング発振器の出力を R と C で積分し、図に示すような時間と共に上昇する波形を作る。この積分波形はトランス 2 次巻線を通じて次段トランジスタのベースに印加され、ゼナーダイオードによりかさ上げされたエミッタ電位より V_{BE} だけ高くなったとき、常時は停止しているトランジスタを導通させる。

この回路は単安定ブロッキング発振器を構成しており、上記ベース入力により発振を起して自から出力パルスを発生する。

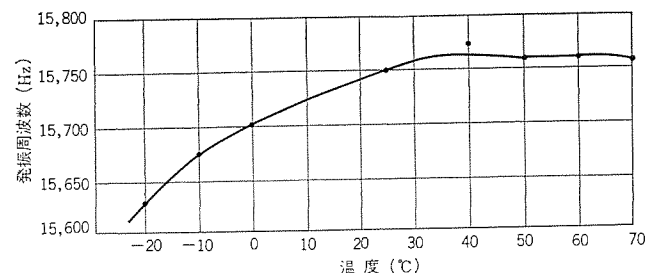


図 3.5 発振周波数・温度特性
Oscillating frequency to temperature characteristic.

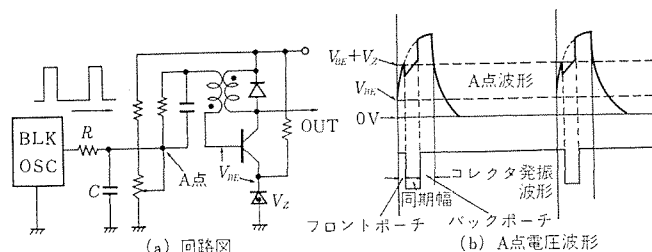


図 3.6 同期信号回路
Synchronizing signal generator.

この結果入力 ブランキングパルス の前縁から発振開始までの期間が フロートポートになる。そして ブランキング 発振器の パルス 幅を適当に選べば同期信号として使用でき、その後の ブランキング 期間がバックポートになる。この方法ではトランジスタは1本でよい。

3.6 映像信号増幅回路

映像増幅回路を設計するにあたり留意した点は、 S/N の改善、利得・帯域幅の温度安定度および消費電力の軽減である。

S/N 改善については、初段に低電流領域にて h_{FE} が大であり $1/f$ 雑音の小さい低雑音トランジスタを選定し、初段単体での交流負帰還を全くかけないエミッタ接地形で動作させることにより最大限の利得を得るようにした。映像信号は特に低、中域雑音が目立つため、初段の利得・帯域幅積を最大限に利用して利得を得ることは、雑音測度の点から有利と考えられる。

このように初段で周波数特性より利得を優先させたため、 h_{FE} の周波数特性、コレクタ 接合容量 C_C により高域が劣化する。これを次の2、3段でエミッタピーキングと周波数特性をもつ帰還ループを併用して補正した。

この3段の回路でビジコン 出力 $0.2\mu A$ P-P を $1V$ P-P までまず $3MHz$ フラットに増幅しており、次いでこの出力を2分して一方は後述のE、E回路を駆動し、他方は後続の増幅回路により $3\sim 6MHz$ を補正する。この段および後続のエミッタホロー一段によりブランキング信号、同期信号を混合しクランプ、クリップ、レベル調整などの映像処理を行なって、次のSEPP段により電力増幅して送出するが、利得・帯域幅を安定させるため2段目以降はすべて帰還増幅器により構成している。高域補正は前述のとおりこの帰還ループに周波数特性をもたせて行っている。

交流帰還のみではなく段間結合もできるだけ直流結合を採用して多量の直流帰還をかけバイアス安定化をはかっている。これらは温度対策のみではなく、トランジスタ h_{FE} のばらつきに対しても有効な安定化が行なえることになり量産機向きである。

消費電力の軽減に対しては、使用増幅段数を必要最少限にとどめたことと、一番電流消費の大きい出力段に電力効率の良いSEPP回路を採用して行なった。

このSEPPはトランジスタ2本の縦続接続で上段はコレクタ接地、下段はエミッタ接地としてブッシュアップ動作をするためその効率は十分満足しうるものとなった。

総合の温度試験結果では、初段回路に交流帰還をかけていないので、その利得・帯域の変化が心配されたが、 $-20\sim +70^{\circ}C$ にて利得は $-2\sim +1dB$ 以内、帯域も $-3dB$ を与える周波数の移動が $-1\sim +0.5MHz$ 以内の変動におさまっており十分使用しうるものが得られた。

3.7 E、E回路(自動感度調整回路)

被写体照度変化があるとレンズの明るさを可変しないかぎりビジコンの入射光量が変わるためビジコンの動作が最適点をずれる。実際の照度変化は屋外使用で $100\sim 10$ ルクス(1対1,000倍)程度を考慮しなければならず、なんらかの方法で調整しなければまったく画像信号として実用できない場合が生ずる。

調整を自動的に行なう方法に(a)レンズの明るさが自動可変のもの(E、Eレンズ)。(b)ビジコンのターゲット電圧が光量に応じて変わるもの。の2とおりがある。

(a)の方法は当社製品のIT-T2カメラにも使用したことがあり、ビジコンを一定条件で動作させ得るから好ましい方法であるが、E、

Eレンズの可変範囲は約250倍程度であり、必要な1,000~2,000倍に対し不十分である。さらに原理的に機構部分が含まれるため、構造が複雑で取扱いにくい点があり、種類も限られる。

一方(b)の方法は照度変化をビジコンが直接受けるため不具合な点もあるが、すべて電気回路で処理しうることとは実用上大きな長所である。この方法の大略は次のとおりである。

ビジコンは図3.7に示すようにターゲット電圧により感度が増減する。すなわちターゲット電圧が上がれば信号電流が増加し、下がれば減少する。この性質を利用し明るい場合にターゲット電圧が下がり、暗ければ上昇する回路を設ければよい。

この方法には2とおりあり、一つはCdSなどの感光素子を用いて明るさに応じてターゲット電圧を変化させる方法。他の一つはビジコン出力信号を一定利得で増幅した後、その大小に応じてターゲット電圧を制御するように負帰還したもののである。

前者はビジコンの照度~感度特性と使用する感光素子の特性を広い照度範囲で一致させることが困難で、かつ素子のばらつきを考慮すると量産機には不向きである。

一方後者は光量変化に対し常に出力信号を一定にすべく動作するから、理想的には帰還ループゲインを大きくすれば照度が増減してもビジコン信号電流は一定値に保たれる。

高温多用ITVではこの方法を採用した。具体的には図3.8にブロックダイヤを示す。

ビジコン出力信号を一定利得で増幅し、これを整流して直流分を取り出し、直流増幅した後CRフィルタを通してターゲット電極に帰還し

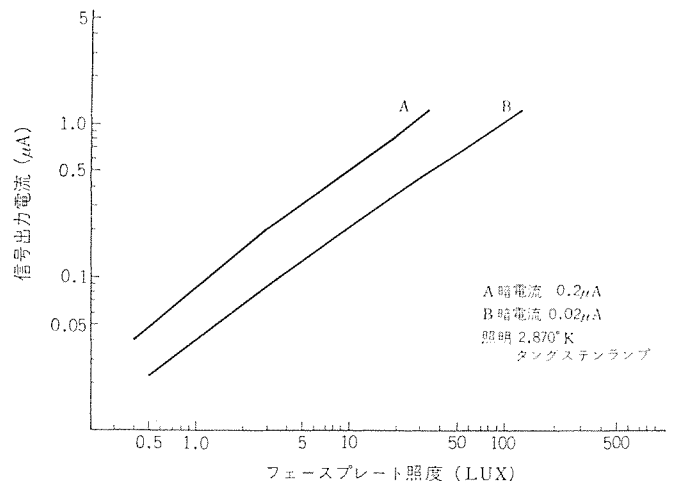


図 3.7 ビジコン 7262 A 光 電 感 度 特 性
Light transfer characteristics of vidicon 7262 A.

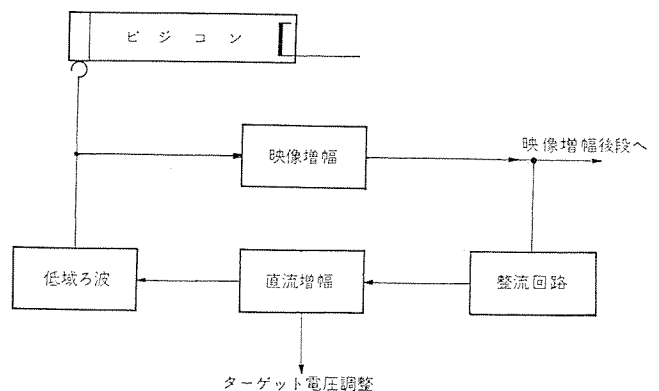


図 3.8 E、E 回 路
Electric eye circuits.

ている。

この方法の利点は温度や経時変化などによりビジコンの特性が変化しても出力信号を一定にすることである。

4. 機器の概要

4.1 構造

高温度用 ITV カメラの製品には既述のとおり、屋内形の IT-T3 と屋外形の IT-T5 がある。

両者のおもな差異は外側ケースと接せん（栓）構造であり、内部はほぼ同一である。すなわち IT-T3 のカバーを取り、IT-T5 のケース後面板を取り付け、密閉ケースに収納したものが IT-T5 である。

ケース内下部に映像増幅基板を入れるシールドケースがあり、シールド作用と、カメラきょう（筐）体に剛性を与える補強作用を果している。

またケース正面より見て右側面には同期信号回路・偏向回路・電源安定化回路を組込んだ電源偏向板がコネクタにプラグイン式に接続されている。そしてちょうつがい（蝶番）により外側へ開かれる構造と

なっているため点検に都合がよい。

ケース前方、シールドケース上部にはビジコンコイルアセンブリが取り付けられておりビジコンを保持している。

ケース後部には電源整流板を取り付けて、回路に必要な低・高圧を整流している。またケース後部、シールドケース上には電源トランス・ヒューズ・ビジコンコントロールのリモートコントロール切換え SW を取り付けられている。ケース後面板には映像出力コネクタ、連絡用電話接せん、AC 電源入力リモートコントロール用 10 ピンコネクタを取り付けている。

IT-T3 はこれにケースカバーをかぶせたものであるが、IT-T5 は防水コネクタを装着した後面板を取り付け、直接密閉ケースにそう入したものである。また着脱可能部にはすべてゴムリングを用いて水密構造としている。また IT-T5 のレンズケース部には屋外使用のためのビジコン保護用太陽光シャッターとウインドワイパーを装着し得る構造となっている。

4.2 動作

カメラの動作を説明するための系統図を図 4.2 に示す。

ビジコンは普通 7262 を使用し、低照度の場合には 7262 A を使用する。ビジコンの出力信号は映像増幅基板に導かれ $TR_1 \sim TR_3$ から成る前置増幅器によりまず 3 MHz まで増幅される。出力は TR_3 の E-E 回路からターゲット制御信号としてビジコンに帰還される。

同時に TR_4 , TR_5 から成る高域補償増幅器により 6 MHz まで増幅され、またブランキング信号も混合される。次にこれをクランプして直流分再生を行ないエミッタロー段でレベル調整する。最後にこれを TR_7 , TR_8 の出力増幅器により増幅し外部に送出する。

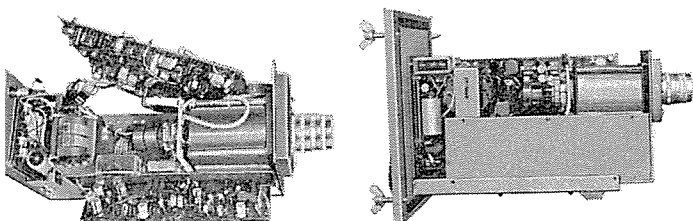


図 4.1 カメラの内部構造
Interior structure of camera.

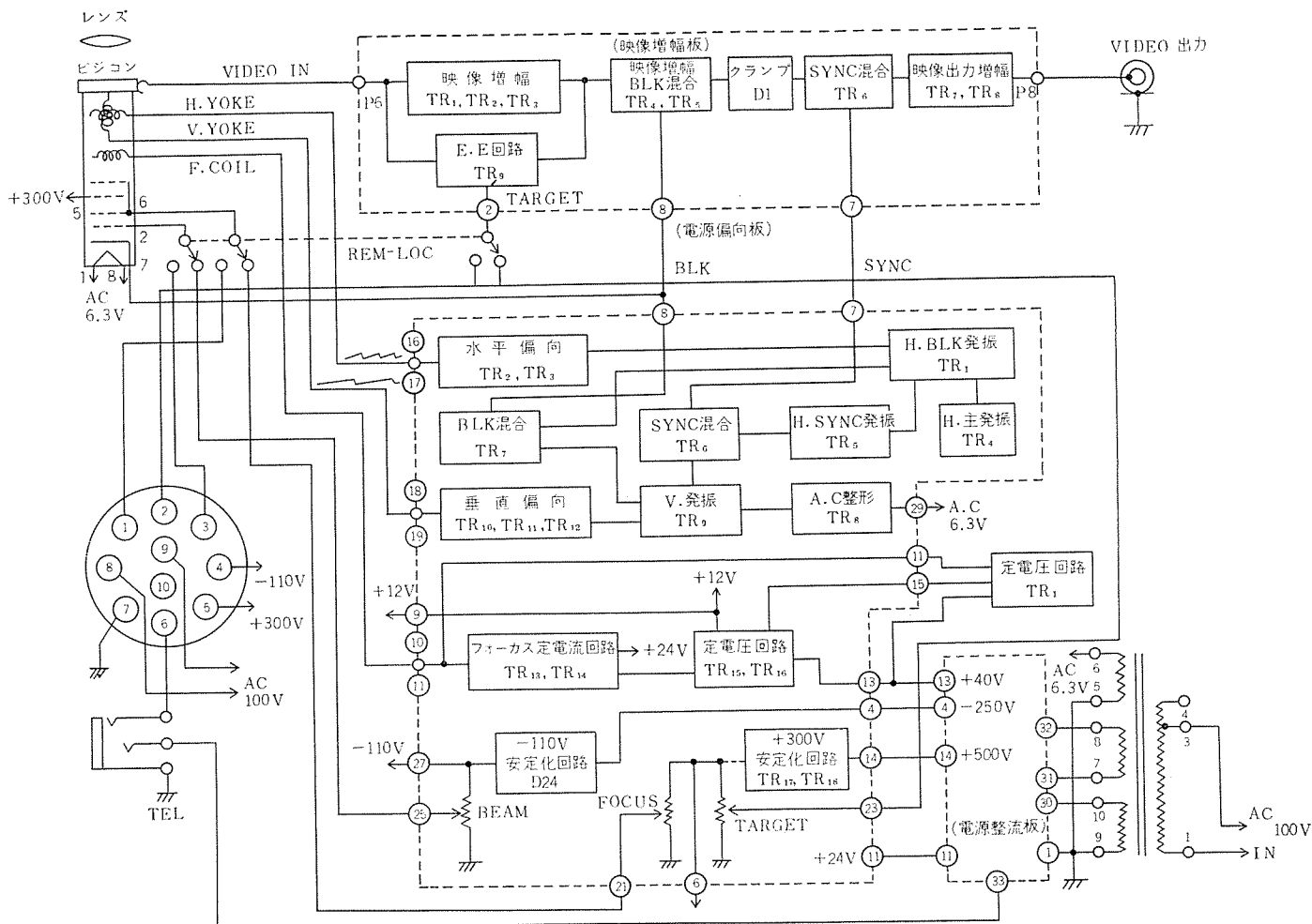


図 4.2 カメラ系統図
Camera schematic diagram.

電源偏向板内では、TR₄の水平発振器が安定な15.75 kHzのパルスを発振し、TR₁のBLK発振器を同期発振させ、幅約10 μsのパルスを得る。この出力はTR₂、TR₃の水平偏向回路を駆動し、水平偏向コイルにきょ歯状波電流を流す。同時にBLK出力はTR₅のH・SYNC発振器を駆動し、幅約5 μsの水平同期信号を作り同期混合回路を駆動する。

次に垂直はTR₈でヒータのAC 6.3 Vをく(矩)形波に整形し、この前縁でTR₉の垂直発振器をトリガする。垂直発振器のパルス出力はBLK混合と、同期信号混合増幅器に供給される。

発振器のエミッタからはきょ歯状波形が取り出され、TR₁₀~TR₁₂から成る垂直偏向回路により電力増幅され、きょ歯状波電流を垂直偏向コイルに流す。

電源はトランスでAC 100 Vを昇降圧しビジコンのヒータ用AC 6.3 Vと回路電源用の低・高圧出力を出す。電源整流板でこれを整流し、低圧は+40 V、高圧は+500 Vと-250 Vの直流を作る。

+40 Vは電源偏向板内のTR₁₃~TR₁₆とシールドケースを放熱板としたTR₁で構成される定電圧、電流回路によりフォーカス定電流とこれに直列な+12 Vの定電圧になる。

+500 Vの高圧はTR₁₇、TR₁₈の定電圧回路により+300 Vの安定電源となる。これはビジコン加速電極、ホーカス電極、E・E回路に供給される。

-250 VはゼナーダイオードD₂₁により-110 Vに定電圧化され、ビジコンビーム電極に印加される。

これらのターゲット、ビーム、ホーカス電極および+300、-110 Vは切換SWにより内部と外部接続に切換えられ、外部接続の場合10ピンコネクタを通じた+300、-110 Vが遠隔制御器によりターゲット、ビーム、ホーカス電圧として調整され、再度10ピンコネクタを通じてカメラに供給されビジコンを制御する。

内部接続の場合は、据付時に調整しておけばE・E回路が自動的にターゲット電圧を調整し、ホーカス電圧は安定であるゆえ相当期間の無調整使用が行なえる。

AC電源はいずれの場合でも10ピンコネクタからカメラに供給される。このほか遠隔制御器を設置する場合に電話連絡が行なえるような電話接続、接せんを設けている。

4.3 定格・仕様

(1) 方式

垂直周波数	60 Hz	(50 Hz)*
毎秒像数	60 枚/秒	(50 枚/秒)*
水平周波数	15.75 kHz	(15.625 kHz)*
走査線数	525 本	(625 本)*
走査方式	ランダム インタレース 方式	
同期方式	電源同期方式	

(2) 撮像機仕様

撮像管	ビジコン, 7262 (7262 A)
映像帯域幅	50~6 MHz ±1 dB 以内
信号出力	1.4 V P-P (複合)/75 Ω
電源定格	100/115 V・±10%・50/60 Hz
消費電力	約10 VA
トランジスタ数	28 石
外形寸法・重量	表4.1による。

(3) 主要性能

解像度	水平 400 本以上 (400 本以上)*
-----	-----------------------

高温度用 ITV・道家・大久保

表 4.1 外形寸法・重量
Camera size and weight.

形 名 使用レンズ	IT-T3	IT-T5	
		固定焦点レンズ	オートズームレンズ
高 さ (mm)	153	220(250)	220(250)
幅 (mm)	104	184(220)	184(220)
長 さ (mm)	287	420(620)	510(750)
重 量 (kg)	約 3.0	約 7.2	約 8.0

注) (1) 上表中、() 寸法はフード込み寸法。
(2) 重量にはレンズの重量は含んでいない。
(3) T₅形でウィンドワイパーを取り付けた場合、各寸法とも多少変更する。

垂直 300 本以上 (350 本以上)*

使用可能温度範囲 -10~+55°C

ただし自然通風で熱ふく射を受けない場合。

照度自動調整範囲 100~10 万 Lx (7262)

10~1 万 Lx (7262 A)

ただしレンズの明るさは F=1.4 とする。

5. 性 能

5.1 温度試験

ITV カメラの周囲温度を -20~+55°C までかえて試験しその映像信号を受けた受像機の画面写真を、図 5.1 (a)~(g) に示す。なお別途、各電子回路は 70°C までの動作を確認した。

試験方法は恒温そう(槽)に ITV カメラを入れ、そう外のテストパターンを窓越しに写した。試験温度は -20、-10、0、+20、40、50、55°C であり、各 2 時間放置した。

被写体照度は 500 Lx を保った。また温度変化に対しビジコン暗電流が変化するため、映像信号ベクタールがかわり画像の輝度に変化する。これに対し写真は受像機の輝度調整をして撮影した。

5.2 照度試験

被写体照度を 4~33,400 Lx と約 8 千倍変化させてこれを ITV カメラで撮像した場合の TV 画面写真を、図 5.2 (a)~(g) に示す。(ただし使用レンズ明るさは F=1.4 である。)

試験方法は暗箱に ITV カメラとテストパターン および白熱ランプを入れ、パターンを照明しておこなった。

照度変化は被写体照度を一定(ランプ輝度一定)としレンズ絞りをかえて実効的な照度変化を与えた。レンズ絞りでカバーできなくなった場合には被写体照度をかえて上記を繰返した。

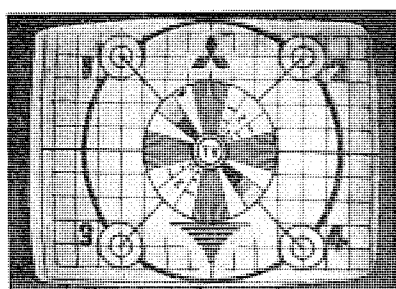
試験した実効被写体照度は、4、17、167、892、3,470、12,400、33,400 Lx の 7 とおりである。数値が半ばなのはレンズ絞りをかえて照度変化を与えたことによる。

使用ビジコンは低照度用の 7262 A である。なお低照度と高照度では映像信号の絶対値や暗電流分の比率が異なるので受像機の輝度、コントラストを最良に調整して写真撮影した。

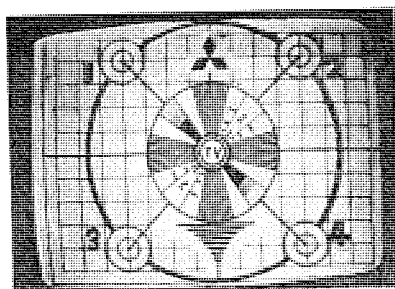
33,400 Lx 以上の照度試験はランプの照明を上げられなかったのでできなかったが、真夏の白昼の屋外試験で 10 万 Lx まで試みており十分実用になる画像を得ている。

6. 残された問題点

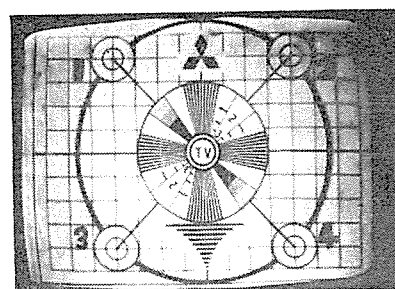
高温度用 ITV カメラは開発目標の使用温度範囲:-10~+55°C を達成し、同時に動作を無調整化したことにより用途は大きく広がった。しかし産業界の要求はさらにきびしく、より高性能のものを



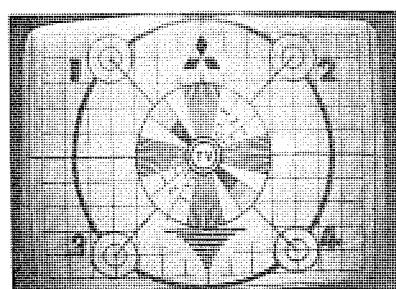
(a) -20°C



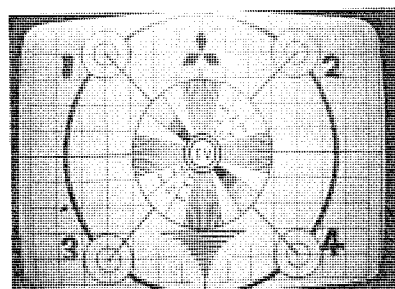
(b) -10°C



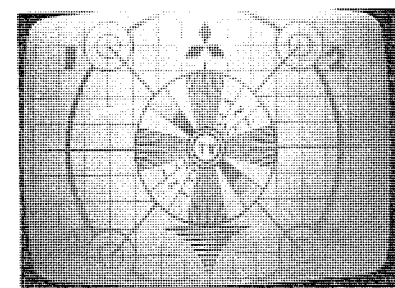
(c) 0°C



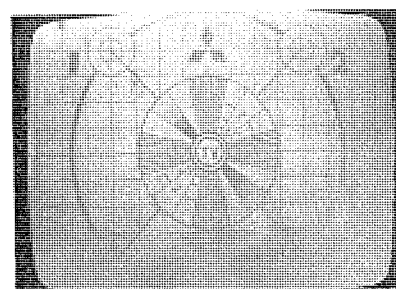
(d) $+20^{\circ}\text{C}$



(e) $+40^{\circ}\text{C}$

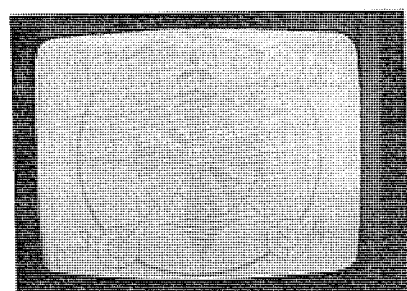


(f) $+50^{\circ}\text{C}$

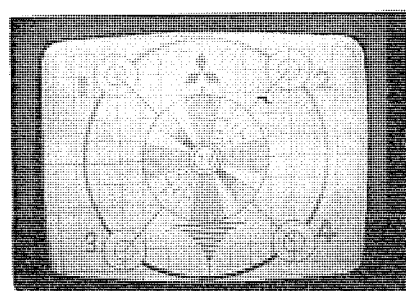


(g) $+55^{\circ}\text{C}$

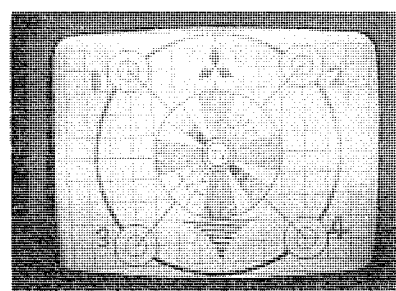
図 5.1 各温度における ITV 画像
ITV picture at various temperatures.



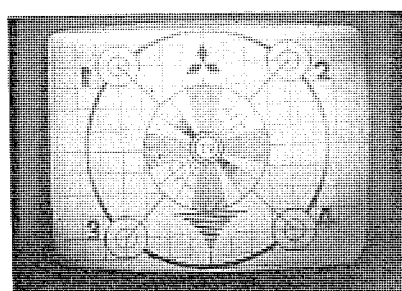
(a) 4 Lux



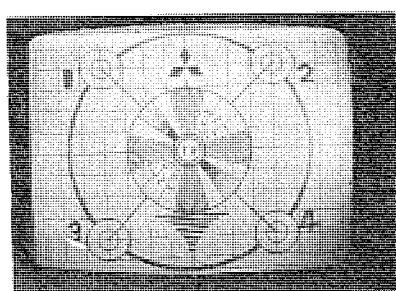
(b) 17 Lux



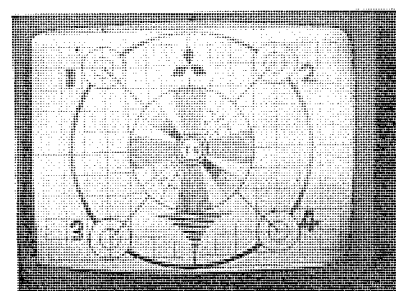
(c) 167 Lux



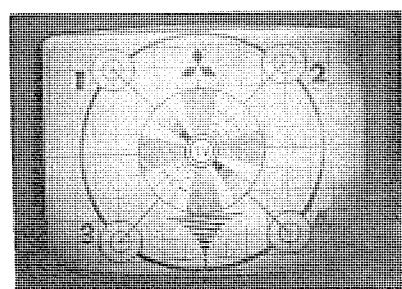
(d) 892 Lux



(e) 3,470 Lux



(f) 12,400 Lux



(g) 33,400 Lux

図 5.2 各照度における ITV 画像
ITV Picture at various illumination of test pattern.

より低価格に求めている。

この点に関し、今後さらに改良すべき問題点をあげて、次の機種の指針としたい。

6.1 使用温度範囲の拡大

現在の使用温度範囲「 $-10 \sim +55^{\circ}\text{C}$ 」をさらに高温のほうで延ばしたいという要求がある。たとえば製鉄、圧延関係で常時は 55°C 以下であるが夏期に 55°C 以上になる可能性がある場合一般には余裕を見込んで冷却ケース付きにする。しかし $60 \sim 65^{\circ}\text{C}$ を保証すれば、カメラ単体で使用する場合が多い。

周囲温度が 65°C になると機器内温度は $70 \sim 75^{\circ}\text{C}$ になり、問題は回路の温度安定化、使用部品の耐久性への考慮である。

回路安定化は現在のカメラでも 70°C での試験は完了している。使用部品の耐久性は電解コンデンサとビジコンの高温、長時間使用に対する劣化が心配される。特に後者に対しては未知な事柄も多いので連続高温動作のより正確なデータを求めそれに基づいた、合理的な使用方法が必要であろう。

6.2 E. E 回路および低雑音映像増幅器

高温度用 ITV の E. E 回路は公称 $100 \sim 10$ 万または $10 \sim 1$ 万 L_x とその可変範囲は 1 千倍である。

実用上、上限 10 万、下限 10 L_x で使用できれば十分であり、これをビジコンの交換なしに自動補償させるとすれば E. E 回路に必要な制御範囲は 1 万倍になる。

実際には現在の高温度用 ITV は受像機を調整することにより約 1 万倍近くの照度変化に対し使用することは第 5.2 節に示しておりであるが、これをさらに余裕をもって行なわせるための問題は、上限の場合多量の入射光量に対するビジコンの焼付きと感度劣化寿命への対策、下限の場合出力信号が減少しても S/N を劣化させない低雑音映像増幅器の開発と、低照度時 E. E 回路が動作してターゲット電圧が上昇するための暗電流増大に対する処置である。

暗電流が増大すれば擬似信号として動作し、有効成分はそれだけ

減少する。そしてコントラストの低下した白っぽい画像となる。

E. E 回路は擬似信号に対しても正常信号と同様に動作するため E. E 動作は阻止される。

ビジコンの焼付き、感度劣化、暗電流増大はターゲット電圧をできるだけ下げて使用すれば良い結果が得られる。しかしこれには出力信号の低下が伴うので再度映像増幅器の低雑音化が求められる。

このように本節の問題はほとんど映像増幅器の S/N いかんにかかっているといえよう。

7. む す び

使用温度範囲が広く、特に高温で安定に動作する ITV カメラの必要性から、今回 IT-T3 形、IT-T5 形カメラを開発した。

同時に従来必要であった調整部分を、自動化し取扱いやすいものにした。

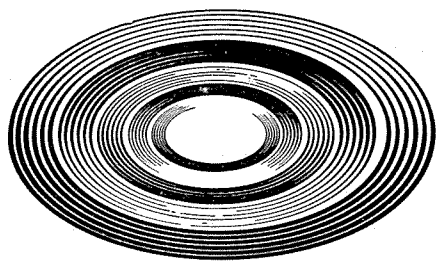
これ等の機能をもたせるためにくふうした各回路とカメラの性能を本文に詳述した。

高温度用 ITV、IT-T3、IT-T5 は発売以来各方面に好評を博し、期間二年半にして鉄鋼工程監視、発電所ボイラー監視、水面計監視、望遠監視用などを主として、すでに 500 台以上をご使用いただいている。

この ITV のもつはん用性からさらに広い方面にご使用いただけるものと思うが、われわれはこれに満足せず、本文 6 章「残された問題点」で述べた事柄を検討し、さらに性能を高めることを目標としている。

参 考 文 献

- (1) R. E. Johnson : Vidicon Performances In Extreme Thermal Environments, RCA Elect. Components and Devices, Lancaster Pa.
- (2) 上田, 藤原, 堀 : 三菱電機技報, 36, 626 (昭 37)



NEWS FLASH

完全屋外一体形ガスタービン発電機完成

このたびメキシコ電力庁向けとして、 $2 \times 18,700$ kVA 屋外形ガスタービン発電機を完成したので、ここに紹介する。当社は同電力庁向けに $4 \times 17,500$ kVA ガスタービン発電機を納入した(1967年)実績を有するが、本機はこれに続くものである。(写真はその出荷状況を示すものである)。

[定格事項]

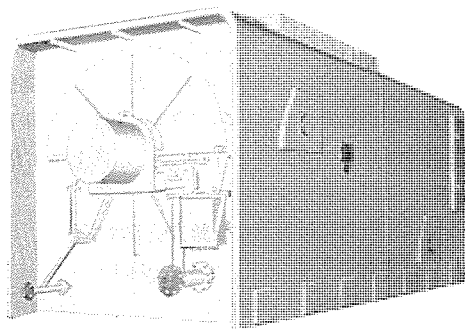
台数	2台
出力	18,700 kVA (15,890 kW)
力率	0.85 PF
電圧	13,800 V
周波数	60 Hz
回転数	3,600 rpm
規格	USAS
励磁方式	ブラシレス方式
原動機	三菱重工 MW-191 G 形 ガスタービン

本機の特長は、発電機・フレーム・回転子・ブラシレス励磁機・軸受・油管などが全天候型の屋外構造として完全一体形となっているため、特別な発電機用屋外ハウジングが不要であり、また完全組立状態で輸送が可能であるから、現地据付期間が非常に短い点にある。騒音抑制に対しては吸気および排気口にサイレンサーを、またふんい気中の異物じんあいに対しては、取換え容易なフィルタを十分考慮して設計を行なっている。

なお現在製作中の北海道電力(釧路)向け $2 \times 21,053$ kVA ガスタービン発電機も、上記と同一形式であるが、据付場所の気象条件から、寒冷地対策(積雪・降雪・凍結など)には特に留意されている。

当社はその他 10 MW・30 MW クラスについても、この種の完全屋外一体形ガスタービン発電機の標準化をすでに終えている。

[長崎製作所]



メキシコ電力庁向け 18,700 kVA ガスタービン発電機

日本初の大規模工業用コバルト 60 照射装置完成

当社では、わが国で初の工業用ガンマ線照射装置を完成し、栃木県下都賀郡の日本アイソトープ照射協同組合に納入し、昨年12月より営業運転を開始した。

この装置は総計 224,000 キュリーのコバルト 60 を線源とするもので、医療器具を大量に連続してガンマ線照射を行ない、殺菌処理を施すことを目的としている。その他食品照射などにも使用できるよう構成されている。うえにも述べたようにわが国では初の工業用ガンマ線照射装置であり、世界でも有数の装置といえることができる。

照射室は延長約 50 m のトンネル状をしており、線源は 1 列 6 本ずつを 4 列、計 24 本千鳥に配列してある。照射用コンベヤは線源の列に沿って 5 列配列しており、両端のコンベヤは連結して、コンベヤ上の

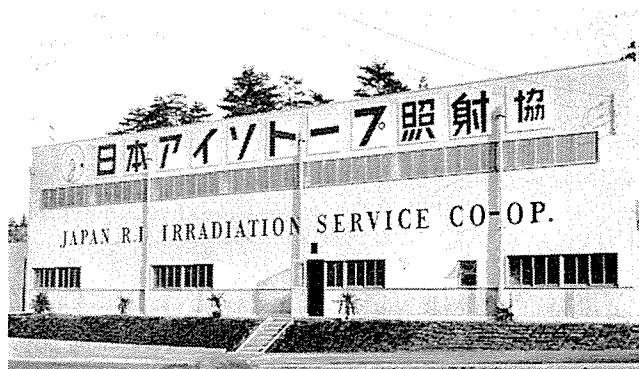


図 1 日本アイソトープ照射協同組合

被照射物の両面が照射されるようになっている。このため照射室入口と出口ではコンベヤは4列となっている。

上述のような線源の配置と照射室内のしゃへい体の配置とによって、コンベヤは上下方向の落差をつけるだけで直線状に配置され、非常に単純な構成をとっている。すなわち出入口方向に対する放射線のしゃへいは多重散乱・距離および被照射物の吸収による減衰効果を組合わせており、世界に例をみないしゃへい構造となっているのも特長の一つである。

コンベヤは中央部はスラットコンベヤ、両端出入口コンベヤはグラビティローラコンベヤを採用している。ローラコンベヤは貯蔵コンベヤの機能を持たせてあり、24時間無人操作が可能のようにしてある。スラットコンベヤは0.5~5 m/min および 12.5~125 m/min の2段連続可変とし、10 K Rad から2 M Rad までの広範囲の照射が行なえる。

線源は照射室の中央直下にある水プールに格納するもので、ワイヤロープでつり上げて照射するようになっている。このため線源の駆動は単純なものとなり、取扱いと保守の容易さも大きな特長である。

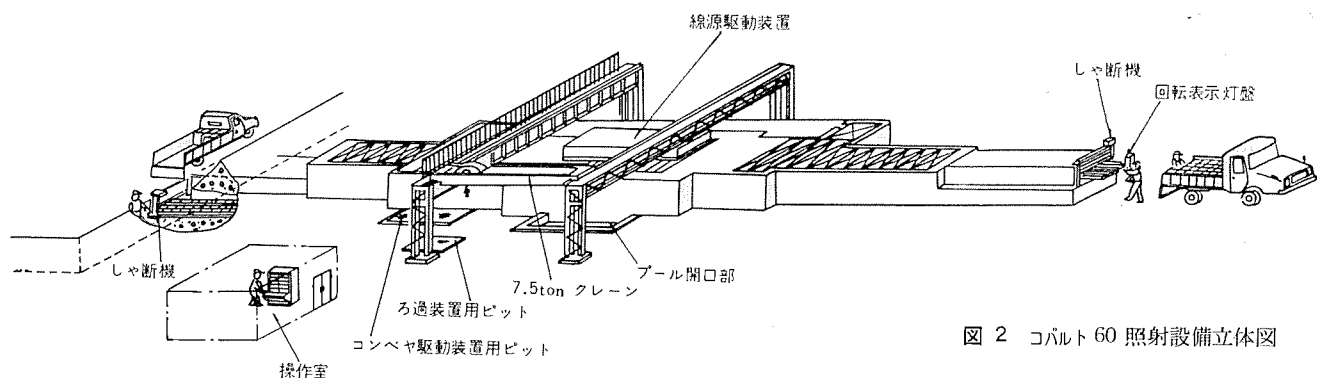


図2 コバルト60照射設備立体図

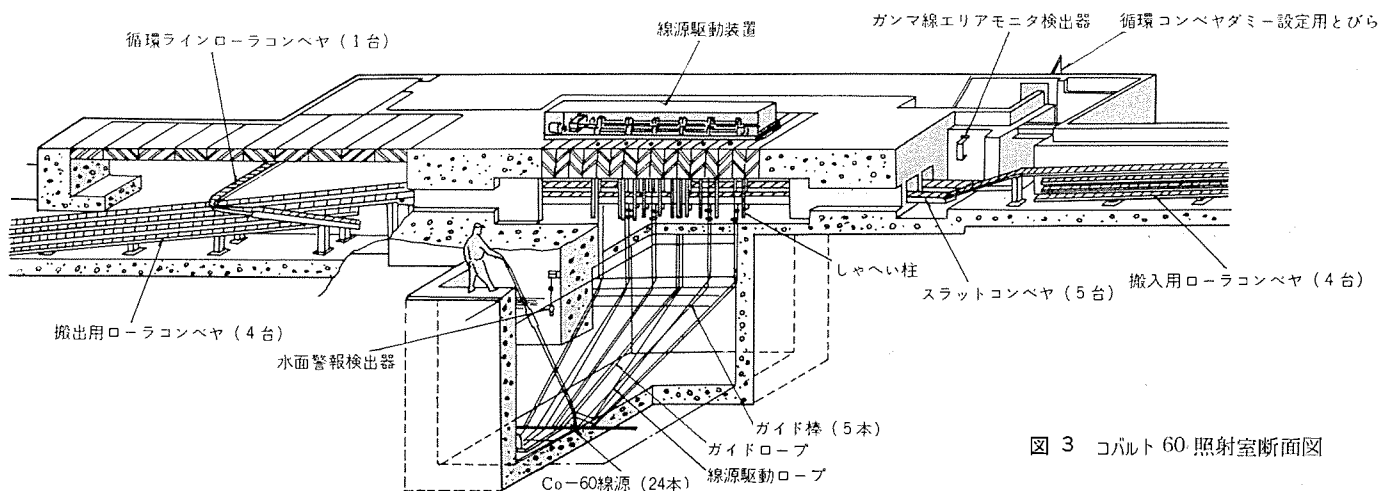


図3 コバルト60照射室断面図

[神戸製作所]

三菱グループタイ国向け大形水力プラント受注

当社と三菱重工はこのほどタイ国電力庁(EGAT)との間でシリキット発電所向け175,000 HP 水車、132,000 kVA 発電機各2基の水力プラント納入の契約を行なった。

シリキット開発計画は、タイ王妃の名を冠するタイ国最大の水力開発計画であり、将来同出力のもの2基の増設が予定されており、完成の段階では東南アジア屈指の水力発電所となる。

タイ国は近年著しい経済の発展に伴い電力需要が急激に伸び、タイ電力庁はこれに対処して本プロジェクトを建設するほか、South Bangkok に 200 MW 2 基の火力発電所を建設中であるが、本火力プラントも三菱グループがすでに受注し、現地据付工事を行っており、今回の水力プラントの受注も、これらの実績で三菱グループの技術力が高く評価された結果である。

なお、この入札に当たってはコンサルタントのカナデーカースウエスタン(Acres Western Limited)の厳正な評価が行われた後、融資元の世界銀行で承認を得て、今回正式契約を締結に至ったものである。

本プラントの概略仕様は次のとおり

△水車 2 基 (三菱重工担当)

出力：各 175,000 HP

基準落差：75.4 m

回転数：125 rpm

调速機：電気式

△発電機 2 基 (三菱電機担当)

容量：各 132,000 kVA

電圧：13.8 kV

回転数：125 rpm

励磁方式：サイリスタ励磁

[神戸製作所]

わが国最初の 150 kV 級 変電所 無人化装置完成

“三菱電機、中部電力共同開発”

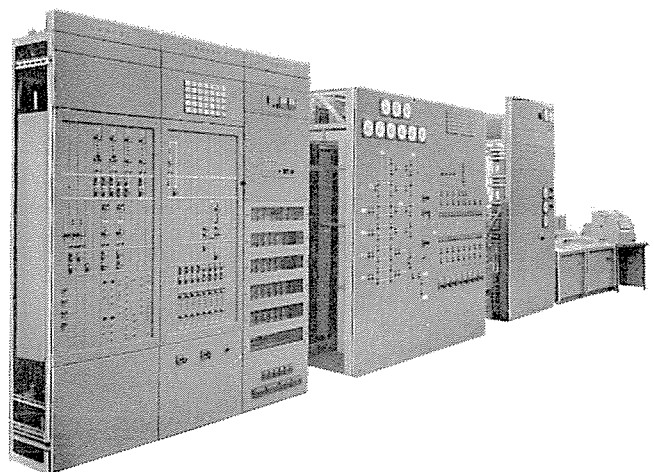
当社はかねてより電力系統の信頼度の向上、運用管理、保守管理の合理化など、いわゆる電力流通設備の近代化機器、省力化装置の製作、開発に力を入れてきたが、このたび中部電力との共同研究の成果として、中部電力 北刈谷変電所向けにわが国初の一次変電所の無人化監視制御装置を完了した (45 年 5 月運転開始)。

中部電力における変電所無人化計画は、長期的観点にもとづき、従来から配電用変電所を対象に積極的に進められており、昭和 44 年度末には約 140 箇所、60% の無人化率に達する。今後も引き続き無人化を進め、昭和 47 年度には全配電用変電所の無人化完了が計画されている。

今般当社において完成した中部電力向け北刈谷無人変電所装置は、約 5.4 km 離れた超高圧、東名古屋変電所から遠隔制御されるもので、150 kV 級としてはわが国最初のもので、装置は照光式選択制御盤・遠方監視制御装置・自動操作装置・自動監視装置より構成されており、そのおのおのの機器が有機的に組み合わせられて、制御所・被制御所ともその機能を最大限に発揮するように考慮されている。

このシステムの特長は、

(1) 制御所には選択制御方式を用いた照光式配電盤の採用。



150 kV 級 変電所 無人化装置

- (2) 選択計測，組み合わせ表示による遠方監視装置の項目数の減少。
 - (3) 大容量のため，高速監視制御には 600 ボー（パルス/秒）信号伝送装置を採用。
 - (4) 自動操作装置による正確，迅速な事故時復旧操作の自動化。
 - (5) 自動操作装置による制御所からのワンタッチ指令による日常系統運用の自動化。
 - (6) わが国初の自動監視装置による系統事故の詳細な内容の自動記録などである。
- これらの機品は，無人化の監視制御機器のみならず，一般の発電所の監視制御機器としても使用可能な機能を持つものである。

[神戸製作所]

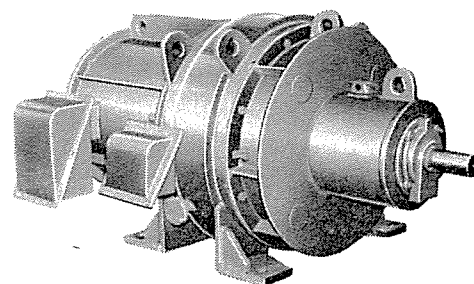
水冷形 AS モータ完成

長崎製作所では，このたび水冷形 AS モータを完成，納入した。当社では，従来より制御および保守の容易な交流可変速モータとして，AS モータ（開放形）を多数製作してきたが，水冷形の採用によって，製作範囲がいっそう拡大されることになった。

水冷形 AS モータは，かご形の駆動電動機と AS カップリング（渦電流つぎ手）からなり，電動機は防滴保護形・全閉外扇形・あるいは全閉水冷形などの保護形式にすることができ，AS カップリングとの組合せは，オーバーハングあるいはコモンベッドのいずれかである。AS カップリングは全閉水冷形で，ドラムおよび界磁コイルを水冷却する構造であり，また，保守の容易なブラシレス方式にしたので，屋外形・防食形・防爆形の適用も簡単になった。開放形と水冷形の製作区分は，おおよそ電動機出力 37 kW 以下は開放形とし，50 kW 程度以上を水冷形にする。

なお，開放形 AS モータについても現在ブラシレス方式に逐次切替中である。

今回納入の水冷形 AS モータは次のとおりである。



水冷形 AS モータ

水冷形 AS モータの製作実績（※印は製作中）

電 動 機						AS カップリング（渦電流つぎ手）			台 数
出 力 kW	電 圧 V	周 波 数 Hz	極 数	同期回転数 rpm	形 式	出 力 kW	速度制御範囲 rpm	形 式	
75	220	60	8	900	防滴保護形	65	750—250	ブラシレス 全閉水冷形	1
132	3,300	60	4	1,800	防滴保護形	110	1,650—165	ブラシレス 全閉水冷形	1
60	3,300	60	4	1,800	防滴保護形	50	1,650—165	ブラシレス 全閉水冷形	1
※ 55	200	60	4	1,800	防滴保護形	45	1,600—160	ブラシレス 全閉水冷形	1
※ 140	3,150	50	4	1,500	防滴保護形	125	1,300—130	ブラシレス 全閉水冷形	1

[長崎製作所]

サイクロナスモータ製品化

最近の電機品は、性能の良さのみならず、保守が容易なことが不可欠の条件となってきた。

サイクロナスモータは、これらの条件を具備した交流可変速モータとして、数年前から開発してきたが、今度製品1号機を完成した。

■仕様

用途	流量計用 サーボモータ
電源	AC 200 V 60 Hz
電動機出力	8 kW
保護形式	全閉屋外耐圧防爆，強制他力通風形
回転数	120～1,500 rpm
速度変動率	± 0.5 %

サイクロナスモータは、商用周波数の電源から直接、可変周波数の交流電源を得るサイクロコンバータによって、同期電動機を駆動するものであり、同期電動機は固定子側に電機子巻線ならびに界磁巻線を設けた特殊な構造とすることによって、完全なブラシレス化を実現している。モータの保護形式としては、使用される場所のふんい気に応じて、開放形・全閉外扇形・安全増防爆形・耐圧防爆形など自由な選択が可能である。

制御方式としては、今度の用途のように、従来の直流サーボモータと同様、正転・逆転・電動・回生のあらゆる組合せの運転が、無接点論理回路の切換のみで、非常にスムーズに容易に行なうことができ、直流機と同様の制御性能を有している。

第1号機に引続き、現在、11 kW から 225 kW まで合計数十台を製作中であり、今後ますます需要の増大が期待されている。

■特長

(1) 保守・点検が容易

モータにはブラシがなく、制御装置は静止化・無接点化されているため、保守・点検が容易である。

(2) 広範囲の速度制御が可能

速度0から100%まで、無段階の速度制御、円滑な加減速制御ができる。

(3) 高精度の運転が可能

分巻特性を有しており、直流機と同等の高精度運転ができる。

(4) 全速度域で高効率の運転が可能

一種の周波数制御で速度制御するため、全速度域を通じて、高効率ができる。

(5) 4限象運転が可能

正転・逆転・電動・回生の4限象運転ができる。

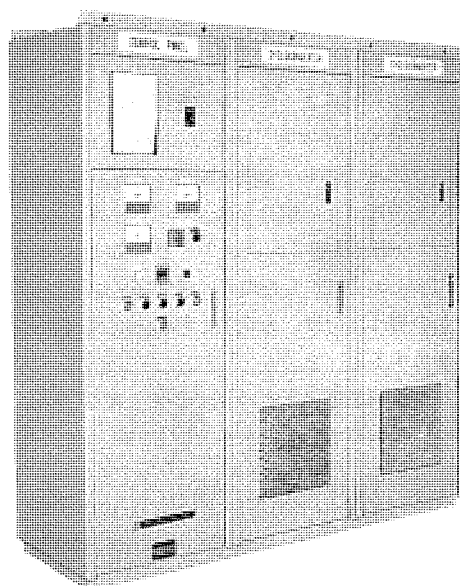
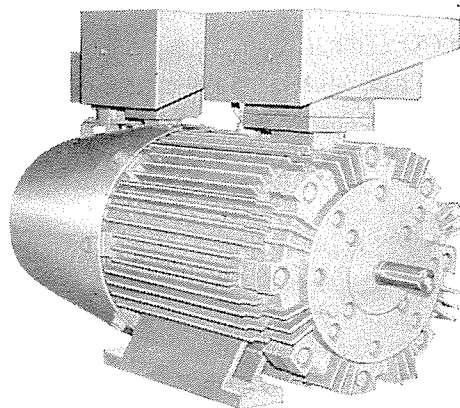
(6) 大容量化・高速運転が可能

直流機のように整流子がないため、モータの電圧に制限がなく、また機械的強度も改善されるので、大容量化・高速化ができる。

(7) 安定な運転が可能

サイクロコンバータは、電源電圧によって転流を行なうことができるため、特別な転流補助回路を必要とせず、転流失敗に対しても自己回復性があるため、安定な運転ができる。

[長崎製作所]



サイクロナスモータ

本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局 2111番
大阪営業所	大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル)	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 312局1231番
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(☎ 450)	(電) 名古屋 (052) 561局5311番
静岡出張所	静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社)	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 54局4681番
福岡営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(☎ 810)	(電) 福岡 (092) 75局6231番
長崎出張所	長崎市丸尾町6番14号	(☎ 850-91)	(電) 長崎 (0958) 23局6101番
札幌営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(☎060-91)	(電) 札幌 (0122) 26局9111番
仙台営業所	仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル)	(☎ 980)	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
富山営業所	富山市桜木町1番29号	(☎ 930)	(電) 富山 (0764) 31局8211番
広島営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(☎ 730)	(電) 広島 (0822) 47局5111番
岡山出張所	岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館)	(☎ 700)	(電) 岡山 (0862) 25局5171番
高松営業所	高松市鶴屋町2番1号	(☎ 760)	(電) 高松 (0878) 51局0001番
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局2111番
城北家電営業所	東京都文京区大塚3丁目3番1号(新茗溪ビル)	(☎ 112)	(電) 東京 (03) 944局6311番
城南家電営業所	東京都世田谷区池尻3丁目10番3号(三菱電機世田谷ビル)	(☎ 154)	(電) 東京 (03) 411局8181番
城西家電営業所	国分寺市南町2丁目16番14号(秀美ビル)	(☎ 185)	(電) 国分寺 (0423) 22局1881番
横浜家電営業所	横浜市中区富士見町3番地4	(☎ 232)	(電) 横浜 (045) 251局2226番
千葉家電営業所	千葉市新宿町2丁目49番地(三菱電機千葉ビル)	(☎ 280)	(電) 千葉 (0472) 42局5486番
大阪商品営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 344局1231番
洲本出張所	洲本市上物部2丁目6番33号	(☎ 656)	(電) 洲本 (07992) 2局0631番
名古屋商品営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(☎ 450)	(電) 名古屋 (052) 561局5311番
静岡出張所	静岡市小島162番地	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 85局6141番
福岡商品営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(☎ 810)	(電) 福岡 (092) 75局6231番
札幌商品営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(☎060-91)	(電) 札幌 (0122) 26局9111番
仙台商品営業所	仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル)	(☎ 980)	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
北陸商品営業所	金沢市小坂町西97番地	(☎ 920)	(電) 金沢 (0762) 52局1151番
広島商品営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(☎ 730)	(電) 広島 (0822) 47局5111番
高松商品営業所	高松市鶴屋町2番1号	(☎ 760)	(電) 高松 (0878) 51局0001番
新潟営業所	新潟市東大通1丁目12番地(北陸ビル)	(☎ 950)	(電) 新潟 (0252) 45局2151番
関東商品営業所	与野市上落合後原842番地	(☎ 338)	(電) 与野 (0488) 33局3181番
東京機器営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局2111番
大阪機器営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 344局1231番
中央研究所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
商品研究所	鎌倉市大船2丁目14番40号	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局6111番
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1	(☎ 652)	(電) 神戸 (078) 67局5041番
伊丹製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
三田工場	三田市三輪町父々部85番地	(☎669-13)	(電) 三田 (07956) 局 4371番
長崎製作所	長崎市丸尾町6番14号	(☎852)	(電) 長崎 (0958) 23局6211番
稲沢製作所	稲沢市菱町1番地	(☎ 492)	(電) 稲沢 (0587) 32局8111番
和歌山製作所	和歌山市岡町91番地	(☎640-91)	(電) 和歌山 (0734) 23局7231番
鎌倉製作所	鎌倉市上町屋325番地	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局1111番
通信機製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
北伊丹製作所	伊丹市瑞原4丁目1番地	(☎ 664)	(電) 伊丹 (0727) 82局5131番
熊本工場	熊本市竜田町弓削720番地	(☎ 862)	(電) 熊本 (0963) 62局7211番
名古屋製作所	名古屋市中区矢田町18丁目1番地	(☎ 461)	(電) 名古屋 (052) 721局2111番
福岡製作所	福岡市今宿青木690番地	(☎819-01)	(電) 福岡今宿 (09295) 6局0431番
福山製作所	福山市緑町1番8号	(☎ 720)	(電) 福山 (0849) 21局3211番
姫路製作所	姫路市千代田町840番地	(☎ 670)	(電) 姫路 (0792) 23局1251番
相模製作所	相模原市宮下1丁目1番57号	(☎ 229)	(電) 相模原 (0427) 72局5131番
世田谷工場	東京都世田谷区池尻3丁目1番15号	(☎ 154)	(電) 東京 (03) 414局8111番
静岡製作所	静岡市小島110番地	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 85局1111番
中津川製作所	中津川市駒場町1番3号	(☎ 508)	(電) 中津川 (05736) 5局7151番
大船製作所	鎌倉市大船5丁目1番1号	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局6111番
郡山製作所	郡山市栄町2番25号	(☎ 963)	(電) 郡山 (02492) 2局1220番
群馬製作所	群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地	(☎370-04)	(電) 尾島 (02765) 2局1111番
藤岡工場	藤岡市本郷字別所1173番地	(☎ 375)	(電) 藤岡 (02742) 2局1185番
京都製作所	京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地	(☎ 617)	(電) 京都西山 (075) 921局4111番
長野工場	長野市大字南長池字村前	(☎ 380)	(電) 長野 (0262) 27局1101番
ラジオ工場	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
札幌営業所	札幌市北2条東12丁目98番地	(☎ 060)	(電) 札幌 (0122) 23局5544番

次 号 予 定

三菱電機技報 Vol. 44 No. 5

《普通論文》

- 新燃焼方式 (MICS)
- ZnSe と GaSe の Electro-Reflectance
- イオン結合を含む高分子固体の力学的性質
- 絶縁油中のいおう化合物の形態と銅に対する腐食性
- 新しい耐熱材料ポリアミドイミド
- IC 化 DA 形速度変換器
- 最近の交流き電線保護継電器
- 新形大容量 SF₆ ガスしゃ断器 SFH シリーズ
- スキンパスミル用自動化装置

- 鉄鋼プロセスラインのサイリスタレオナード
- MELCOM-350/30 オンラインシミュレータ
- MOS Tr のチャネル特性
- りん拡散によるシリコンの格子欠陥発生
- 高出力モノシリック IC
- 高速スイッチングサイリスタの高周波応用
- テレビチューナ用ダイオード
- リニア IC の最適集積度についての考察

《技術講座》

- 最近の磁気記憶装置 (3)

三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

委員長	仙 石 廉	常任委員	牧 野 六 彦
副委員長	神 崎 邇	"	湊 武 雄
常任委員	明 石 精	"	山 田 栄 一
"	石 川 理 一	委 員	尾 畑 喜 行
"	上 田 重 夫	"	北 垣 成 一
"	宇 佐 見 重 夫	"	南 日 達 郎
"	大 野 寛 孝	"	林 昇 寿
"	北 川 和 人	"	松 元 雄 蔵
"	小 堀 富 次 雄	"	和 田 義 勝
"	鈴 木 正 材		(以上 50 音順)

昭和 45 年 4 月 22 日印刷 昭和 45 年 4 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部金 100 円(送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

仙 石 廉

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地
(郵便番号 162)

大日本印刷株式会社

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号(郵便番号 100)

三菱電機株式会社内 「三菱電機技報社」
(電) (03) 218 局 2 3 2 3 番

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 の 1 (郵便番号 151) 株式会社 オーム社書店
(電) (03) 291 局 0912 番 振替東京 20018