

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.49 No.4

冷凍と空調特集

4
1975



三重町役場(大分県)納め
ヒートポンプチラーユニット

三菱電機技報

Vol. 49 No. 4 APRIL 1975

冷凍と空調特集

目次

特集論文

事業場の冷房の労働者への影響	三浦豊彦	309
冷凍冷蔵クーリングユニット	作野 勤・上田和弘	314
低温冷蔵庫の応用	西村正雄・佐々木芳男	320
並列圧縮式半密閉形コンデンシングユニットの特性	古川博一・岩瀬 進	326
冷凍サイクルにおける信頼性-Hi/Re/Li システム	近藤 潔・小林靖夫・川井 治	331
冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテン	山崎起助・清水 誠・高妻光昭・半田文男	337

普通論文

FPRM (Field Programmable Read-Only Memory) 書込装置	竹内 哲・熊谷雅彦	345
PVK-CdS 複合層感光板を用いた電子写真方式	大西 勝・吉沢達夫・佐藤 建・乙武正文	350
36 kV, 25 kA SF ₆ ガスしゃ断器	大野 玲・原田 繁・堤 透	355
原子炉制御保護系リレーラック	宮田泰之・尾田憲明・秋山豊伺	361

FEATURING REFRIGERATORS & AIR-CONDITIONERS

CONTENTS

FEATURED PAPERS

The Effects of Workshop Air-Conditioning on Workers	by Toyohiko Miura	309
Cooling Units for Refrigeration and Cold Storage	by Tsutomu Sakuno & Kazuhiro Ueda	314
Using Cooling Units in Cold-Storage Facilities	by Masao Nishimura & Yoshio Sasaki	320
Characteristics of Parallel-Running Semihermetic Condensing Units	by Hirokazu Furukawa & Susumu Iwase	326
The Hi/Re/Li System for Cooling-Cycle Reliability	by Kiyoshi Kondo et al.	331
Air Curtains for Low-Temperature Multideck Display Cases	by Kiske Yamazaki et al.	337

GENERAL PAPERS

A Write-in Device for Field-Programmable Read-Only Memories	by Satoshi Takeuchi & Masahiko Kumagai	345
An Electrophotographic Process Using PVK-CdS Photosensitive Plates	by Masaru Onishi et al.	350
Type SFG 36-kV 25-kA SF ₆ Gas Circuit Breaker	by Akira Ono et al.	355
A Relay Rack for a Control and Protection System for Nuclear Reactors	by Yasuyuki Miyata et al.	361

表紙

三重町役場(大分県)納め空気熱源ヒートポンプチラーユニット(CAH形)

これからの冷暖房機として、住宅・マンション・ホテル・一般ビルなどの各方面から注目を浴びている当社空気熱源ヒートポンプチラーユニットは、冷凍サイクルに Hi/Re/Li を採用し、高効率、高信頼性の機器であり、更に1カ所のコントロールボックスですべて運転操作ができるという省力化の要請にも応えた、省エネルギー、無公害の全電気式冷暖房機として脚光を浴びています。納入機種 CAH-K20 形×4 台。

COVER

Four Type CAH-K20 Air-Source Heat-Pump Water Chillers for the Town Hall of Mie, Oita Pref.

Mitsubishi Electric's air-source heat-pump water-chiller units have recently gained attention in the heating and air-conditioning of apartment buildings, hotels and offices due to the incorporation of a Hi/Re/Li refrigerant cycle plus their high-efficiency, high-reliability overall design. All operations can be controlled from a centralized panel, thereby satisfying requirements for labor-saving. The heat pump system, which provides both cooling and heating electrically, gives advantages in terms of energy-saving and pollution reduction.

UDC 331.04 : 628.88 : 613.64

事業場の冷房の労働者への影響

三浦豊彦

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P309 ~ 313

1973年8月に各種事業場の温熱条件を調査した。もちろんまだ40℃をこえる高温のところもあるが、1960年代にくらべ30℃以下の職場の多いことが特徴であった。これはオフィスだけでなく生産現場に空調、冷房が普及してきたことを意味している。高温の生理的負担としては、最も激しい場合は熱中症という職業病になるし、そうでなくても日本の夏の負担は極めて大きい。したがって空調によって作業場の温度を下げることは、健康への好影響と、ひいては作業能率の向上を期待できる。もちろん冷房が低すぎて、冷房病が発生するなどは論外といえる。

UDC 621.578.532.517

冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテン

山崎起助・清水 誠・高妻光昭・半田文男

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P337~341

冷凍多段形オープンショーケースは、コールドチェーンの普及と冷凍食品の需要増大にともない、売場面積当たりの販売効率を増すために、スーパーマーケット・一般食料品店などで多く使用されるようになった。しかし多段オープンショーケースの設置がコールドアイル形成の原因にもなる。湿度の高い我が国では冷却器への着霜が多く、エアカーテン設計の優劣によって、ショーケースの性能が大きく左右される。ここではエアカーテンの冷氣しゃ断性能に影響を及ぼす諸要因を分析し、冷凍多段形オープンショーケースの性能の向上を計るとともに、設計の方向づけを行った。

UDC 621.565.9

冷凍冷蔵クーリング ユニット

作野 勤・上田和弘

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P314~319

近年、低温流通機構の充実が著しいものがあり、これに伴い施工、運転、保守が簡単なパッケージ形冷凍冷蔵クーリング ユニットの望む声が高まって来ている。当社は10年前に小形クーリング ユニットの販売を開始して以来、種々の貯蔵温度や大きさの貯蔵庫の需要に応ずるため、機種系列の拡充をおすすめしてきたが、今回庫内温度-5~+10℃用で3.75~10.8kWのACL形冷蔵ユニットと、庫内-15~-25℃用のHC形冷凍ユニットを開発し、ほぼ機種系列が完成したので、このモデルの紹介を主体に小中形冷凍冷蔵クーリング ユニットについて述べる。

UDC 681.327.11

FPROM(Field Programmable Read Only Memory) 書込装置

竹内 哲・熊谷雅彦

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P345~349

半導体FPROMは計算機におけるマイクロプログラム コントロールメモリや、コードコンバータ、キャラクタジェネレータなどへ広く用いられている。FPROMはユーザが情報を書込むために、書込装置を必要とする。今回、我々は各種応用分野に要求されるFPROMに対して書込みはん(汎)用性を持ち、書込み率を向上させる機能とともに、書込み後の信頼性をも向上させる機能及び書込み能率を高める機能を持った書込装置を開発したので、ここにその詳細内容につき報告する。

UDC 621.565

低温冷蔵庫の応用

西村正雄・佐々木芳男

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P320~325

低温流通の一環として冷蔵庫は大きな役割を果たしているが、物を蓄えるという機能だけでは流通システムの整備確立には役立たず、関係者の協調が必要となってきた。営業冷蔵庫では、従業員数から勘案すると97%までが中小企業といわれ、営業収支の状況は、営業収入の伸びに対し営業経費の伸びが大幅で、その結果営業利益の落ちこみが著しく、特に荷役部門の欠損は大幅に増加しつつあるといわれる。本文では当社の省力化機器である冷凍冷蔵クーリング ユニットの施工例を紹介したので、今後の冷蔵庫の進歩に少しでも役立てば幸いである。

UDC 772.93 : 681.6

PVK-CdS複合層感光板を用いた電子写真方式

大西 勝・吉沢達夫・佐藤 建・乙武正文

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P350~354

PVKとCdSの複合層感光板を使った電子写真方式(三菱方式)は、1度のマイナスイオン帯電工程だけで、くり返し記録できる特長を有している。三菱方式では残像の消去は、PVK層の光導電性を使い、紫外線を均一照射することにより行う。ここでは、三菱方式の記録工程と従来方式(Mylar-CdS)との違いを、等価回路モデルから導いた理論式及び実験の双方から検討したものである。その結果、プロセス的には違う方式でありながら、特性的には従来方式とほとんど同等の電子写真感度を有することを確めた。

UDC 621.57.01

並列圧縮式半密閉形コンデンシング ユニットの特性

古川博一・岩瀬 進

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P326~330

近年、コールドチェーンの普及に伴いスーパーマーケットなどの食品店舗用コンデンシング ユニットの需要が著しく増大している。これらの用途のコンデンシング ユニットにおいて、一つには冬期間中の大幅な負荷減少時の運転効率の向上、二つには夜間無人運転でも異常停止時の商品の品温上昇に伴う損傷を防止する、などの要求から開発された並列式半密閉形コンデンシング ユニットの特性について試験結果をもとに考察する。

UDC 621.316.57.064.242 : 621.3.027.7

36kV, 25kA SF₆ガスしゃ断器

大野 玲・原田 繁・堤 透

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P355~360

電力需要の増大、負荷の集中化により、従来3.3/6.6kVであった配電系統は、22/33kVへと昇圧される傾向にあり、それとともに機器に要求される信頼度はさらに高度になりつつある。このような状況にこたえて36kV, 25kA SFG形ガスしゃ断器を製品化した。従来、ガスしゃ断器は60kVから500kVにおよぶ超高压の領域でSF₆ガスそのものの優れた諸特性によって急速に発展してきたが、SFG形ガスしゃ断器はSF₆ガスの利点をさらに20/30kVの領域にまで拡張したもので、単一圧力式、接地タンク形消弧室とばね操作機構、引出装置を備えたキュービクル収納形しゃ断器である。

UDC 621.57 : 697.94

冷凍サイクルにおける信頼性-Hi/Re/Liシステム

近藤 潔・小林靖夫・川井 治

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P331~336

ここ数年、空調機のヒートポンプ化は急速に進んでいる。なかでも空気式ヒートポンプはその主流を占めるようになっていく。

ヒートポンプ機種は従来の冷房専用機種と異なり、年間空調に用いられるため、その信頼性は一層重要である。当社では、空気式ヒートポンプ機種にHi/Re/Liシステムを用い、その運転特性に高い評価を受けている。特に暖房運転においては、低温地域においても十分実用できる実績を積んでいる。Hi/Re/Liシステムを用いたヒートポンプ機種の構造、性能を信頼性の面から考察する。

UDC 621.316.3 : 621.039.56

原子炉制御保護系リレーラック

宮田泰之・尾田憲明・秋山豊伺

三菱電機技報 Vol.49・No.4・P361~365

原子力発電所を構成する各系統機器に対しては、極めて高い信頼性を必要とすることはもちろんであるが、特に神経中枢とも言うべき原子炉制御保護系統に対しては重複性、独立性、分離性などの特殊な考慮が要求される。

ここでは、加圧水形原子力発電所における原子炉制御保護系設備の一つとして重要な役割を果たしているリレーラックについて、その機能とともに、その構造・仕様について述べ、これらの要求をいかにして満足させているかを説明する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 337~41 (1975) UDC 621.578.532.517
Air Curtains for Low-Temperature Multideck Display Cases
 by Kisuake Yamazaki, Makoto Shimizu, Mitsuaki Kozuma & Fumio Handa

With more widespread refrigerated distribution and greater demand for frozen food, low-temperature multideck display cases are being put to more extensive use in retail outlets as a means of increasing selling efficiency per unit area of floor space. As more and more showcases are installed, however, the problem of outward leakage of cold air has tended to make aisles uncomfortably cold, while Japan's high summer humidity means that considerable frost formation occurs on refrigerating equipment. It can thus be seen that the sophistication of air-curtain design has a considerable bearing on showcase performance. The article analyzes some of the factors that influence the ability of air curtains to hold in cold air, suggests methods of improving the performance of low-temperature multideck showcases, and offers some directions for future designs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 345~49 (1975) UDC 681.327.11
A Write-in Device for Field-Programmable Read-only Memories
 by Satoshi Takeuchi & Masahiko Kumagai

Semiconductorized field-programmable read-only memories (FEPROMs) are widely used in the computer field, in microprogram control memories, code converters, character generators, etc. But to enable users to write in data, FEPROMs require a write-in device. In many fields, requirements with respect to FEPROM write-in are largely similar, and the paper discusses in detail a device developed to both increase write-in efficiency and improve post-write-in reliability.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 350~54 (1975) UDC 772.93:681.6
An Electrophotographic Process Using PVK-CdS Photosensitive Plates
 by Masaru Onishi, Michio Yoshizawa, Ken Sato & Masafumi Ototake

Mitsubishi Electric's process of electrophotography using PVK-CdS electrophotographic plates is unique in having a repeat recording capability that utilizes a single minus-charging process. In the Mitsubishi process, discharge of the residual image makes use of the photoconductivity of the PVK layer to provide uniform radiation of ultraviolet light.

The paper compares the Mitsubishi recording process with the conventional Mylar-CdS process in terms of both theoretical equations developed from an equivalent circuit model, and experimental findings. The new process, although fundamentally different, provides almost the same degree of electrophotographic sensitivity as the conventional process.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 355~60 (1975) UDC 621.316.57.064.242:621.3.027.7
Type SFG 36-kV 25-kA SF₆ Gas Circuit Breaker
 by Akira Ono, Shigeru Harada & Toru Tsutsumi

With the increasing demand for electric power and greater load concentration, the trend in distribution-system voltage is to move from the conventional 3.3/6.6 kV to 22/33 kV, and this has brought increasingly severe demands for greater equipment reliability. It is to meet these conditions that this Type SFG 36-kV 25-kA gas circuit breaker has been developed. The outstanding characteristics of SF₆ gas have already resulted in the wide use of gas circuit breakers for voltages in the 60~500-kV range. Type SFG breakers extend utilization of SF₆ into the 20/30-kV range. They are housed in draw-out cubicles, use a single pressure, and have a dead-tank-type arc extinguishing chamber and spring-closing mechanism.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 361~65 (1975) UDC 621.316.3:621.039.56
A Relay Rack for a Control and Protection System for Nuclear Reactors
 by Yasuyuki Miyata, Noriaki Oda & Toyoshi Akiyama

It is obvious that all the equipment in the various systems that constitute a nuclear power plant must exhibit the highest levels of reliability, but the reactor control and protection system is of vital importance, and thus it requires a particularly thorough approach, incorporating redundancy, independence and separation.

The paper describes the functions, construction and specifications of the relay rack—one of the most important items of equipment for reactor control and protection in a generating facility using a pressurized-water reactor—and it gives details of the extent to which these three requirements are satisfied.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 309~13 (1975) UDC 331.04:628.88:613.64
The Effects of Workshop Air-Conditioning on Workers
 by Toyohiko Miura

A survey of workshops in several industries, conducted in August 1973, showed that while there were still some at temperatures of 40°C or more, it was noteworthy that there were many more having a temperature of 30° or below than was the case during the 1960s. This finding shows that the use of air-conditioning has spread to cover not only offices but production facilities as well.

The physiological burdens of high workshop temperatures can, in the worst cases, lead to heat prostration, but even on a less serious level, the discomfort of Japan's summers is great.

It is thus seen that lowering the temperature of the workplace will exert a beneficial influence on health, thus leading to higher productivity.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 314~19 (1975) UDC 621.565.9
Cooling Units for Refrigeration and Cold Storage
 by Tsutomu Sakuno & Kazuhiro Ueda

With the striking completeness that has been achieved recently in the refrigerated distribution chain, increasing demand has been felt for the operational and maintenance advantages offered by packaged cooling units.

Since Mitsubishi Electric brought out its first small packaged unit 10 years ago, continued progress has been made in broadening the range of our models. These efforts have culminated in the development of 3.75~10.8-kW Type ACL cooling units for cold-room temperatures of -5~+10°C, and Type HC cold-storage units for temperatures of -25~-15°C.

Medium and small cooling units for refrigeration and cold storage are discussed, with primary emphasis on a description of the two types.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 320~25 (1975) UDC 621—565
Using Cooling Units in Cold-Storage Facilities
 by Masao Nishimura & Yoshio Sasaki

Cold-storage warehouses are playing an important role in refrigerated distribution. Almost all of Japan's commercial cold-storage facilities are small-scale enterprises, and their expenses are rising much more rapidly than their income. This has resulted in a profit drop-off, with the handling operations showing greatly increased losses. The application examples for Mitsubishi Electric's labor-saving cooling units for refrigeration and cold storage presented in the paper are designed to assist in the achievement of progress in cold-storage facilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 326~30 (1975) UDC 621.57.01
Characteristics of Parallel-Running Semihermetic Condensing Units
 by Hirokazu Fukukawa & Susumu Iwase

With the development of refrigerated distribution, there has been an increase in demand by retail food outlets for condensing units.

The article describes characteristics of the parallel-running semihermetic compressor units developed to satisfy a number of requirements including those for: 1) increased operational efficiency during the winter months, when cooling load is greatly reduced; and 2) prevention, even during unattended operation at night, of equipment shut-down and the resultant thawing and spoilage of food.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 49, No. 4, pp. 331~36 (1975) UDC 621.57:697.94
The Hi/Re/Li System for Cooling Cycle Reliability
 by Kiyoshi Kondo, Yasuo Kobayashi & Osamu Kawai

In the last few years the use of heat pumps in environmental control has been increasing rapidly, and air-source heat pumps have come to occupy a prime position.

Since heat pumps, unlike conventional cooling equipment, provide year-round environmental control, their equipment reliability is of even greater importance. Mitsubishi Electric has adopted a high-reliability refrigerant cycle in these air-source heat pumps, and their operating characteristics have been favorably received, particularly in regard to their high practicability in heating, even in cold climates. Information is given on the structure, performance and reliability of several types of heat pumps employing the new refrigerant cycle.

事業場の冷房の労働者への影響

三浦豊彦*

1. ま え が き

井上の「日本の空調60年略史」⁽¹⁾によると、既然大正後半から昭和のはじめにかけて、日本でも完全冷房を含めて空調がかなり普及していたということである。

一般建築物ことにビルのほか、大正7年(1918)から昭和6年(1931)の間につくられた冷房を含んだ空調工場の名前があげられている、蚕糸試験所こう(恒)温室、帝人広島工場原液室、森永製菓田町工場、オリエンタル写真落合工場、森永製菓川崎工場、帝人岩国工場、東洋レーヨン滋賀工場、小川写真平塚工場などがそれぞれ、それぞれ製造上、あるいは製品のための冷房が行われていたとみてよい。その後もこうした空調は、戦争準備のはじまるまで次第に普及して行ったと考えてよいであろう。

昭和のはじめには完全冷房した一般建築物がふえてゆくわけであるが、そのなかでも日本勧業銀行、三井銀行本店はほとんど全館冷房の規模であって、当時米国で完成したエンパイアステートビルやクライスラビルでさえ全館冷房ではなく、米国でも全館冷房は珍しかったと⁽¹⁾いうから、日本の夏の暑熱が冷房技術を急速に発達させたと考えてよいであろう。

大正12年(1923)に我々の研究所の前身である倉敷労働科学研究所では“温度及び湿度の身体的精神的機能に及ぼす影響”について実験が行われている。この実験の温度範囲のなかには冷房温度範囲も含まれていたのである。

第2次大戦後、ことに高度経済成長政策下の1960年代以後、一般建築物のなかのオフィスはもちろん、工場、炭鉱山、船舶に冷房が次第に普及して行った。

最近では家庭用のクーラーあるいは空調は一般生活の必需品となろうとしている。

しかし一方ではオフィスを中心として、冷房による健康障害が冷房病という名前で問題にされるようになっている。

2. 1970年代の夏の温熱条件

日本の夏は高温高湿の熱帯にも匹敵するような温熱条件である。そしてこの夏の気候は職場の温熱条件に大きな影響を与えることになる。

図1は事業場の温度、湿度について1950年代、60年代、70年代を比較したものであって、1950年はまだ第2次大戦前の環境条件を伝えているのであって40°Cをこえるような著しい高温の職場もかなりあったといえてよい、1950年(昭和25年)という年は朝鮮動乱のぼつ(勃)発した年で日本は第2次大戦後の産業復興期にはいていたが、高温の作業場を考えれば、戦前と大差のない温熱環境だったといえてよいであろう⁽²⁾。

詳しくは触れないが1963年(昭和38年)と1966年(昭和41年)にも同様の調査が行われている⁽³⁾⁽⁴⁾。この時期には既に高度経済成長ははじまっていたし、技術革新が次第に高温職場にもすすみ、改善のあとがみられている。そして既に夏季に30°C以下で湿度も低いところが見られるのは、冷房がかなり普及してきたとみてよい。

更に1973年(昭和48年)8月の調査⁽⁵⁾では30°C以下の職場が増加している。少なくとも30°C以下の職場のある産業としては、食料品製造業、出版印刷、新聞業、鉄鋼業、非鉄金属製造業、機械製

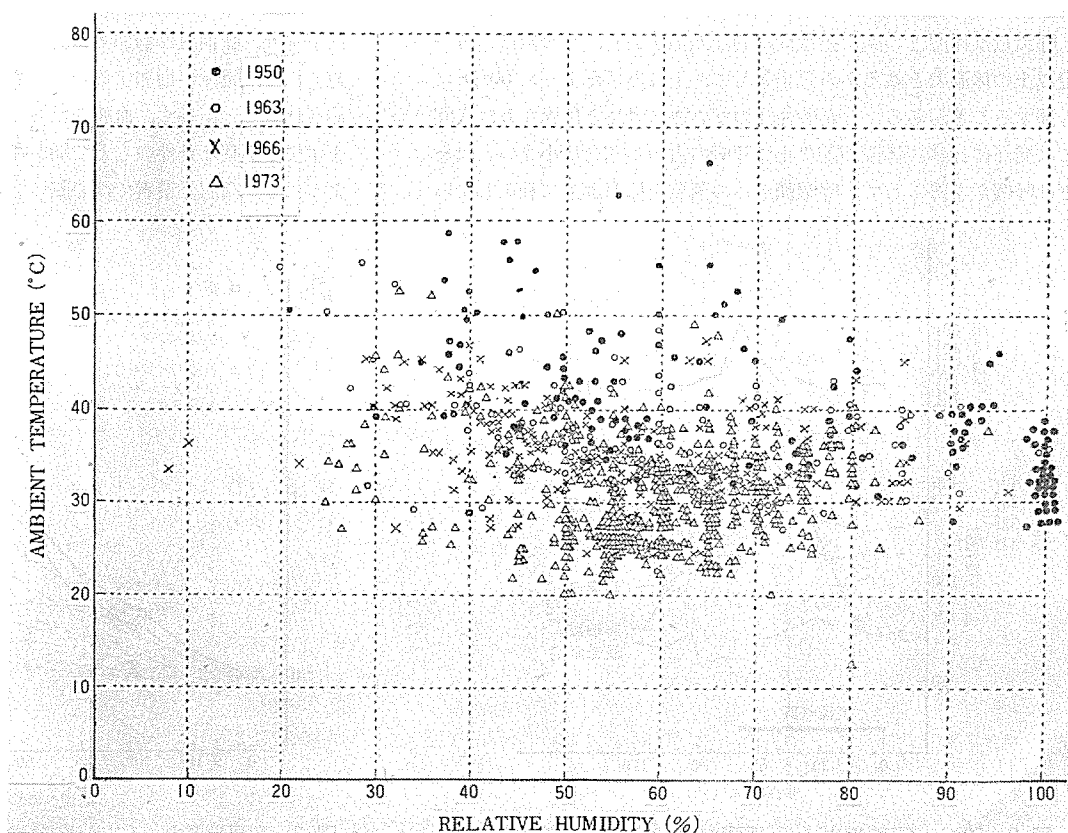


図1. 1950年、1963年、1966年、1970年の各種作業場の温湿度の比較(三浦)

* 労働科学研究所(医博)

造業、医薬品製造業、紙パルプ製造業、繊維工業、化学工業、窯業、土石製品製造業、電気機械器具製造業、理化学計器製造業、輸送用機械器具製造業、精密機器製造業、陸上運送業、たばこ製造業などをあげることができる。

以上の結果にもとづいて、1950年、1963年、1966年、1973年の夏の温熱条件を比較したのが図1.であって、かなり時代の変化がはっきりみられる。上記したように1950年代は戦前と同様に、高温の著しい職場がかなりみられたが、1960年代には技術革新の進行下で、温熱条件の改善がみられ、わずかであるが30℃以下の冷房職場もみられるようになった。更に1973年になると30℃以下の職場がかなりの数認められる。しかもこの図には工場事務所やオフィスなどは含まれていないから、産業の生産現場にも冷房がかなり普及してきたことを意味しているわけである。

事業場には熱ふく(輻)射も大きい、これらの年代別の比較もしてあるがこれは省略した。

産業別の資料その他は参考文献(5)を参照してもらふこととし、詳しいことは省略した。

3. 高温の影響

なぜ、冷房が必要なのかを考えるために、まず職場の高温の影響を考えてみることにする。

高温に暴露されると体温調節が行われて、体温を37℃前後に保つような生理的な努力が生体内で行われる。けれどもそれでも高温下ではいろいろな影響をうける。

極端な例を紹介してみる。図2.がそれであって、気温50℃(湿度45%)という異常な高温下で、い(椅)座安静にしていたときの諸機能の変動を示した一例である。この例では70分ばかりで、熱中症をおこして卒倒している。呼吸数は50に達し、体温は40℃をこえ、脈拍数は200/分に近く、最低血圧も低下している。

呼吸量は体温との間に指数曲線的な関係があり、呼吸数はある一定以上の体温のところから急上昇して、上にあげたように50/分にも達することがある。しかし発汗のない他の動物とは異なり、人間では発汗に比べ、体温調節の上で呼吸の占める割合は小さい。犬などは呼吸数を多くして、呼吸面からの蒸発を体温調節に利用してい

る。この呼吸をパンチングという。

夏に各種の環境温度のなかで安静にいすに腰かけているときの体温(直腸温)の変動を4人の男子被験者の平均値で示すと図3.のようである。例えば気温40℃(湿度70~80%)の場合は直腸温は120分たつと始めより2.0℃上昇する。38℃の気温下では90分で1.2℃上昇するとみればよい。つまり40℃の環境なら、安静にしていなくても、2時間たつと体温は39℃前後になるというわけである。い(椅)座で体温の変動がないのは30℃の室温下の場合である。これ以下の冷房環境下ではむしろ体温が下降するわけである。

しかし体温の上昇には一つの限界がある。DuBoisは人の体温は106°F(41.1℃)以上にはなかなかならないこと、これには第2次の体温調節が働くのではないかとし、107.6°F(42.0℃)は人の耐え得る最高の体温であるとしている。つまり、45℃とか50℃とかいう体温の報告もあるが、これは生物反応の範囲を逸脱していると考えてよい。緒方らは発熱療法のために42~48℃で飽和湿度の環境に長時間滞在したときの体温が41~41.5℃になっても、それ以上になることはなく、その持続は10~15時間とみられている。我々は実験的な高温作業で40.5℃に体温が達したことを経験している。また、熱射病でも41℃に達することがある。

上記の結果からみて、高温労働では、体温が41℃に達することはまずないと考えてよい。

ただ一般的な発熱を考えると、上限は短時間であれば45℃と考えられる。

なお、作業中に安全に継続できる体温としては38℃くらいを考えている。

次に循環機能への影響であるが、その影響は大きく、高温作業で耐えられなくなるのは主としてこのためである。高温暴露によって体表面の血管が拡張し、内蔵を通る血量が減り、心臓へかえる血量したがってまた心臓から押し出される心拍出量が減るために、血圧は下がり、脈拍数は増加する。一方、さきに述べたように、呼吸は速くなり、発汗が増加するので体内水分の欠乏によって、血液は濃縮されることが多く、血液の粘ちよう(稠)度を高めるから、心臓はますます不利な条件のもとで働かなければならぬようになる。このようにして高温作業者では心臓の肥大することもある。図4.は30

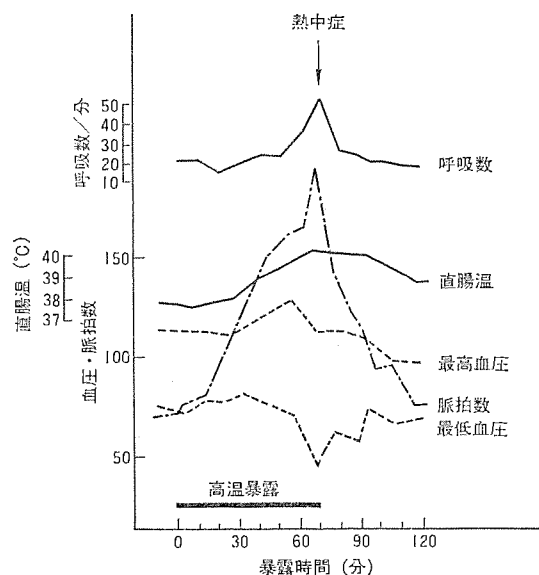


図2. 50℃、湿度45%の高温環境下における安静時諸機能の変動(被験者K.K., 水分喪失量1,582ml)(三浦)

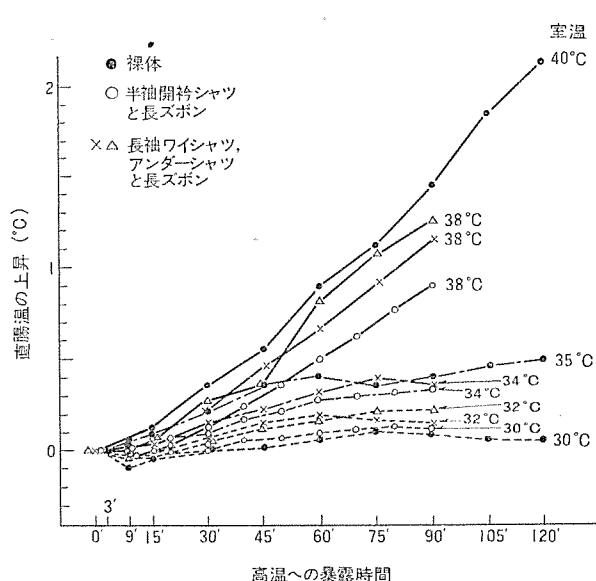


図3. 高温暴露中(い(椅)座安静時)の直腸温の上昇(裸体と軽衣着用の場合、湿度70~80%)(三浦ほか)

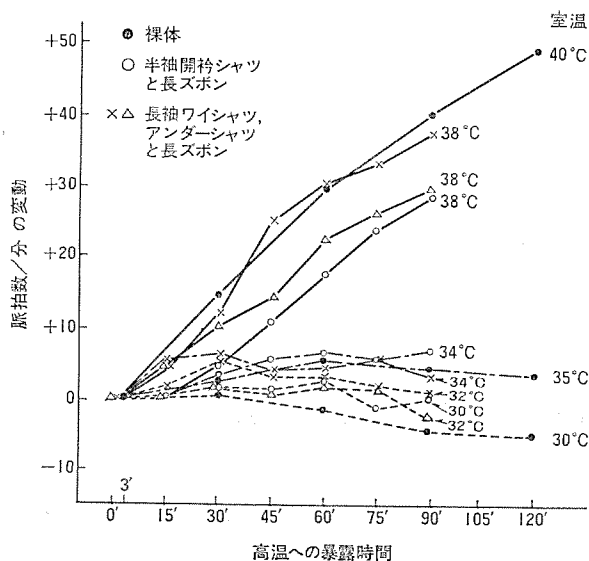


図 4. 高温暴露中(安静時)の脈拍数の変化(三浦ほか)
(裸体と軽衣着用の場合、湿度 70~80%)

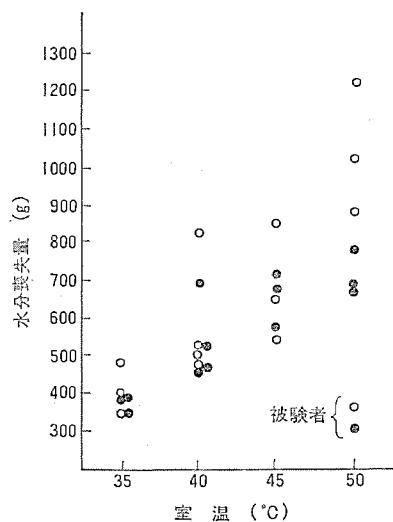


図 5. 高温暴露 1 時間の筋労作中の暴露温度別じん(腎)
外水分喪失量(裸体) (三浦ほか)

~40°C (湿度 70~80%) と 30~20°C (湿度 50~60%) の環境下での脈拍数の変動を示したもので、い(椅)座安静でも高温なら脈拍数は増加している。脈拍数を目安にとると、安全に働ける限界は 120~125/分程度と考えられている。

次に体温調節のために高温下の労働では発汗がある。夏には普通の着衣状態なら 25~27°C で発汗がはじまる、裸体なら 30°C くらいからと考えてよい。

汗は体熱の放散にどのくらい効果があるかというと、汗 1 ml の蒸発で 0.585 kcal を放散する。しかし大量の発汗があるときには、その汗量が全部放熱に利用できるわけではなく、肌着に付着してしまうか、流れおちてしまえば、その汗は役に立たないわけである。したがって、蒸発に便利な露出した部位が多汗であることは、合理的であるといえる。

座業の軽作業で 1 日に出る汗は 1.5~2 l で、これに不感蒸せつ(泄)(発汗以外に皮膚及び呼吸気道の全面から絶えず水分が蒸発される)の量を加えると、総量は 1 日で 2~3 l くらいになる。

図 5. は高温に 1 時間暴露したときの じん(腎)外水分喪失量(尿以外の発汗と呼吸によって失った水分、大部は発汗である)の一例

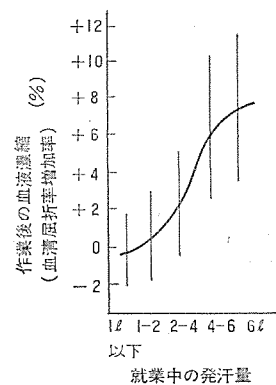


図 6. 夏季発汗量段階別にみた作業後の血液濃縮度(斎藤)

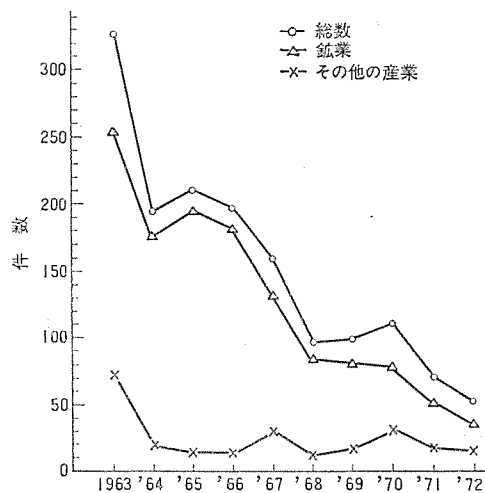


図 7. 日本における熱中症発生件数の推移
(1963~72 年、労働省資料から三浦作図)

を示したもので、35°C でも 400 g/時 くらいの発汗なので、8 時間では 3 kg くらい水分を失うことになる。

このように発汗によって体の水分を失うことが血液に対しても影響する。つまり血液の濃縮があらわれる。図 6. は発汗量と血液濃縮の関係を示したものであって、発汗量が増した場合、血液の濃縮のたかまりは、直線的でなく、発汗が 8 時間で 4 l 以上になると急に濃縮にたかまりがみられる。これは発汗 4 l 以上になると組織水分が血液水分を補うことが不可能になって濃縮が急激に増すと考えられる。このようなところから、就業時間中の 4 l 以上は高度発汗でいろいろ影響がでてくると考えられている。

発汗が増大すると水と一緒に食塩が皮膚から失われるのであって、そのために暑熱にさらされると胃液分泌量が減少し、胃酸は低下し、胃腸障害をおこしやすくなる。

このような高温の影響がはげしいとき、体温調節や、循環器の働きに影響をうけて、あるいは水分・塩分代謝の平衡が乱されるというように強い影響が出て、作業が困難になり、又は作業が不能になる。こういう状態を、熱中症(熱射病)といい、職業病である。労働省の統計にあらわれた業務上の熱中症の件数は図 7. のようになって、次第に減少してきている。ただしここにあらわれたものはかなり重症で、軽いものはこのほかにあると考えるべきである。

こうした熱中症の予防はもちろん、作業場の環境をより快適にするために冷房が急速に進んできたわけである。

4. 冷房と労働

冷房の至適温度については、昭和34年(1959)以来“外気温を考慮した冷房の至適温度の実験的研究”を行ってきたし、また精密機械工場、機械化事務室、オフィス、銀行などの従業員を対象として、年間を通じて、至適温度の調査研究も行った。

1973年8月にオフィスと工場についての冷房の実態を調査した。その結果は参考文献(6)にまとめてある。なお上記の諸研究の論文も、参考文献(6)に集めてあるのでここでは触れない。

いま精密機械工業で作業者が温熱的に中性でなともないという温度(thermal indifference)の月別推移をみると図8.のようであって、夏はこの中性点は高く、冬は低くなる。夏は大体25°Cくらいのところに中性点がある、つまり冷房は余り低温ではいけないし、暖房は余り高温ではいけない。つまり人間の体には夏と冬で変化があるので、至適温度は季節変動をするのである。

ところが、生産の必要上、冷房温度をかなり低くしなければならぬことがある。こうしたときに健康障害がおこることがある。図9.はある精密機械工業での胃腸疾患の罹患率をみたものであって、A工場は年間20°C、湿度50%に保った作業場で、B工場は高温職場、C工場は一般冷房職場その他である。30°Cを超えるB工場は5月から7月にかけて胃腸障害が多い。これに次いで年間20°Cになっている精密工場でも胃腸障害が多い。つまり高温職場と夏季の低温(20°C)職場に胃腸障害が多いということになる。つまり余り低い冷房は健康障害をおこすことになる。健康障害とまでいわなくてもけん(倦)怠感もかなり多い。

このような冷房職場でおこる健康障害を“冷房病”と呼んでいる。この冷房病は特別な症状があるわけではなく、日常でもおこる症状であって、冷房病の症状としては次のものがあげられる。

風邪、頭痛、腹痛、胃腸障害、神経痛、疲労、けん怠、女性の生理障害、皮膚のあれ、筋のこわばりなどがある。

この冷房病は主として冷房温度が低いためにおこるもので、体の過冷却が主な原因である。

冷房病が女性に多いのは、生理的な性差、ことに女性は熱生産の小さいことはもちろんであるが、衣服が軽装であることが影響するし、日本人女性に多い「冷え性」も関係している。

いずれにしても冷房病を防ぐには、冷房温度をむやみに低くしないこと、どうしても室温を低くしなければならないなら、個人的に衣服でこれを防ぐ必要がある。また直接、冷たい風があたるのもよくない。

昭和48年(1973)8月に調査した工場の冷房は、大体30~20°Cの間に保たれているが、湿度の幅は大きく、30%から80%近くまでに広がっている。食料品製造業のなかに20°C以下の職場がいくつかあるが、これはむしろ製造工程の必要上、こうした条件がとられているわけである。

工場以外のオフィスなどは25~26°Cが中央値となっているが、コンピュータ室などには20°Cに近い環境が存在していて、これは問題である。

上記の工場の冷房、オフィスの冷房、工場事務所の冷房の温湿度を中央値でみると表1.のようである。オフィスの場合は目標より高温レベルがやや低い、工場、工場事務所では実測値が、目標値よりやや高くなっている。

これらの結果からすると、冷房の温熱条件は全体的にいえば、か

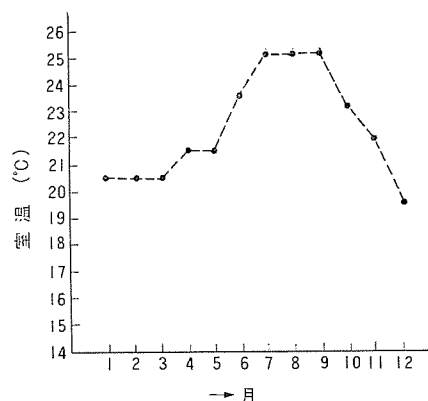


図8. 精密工場労働者の温熱的中性点の月別変動(三浦ほか)

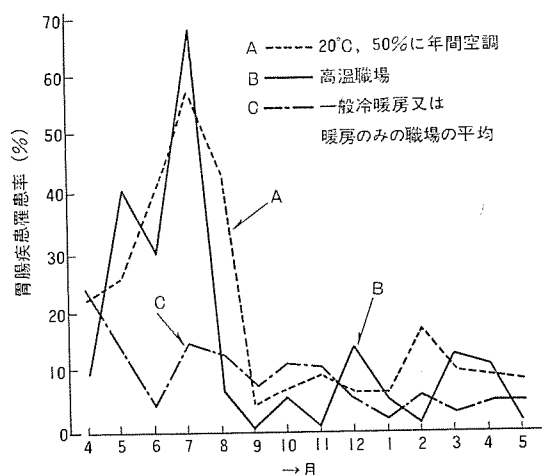


図9. 低温冷房(20°C)と胃腸疾患罹患率(精密工場)(三浦ほか)

表1. 中央値からみた冷房の温湿度(1974年8月)

		目標値	実測値
オフィス関係	温度(°C)	24.5~27	25~26
	湿度(%)	49~62	52~59
工場関係	温度(°C)	24~27	25~27.5
	湿度(%)	50~60	55~62
工場事務所	温度(°C)	24~27	25~27
	湿度(%)	50~60	52~62

表2. 筋作業と精神作業の夏の至適温度(三浦)

乾球温度 (湿度 50~60%)	E. T.	筋作業		精神作業 RMR 0.3~0.4
		RMR 3.5	RMR 1.7	
20°C	18°C	大体適当	適当	不適当
25°C	22°C	やや不適	大体適当	適当
30°C	26°C	不適	やや不適	やや不適

なり改善されているといえる。

冷房の生理機能への影響についての実験のうちで、室温が20°C、25°C、30°Cで湿度50~60%の環境下でRMR 3.5(4.5 kcal/分)とRMR 1.7(2.8 kcal/分)の筋作業と、い(椅)座の精神作業を行ったものがある。この際はそれぞれの温度下に195分滞在し、15分作業、5分休憩という作業を8回くりかえし、120分間同一作業を行ったのである。この実験の結果から表2.のような冷房の至適温度を提案した。これではRMR 3.5の労作を15分続けて5分休憩するというような作業であっても30°Cの室温は不適当であり、25°Cもやや不適当である。RMR 1.7の労作では30°Cは不適当、20°Cなら快

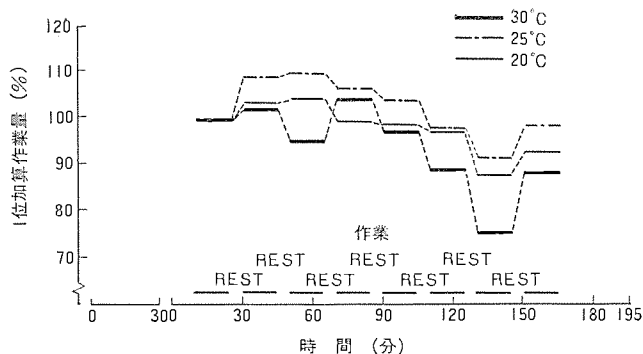


図 10. 冷房の室温と1位加算作業の変動 (三浦ほか)
(はじめを100として変動の割合)

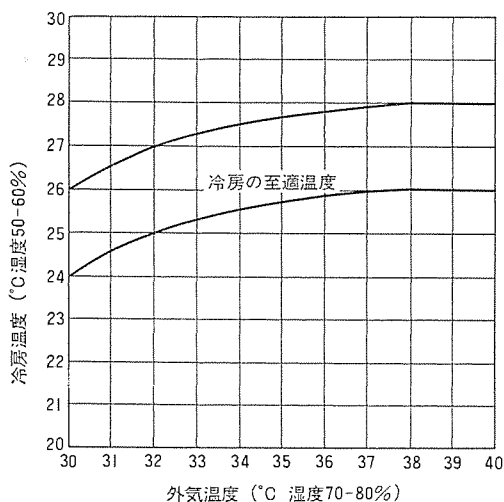


図 11. 外気温を考慮した軽作業の冷房の至適温度
(三浦)

適に作業ができるが、25°Cでも大体よい。精神作業でも30°Cはやや暖かすぎ、20°Cでは涼しい。その上作業能率などから25°Cくらいがよいということである。

例えば、冷房下で1位加算作業を行ったときの作業量の変動をみると図10.のようで25°Cが一番よいという結果である。

至適温度はいつもかなりの幅をもち、報告者によって相違があるのは、これを移動させる条件の組合せが複雑だからである。当然民族間の至適温度にも相違があるのであって、民族が異なると衣服だけでなく、生活様式、生活習慣、食習慣、更に適応の面でも民族による相違があらわれる。これらを風土の相違といってよいであろう。例えば Ellis⁽⁷⁾ は Singapore 在住のヨーロッパ人とアジア人とで快感帯に相違があることを報告した。また ASHVE (American Society of Heating Engineers) は1950年に Comfort Chart⁽⁸⁾を改訂しているが、日本人のそれとかなり異なっている。Hickish⁽⁹⁾ はロンドンとその周辺の作業者の温熱感を報告しているが、日本人に比べ、イギリス人は夏の至適温度は低温である。

Auliciems⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ が中学校生徒の冬と夏の温熱感について報告しているが、この報告によると、イギリスの子供も成人も夏の快適温度は日本人に比べかなり低温である。このことは Hickish⁽⁹⁾の結果と一致する。これはイギリスの夏の温熱条件を基礎にして考えれば当然といえる。

外気に対して冷房温度を5°C低くすることが原則であるとされているが、これは外気32°Cを基準とした場合のことであって、私は現場の調査結果と実験結果から図11.のような外気温度に対して冷房温度を提案している。

5. む す び

人類が人工環境下で生活が続けることが多くなりつつあるが、このような人工環境とこれに対する適応が問題になる。

第2次大戦前にノーベル賞受賞の生物学者 Alexis Carrel は当時すでに米国での人工環境下の生活に警告を発しているが、最近 Dubos も「現代では空調調節装置のおかげで、地球上いたるところで、宇宙船のなかにまでも、年中亜熱帯気温を保つような人為的環境をつくりだすことが可能である。しかし、原始人は進化の発展段階を通じてずっと、差異の明らかな昼夜および四季の温度変化に身をさらしていたことを考えると、私たちが住まいや職場の温度を常に華氏72~75度(摂氏22~24度)に保つのは、生物学的には不健康であるかもしれない。本当に望ましい空調調節方式というのは、おそらく昼夜および、四季の変化のあるように計画すべきものであろう。」とっている。

空気調整技術としての冷房は、四季の変動する至適温度のなかで、更には昼夜の差のなかで、考えねばならぬ時代を迎えているといえるのである。

参 考 文 献

- (1) 井上：日本空調60年略史，空気調和・衛生工学42，No. 1，53~72 (昭43)
- (2) 三浦ほか：各種産業における高熱作業環境の現状，労働科学，38，No. 3，143~149 (昭37)
- (3) 三浦：高温労働とその対策，労働科学42，No. 2，53~87 (昭41)
- (4) 三浦：日本の高温対策について——高温の現状——労研維持会資料 No. 436-437 合併号，労働科学研究所 (昭43)
- (5) 三浦：事業場の夏季の高温対策の諸問題——1973年8月の調査を中心として——，労働科学50，No. 11，745~767 (昭49)
- (6) 三浦：オフィスと工場の夏季冷房の諸問題——1973年8月の調査を中心として，労働科学51，No. 1，1~15 (昭50)
- (7) Ellis, E. P. : Thermal Comfort in Warm and Humid Atmosphere, Observations on groups and Individual in Singapore, J. of Hygiene, 51, 386 (1953)
- (8) Leopold, C. S. : Engineering Aspects of Comfort Data, Heating Piping and Air Conditioning, 23, No. 4, 136~140 (1951)
- (9) Hickish, D. E. : Thermal Sensation of Worker in Light Industry in Summer, A field Study in Southern England, J. of Hygiene 53, No. 1, 112~129 (1955)
- (10) Auliciems, A. : Thermal Requirement of Secondary School Children in Winter, J. of Hygiene Camb. 67, No. 1, 59~65 (1969)
- (11) Auliciems, A. : Thermal Sensation of Secondary School Children in Summer, J. of Hygiene Camb. 71, No. 3, 453~458 (1973)

冷凍冷蔵クーリング ユニット

作野 勤*・上田 和弘*

1. ま え が き

コールドチェーンの発展に伴い、各地において冷蔵庫が多数新設されつつある。これらの冷蔵庫は貯蔵品の必要保持温度からみて、庫内温度が -20°C 以下(F級)用と $-2\sim+10^{\circ}\text{C}$ (C₃級)用とで、大多数を占めると考えられ、これに適した冷却ユニットの需要が多い。

この需要に答えるべく当社においては、昨年5.5～10.8kWで庫内温度 $-20\sim-40^{\circ}\text{C}$ 用のACS形冷凍クーリングユニットを開発⁽¹⁾したのに引き続き、本年は、庫内温度 $-5\sim+10^{\circ}\text{C}$ 用として、3.75～10.8kWのACL形冷蔵クーリングユニットを、また小規模の冷凍庫用として1.1kWと1.5kWのHC-L形冷凍クーリングユニットを開発したので概要を報告し、需要家各位の参考に供したい。

2. ACL形冷蔵クーリング ユニット

2.1 開発の主旨

当社においては、C₃級の冷蔵庫用として既に0.4～1.5kWのHC形と15kW以上のACL形クーリングユニットを系列化し、好評を博しており、容量的にこれらの中間機種の出現が強く望まれていた。この要望に答えるべく3.75～10.8kWのACL形冷蔵クーリングユニットを開発し、0.5坪程度の小規模なものから大規模のものまで、あらゆる大きさの貯蔵庫に対し、設置工事が簡単で運転操作が容易なパッケージ形冷蔵クーリングユニットを供給できるようにした。

2.2 主要仕様

ユニットの主要仕様は表1.に示すとおりである。圧縮機はコンパクトな半密閉形、凝縮器は横形シェルアンドチューブ式、空気冷却器はプレートフィンチューブ式を用いている。参考にACL-10形の外観を図1.に示す。また機種選定例を図2.に示す。

2.3 構造

ユニットの構造は図3.に示すように下部を機械室、上部を冷却室と

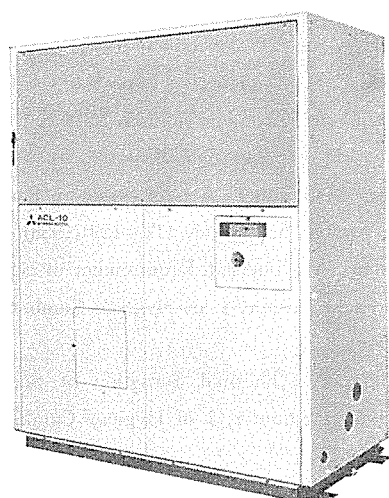


図1. 外 観 (ACL-10 形)

表1. 冷蔵クーリングユニット仕様 (ACL 形)

項 目		形 名	ACL-5	ACL-8	ACL-10	ACL-15
電 源			3φ 200V 50/60 Hz			
外形 寸法	高	mm	2140	2140	2140	2140
	幅	mm	1262	1262	1747	1747
	奥 行	mm	846	846	846	846
庫内温度範囲			$-5\sim+10^{\circ}\text{C}$			
冷 却 能 力 ※		kcal/h	5100/5900	7800/9200	11200/12900	17000/19500
圧 縮 機	形 式		半密閉形単段圧縮式			
	形 名		WA-2 SX	WB-2 SX	WB-3 SX	WB-4 SX
	電動機定格出力	kW	3.7	5.5	7.5	10.8
機 油	クランクケースヒーター	W	180	250		
	法 定 ト ン	トン	2.1/2.5	3.4/4.1	4.2/5.1	7.0/8.4
凝 縮 器	形 式		横形シェルアンドチューブ式			
	冷却水量(32°C)	l/min	30	55	65	80
	水 頭 損 失	mAq	0.7	1.4	1.0	1.0
空 気 冷 却 器			プレートフィンチューブ式			
送 風 機	形 式 × 台 数		プロペラファン×2		プロペラファン×3	
	風量(標準設置)	m ³ /min	110/130		150/180	200/250
	最大機外静圧	mmAq	3			5
	電動機定格出力	kW	0.2×2		0.2×3	0.4×3
除 霜			ホットガスバイパス式			
保 護 装 置			高低圧開閉器、油圧開閉器(※※)、圧縮機巻線保護サーモ、過電流継電器、可溶せん、除霜サーモ、異常ブザー			
冷 媒			R 22			
冷 凍 機 油			スニソ 3GS			
配 管 寸 法	冷 却 水 入 口	PTめねじ	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	冷 却 水 出 口	PTめねじ	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	ドレン出口	PTめねじ	1	1	1	1
操 付 条 件			外気温度 $5\sim35^{\circ}\text{C}$ 、冷蔵庫外設置形(後吸込、後吹出し)			
製 品 重 量		kg	630	690	895	990
付 属 品			温度式給水弁、風向板、ガード			

※ 冷却能力は庫内温度 0°C 、冷却水温度 32°C の時、負荷となる送風機の入力をさし引いた正味の値です。

※※ ACL-15のみに付属。

冷却室はユニットを冷蔵庫外に設置できるようにするため、風の出入口面を除いて断熱材で囲うとともに、風の出入口面をユニット背面の同一面にし、かつユニットの高さを2,140 mm に統一してあるので、図 4. に示すように、冷蔵庫の接続が容易であり、かつ2,300 mm 前後の高さのものが多いため、冷蔵庫にも適した構造になっている。

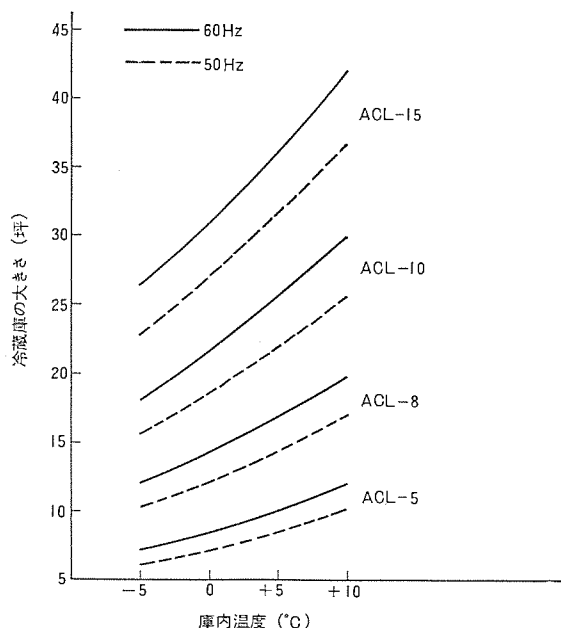
2.4 機能

2.4.1 冷媒配管系統

冷媒配管系統は図 5. に示すとおりで、通常の冷媒 サイクルと大差ないが、ホットガス デフロストのために圧縮機と凝縮器間の吐出管途中から膨脹弁と冷却器間の配管途中を結ぶ ホットガス バイパスライン が設けてあり、吸入ラインに起動時やデフロスト時の液 バック を防止するための アキュムレータ を設けてある。

2.4.2 デフロスト装置

一般に庫内温度が $0 \sim +2^{\circ}\text{C}$ 以上の冷却装置においては圧縮機を停止し送風機を駆動しておき、庫内空気自体で霜を融解する、いわゆる



注意事項

1. 冷蔵庫は、冷蔵用 プレハブ冷蔵庫(内のり高さ2.2m)とする
2. 入庫時の品温+15℃1回に30%入庫し保冷する場合
3. この選定表は目安として参考に詳細条件により負荷計算してください
4. 単一の冷蔵庫にはユニットの複数台設置をお薦めします
これは、冬季など軽負荷時のランニングコストの低減とサービス時の庫内温度保証に対する対応に配慮が必要とことです

図 2. 機種選定の目安

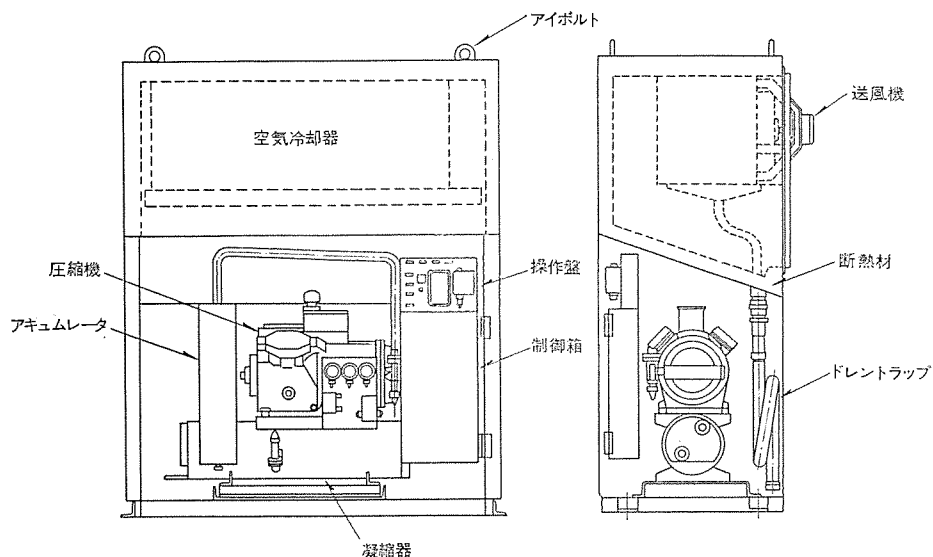


図 3. 冷蔵クーリングユニット内部構造 (ACL 形)

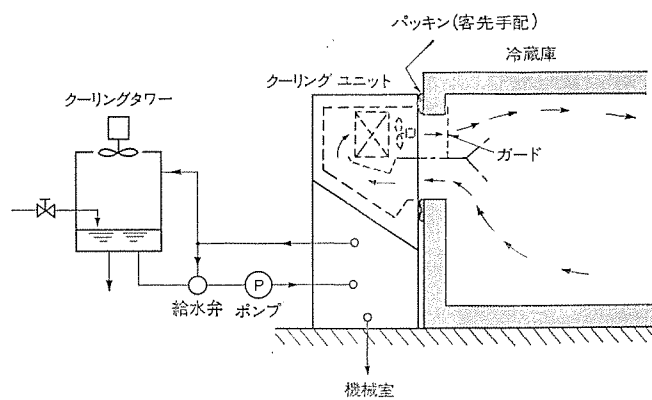


図 4. 冷蔵クーリングユニット据付例 (ACL 形)

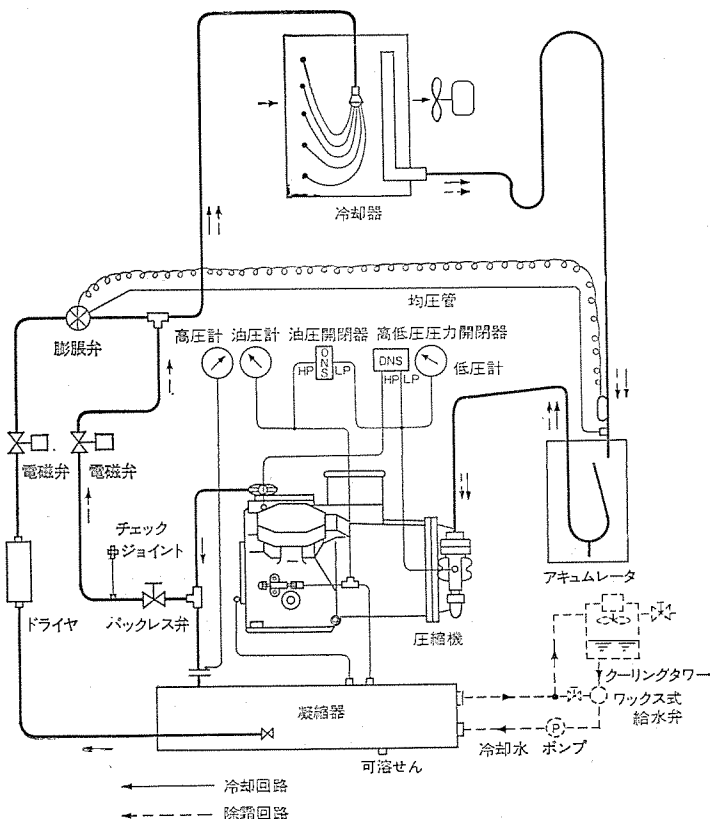


図 5. 冷媒配管系統図 (ACL-15 形)

3. HC 形冷凍クーリングユニット

小形冷凍クーリングユニットは、3年前に1坪クラス用としてHC-08LA形、2坪クラス用としてHC-15LA形⁽²⁾を発売し好評を博しているが、今回更に使用外気温度範囲を拡大し、緊急除霜機構などを備えたHC-11LA形、HC-15LAB形を開発した。

3.1 構造

ユニットの内部構造は図8.に示すとおりで、冷蔵庫壁を貫通して庫内側に冷却器と冷風循環用送風機を、庫外側に圧縮機、凝縮器、凝縮器用送風機などのコンデンスユニット部分とサクシオンアキュムレータ、キャピラリチューブ、制御機器、操作機器類を設けている。運転停止など通常の操作はユニット庫外側正面の操作盤に設けられている押ボタンスイッチで簡単にできる。

凝縮用送風機はHC-11LA形は1台、HC-15LAB形は2台設け、後述のとおり風量制御を行っている。

表 2. 冷凍クーリングユニット仕様 (HC 形)

項 目	形 名	HC-11 LA	HC-15 LAB
外形寸法 (高さ×幅×奥行)(mm)		400×710×860	500×860×1035
キャビネット外装		合成樹脂塗装焼付仕上	合成樹脂塗装焼付仕上
据 付 方 法		壁貫通式	壁貫通式
冷 媒 回 路	圧 縮 機	全閉形 1.1 kW	全閉形 1.5 kW
	凝 縮 器	クロスフィン強制通風式	クロスフィン強制通風式
	冷 却 器	"	"
	送 風 機 (凝)	プロペラファン 25 cm, 15 W, 1 台	プロペラファン 25 cm, 15 W, 2 台
	" (冷)	プロペラファン 25 cm, 25 W, 1 台	プロペラファン 30 cm, 50 W, 1 台
	冷 媒 制 御	キャピラリチューブ	キャピラリチューブ
除 霜	冷 媒 種 類	R 502	R 502
	除 霜 方 式	ホットガス (ドレンパンホットガス)	ホットガス (ドレンパン ヒータ 750 W)
	除 霜 制 御	温度開閉器	温度開閉器
保 護 装 置	高低圧圧力開閉器	1	1
	熱動温度開閉器 (インターナルサーモ)	—	1
	過電流継電器	2	2
	ヒューズ	3	3
制 御 機 器	庫内温度調節器	1	1
	除霜温度調節器	2	2
	外気感知温度調節器	1	1
	電 磁 弁	2	2
	電 磁 開 閉 器	1	1
	電 磁 接 触 器	2	4
異常警報装置 (ブザー)		1	1
冷 凍 能 力	標 準 条 件	外気 32°C 庫内 -20°C	外気 32°C 庫内 -20°C
	50 Hz	670 kcal/h	1,400 kcal/h
	60 Hz	750 kcal/h	1,540 kcal/h
外 気 使 用 温 度 範 囲		-5~+35°C	-5~+35°C
庫 内 温 度 調 節 範 囲		-15~-25°C(diff 3.5 deg)	-15~-25°C(diff 3.5 deg)
製 品 重 量		88 kg	133 kg

また、冷却器は冷媒量を最小限に押さえ、庫内温度分布を均一にするためクロスフィンチューブ形の強制通風式とし、かつ経済的な除霜間隔をとるため、フィンピッチは6mmにしている。図10.はHC-11LA形の電気配線図である。

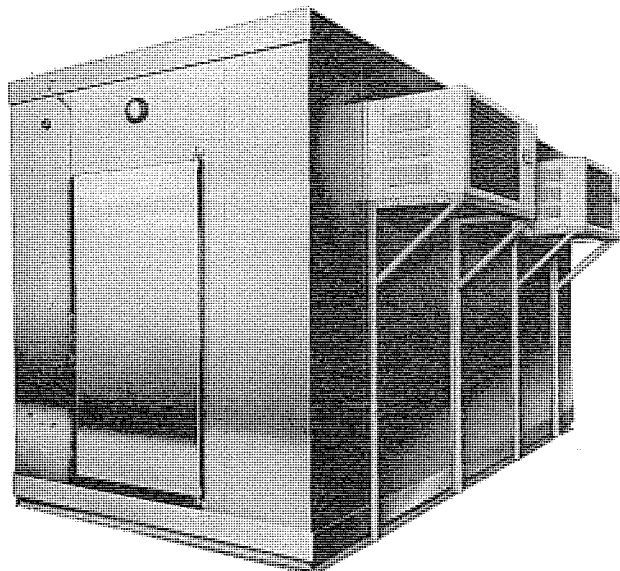


図 7. 冷凍クーリングユニットの据付例 (HC 形)

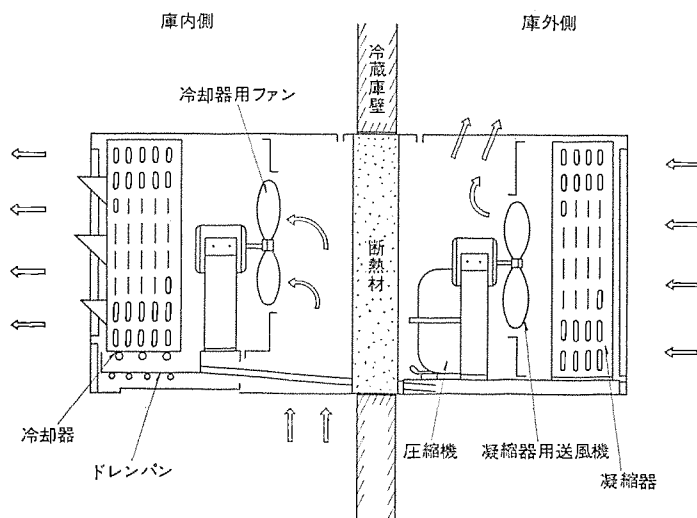


図 8. 冷凍クーリングユニットの内部構造 (HC 形)

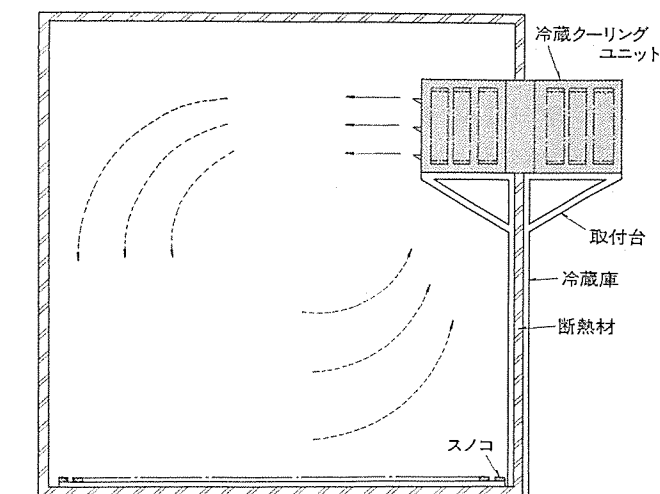


図 9. 冷蔵庫とクーリングユニットの接続



図 10. 電気配線図 (HC-11 LA 形)

(1) 風量制御

(2) 除霜

Figure 1 is a line graph showing the relationship between outdoor air temperature (°C) on the x-axis and pressure (mmHg) on the y-axis. The x-axis ranges from -5 to 35 with increments of 5. The y-axis has 10 unlabeled tick marks. Two curves are plotted:

- Dashed line:** 送風機2台→1台により段階制御する時の高圧 (High pressure when controlling from 2 fans to 1 fan in stages). This line starts at approximately (-5, 1.5) and increases linearly to (17, 5.5).
- Solid line:** 送風機1台により連続制御する時の高圧 (High pressure when controlling with 1 fan continuously). This line starts at approximately (-5, 1.2) and increases non-linearly to (35, 6.5).

The two lines intersect at approximately (0, 2.5). The solid line is below the dashed line for temperatures between -5 and 17°C, and above it for temperatures between 17 and 35°C.

図 11. 外気温度と高圧

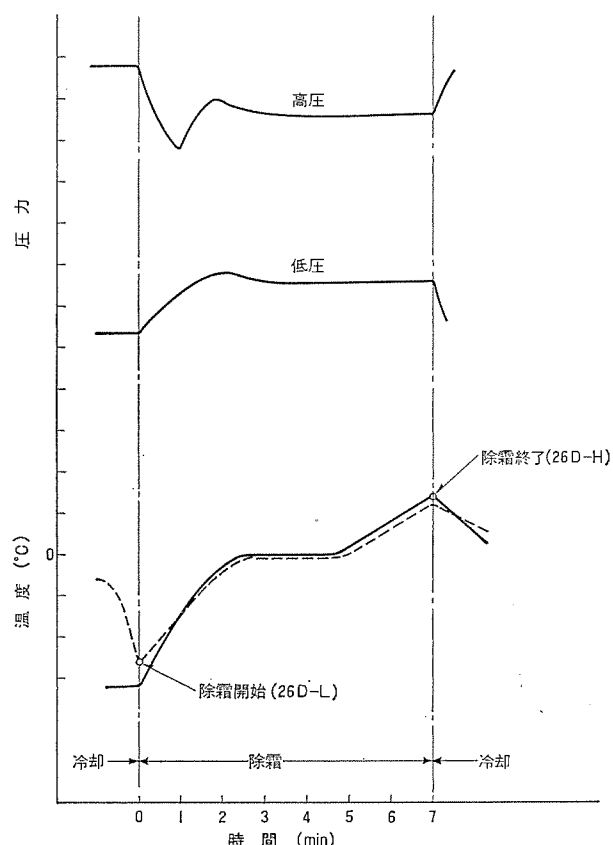


図 12. 除霜時の運転データ

除霜時の運転 データ を示す。

ドレパンはホットガス又はヒータにより十分加熱して凍結を防止するとともに、冷却器下方にもホットガスパイプを設けて氷塊のままで落下することを防止している。

(3) 冷却性能

外気温度 $-5 \sim +35^{\circ}\text{C}$ 、庫内温度 $-15 \sim -25^{\circ}\text{C}$ の範囲で使用できかつ、プルダウン速度が速く、庫内到達温度が低く、しかも圧縮機吐出ガス温度、巻線温度、油温などが低くなるよう冷凍サイクルを設計する必要があり、冷蔵庫内温度が -18°C 付近で冷却器が完全に湿り状態になるようにキャパリチューズ、冷媒量を決定している。

図 13., 14. は性能曲線を示す。HC-15 LAB は HC-11 LA 形 (1.5 HP) の 2 倍のピストン押しのけ量があり、実質的に 3 HP に相

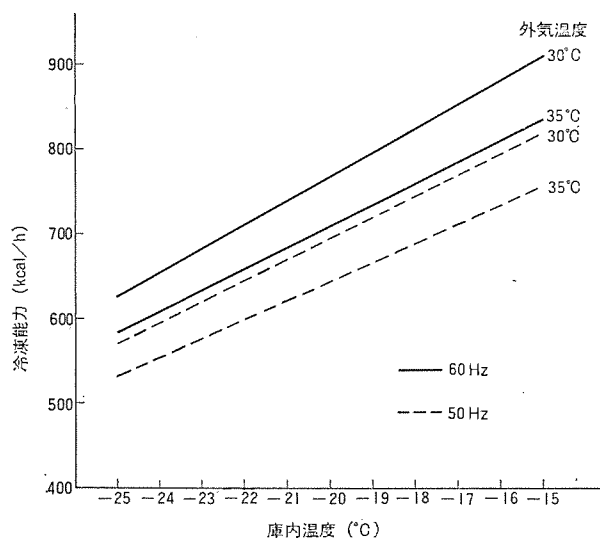


図 13. 性能曲線 (HC-11 LA 形)

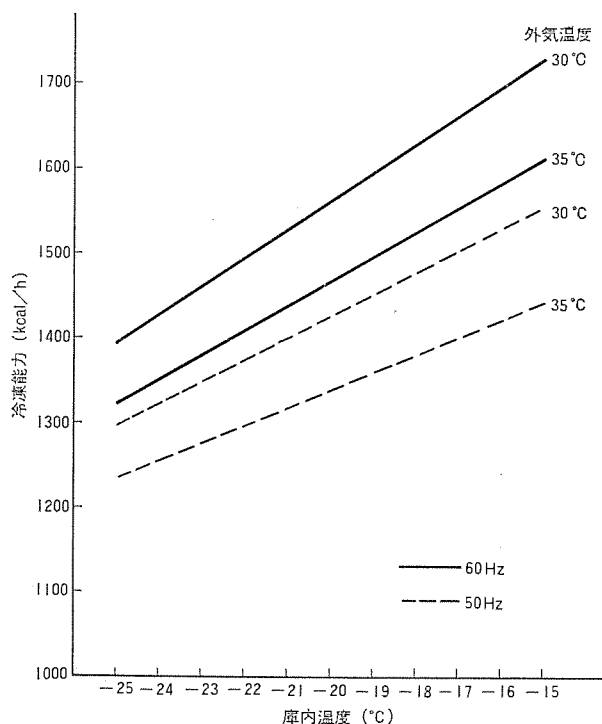


図 14. 性能曲線 (HC-15 LAB 形)

当する冷却能力をもつ。

3.3 特長

(1) 空冷式一体構造の据付工事省力形のユニットである
冷凍サイクル及び運転に必要な機器はすべて内蔵した空冷式一体構造のユニットであるため、現地ではユニットと冷蔵庫の接続及び電源工事だけでよく、一般に3～5時間程度で据付工事を完了する。

(2) 広範囲な外気温度で使える

凝縮器には風量制御方式を採用し、外気温が下がれば風量を連続又は段階的に低下させているので、外気温度 -5°C まで安定した運転

表 3. 冷凍クーリングユニットの選定例 (HC 形)

坪数	HC-11 LA の場合	HC-15 LAB の場合
1.0 坪	1 台	
1.5	1	
2.0	2	1 台
2.5	2	1
3.0		2
4.0		2
5.0		2

条件 1 庫内温度 -20°C

2 電源 3 ϕ 200 V 50/60 Hz

3 冷凍用プレハブ冷蔵庫使用 (断熱材厚み 100 mm 以上)

ができる。

(3) ホットガスによる完全自動デフロスト

ホットガスバイパス式自動デフロスト機構を備えているため、デフロスト時間が短く、庫内温度上昇が少なく、人手を使わず自動的に確実にデフロストを行うことができる。

(4) 冷媒 R 502 の採用による小形軽量ユニット

同じピストン押しのけ量当たりの冷凍能力が冷媒 R 12 に比較して約 55～60 %大きいので、同じ容量のユニットでは約 20～25 %軽量である。また、冷媒 R 22 に比較して、吐出ガス温度と油温が低く安定した運転ができる。

(5) 取扱いが簡単である (全自動)

取扱いは家庭用のルームエアコンにみにすべて押ボタンスイッチで簡単に行える。また、庫内温度調節器、各種保護警報装置を備えているので全自動運転ができる。

3.4 用途

庫内温度 -15°C ～ -25°C の範囲で使えるため、冷凍食品自主取扱基準 (品温 -18°C 以下) を満足し、冷凍食品、アイスクリームをはじめ、のり、冷凍パンなど主として1～5坪クラスの保冷用冷蔵庫のほか、低温試験室など幅広い用途に利用できる。

表 3. は冷凍クーリングユニットの選定例を示す。

4. むすび

今回は 3.75～10.8 kW の冷蔵クーリングユニットと 1.1 kW、1.5 kW の冷凍クーリングユニットについて概要を報告したが、パッケージ形の冷蔵冷凍クーリングユニットに対する要望は今後ますます高まるものと考えられ、更に使用温度幅の拡大、空冷化など充実をはかり需要家各位のご期待にこたえたい。

参考文献

- (1) 作野：三菱電機技報 48, No. 5, 596 (昭 49)
- (2) 古川、丸山：三菱電機技報 46, No. 3, 347 (昭 47)

低温冷蔵庫の応用

西村正雄*・佐々木芳男**

1. ま え が き

低温流通の一環として、冷蔵庫は大きな役割を果たしている。今後冷蔵庫が物を蓄えるという機能だけでは流通システムの整備確立には役立たず、物資流通対策の点からも荷主との協調、輸送面での協調が必要となってきた。

営業用冷蔵庫では、従業員数から勘案すると97%までが中小企業といわれ、営業収支の状況は、営業収入の伸びに対し営業経費の伸びが大幅で、その結果営業利益の落ちこみが著しく、特に荷役部門は欠損額、欠損率とも大幅に増加しつつあるという。冷蔵庫の経営上の問題は、生産性の向上でカバーし、冷蔵庫の進歩に結びつけていかねばならないと考える。

当社の省力化機器であるACS形冷凍クーリングユニットは各方面の期待にこたえ、各地の冷蔵庫で順調にか(稼)動している。本文ではこれらの内から下記の施工例を紹介し、今後の設計・施工の参考に供したい。

2. 低温冷蔵庫の施工例

(1) 産地冷蔵庫

- (a) 魚の凍結設備：北海道、虎杖浜漁協，ACS-100×1
- (b) 野菜の凍結設備：香川県、宝山農協，ACS-160×1
- (c) まぐろの超低温冷蔵庫：静岡県焼津、八水冷蔵，ACS-100×2，ACS-160×2
- (d) 食品メーカ冷蔵庫(立体自動冷蔵庫)：群馬県、味の素レストラン，ACS-100×2

(2) 消費地冷蔵庫

- (a) 多層階営業冷蔵庫：埼玉県、第一冷蔵，ACS-40×6
- (b) 冷食配送センタ：埼玉県白岡、日魯漁業大宮配送センター，ACS-80×2，ACS-100×2

3. 施工例の内容

3.1 凍結について

比較的規模の大きい冷食工場などで使われる金属板接触凍結やブライン浸し(漬)凍結に比べて、ACS形冷凍クーリングユニットによる強制強風凍結は多少時間がかかるが、その特長をうまく生かせば簡単で経済的な方法といえる。

凍結においては冷却器への着霜が多く、通常は冷却器の冷却面積を相当必要とする場合もあるが、ACS形冷凍クーリングユニットを採用する際は、図1のように凍結中に除霜をする有効である。また、凍結時間を考慮の上品物表面での風速を確保するために送風機を別に設置するとよい。

図2は、ACS-100を採用した魚の凍結設備であるが、凍結室上部にユニットを設置し、送風機を凍結室壁面に設置している。この設備は、魚5トンを12時間で凍結する。図3は、凍結室内部を示す。

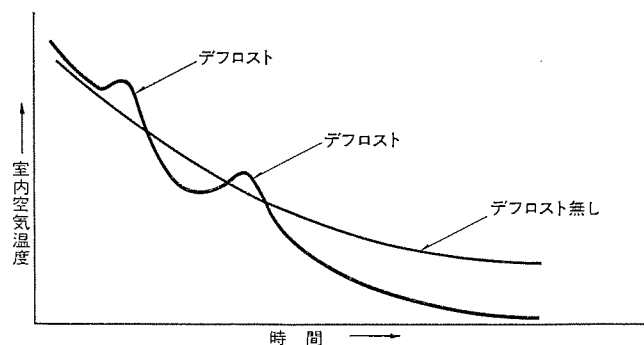


図1. 凍結中の除霜

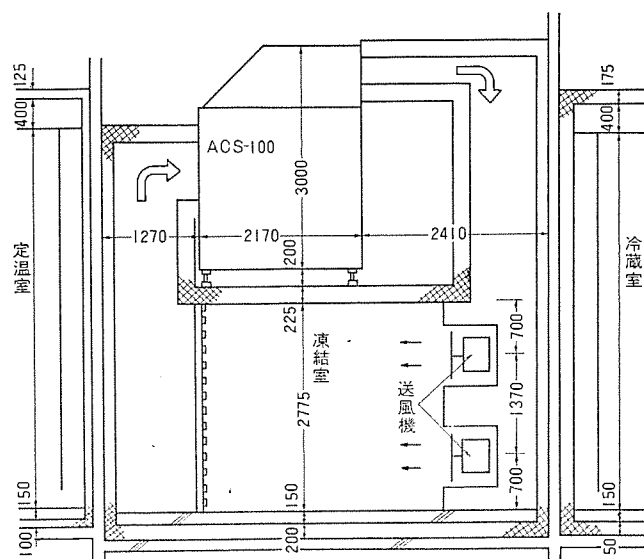


図2. 凍結室断面図

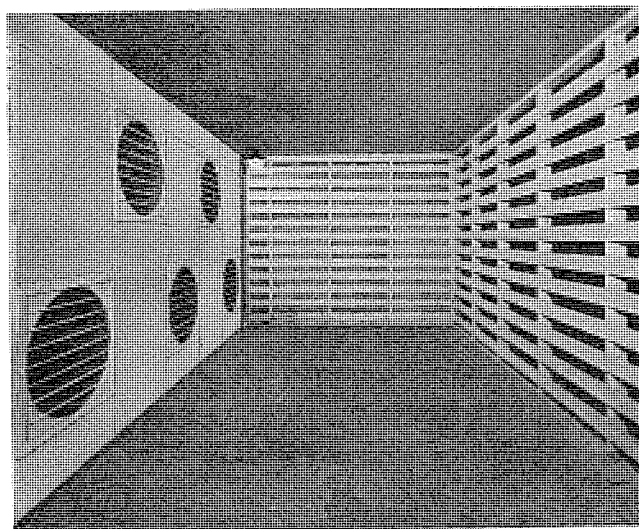


図3. 凍結室内部

図4. は農協の野菜凍結設備であるが、原料野菜の供給から、加工・流通までを太いパイプで結び、野菜の付加価値を高めて農業経営の安定を図るものとして注目されている。今後大幅な需要増が予想される冷凍野菜の通年供給をねらったもので、現在の需要は、学校、工場給食や航海用である。この設備は、野菜（主にホーレン草）5トン を8時間で凍結するため ACS-160×1 を設置した。

3.2 超低温冷蔵庫

冷蔵庫の保管温度は、品質保持の点から -30°C が一般的であるが、マグロについては漁船での凍結冷蔵温度を -55°C にしているのがほとんどである。これは、マグロ肉内色素が酸化し、解凍後黒変して生食用としての商品価値が著しく低下するので、 -50°C ぐらいでの低温貯蔵をし、酸化反応の抑止を目的としている。

このマグロ冷蔵庫は、漁業基地焼津にあることから、マグロの生産地市場の役割を果たしている。更に消費地を近くにひかえ輸送面での交通の便にめぐまれていることも必要であり、この超低温冷蔵庫は、これらの条件を備えて今後マグロ流通に大きな機能を果たすものと期待されている。

図5. は配置平面図を示す。

図6. は機械室を示す。

なお、超低温冷蔵庫においては防熱及び防湿に注意し、特に防湿は確実な施工が必要である。

3.3 立体自動冷蔵庫

冷蔵庫における作業環境の改善、処理能力の増大、在庫管理の自動化などの理由により自動冷蔵庫が出現している。実際にラック式の立体自動冷蔵庫が、お茶、冷食などの食品メカなどで完成している。立体自動冷蔵庫は、ラックとこれを取りまく建築（防熱含む）、入出庫の荷役・搬送機械、冷凍装置及びこれらの制御装置から成り立ち、これらを総合的に管理するため計算機が導入されるであろう。

図7. は冷凍食品メカの自家用冷蔵庫としての立体自動冷蔵庫で、配置平面図・断面図を示す。図8. は立体自動冷蔵庫の外観を示す。図9. は冷蔵庫内

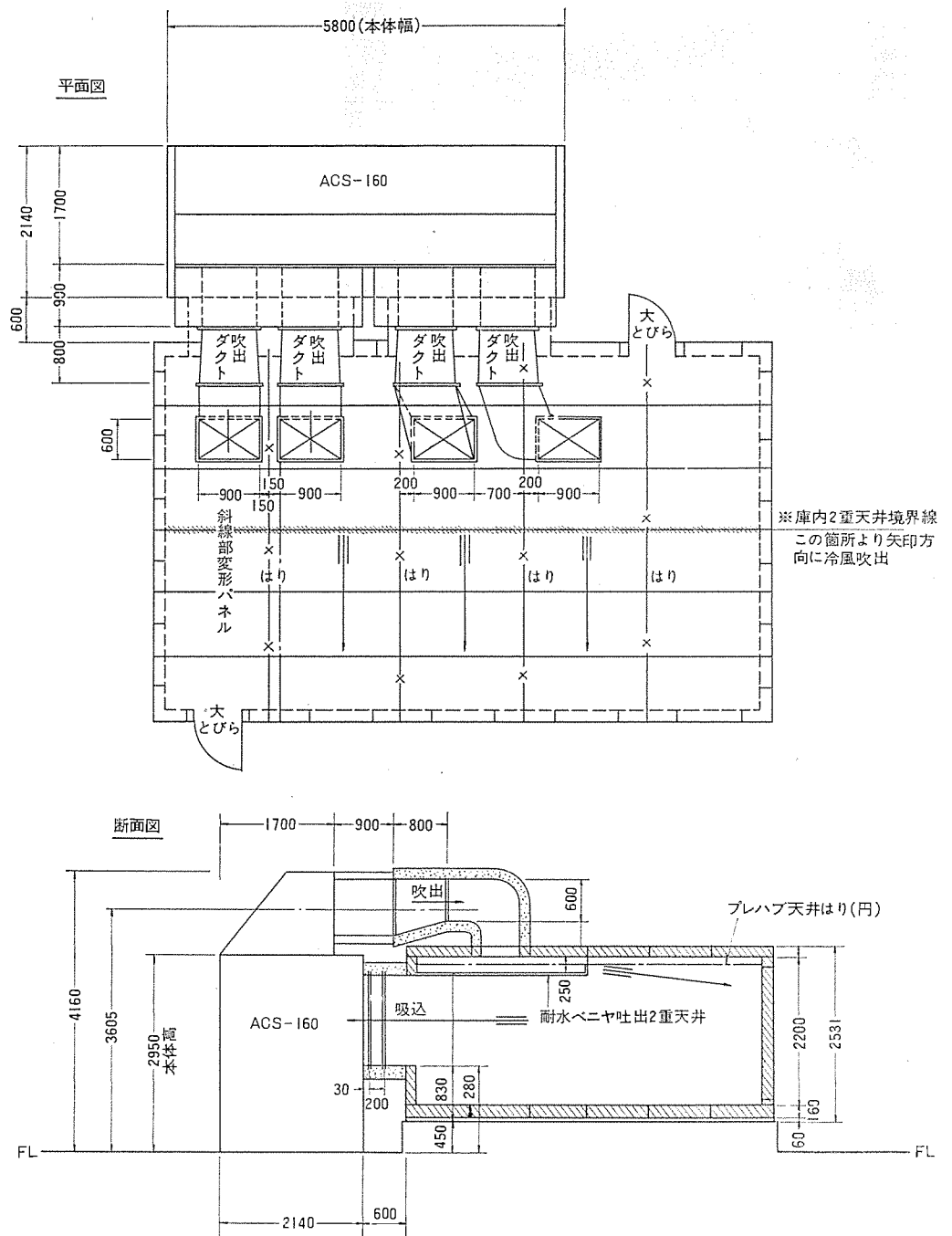


図4. 野菜の凍結庫

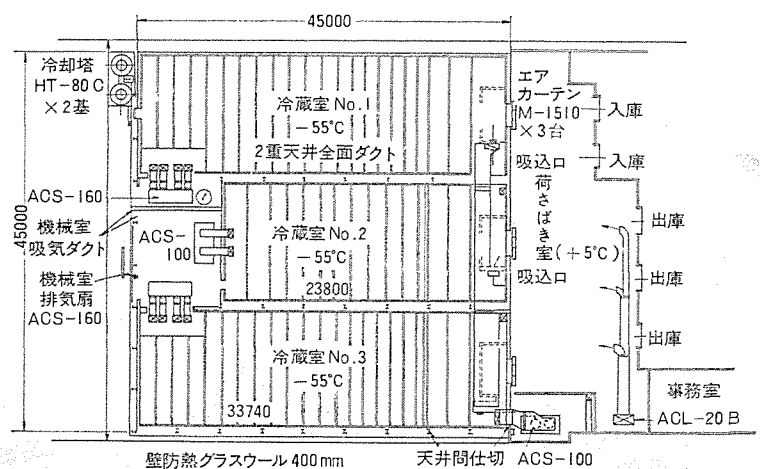


図5. 超低温冷蔵庫配置平面図

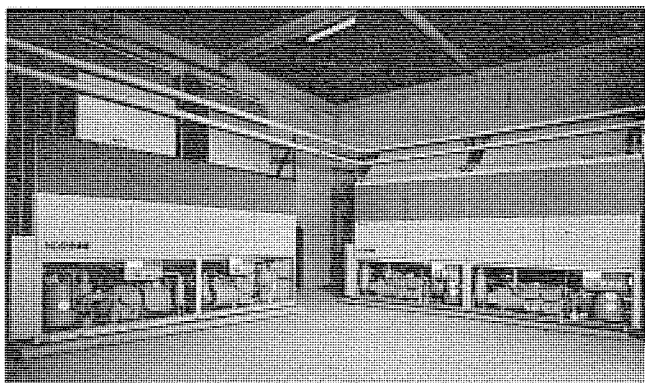


図 6. 機 械 室

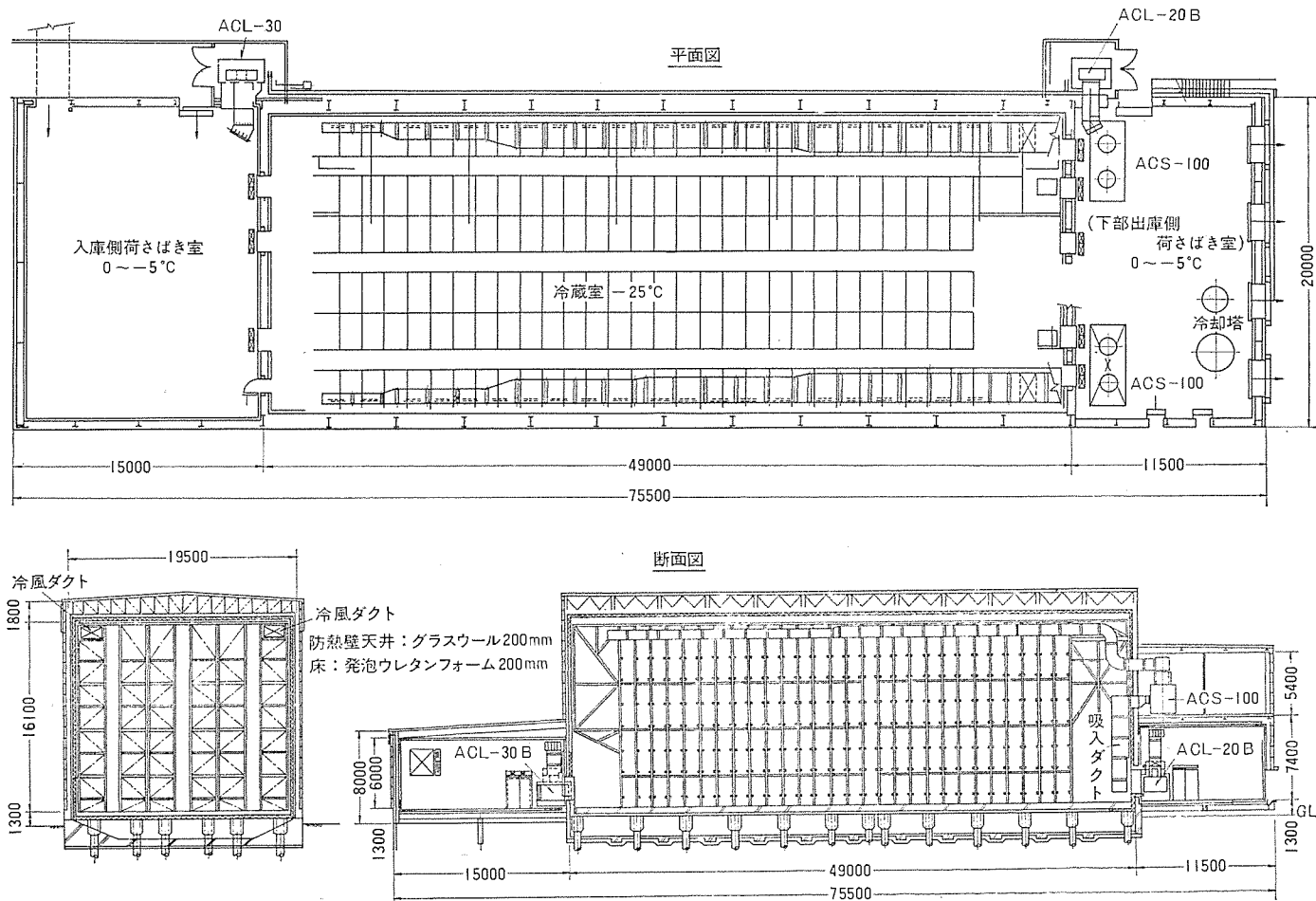


図 7. 立体自動冷蔵庫平面図, 断面図



図 8. 立体自動冷蔵庫外観

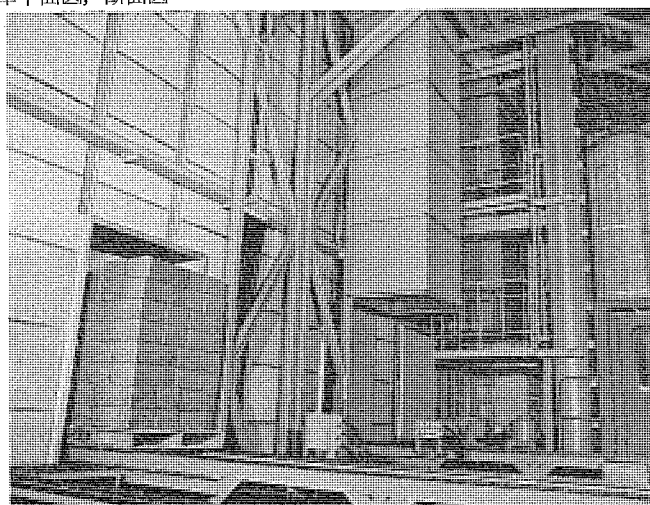


図 9. 冷蔵庫内部 (入庫側)

部を示す。図 10. は出庫側荷さばき室を示す。図 11. は設置された ACS-100×2 を示す。以上からも ACS 形冷凍クーリングユニットは、立体自動冷蔵庫に最適の機種といえる。

なお、巨大な 1 室構造の冷蔵庫となるので冷蔵庫内温度分布の均一化を図らねばならず、吐出し・吸込ダクトの配置に留意している。図 12. はこの立体自動冷蔵庫における庫内温度分布を示すが、設定温度 -25°C によく近似している。

3. 4 多層階営業冷蔵庫

土地価格の点からも消費地における営業冷蔵庫は、多層階が主流となっている。図 13. はこの冷蔵庫の配置平面図・断面図を示す。送風形式は 2 重天井全面ダクトである。また地下 1 階が F 級冷蔵庫な

ので凍上防止対策として、床下に空間を設けている。冷蔵庫負荷計算は、冷蔵施設基準により機種選定されるが、最近の実情変化に伴い冷蔵施設基準の見直しが行われようとしている。この設備の冷却水系統は2分割している。

営業冷蔵庫における収支について考えると人件費の占める割合が大きく、全自動運転で、作業主任者不要のACS形クーリングユニットが経営上大きい貢献をしているといえる。図14.は営業冷蔵庫における収支の予想をしたものであるが、作業主任者が必要な場合の人件費アップ分は無視できない額となろう。冷蔵庫の経営上の問題は、生産性の向上でカバーしなければならないのであって、特に当社のACS形冷凍クーリングユニットは、これからの冷蔵庫には最適の機種といえる。

3.5 冷食配送センタ

冷食メーカーの配送センタとして、大消費地東京をバックに、各種冷凍

食品の低温貯蔵に用いられている。図15.は配置平面図を示す。なお、この冷蔵庫は、平屋建 プレハブ 冷蔵庫で、クーリングユニットを屋外に設置している。図16.は屋外に設置されたACS-100を示す。図17.はACS-100とプレハブ冷蔵庫の接続断面を示す。図18.は吹出口、吸込口を示す。

この配送センタの特長として、従来と異なり直吹出方式の採用により、ダクト設備費が削減された。(ダクト本体のみで概算400万円程

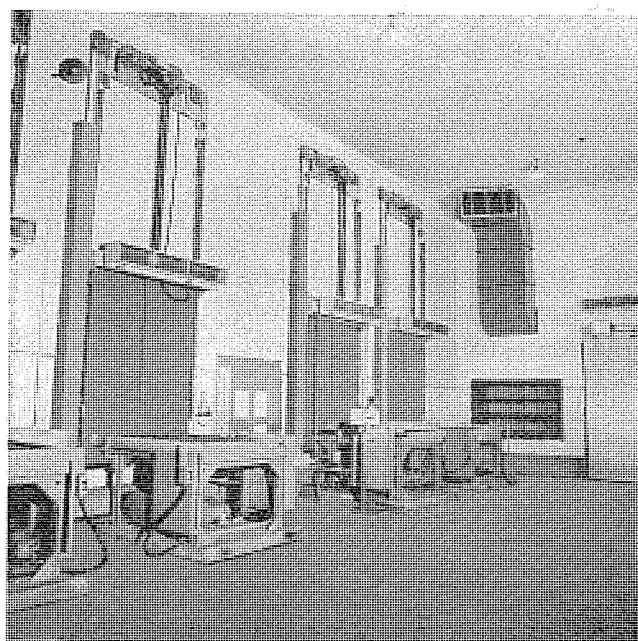


図10. 出庫側荷さばき室

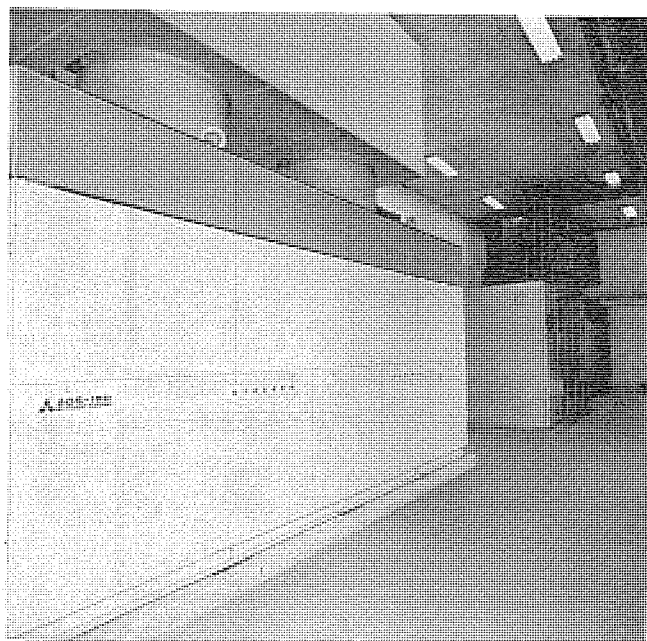
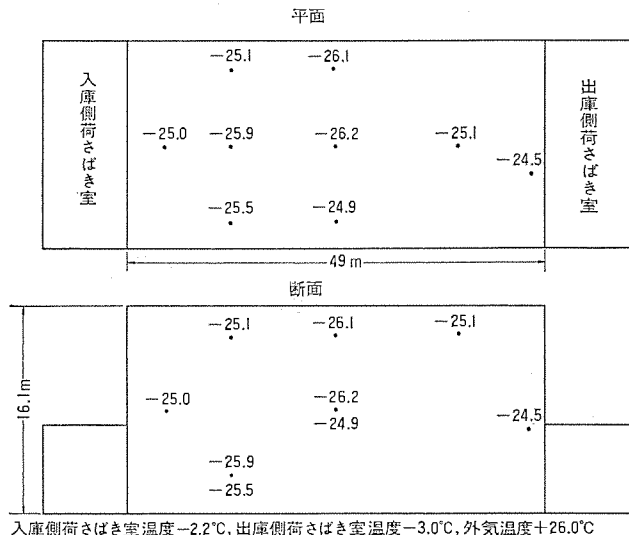


図11. 設置されたACS-100×2



入庫側荷さばき室温度 -2.2°C , 出庫側荷さばき室温度 -3.0°C , 外気温度 $+26.0^{\circ}\text{C}$

図12. 立体自動冷蔵庫における庫内温度分布

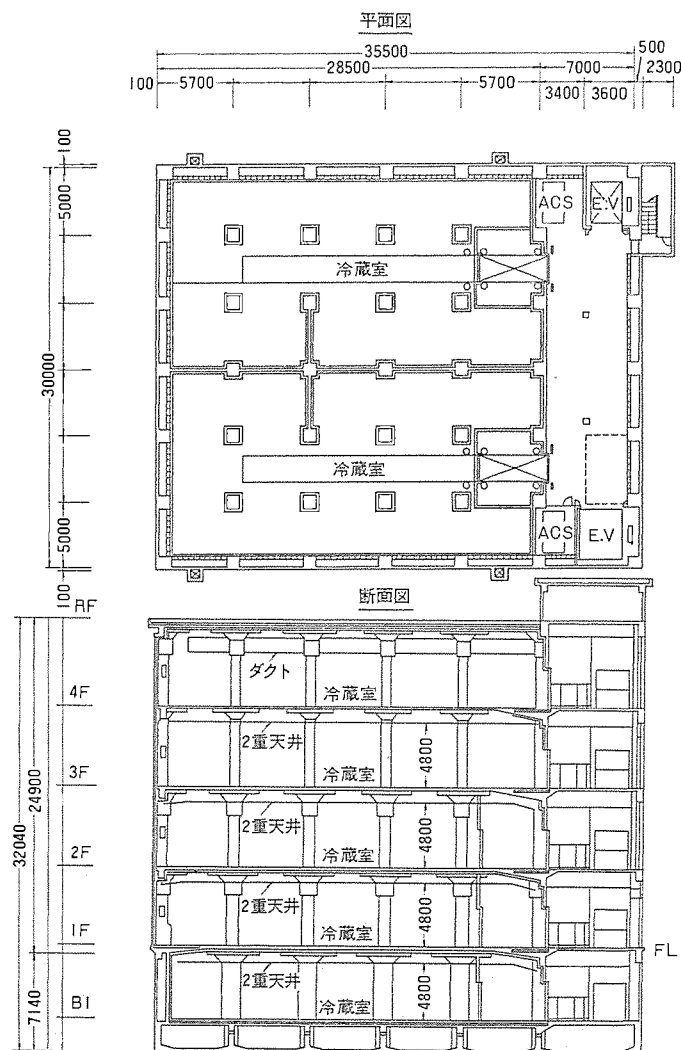


図13. 多層階冷蔵庫平面図, 断面図

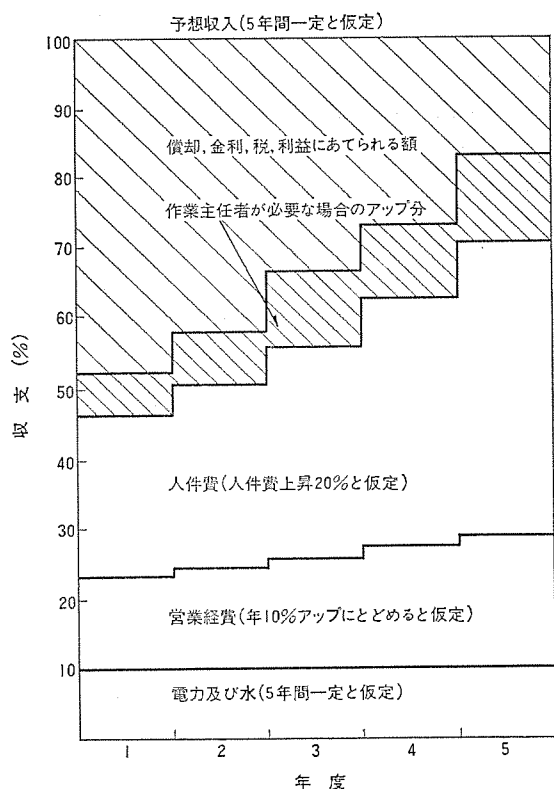


図 14. 営業冷蔵庫における収支予想
(予想収入を 100 % として収支の推定を行った)

度削減された。

直吹出方式採用の計算

(1) 吹出気流の中心軌道の式

$$Y/D_0 = (0.42 B_0/K) (X/D_0)^3$$

ここで、

X : 到達距離 (m)

Y : 降下距離 (m)

K : 吹出口定数 (吹出口の形状、大きさによって決定される)

$$D_0 = \sqrt{(4/\pi) A_0}$$

A_0 : 吹出口面積 (m²)

$$B_0 = \text{浮力係数} = \beta \cdot g \cdot \Delta t \cdot D_0 / V_0^2$$

$$\beta = 1/(273 + t_i)$$

t_i : 周囲空気温度 (°C)

g : 重力の加速度 (9.8 m/s²)

Δt : 周囲空気温度と吹出口空気温度との差 (°C)

V_0 : 吹出口気流速度 (m/s)

(2) 送風到達距離の考え方

吹出気流中心速度の式は、

$$V_x/V_0 = K/(X/D_0)$$

ここで、

V_x : 吹出口よりの水平距離 X m における気流中心速度 (m/s)

であるが、 $V_x = 2$ (m/s) のときの

$$X = K \cdot D_0 \cdot V_0 / V_x$$

$$= K \cdot D_0 \cdot V_0 / 2$$

を最大到達距離と考える。

(3) この設備での計算 (ACS-100 の場合)

吹出口より庫端までの距離 $L = 27$ m

吹出口 600 mm (H) × 900 mm (W)

$$A_0 = 0.54 \text{ m}^2, D_0 = 0.83$$

$$K = 5.0$$

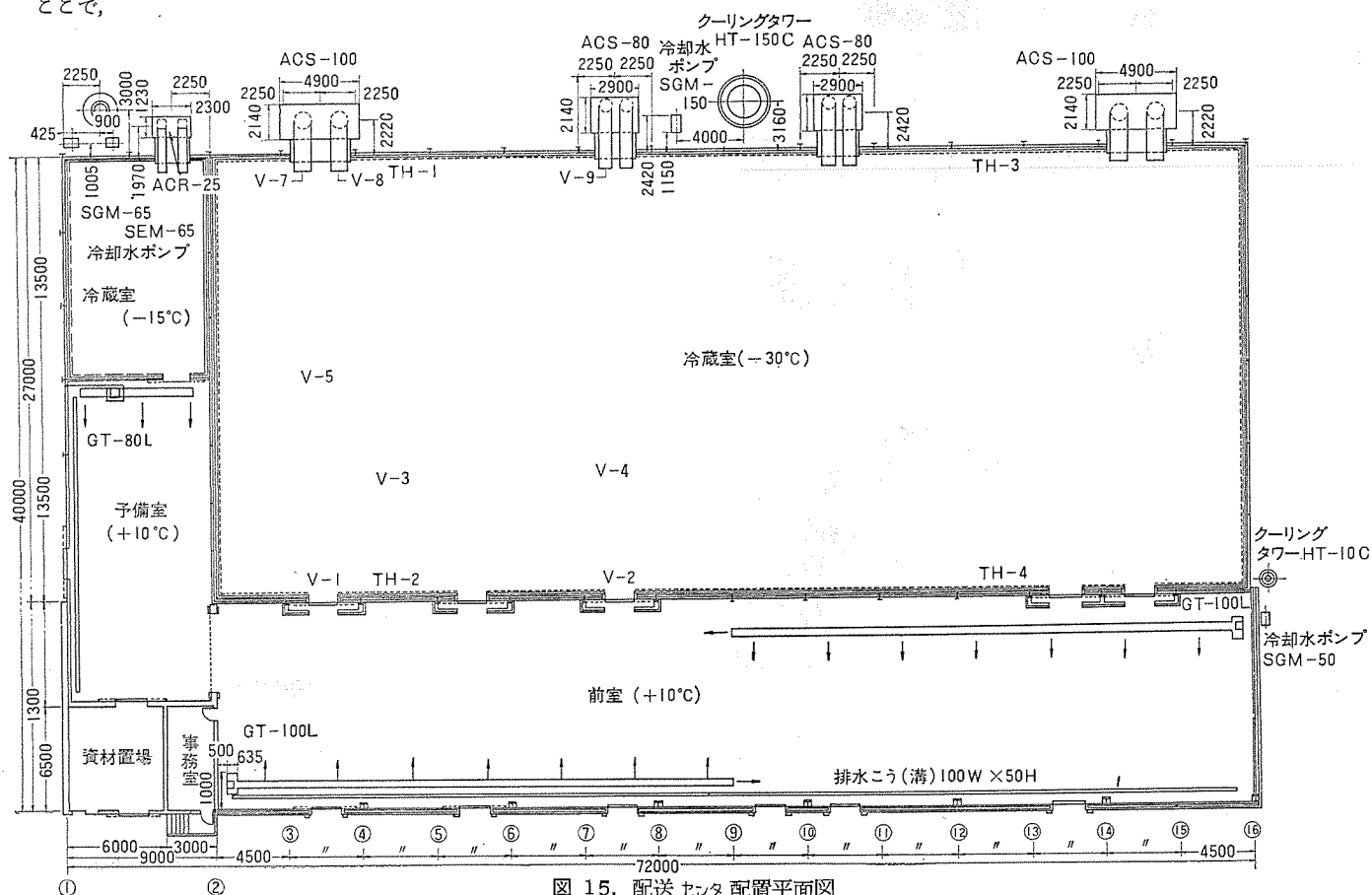


図 15. 配送センタ 配置平面図

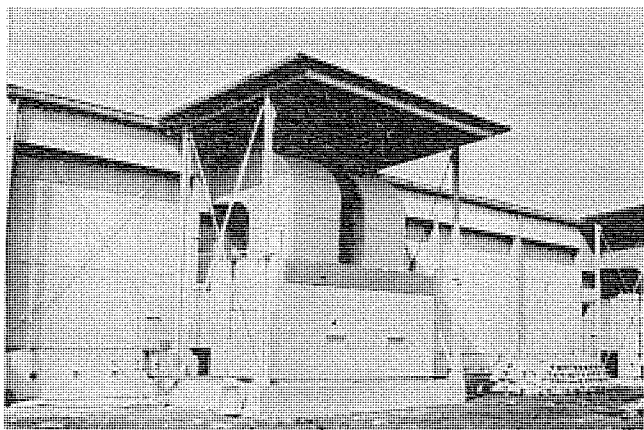


図 16. 屋外に設置された ACS-100

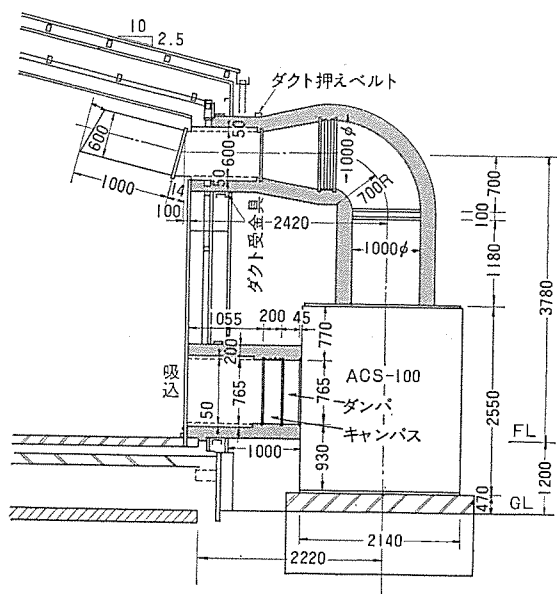


図 17. ACS-100 配置断面図

表 1. K 値

四角・長方形吹出口	● <i>m</i>	● <i>K</i>
	1	6.0
	3~10	4.0
	>30	3.5

m : アスペクト比 $\left(\frac{b}{a} \text{ 又は } \frac{a}{b}\right)$

吹出口における風速 $V_0=15 \text{ m/s}$
 送風到達距離 $X=5.0 \times 0.83 \times 15/2$
 $=31.1 \text{ m}$

となる。

(4) 計算値と測定値

この設備での計算値及び測定値を図 19. にまとめた。

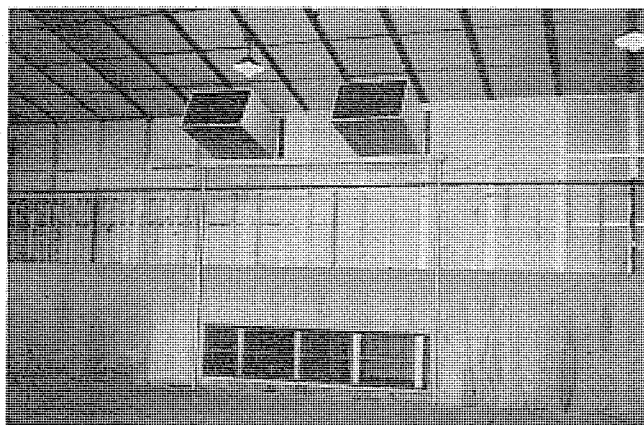


図 18. 吹出口, 吸込口

	ACS-100				ACS-80			
	計算値 (m/s)		測定値 (m/s)		計算値 (m/s)		測定値 (m/s)	
	NO1	NO2	NO1	NO2	NO1	NO2	NO1	NO2
吹出口	15.0	15.0	17.5	18.0	15.0	15.0	15.0	15.0
$X=13 \text{ m}$	4.8		V-5	1.2	4.6		V-6	1.5
$X=19 \text{ m}$	3.3		V-3	2.0	3.2		V-4	5.0
$X=27 \text{ m}$	2.3		V-1	2.0	2.2		V-2	1.9
吸込口			V-7	V-8			V-9	4.8
			10.0	8.0				

※庫内温度 -29°C
 $\Delta t_0=0$ の時の各機単独運転
 ※ V-1 V-2 $H=2.5 \text{ m}$
 V-3 V-4 天井下 0.4 m
 V-5 V-6 $H=1.0 \text{ m}$

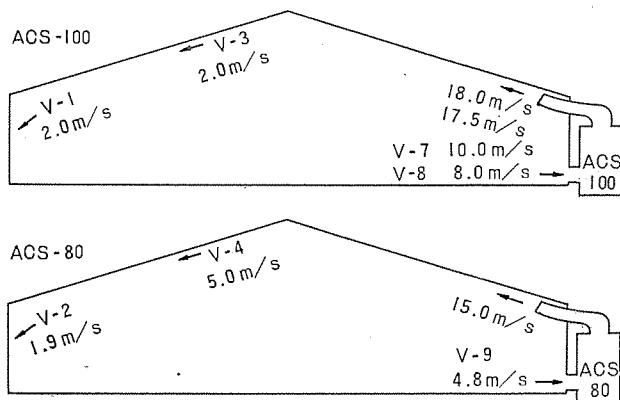


図 19. 計算値と測定値

なお、庫内温度分布も設定温度によく近似した。以上から、庫内上部に適当な空間があれば、直吹出方式の採用を薦めたい。

4. む す び

以上、ACS 形 冷凍クーリングユニットの施工例を中心に紹介したが、今後更に低温冷蔵庫の進歩発展が期待される中で、応用の拡大、新市場の開拓に努力して行きたい。

並列圧縮式半密閉形コンデンシングユニットの特性

古川 博一*・岩瀬 進*

1. ま え が き

近年、食品低温流通システム（コールドチェーン）の急速な発達とともに、日本における食品販売業界へのスーパーマーケットの進出には著しいものがあり、店舗数で見ると昭和40年以来年々10～15%の伸びを示し、更に加えて最近ではコンビニエンスストアなどの小形食品小売店舗も急激に増加しており、これら食品店舗で使用される冷凍・冷蔵設備用小形コンデンシングユニットの需要が増大している。

一方、店内のディスプレイも販売技術の進歩により冷凍・冷蔵用ショーケースは平形から多段オープンショーケースに移行しており、ケース内の冷気の流れ方の相違から平形ケースのように冷気をた（溜）めることが不可能であり、低温用多段ケースについては除霜時以外は一時たりとも圧縮機を止めることはできず、必然的にショーケースの裏方を務めるコンデンシングユニットに冷却運転を継続できる高い信頼性と安全性が要求されることになる。また小売店舗であるため、利益に直接影響を与える運転経費の少ない経済的に優れているものなどの、従来の冷凍・冷蔵設備ではあまり問題にされなかった問題も考えねばならなくなってきた。

このような背景から開発されたのが並列式半密閉形コンデンシングユニット（SSW形）で、1基の共通のシェルアンドチューブ式水冷凝縮器の上に2台の同一容量の半密閉形圧縮機をとう（搭）載しており、冷媒系統を共通にしたもので、各種異常検出回路を内蔵した制御監視盤を付属している。配線はコンデンシングユニットに設けられた端子台と制御盤内端子台間の同一端子番号同志を結ぶだけで済む。

従来から現地でこの種の並列式は、2台のコンデンシングユニットを使用して試みられてきたが、各圧縮機の油面を均一に保持することが困難であった。このユニットでは特に均圧均油機構に配慮し、油上がりの非常に少ない半密閉形圧縮機を使用することによりこれを解決し、既に2年近くの実績を持っている。

今回は、スーパーマーケットなどの食品店舗における冷凍・冷蔵設備の一般的な問題点の概要、及びこれに対処すべき従来のコンデンシングユニットには見られないこのユニットの特性について紹介してみたい。

2. 食品店舗における冷凍・冷蔵設備の概要とその問題点

2.1 冷凍・冷蔵設備の使用温度帯と冷媒

食品店舗における冷凍・冷蔵を必要とする商品としては、野菜・果物・酪農品・塩干水物などの加工品、鮮魚・精肉などの生物（なまもの）及び冷凍食品・アイスクリームなどの多種多様の食品が販売されているが、それらを貯蔵するのに必要な保持温度は大体3温度帯に分類できる。したがっておのおの保持温度を得るためのコンデンシングユニットの蒸発温度も3種類に大別される。図1.に各メーカーが発売しているショーケースの保持温度帯と使用冷媒を示す。

最近では使用温度帯域にマッチした冷媒を、同じ機種種の半密閉形冷凍機に選択できる構造になりつつある⁽¹⁾。

2.2 ショーケース

食品店舗では商品を展示販売するためにショーケースが使用されるが、個人商店などのごく小形店舗のようにショーケース使用台数の少ない所では、ショーケースにコンデンシングユニットを内蔵した個別式ショーケースが使用される場合もあるが、スーパーマーケットのように店舗規模が大きく使用ショーケース台数が多い所では、個別式のものでは一般に設備費がかさみ、またコンデンシングユニットからの凝縮熱を店内に放出するため夏期の空調負荷を増大させ、特に夜間空調設備を停止した場合に店内の温度上昇を生じ商品に悪影響を与える。また冷凍・冷蔵設

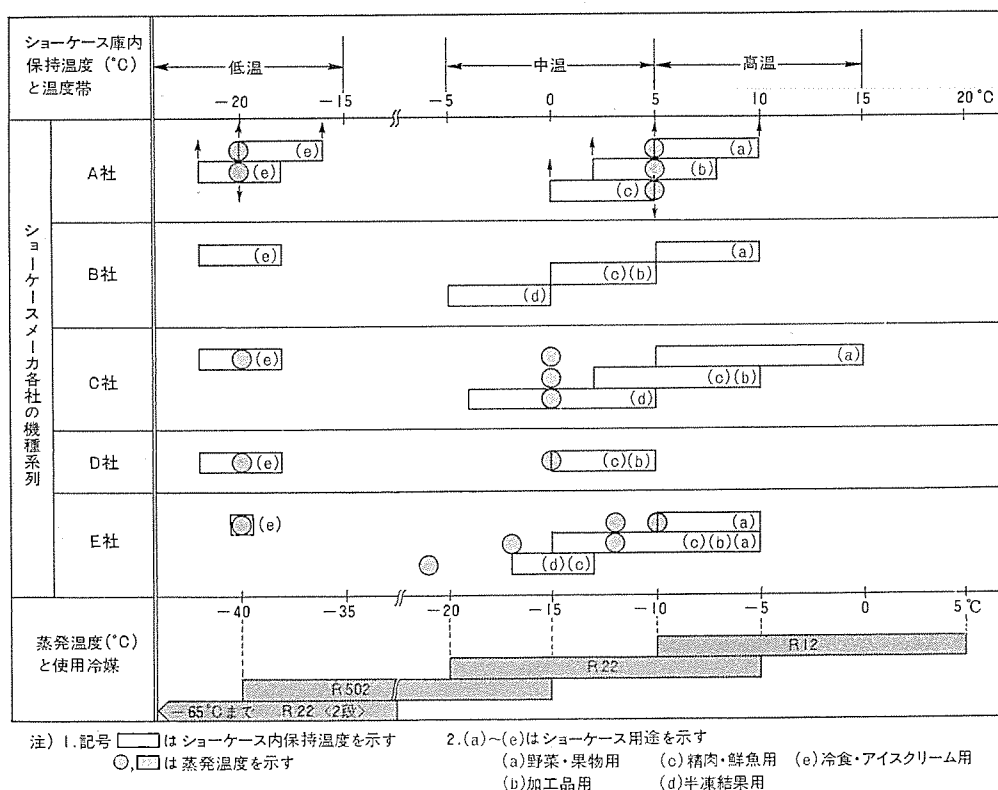


図 1. ショーケースの保持温度帯と使用冷媒

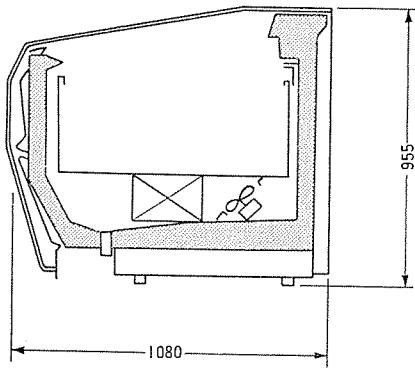


図 2. 平形オープンショーケース
断面図

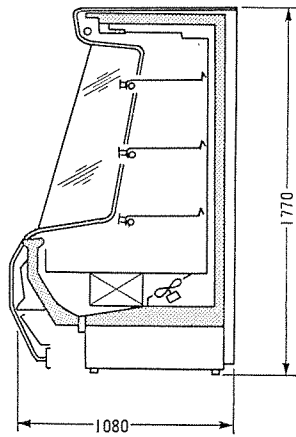


図 3. 多段形オープンショーケース
断面図

備の集中管理、サービスが不便であるなどの理由によりコンデンシングユニット別置形ショーケースを使用して、コンデンシングユニットを機械室など1カ所に集め、ショーケースと冷媒配管で接続し、集中管理を行う方式が採用されている。

ショーケース形状は、3～4年前までは平形が主流であったが、近年では、豪華さ、手に取りやすさ、空間の有効利用などのディスプレイ効果の点から多段形が主流になっている。コンデンシングユニット側よりこれを考えると、平形を使用していたときにはほとんど問題にならなかったスーパーマーケットでのコールドアイル（ショーケースとショーケース間の通路の冷え込み）の発生を見ても明らかなように、多段形のほうが平形に比較して所要冷凍能力（ショーケース内温度を所定の温度に保持するのに必要な冷凍能力）が2～4倍に増大している。このことはショーケースの保冷が従来に比べ難しくなっており、また1店舗当たり使用されるコンデンシングユニットの合計馬力数が大きくなることを示している。図2.に平形、図3.に多段形ショーケースの断面図を示し、常温空気より重い冷気保持の困難さを示す。

2.3 冷凍・冷蔵設備の経済性

アメリカのEd Butts氏ほか⁽²⁾によれば「1971年アメリカのチェーンストアの純利益の平均は、売上げ高100ドルに対してわずか19セントであったが、一方設備運転経費は売上げ高100ドルに対して75セントかかっている。このことは運転経費の内大きな割合を占める電力費が節減できれば、純益に等しい金額が節約可能である」と述べている。

一方スーパーマーケットの冷凍・冷蔵設備の負荷変動を見ると、日本のように四季の外気変動が激しい地帯では、夏期と冬期で大きく負荷が変動する。これに対し冷凍・冷蔵設備に使用されるコンデンシングユニットの容量選定は、最大負荷時に十分保冷が可能のように選定されるため、冬期のように負荷が減少した場合には、容量過大となり効率の悪い運転となる。したがって電力費の節減には、冬期も効率よく運転できるコンデンシングユニットを選定する必要がある。

また図4.⁽²⁾に示すように、冷凍能力1,000 kcal/h当たりの月間電力消費量は一般に蒸発温度が下がるほど急激に増加するが、最近では冷凍食品に加えてチルドビーフなどの食品の出現により、コンデンシングユニットの蒸発温度も低いものが増えており、この意味からも運転電力費の節減はぜひ必要となってきている。

2.4 冷凍・冷蔵設備の信頼性

ショーケースに陳列される商品を見ると、従来に比較しいわゆる手のかかった加工食品が増加しており、一般に商品1個当たりの価格が高

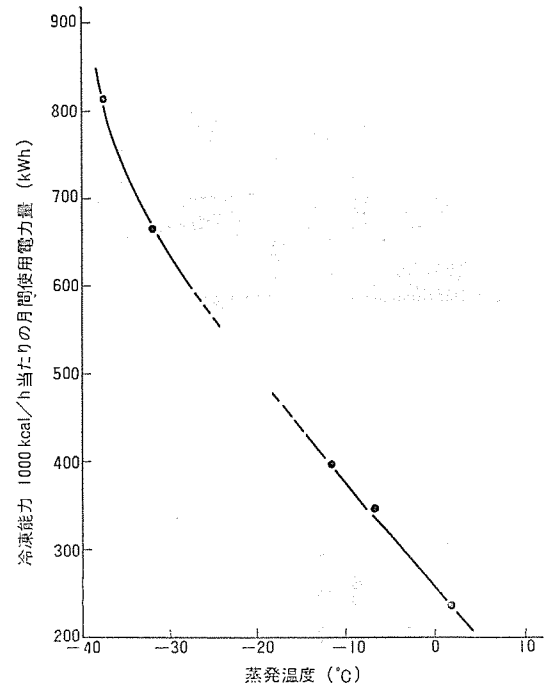


図 4. 蒸発温度と使用電力量の関係

額になってきている。またショーケースの多段化により商品の陳列面積が増加し、1台当たりに収容される商品の総額が増大している。

このことは、コンデンシングユニットの異常により生ずる損失が従来と比較し非常に高額になることを示している。

一方スーパーマーケットにおける冷凍・冷蔵設備の保守管理状況を考えると、日本冷凍空調工業会1972年度調査によれば⁽³⁾、設備の定期点検を実施するのは食品店舗全体の約60%であり、管理担当者が決まっているのは約20～23%程度で、またショーケース内の温度点検を1日に1回以上行うのは約25%に過ぎず、冷凍・冷蔵設備の点検が十分行われていないのが現状であり、異常の発見を遅らせ商品を損傷する危険度が高い。

3. 並列式半密閉形コンデンシングユニットの仕様、構造、特性

2章で述べたように、現在スーパーマーケットなどの食品店舗で使用されるコンデンシングユニットでは、その特異な使用条件を満足するものが要求される。これに対応すべく開発された並列式半密閉形コンデンシングユニットの概要、及び特性について以下説明する。

3.1 仕様

表1.に現在系列化されている並列式半密閉形コンデンシングユニットの仕様を示す。

3.2 構造

図5.にSSW-110形、図6.に付属制御盤の外観、及び図7.に冷媒系統を示す。蒸発器から返って来た冷媒ガスは、オイルトラップを有する吸入管部に導かれ、ここで分流されて2台の半密閉形圧縮機に吸入される。圧縮機より吐出された冷媒ガスは逆止弁を通して、凝縮器の入口で再び合流し凝縮器へ入る。2台の半密閉形圧縮機間には、おのおのの圧縮機の油面を同一レベルに保つための均圧管、均油管を設け、油が1台の圧縮機に集中するのを防止している。また均圧管、均油管の途中にはパッキン弁が設けてあり、1台の圧縮機だけ保守点検を要する場合には、このパッキン弁、及び圧縮機の吸入操作弁、吐出操作弁をそく（塞）止することにより冷媒回路の保守点検を要する圧縮機だけ独立でき、残りの圧縮機1台は連続運転可能

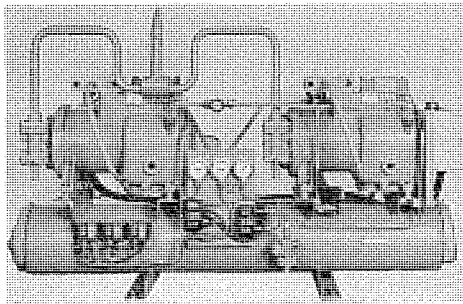


図 5. SSW-110 形 コンデンシングユニット

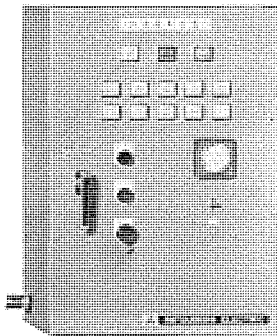


図 6. 制御兼監視盤

表 1. 並列式半密閉形 コンデンシングユニット仕様

項 目		SSW-75	SSW-110	SSW-150
圧縮機	形 名	WA-2 SX	WB-2 SX	WB-3 SX
	気 筒 径 (mm)	50	60	60
	行 程 (mm)	52	60	50
	気 筒 数	2×2 台	2×2 台	3×2 台
電 源	押 の け 量 (m³/h)	17.4×2/20.8×2	28.5×2/34.6×2	35.6×2/43.2×2
	電 源	三相, 200 V, 50/60 Hz		
電 機 機 出 力 (kW)	極 数	4 極		
	出 力 (kW)	3.7×2 台	5.5×2 台	7.5×2 台
使用冷媒と蒸発温度	R 12	高 温 +5~+10°C (青果, 野菜用)		
	R 22	中 温 -5~-20°C (精肉, 鮮魚用)		
	R 502	低 温 -15~-40°C		
凝 縮 器	形 式	横形シェルアンドチューブ式		
	冷媒側容積 (l)	41.1	51.5	51.5
冷凍機油	種 類	スニソ 3 GS		
	チャージ量 (l)	1.8×2 台	4.3×2 台	5.6×2 台
	潤滑方式	飛まつ (沫) 式		
配管寸法	吸 入 管 (mm)	32 φ	40 φ	40 φ
	液 管 (mm)	19.1 φ	19.1 φ	19.1 φ
	冷 却 水 入 口 (PT)	1 1/2	1 1/2	2
	冷 却 水 出 口 (PT)	1 1/2	1 1/2	2
保 護 装 置 () 内数字は個数		高低圧圧力開閉器 (2), 電磁開閉器 (2) 可溶せん (1), インターナルサーモスタット (2) 圧力開閉器 (3)		
始 動 方 式		順 次 始 動 方 式		
付 属 品 () 内数字は個数		高圧計 (1), 低圧計 (1), クランクケースヒータ (2), 専用冷凍機制御盤 (1)		
重 量 (kg)		390	420	570

注) 重量には制御盤重量を含まない

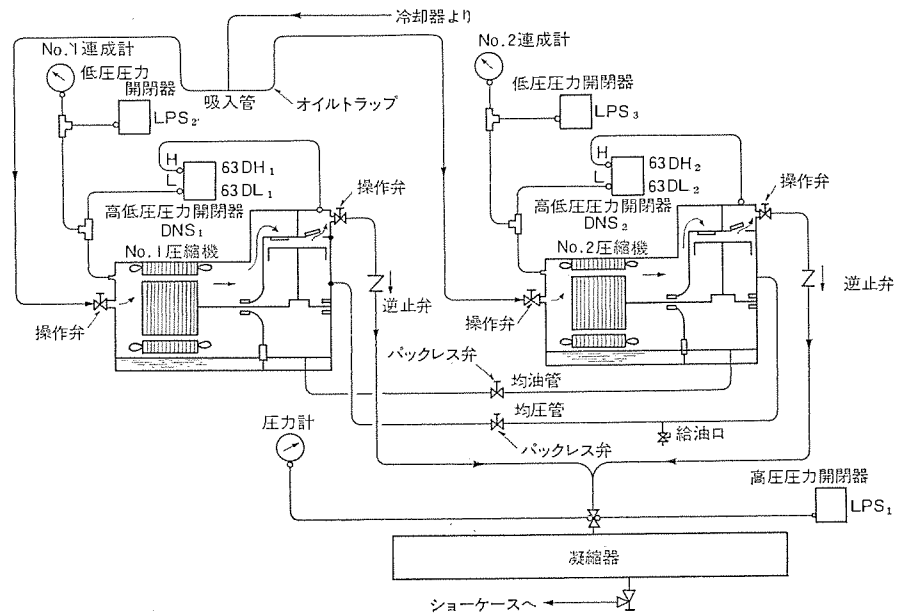


図 7. 並列式 コンデンシングユニットの冷媒主系統図

な構造となっている。ユニットの高圧部, 低圧部にはそれぞれ, 運転制御, 及び異常検出を行う各種圧力開閉器を設けている。

3. 3 運転特性

3. 3. 1 圧縮機 1 台異常時の運転特性

2 台の半密閉形圧縮機を並列使用しているため, 信頼性工学でいう冗長性 (並列冗長) の考えを取り入れたことになる。すなわち, 圧縮機 1 台の信頼度を R とすると, 圧縮機 2 台を並列に使用したコンデンシングユニットの信頼度 R_S は

$$R_S = 1 - (1 - R)^2$$

となり, R は常に $1 > R$ であるから, $R_S > R$ となり, 同一の信頼度の圧縮機を使用するなら, 圧縮機 1 台のユニットより圧縮機 2 台を並列に配置したユニットのほうが信頼度が増加することが分かる。

以下に, 圧縮機が 1 台停止した場合について述べる。圧縮機が 1 台停止した場合次のようなことが考えられる。

(1) コンデンシングユニットの冷媒吸入能力が 1/2 に減少するため, 冷凍装置内を流れる冷媒の循環量は減少するが, 装置に使用されている冷却器の熱交換能力は, 圧縮機 2 台運転時の能力に合わせて選定されるため, 冷却器の能力は, 圧縮機 1 台に対しては 2 倍となり, 蒸発温度 (吸入圧力飽和温度) は上昇する。

(2) 凝縮器容量も圧縮機 1 台に対しては 2 倍となり, 凝縮能力に余裕が生じる結果, 凝縮温度 (吐出圧力飽和温度) は低下する。以上の理由により, 圧縮機が 1 台停止しても冷凍能力は 50% とならず約 80% に低下するだけであり, 庫内温度上昇を最小限に抑え商品の損傷を防止できる。

これを更に詳細に説明する。図 8. において横軸は蒸発温度をとり, 縦軸に冷凍機の冷凍能力及び冷却器熱交換能力をとっている。右斜め上方から左下方への実線は 2 台の圧縮機が運転しているときに発揮できる冷凍能力線図で, 今, 簡単にするため凝縮温度 35°C の場合だけ示す。ここで 1 台の圧縮機が何らかの異常信号により停止したとき, 残りの 1 台の出せる冷凍能力は当然のことであるが同一蒸発温度に対し 2 台運転したときの 50% で, これを破線で示す。

一方, ショーケース底部あるいは背面に内蔵されている冷却器 (ほとんどの場合フィンコイル式冷却器) の仕様, すなわち熱交換面積及び

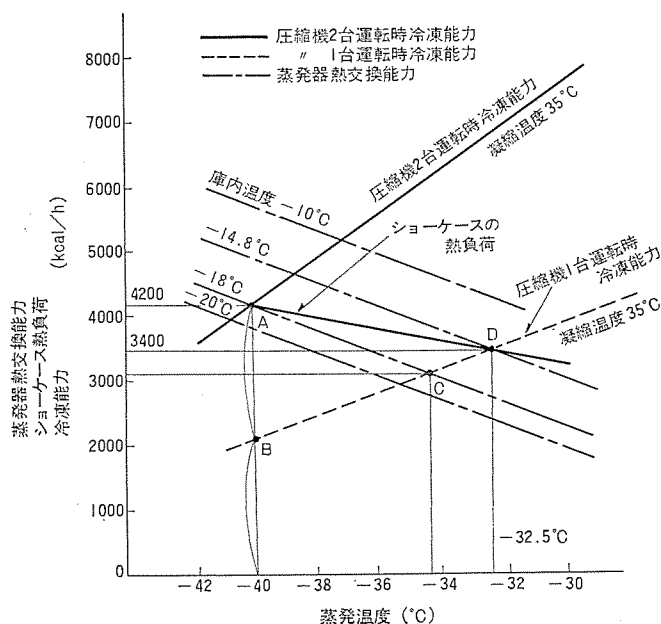


図 8. SSW-75 形 (R 502) 1 台圧縮機停止時の保冷性能

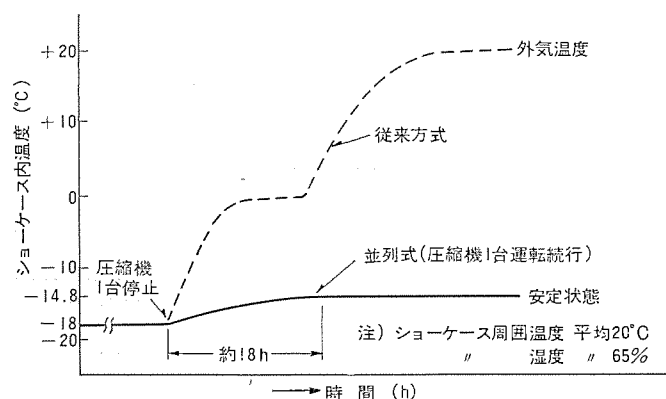


図 9. 冷凍ショーケースの場合の保冷性能

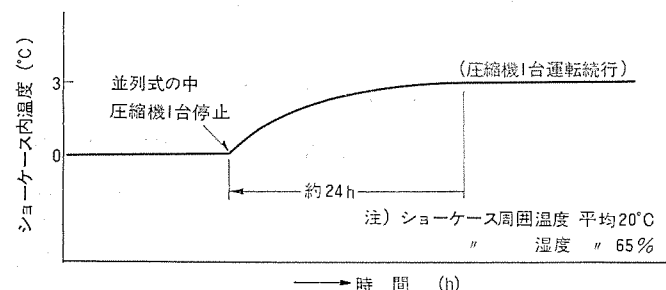


図 10. 冷蔵ショーケースの場合の保冷性能

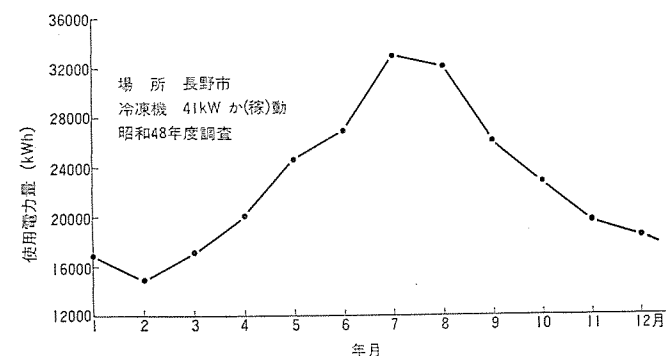


図 11. スーパーマーケットにおけるコンデンシングユニットの月別使用電力量の変化

通過風量が決まれば、その熱交換能力はケース内空気温（冷却器吸入空気温）と蒸発温度（厳密には蒸発器表面温度）の差に比例するので、ケース内温度をパラメータにしたときの冷却器熱交換能力は図 8. の 1 点鎖線で示すように左斜め上方から右下方に走る線となり、理論的にはケース内空気温と蒸発温度が等しくなれば熱交換能力は零になることになる。この線のこう（勾）配は冷却器の仕様によって決まる。

冷凍・冷蔵装置の運転状態はこの二つの交点でバランスすることになる。図 8. ではバランス点は A で、ケース内温度は -18°C 、蒸発温度 -40°C 、冷凍能力、冷却器熱交換能力は等しく $4,200 \text{ kcal/h}$ である。

この状態で 1 台の圧縮機が異常で停止すると、蒸発温度 -40°C のままならばバランス点 B に落ちるが、前述のように蒸発温度は上昇しバランス点は右方向に移動する。今、ケース内温度 -18°C を保持するのに必要な冷凍能力は $4,200 \text{ kcal/h}$ であるから、圧縮機 1 台でこれを満足するには蒸発温度 -28°C が必要であるが、蒸発温度 -28°C では冷却器の熱交換能力が不足し圧縮機へ冷媒が液状で返るため、温度膨脹弁は閉じる方向に作動してしまう。またケース内温度 -18°C で、蒸発温度 -34.3°C (点 C) ならば、冷却器熱交換能力、冷凍能力は $3,050 \text{ kcal/h}$ しかなく、ケース内温度を -18°C に保持するには不足となり、ケース内温度は上昇する。

したがって圧縮機 1 台運転時、蒸発温度及びケース内温度上昇に伴う冷凍能力、冷却器熱交換能力、ケース負荷の最終的なバランス点は D となる。

結局圧縮機 1 台だけで運転したときのバランス点は、蒸発温度 -32.5°C 、冷凍能力 $3,400 \text{ kcal/h}$ で、ケース内温度は -14.8°C になることが図 8. より分かる。実際には前述のように凝縮温度の低下があり、これに伴い冷凍能力曲線が上ってバランス点が左上に少し移動するが説明を簡単にするため図示しない。

この結果、圧縮機 2 台運転時の庫内温度 -18°C が 1 台運転時に -14.8°C を保持できることになる。

図 9, 10. に冷凍ケース、冷蔵ケースの庫内温度の上昇の程度を実測したものを示す。

3. 3. 2 容量制御運転特性

図 11. に長野市のスーパーマーケットにおける月別のコンデンシングユニットが消費した使用電力量、表 2. にそれを四季別に算出した結果を示すが、食品店舗における負荷は夏期を 100% とすると、冬期は約 50%、春秋の中間期は約 75% に低下することが分かる。

したがって据付けられているコンデンシングユニットの容量は冬期には非常に過大となる。この結果、圧縮機 1 台で運転される場合には、比較的低い蒸発温度でバランスして運転されることになる。

表 2. 四季別使用電力量の変化と負荷率

季 節	使用電力量 (kW/h)	負 荷 率 (%) (夏を 100 として)
春 (3~5月)	65,212	75.6
夏 (6~8月)	85,177	100.0
秋 (9~11月)	65,173	75.5
冬 (12~2月)	46,728	54.0

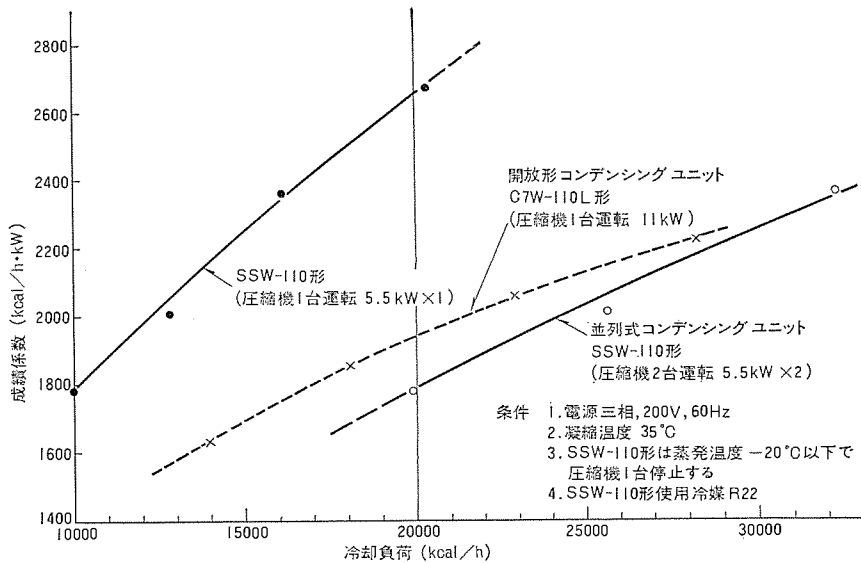


図 12. 冷却負荷と成績係数の関係

表 3. 使用電力料金比較

使用コンデンシング ユニット	使用電力量 (千kW/h)				使用電力料金 (千円)
	夏	春・秋	冬	合計	
並 列 式	172	269	86	527	5,086
従 来 式 (開放形圧縮機 1 台)	176	311	136	623	6,012

注) 算出条件

- 負 荷 高温用ショーケース 20 台 所要冷凍能力 70,560 kcal/h
中温用ショーケース 12 台 所要冷凍能力 52,800 kcal/h
低温用ショーケース 5 台 所要冷凍能力 9,200 kcal/h
- コンデンシングユニット台数
並列式 SSW-110(R22) 3 台, SSW-110(R502) 2 台
SSW-150(R22) 2 台
従来式 C6W-110L 1 台, C7W-110L 5 台
C6W-75L 1 台, 6W-55L 4 台, 6W-22L 1 台
- 電 源 三相, 200V, 60Hz
- 電力料金 9.65 円/kW/h

これは、一般にスーパーマーケットなどの食品店舗では、コンデンシングユニット 1 台で多数のショーケースを冷却するが、ショーケース内温度ばらつきを少なくするためショーケース 2～4 台を 1 群として冷媒系統を数系統に分け、各系統ごとに冷媒液用電磁弁と庫内サーモを設けショーケースを群別制御している。この場合、全庫内サーモが切にならない限りコンデンシングユニットを停止しない。なぜならコンデンシングユニットを停止させる低圧開閉器の切位置を高く設定すると 1 群のショーケースがまだ冷却を要するのに運転を停止する虞があり、また止まっても残りの冷媒液電磁弁が開いているためにひん(頻)繁な ON-OFF 運転を繰り返して不具合である。したがって低圧切の設定値はそのコンデンシングユニットの使用下限いばいに設定されるので、冬期に負荷が減少しても連続運転に近い形となる。

蒸発温度が低い運転では圧縮比が大きくなり、成績係数が悪い、効率の低い運転となり、むだな電力を消費し不経済である⁽²⁾。

これに対し、並列式コンデンシングユニットでは、負荷が減少し蒸発温度が低下すると、これを検出して自動的に 1 台の圧縮機を完全に停止し、これにより残り 1 台の圧縮機に負荷を集中するため、負荷が減少しても蒸発温度を比較的高いところで運転することになり効率のよい運転となる。

圧縮機に容量制御機構を装備したものでは、100% 負荷に適した大形モータを軽負荷の効率の悪いところで使用するため、並列式と比較した場合やはり効率は低い。

図 12. に SSW-110 形 (R22) 及び C7W-110L 形 (11kW) の冷却負荷に対する成績係数の変化を示す。この図より明らかなように、負荷が減少して容量制御運転に入ることにより、成績係数は 30～40% 改善される。

以上のように、並列式コンデンシングユニットは容量制御運転により年間を通じて効率のよい運転を行い、同一容量の従来式のもの (圧縮機 1 台) と年間運転電力費を比較した場合、大幅に安くなる。表 3. にその比較例を示す。

3.4 制御盤

並列式コンデンシングユニットでは、異常表示ランプ、警報ブザーを有する制御 (兼監視) 盤を付属した。異常表示内容としては、

- (1) 高圧切: 高圧圧力が凝縮水不足などによって異常に上昇した場合
 - (2) 圧力異常低下: 高圧圧力又は低圧圧力がガス漏れなどにより異常に低下した場合
 - (3) インターナルサーモ切: 過熱運転などにより電動機巻線温度が異常に上昇した場合
 - (4) 過電流: 過負荷などにより電動機に過大電流が流れた場合
 - (5) 圧力異常上昇: 圧縮機の吸入弁割れなどにより運転を開始して所定時間後の低圧圧力が正常圧力まで低下しない場合
 - (6) 異常停止: 除霜時以外に圧縮機が始動スイッチが入になっているのに、所定時間以上運転を停止した場合
- がある。この異常表示により、万一異常が起こった場合、未経験者でもサービス業者への確かな連絡が可能になり、迅速なサービスを行える。

4. む す び

並列式半密閉形コンデンシングユニットは、その需要の主対象として食品店舗ショーケース用コンデンシングユニットが考えられていたが、その特性により昭和 48 年秋の石油危機以来更に大きく浮かび上がってきた省エネルギーという面で最も時代にマッチしたコンデンシングユニットとしてその使用範囲を広げている。また独特の特性を生かした特殊な用途への応用も可能である。このシリーズは既に量産化に移行し幸い好評を博している。

今回は、並列式半密閉形コンデンシングユニットが開発された背景である食品店舗における冷凍・冷蔵設備の概要、及び並列式にすることによる特性について簡単に説明したが、今後とも業界の動向を反映し、顧客の要求によりマッチする製品となるよういっそうの研究・改良を重ね機種系列を充実して行きたい。

参 考 文 献

- (1) 古川, 辻: 三菱電機技報, 48, No. 5, 590 (昭 49)
- (2) Ed Butts, Paul Goddard: RSC, Aug., 30 (1973)
- (3) Aircon Business, 6 月 15 日号, 50 (昭 48)

冷凍サイクルにおける信頼性—Hi/Re/Liシステム—

近藤 潔*・小林 靖夫*・川井 治**

1. ま え が き

ここ数年空調装置のヒートポンプ化が急速に進んでいる。なかでも空気を熱源とするヒートポンプ機種はその主流を占めるようになってきている。ヒートポンプ機種は冷房専用機種と異なり、冷房・暖房運転において大きな外気変動幅で安定した性能が要求されるため、その冷凍サイクルはより高い信頼性を維持されねばならない。

当社では空気熱源ヒートポンプ機種に Hi/Re/Li システムを採用し、従来の冷凍サイクルでは達し得ぬ効果を挙げ、特に暖房運転においては低温地域においても十分実用できる実績を積んできている。

本文ではこのようなシステムの生まれた背景を述べ、その特長、応用例及び具体的成果について述べる。

2. Hi/Re/Li システムの生まれた背景

(1) 空気熱源ヒートポンプの再評価

空気を熱源とするヒートポンプ機種は、我が国において昭和30年代に製品化されたが、当時の製品は、暖房運転時の低温特性に問題があり、また社会情勢にもより広く普及するに至らなかった。しかし近年の大気汚染問題にその端を発し、特に暖房運転時に公害発生源とされないクリーン冷暖房機として再評価されてきた。また最近にあってはエネルギーの有効利用が叫ばれ、ヒートポンプ機種の有利性が認識されてきた。

(2) 低外気温度での安定した暖房サイクル運転

空気熱源ヒートポンプは暖房運転時、熱源を屋外空気に求めるため、外気温度の低下とともに取得する暖房能力は必然的に低下せざるをえないが、従来の冷媒制御システムでは広範囲な低外気温度まで安定した運転が不可能であった。この欠点を除去するために、冷媒制御システムに全く新しい概念を取り入れたものが Hi/Re/Li システムである。Hi/Re/Li システムをヒートポンプ機種に採用することにより、低外気温度まで安定した暖房運転が可能になった。

(3) 高い信頼性

ヒートポンプ機種は年間空調装置として使用されるので、その信頼性は一層重要である。Hi/Re/Li システムの名称は High-Reliability の略称で、後述するがその信頼性の確保については、細心の配慮がなされている。

3. Hi/Re/Li システムの特長

Hi/Re/Li システムは冷媒流量制御方式として、凝縮器液の過冷却度を制御する過冷却制御弁と、アキュムレータ熱交換器との組合せにより、従来の制御システムでは達し得なかった種々の特長を有する。

図1は Hi/Re/Li システムをヒートポンプに応用した

場合の配管系統図である。本図を参照して Hi/Re/Li システムの冷媒回路各部の働きをその主要部品に焦点を絞って解説し、合わせてその特長について説明する。

(1) 過冷却制御弁の働き

この弁は凝縮器出口における液冷媒の過冷却度を調節するもので、その作動は凝縮器出口において過冷却度が設定値より大きくなると弁の開度が大きくなり、冷媒流量が増加し過冷却度を低下させる。逆に過冷却度が設定値より小さくなると弁の開度が小さくなり、冷媒流量を減少させて過冷却度を増大するように働く。このようにして過冷却制御弁は凝縮器出口における過冷却度を一定に保つように働き、蒸発器側の冷凍負荷の大小とは直接には無関係に作動する。すなわち蒸発器出口における冷媒が過熱状態であっても、湿り状態であっても、それを修正する働きは持っていない。

(2) 冷媒量

Hi/Re/Li システムを採用した機種では、蒸発器を最も有効に利用するため、負荷条件のいかにかわらず常に蒸発器出口で冷媒が湿り状態で流出するような冷媒量に充てん(填)される。したがって蒸発器出口においては常時、液バック運転をしていることになる。

(3) アキュムレータ熱交換器の働き

湿り状態の冷媒がそのまま圧縮機に吸入されると、圧縮機はいわゆる液バック運転となり、種々のトラブルが発生する。Hi/Re/Li システムでは、アキュムレータ熱交換器が液バック防止の働きをするため蒸発器と圧縮機吸入配管の間に設置されている。すなわち蒸発器からアキュムレータ熱交換器に流入する湿り状態の冷媒は、ここで液・ガスが分離し、飽和状態のガスは圧縮機吸入配管に導入され、アキュムレータ熱交換器の底部にたまった液冷媒は、内部を貫通する高温の冷媒液配管(熱交換コイル)と熱交換して蒸発し、飽和ガスとなって圧縮機に吸入される。

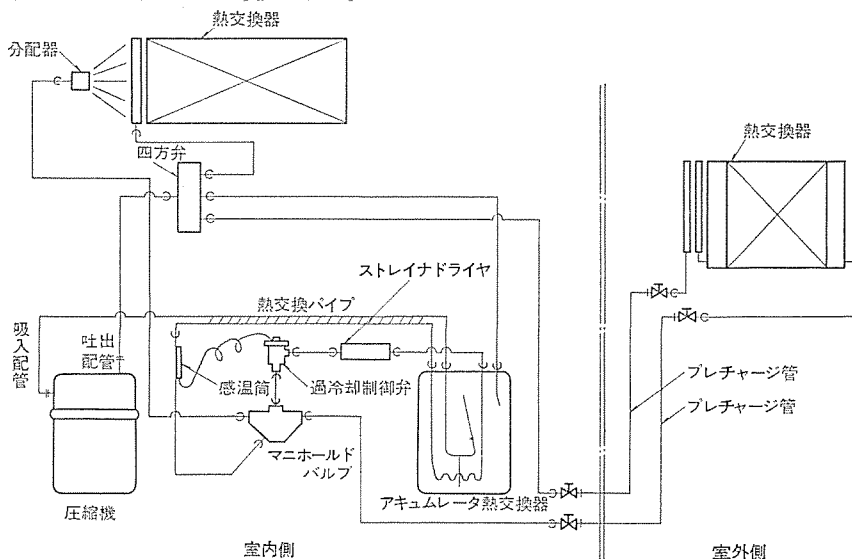


図1. Hi/Re/Li システムヒートポンプ配管系統図

表 1. Hi/Re/Li システムと従来の制御システムの比較

シ ス テ ム		Hi/Re/Li システム (過冷制御弁)	従来の制御システム (膨服弁)
1	冷 媒 制 御 方 式	凝縮器出口の冷媒状態を感知し、凝縮器出口の冷媒液が一定の過冷度になる状態に制御する	蒸発器出口の冷媒状態を感知し、蒸発器出口の冷媒ガスが一定の過熱度の状態に制御する
2	蒸 発 器 状 態	蒸発器には常にその能力以上の冷媒が供給されるので、蒸発器全面が 100% 有効に使用され、蒸発器出口でも未蒸発の液冷媒を含んでいる	蒸発器の出口付近は冷媒を過熱するために使用されるため、この部分の熱交換効率が悪くなる。蒸発器出口は必ず過熱された冷媒となる
3	凝 縮 器 状 態	凝縮器出口で一定の過冷度になるよう制御しているので、外気条件のいかにかわからず、凝縮器中の液冷媒は最低限に抑えられ余分な液はたまらない	凝縮器中の凝縮液量は外気条件により変化し、低外気温度になるほど滞留する冷媒量が増加する
4	蒸 発 圧 力	蒸発圧力は、外気条件による蒸発器能力と圧縮機能力の平衡点になる。したがって従来方式よりも蒸発圧力は高い	蒸発圧力は上記と同様に定まるが、蒸発器能力はある一定の過熱度を維持する分だけ小さくなるので、蒸発圧力は低下する
5	吐 出 ガ ス 温 度	圧縮機にもどる冷媒ガスは、飽和ガス状態に近いので吐出ガス温度は低い	圧縮機にもどる冷媒ガスは、液バック防止のため過熱されているので吐出ガス温度は高い
6	霜 取 運 転 (逆サイクル運転の場合)	霜取運転開始時、凝縮器 (室内熱交換器) にたまっている液冷媒はアキュムレータ熱交換器を通して圧縮機にもどる冷媒回路になるが、凝縮器中の滞留冷媒量は常に必要最低量なのでアキュムレータに吸取され、直接圧縮機にもどらない。また蒸発温度が従来品より高いため霜取回数が少ない	外気条件により凝縮器 (室内熱交換器) には多量の液冷媒がたまっているため、霜取運転開始時、多量の液冷媒が直接圧縮機へ液バックする危険がある。蒸発圧力が低いいため霜取回数が多くなる
7	油 戻 り	蒸発器出口の冷媒は未蒸発の液冷媒が混合しているので、冷凍機油はこの液冷媒中に溶け込みアキュムレータに流入するので、低圧配管中の油だまりの危険は少ない	蒸発器出口の冷媒は必ず過熱冷媒ガスなので冷凍機油は溶解できず、低圧配管中の冷凍機油は冷媒ガス速度を一定値以上とし、冷媒ガスと帯同させて循環させる必要がある
8	運 転 制 御 特 性	暖房運転時凝縮器 (室内熱交換器) 出口の冷媒状態を一定にするように冷凍サイクルを制御するため、低外気温度でも安定した運転を行う	暖房運転時、蒸発器 (室外熱交換器) 出口の冷媒過熱度を一定にするように冷凍サイクルを制御するため、低外気温度になるとそれに相当する蒸発圧力の低下が著しく、また制御を維持する膨服弁の圧力差が不十分となり運転不能となる

またアキュムレータ熱交換器は、冷媒回路中の循環冷媒量の調整器としての働きをする。すなわち蒸発器から流入してアキュムレータ熱交換器の底部にたまった液冷媒のうち、熱交換コイルにより蒸発しきれない部分はアキュムレータ内に滞留する。この量は蒸発器側の負荷が小さく、凝縮器側の外気温が低い場合最も増加するが、アキュムレータの内容積は室内・外の負荷変動によって生ずる余剰冷媒量を吸収できる大きさが確保されている。

(4) 油もどり

Hi/Re/Li システムの場合、蒸発器出口での冷媒は必ず湿り状態にあるので、冷凍機油は冷媒中の未蒸発液冷媒中に溶解し、確実にアキュムレータ熱交換器に運ばれる。アキュムレータ熱交換器では飽和冷媒ガスを圧縮機へ供給するため、冷媒ガスには冷凍機油は溶解せず、冷凍機油はアキュムレータ熱交換器底部に滞留している余剰液冷媒に溶け込み、圧縮機への油もどりは阻止されることになる。このためアキュムレータ熱交換器には油もどし用の U 字形管があり、その底部に小穴がありここから冷凍機油の溶解した液冷媒を U 字形管内の冷媒ガス速度により帯同して圧縮機へもどす機構が設けてある。この場合液冷媒が圧縮機へもどるのを防ぐため、吸入配管は凝縮器出口の高温の冷媒液配管と接触させて熱交換し、吸入配管中の未蒸発液冷媒を確実にガス化させてから圧縮機に吸入するようにしている。したがって Hi/

Re/Li システムを用いた機種では、低圧配管中の油もどりは確実に保証される。

以上 Hi/Re/Li システムの特長を説明したが、これを従来の制御システムと比較したのが表 1. である。

4. 空気式ヒートポンプパッケージエアコン

Hi/Re/Li システムの特長を最大限に生かした製品として具体化したものに、Gシリーズ空気式ヒートポンプの GAH 形、GUH 形があり、機種系列としてリモートタイプ、セパレートタイプを含む 7 機種で、容量は 3 トンから 15 トンまでの範囲をカバーしている。これは発売以来 3 年を経過し、市場においてその特性を遺憾なく発揮し好評を博している。表 2. に GAH 形の仕様を示し、図 2. に代表機種の GAH-50 形の外観写真を示す。

5. 具体的成果

次に Hi/Re/Li システムを用いた GAH 形ヒートポンプパッケージエアコンの具体的成果について、特に冷媒回路に起因する事項について紹介する。

(1) 低温時における運転特性

空気熱源ヒートポンプは、外気を熱源として作動して空気調和運転を行うものである。したがってその特性は外気温度により大きく影響

表 2. GAH 形 空気式ヒートポンプ仕様

項目				形名	GAH-50	GAH-80	GAH-100	GAH-150	
電気特性	冷房能力		kcal/h		11,000/12,000	16,000/18,000	21,000/24,000	32,000/36,000	
	暖房能力		kcal/h		11,000/12,000	16,000/18,000	21,000/24,000	32,000/36,000	
	電源				三相 200V 50/60Hz				
	全入力冷房(暖房)		kW		5.2/6.3(4.4/5.1)	7.6/9.2(6.9/8.1)	9.0/11.0(8.2/9.7)	16.0/19.0(14.0/16.0)	
	全電流冷房(暖房)		A		18/21(17/17)	31/32(29/29)	34/36(32/33)	61/63(56/55)	
室内ユニット	効率冷房(暖房)		%		83/87(75/87)	71/83(69/81)	77/88(74/85)	76/87(72/84)	
	始動電流		A		125/115	170/155	200/180	170/155	
	形名				GAH-50	GAH-80	GAH-100	GAH-150	
	外形寸法	高さ	mm		1,700	1,700	2,200	2,320	
		幅		mm		1,100	1,300	1,300	1,700
		奥行き	mm		520	550	635	797	
	外装				リフトブルーハンマートン				
	冷媒回路	圧縮機形式				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
		熱交換器				クロスフィン形			
		冷媒制御器				過冷却制御弁			
		冷媒(R-22)		kg		5.0	8.5	9.5	8.5×2
	送風機	冷凍機油				スニソ 3GS			
		形式				シロッコファン×2		シロッコファン×1	シロッコファン×2
		風量	m³/min		40/45	62/70	80/90	125/140	
		電動機出力		kW		0.2	0.75	1.5	2.2
		補助ヒータ		kW		5.1	7.5	10.0	15.0
	室外ユニット	霜取方式				リバーサイクル			
		エアフィルタ				サランハニカム織			
製品重量		kg		220	315	400+23	550+30		
形名				GVH-50	GVH-80	GVH-100	GVH-80×2		
外形寸法		高さ	mm		963	948	1,227	948	
	幅		mm		785	985			
	奥行き	mm		785	985				
送風機	外装				メラミン焼付マンセル 2.5 B 2.5/1				
	形式				プロペラファン×1				
	風量	m³/min		110/120	190/200	220/230	(190/200)×2		
	電動機出力		kW		0.16	0.36		0.36×2	
	製品重量		kg		90	110	125	110×2	
保護装置					高圧開閉器(溶せん)、熱動温度開閉器(送、15トン除く) 過電流継電器(HE)、熱動温度開閉器(HE)、熱動過電流継電器(送、15トン)				

高圧開閉器 (溶せん)、熱動温度開閉器 (送、15トン除く)
過電流継電器 (圧)、熱動温度開閉器 (圧)、熱動過電流継電器 (送、15トン)

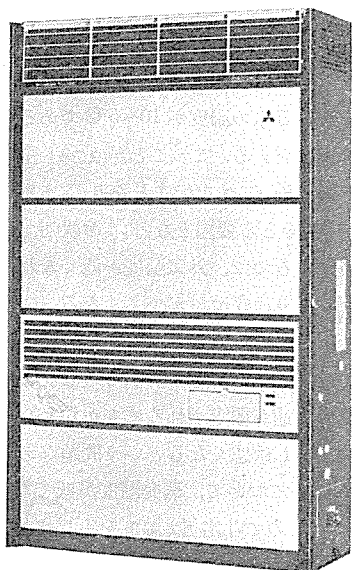


図 2. GAH-50 形外観

される。外気温度が高い場合は比較的問題ないが、低負荷時すなわち、暖房運転時における低外気温度において、運転特性が悪化し、圧縮機トラブルが発生しやすくなる。Hi/Re/Li システムの特性は、このような悪条件である低外気温度においても良好な運転特性を発揮することができる。

その運転特性の例として図 3. に冷房能力線図、図 4. に暖房能力線図、図 5. に暖房低外気温度における運転データを示す。図 4. において、外気を熱源とするヒートポンプの宿命とも言える暖房能力への外気温度の影響が大きく現れているが、安定した運転を行っている。しかしながらその成績係数は、室内を暖房標準温度 (21°C) に保つ場合には図 4. より低外気温度まで 2 以上であり、また図 5. に示すごとく低外気温度における暖房運転は室外熱交換器に着霜する霜取作用を繰り返しながら安定した運転を継続されているので、補助ヒータの組合せ、及びその効率的運転制御を確立すれば、空気熱源ヒートポンプ機種で快適な暖房効果が得られることが立証された。この優れた特性は、Hi/Re/Li システムの採用によるものである。

すなわち過冷却制御弁を用いた Hi/Re/Li システム において特筆で

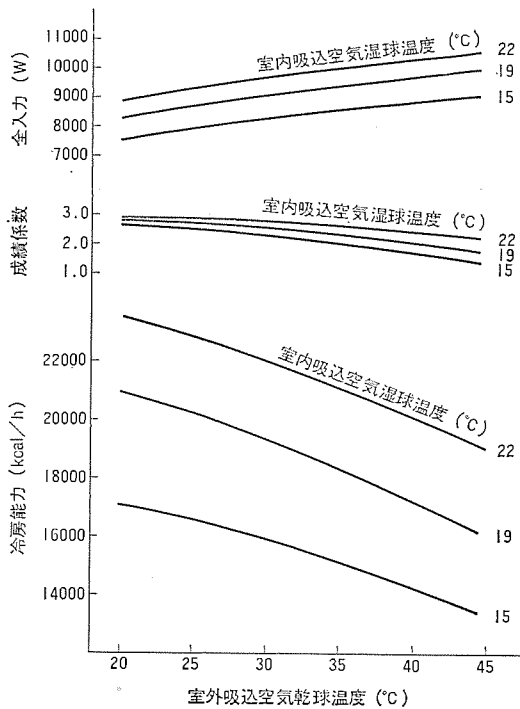


図 3. 空気式ヒートポンプ冷房能力線図 (60 Hz)

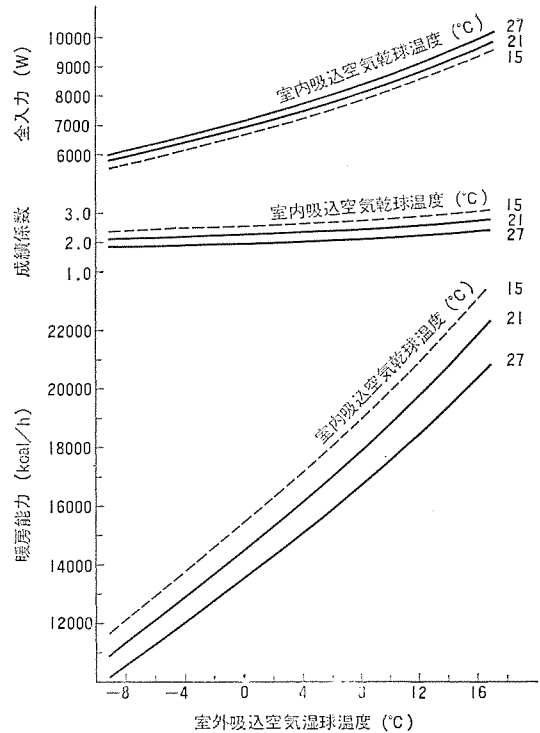


図 4. 空気式ヒートポンプ暖房能力線図 (60 Hz)

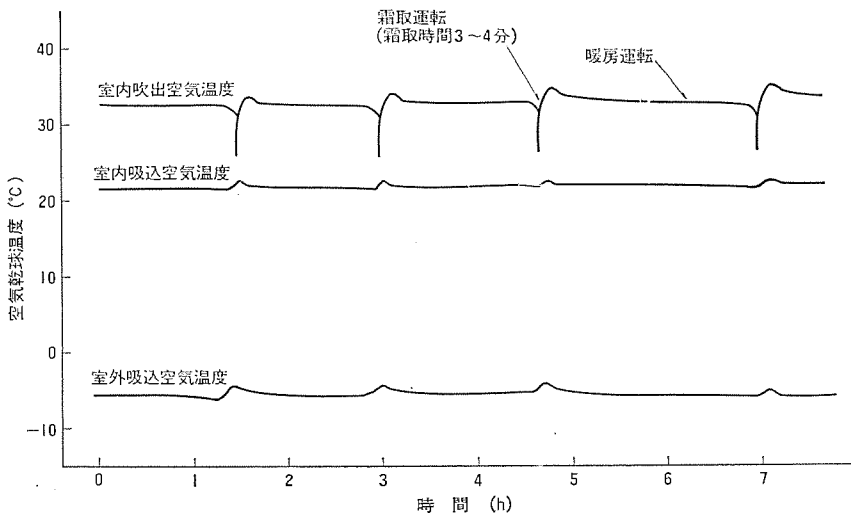


図 5. 空気式ヒートポンプ暖房低温運転データ

きる事項として、蒸発器が常に湿り状態で作動していることが挙げられる。これは蒸発器の熱伝達率を向上させると同時に、蒸発器全体の温度分布を良好な状態に保つことができる。そして蒸発圧力は負荷に見合った蒸発器能力と、圧縮機特性のみによる平衡点となって運転することになり、蒸発圧力は積極的に制御されるものではない。このような蒸発プロセスは従来の方式に比較して蒸発圧力を高く維持し特に低負荷時における運転特性の向上が著しく改善されている。

(2) 省エネルギー

Hi/Re/Li システムを用いた空気熱源ヒートポンプの運転特性は低外気温度から高外気温度に至るまで優れた安定性を示している。能力は外気温度の影響がはっきり表れており、暖房能力においてはそれが著しい。しかし成績係数の低下はほとんどなく、外気温度が氷点以下の低温においても、成績係数 2 以上の高効率で暖房運転が可能にな

っている。空気調和の分野における省エネルギー機種として空気熱源ヒートポンプの優位性を示している。

6. 空対水ヒートポンプユニット

6.1 空対水ヒートポンプユニットの運転のか(苛)酷性

信頼できる空対水ヒートポンプユニットにするためには、冷暖房においてあらゆる運転条件でも安定した運転を行う必要がある。すなわち冷房運転は当然のこと、ここでは特に暖房運転条件における低外気条件、高温水条件、最大着霜条件、除霜条件についてその問題点をあげる。

6.1.1 低外気条件

暖房運転において空気側熱交換器を通る空気温度は 15～5℃で運転されなければならないが、これは冷房運転時に同じ蒸発器としての機能をも

つ水側熱交換器を流れる水の温度が 10～5℃であるのに比べると、その変動幅が大きいと言える。このことがユニット全体の冷媒の分布を悪くして、圧縮機に液バックを起こしたり、また逆に不足して極端に大きなスーパヒートをとる要因となる。冷媒ガスの密度は蒸発温度が下がれば小さくなるので、外気温度が低くなれば圧縮機への吸入ガスは濃度が低くなり冷媒流量が小さくなる。

熱交換器から圧縮機への油もどりは冷媒ガスの流速にたよっており、低温においては油の粘性が増し、油もどしをよくするためにはより一層高速のガス流速が要求されるにもかかわらず流速が小さくなる。すなわち油もどしは悪くなるという問題がある。更に通常の液チャージ温度式膨脹弁において、蒸発温度が低くなると吸入ガスのスーパヒートが大きくなるので吐出ガス温度を上昇させ、高すぎると油の劣化、冷媒の劣化の原因となる。

6.1.2 高温水条件

水側熱交換器においても温水温度 55°C という条件は、冷房運転の外気温度 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ に比べてかなり高い凝縮温度すなわち凝縮圧力となる。この場合には材料の強度的な点はもちろんであるが、圧縮機の吐出ガス温の上昇、電動機の消費電力の増加をもたらすので、極力凝縮温度を下げる必要がある。ところが高温水条件、特に低外気条件におい

ては冷媒の循環量は減少しているので、通常の冷凍サイクルでは過剰に封入された冷媒は高圧側に貯えられる。したがって凝縮のために利用される伝熱面積が非常に小さくなり、凝縮温度は高くなる傾向にあった。

6.1.3 着霜条件

空気側熱交換器の蒸発温度が外気露点温度より低く、それが 0°C 以下であると熱交換器に霜が生成される。この着霜により空気側熱交換器の熱抵抗は増大することになり、蒸発温度は更に低下し霜の生長を促進させることになる。この着霜した状態、通常的能力表示条件より厳しい条件、すなわち低い蒸発温度においても安定した運転を行う必要がある。これは低外気条件の運転と同様なことが言える。また逆にできるだけ着霜しにくいための条件としては、蒸発温度を高く維持することが必要である。

6.1.4 除霜条件

着霜した場合は一時的に暖房運転を冷房運転に切り換え、空気側熱交換器に高温冷媒を流すことによって除霜を行う。この場合切り換え前には、空気側熱交換器は冷たく、もう一方の水側熱交換器は暖められている。ここで除霜運転に入れば水側熱交換器内の冷媒は高温の液冷媒から低温になり、余剰な冷媒を高圧側に蓄えている通常の冷凍サイクルでは、圧縮機に液冷媒が流れ込み液バックをおこす恐れがあった。

以上のようにヒートポンプ運転では冷房運転に比べて厳しい条件下での運転を余儀なくされ、冷媒量の調整、凝縮圧力の低下、蒸発圧力の上昇などをはかる必要があるが、冷凍サイクルの信頼性を維持していくためには、低外気温などの軽負荷時においても油もどしの確保、除霜時のような異常運転においても圧縮機への液バックの防止、更に圧縮機の吐出温度の低下をはかることが重要である。

7. 三菱空対水ヒートポンプユニット“サニーパック”

上述のように、従来の冷凍サイクルをヒートポンプにそのまま適用したのではその高い信頼性を維持することが困難であったが、三菱CAH形空対水ヒートポンプユニット“サニーパック”では冷凍サイクルにHi/Re/Liシステムを採用することにより、ヒートポンプユニットの安定した運転状態を得ることができた。

“サニーパック”の暖房運転における機器構成を図6.に示す。

7.1 圧縮機吐出温度

圧縮機の吐出ガス温度は凝縮温度が高いほど、スーパーヒートが大きいほど、蒸発温度が低いほど高くなる。したがって高温水を出して、低

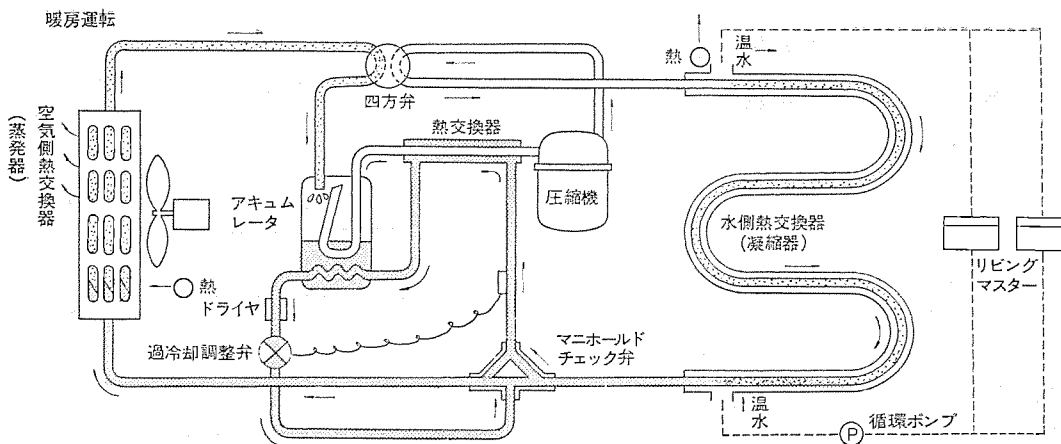


図 6. CAH 形ヒートポンプユニット 機器構成及びサイクル

外気温や着霜時のように蒸発温度の低いときは、スーパーヒートを最小限に押さえられなければ吐出温度が許容値を越えて、圧縮機が正常運転ができなくなることがある。これはスーパーヒート制御の膨脹弁を使用した場合、蒸発温度が下がればスーパーヒートが大きくなることによる。これに対し“サニーパック”では、蒸発器から出た気液混合の冷媒はアキュムレータで分離され、冷媒ガスは熱交換器による最小限のスーパーヒートで圧縮機に吸入されている。すなわち外気温が低下しても極端にスーパーヒートが大きくなることはなく、したがって吐出温度も比較的強く保つことができるのが特長である。

7.2 油もどし

“サニーパック”では凝縮器内における冷媒量を制御する過冷却制御であり、運転条件にかかわらずこれを最小限におさえ、伝熱面積を有効に維持できるので同じ温水温度に対しても凝縮圧力は低くでき、また運転条件の変化に対しても凝縮圧力の変動は小さく、安定した運転状態となる。

次に蒸発器側を見ると、蒸発器から気液混合の冷媒がアキュムレータに送り出されている。すなわちスーパーヒート制御のものに比べると蒸発器出口でも湿度が大きいものとなっている。冷媒の熱伝達率から見れば、湿度の大きいもののほうが高くなるので、蒸発器の熱通過率が高くなる。

ここで蒸発器内に液冷媒を含んでいるということは油が冷媒と混合していることを示し、したがって低温においても混合物の粘度は油の粘度に比べるとはるかに低くなっている。すなわち油もどりが問題となる軽負荷時、冷媒循環量が低下した場合においても確実に油もどしは行われている。

7.3 液バック

蒸発器からアキュムレータに入った気液混合冷媒は、アキュムレータで確実に気体だけに分離され、熱交換器でスーパーヒートがとられているのでいかなる場合でも圧縮機は保護されている。

凝縮器側に過剰な冷媒液が蓄えられた状態の暖房運転から除霜のために冷房運転に切り変わった場合に、その冷媒が圧縮機に流れ込む可能性があるが、“サニーパック”については凝縮器内には最小限の冷媒しか存在せず過剰冷媒は常にアキュムレータにあるので、このような逆サイクル運転による除霜も問題とはならない。

以上のようにHi/Re/Liシステムを採用したCAHサニーパックは冷媒回路の安全性を高め、幅広い運転範囲を要求されるヒートポンプユニットの機器の信頼性において、従来のシステムで問題となっていた点をすべて解決しその信頼性を高めている。

8. 具体的成果

8.1 CAH-10B を使った暖房運転

建築物 木造2階建

部屋総数 12室 (168.5 m²)

空調室数 9室 (119.1 m²)

ファンコイルユニット

三菱 リビングマスター LV-400 FE… 6台

LV-300 FE… 2台

LV-400 ME… 1台

図7. は1月9日の24時間の運転状況の概略である。

外気 最低温度 -1.5°C

最高温度 11°C

相対湿度 55~90%

温水温度 51°C (平均)

デフロスト回数 3回 (計18分間)

室温 (寝室) 暖房中室温

20~22°C

非暖房中室温

6~13°C

ヒートポンプ運転時間合計 18.5時間 / 1日

(6:00~9:30, 18:30~24:00 連続運転)

図8. は上述24時間の運転のうち5:30~8:30の間の各部の温度記録結果である。

外気温 -1~0°C において、温水温度 48~54°C で温度制御、デフロストは7分間で終了、デフロスト中の温水温度低下は13 deg、室温低下は2 degであった。

8.2 運転特性

上述の結果から、温水温度 54°C が確認され、その時でも凝縮温度は温水温度より1~2°C 高いだけで低く維持されている。

また、低外気温のもとでも、スーパーヒートが小さくて済むため必要以上に蒸発温度を下げる必要がなく、冷媒の熱伝達率がよいため、蒸発温度が高く維持でき、そのため外気温が0°Cでも蒸発温度が-6°Cで運転されていることが分かる。

更に蒸発温度 -10°C、凝縮温度 58°C でも吐出ガス温度は116°Cと、蒸発温度が低くなくても吐出ガス温度が低く維持できていることも確認できた。

以上のように、暖房運転中の“サーニパック”の運転状態からもその運転の安定性や、機器の高い信頼性を維持していることが実証されている。

9. む す び

Hi/Re/Li システムを用いた空気式ヒートポンプパッケージエアコン、空対水ヒ

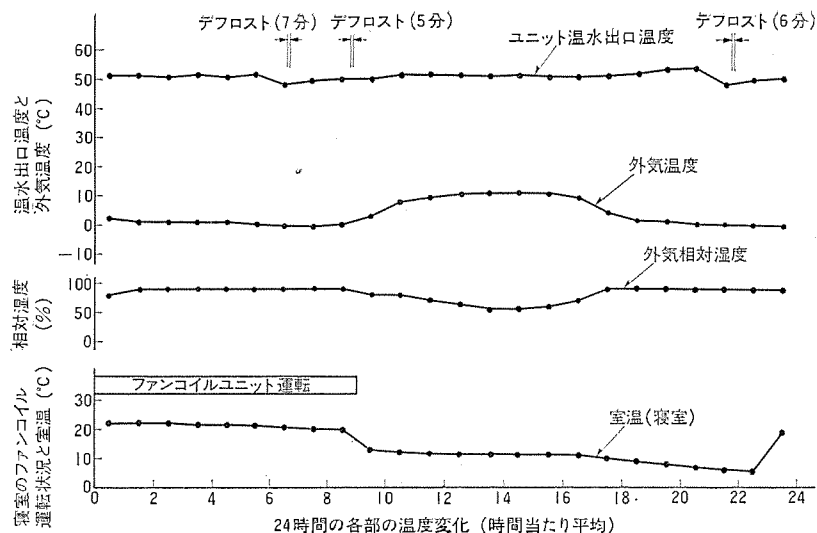


図7. 暖房運転状況

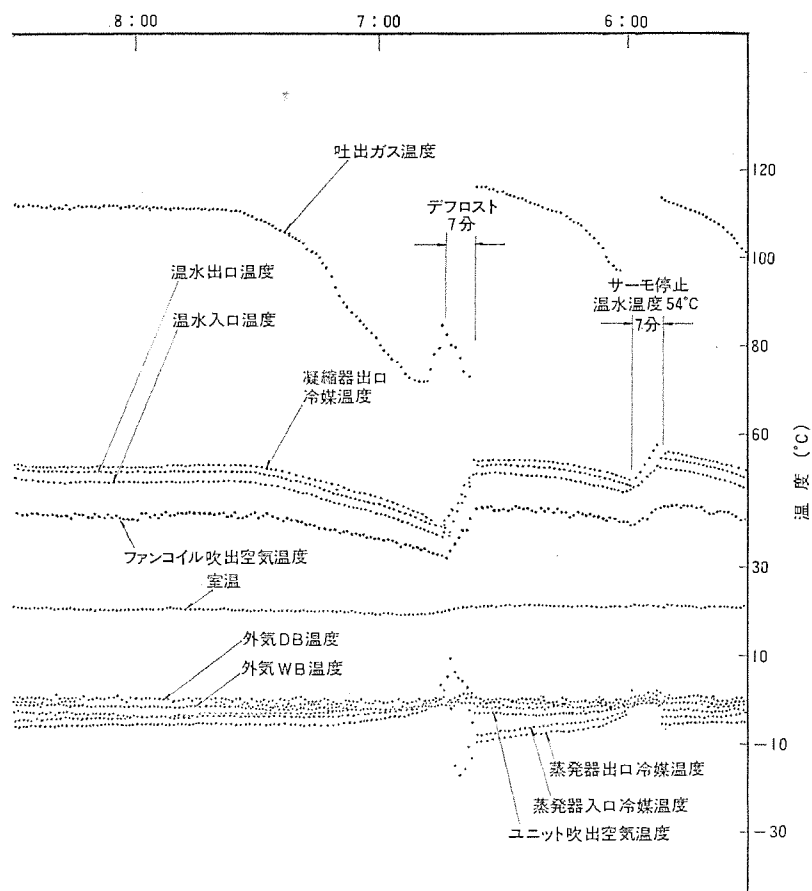


図8. 暖房運転特性

ートポンプチラユニットについて、その冷凍サイクルの信頼性を述べたが、今後ともこのヒートポンプ機種がエネルギー有効利用に役立つよう一層の普及に努力してゆきたい。

冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテン

山崎 起助*・清水 誠*・高妻 光昭**・半田 文男+

1. ま え が き

コールドチェーンの普及並びに冷凍食品の需要増大に伴い、食品の冷凍冷蔵保持は不可欠なものになりつつある。またこれらの食品の販売を行うスーパーマーケット・一般食料品店などではその効率をあげるためにオープンショーケースを設置する傾向がますます強くなっている。最近では売場面積当たりの販売効率を更に増すため多段形オープンショーケースが設置され、しかもこの傾向が冷凍食品売場にまで及んでいる。しかしこれがコールドアイル（ショーケース前面通路に生ずる低温領域）形成の原因になり問題となっている。特に多湿な我が国においては多段形オープンショーケースの性能がエアカーテンの優劣に大きく左右される。本文では特に冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテンのしゃ断性能に影響を及ぼす諸要因を分析し、オープンショーケースの性能向上を計るとともに、設計の方向づけを行った。

2. 冷凍多段形オープンショーケースの特長

2.1 仕 様

図1. は冷凍多段形オープンショーケースの外観、図2. は構造、表1. は仕様を示す。

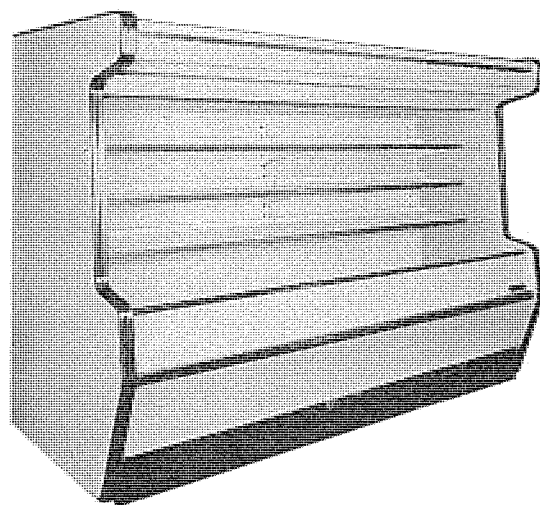


図1. 冷凍多段形オープンショーケース

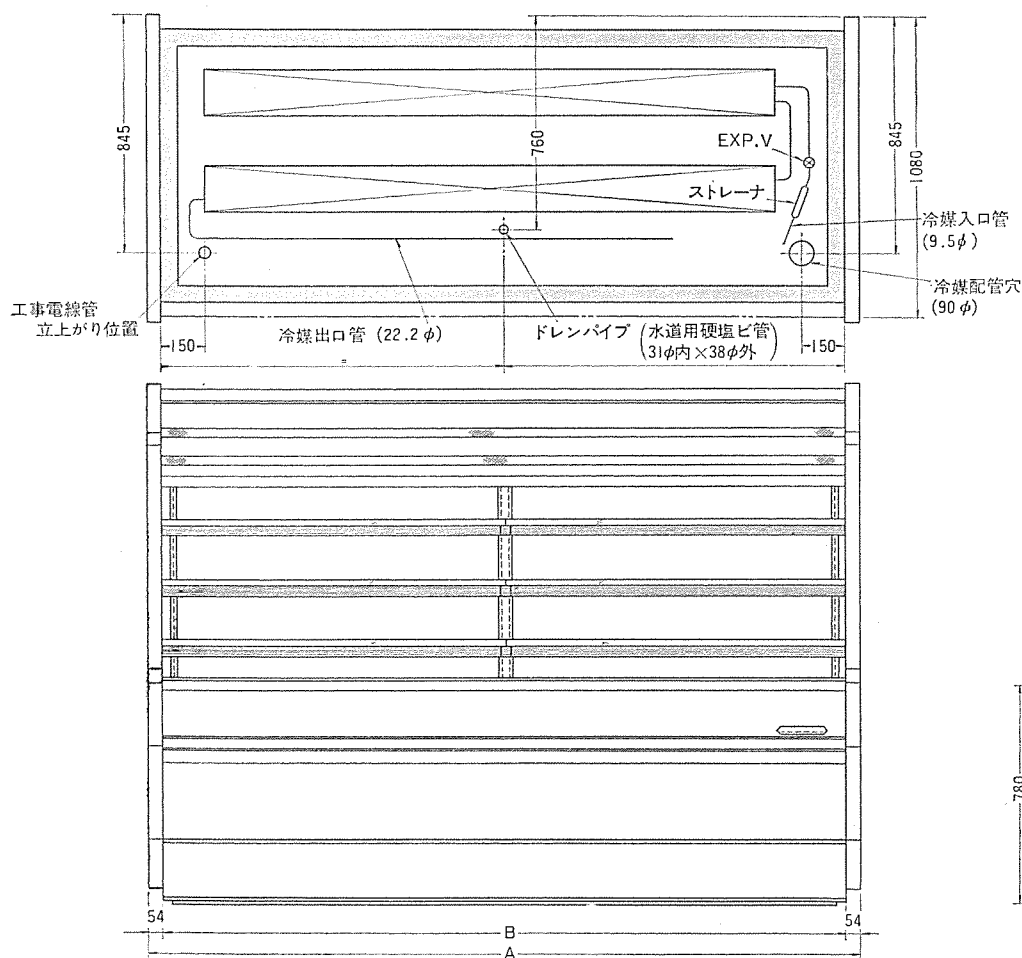


図2. 冷凍多段形オープンショーケースの概略構造図

	Amm	Bmm
AD-24LTD	2548	2440
AD-18LTD	1938	1830

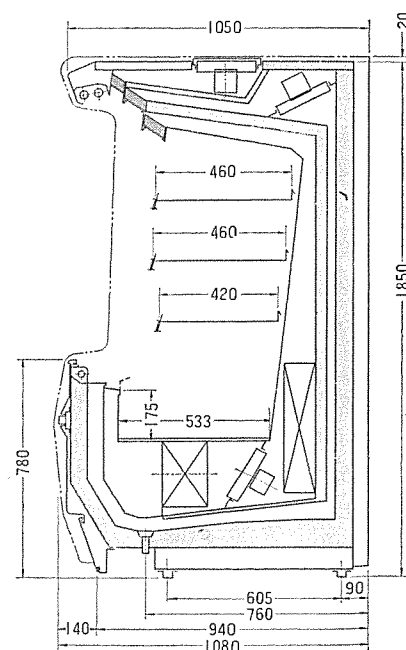


表 1. 冷凍多段形 オープンショーケース の仕様一覧

形 式 名		AD-24 LTD	AD-18 LTD
使 用 温 度		-20°C	
外 形 寸 法 (高さ×幅×奥行)		1850×2440×1080	1850×1830×1080
構 造	外 装	高級仕上鋼板メラミン焼付塗装及び高級塩ビ鋼板	
	内 装	高級仕上鋼板メラミン焼付塗装	
	冷 却 室	FRP (ガラス繊維強化プラスチック) 成形品	
	断 熱 材	ポリウレタン現場発泡	
た な		高級仕上鋼板メラミン焼付塗装 3 段 (高さ調節可能) 2 分割式	
電 装 品	庫内送風機	単相 200 V 28 W×16	単相 200 V 28 W×12
	防露ヒータ	単相 200 V 1470 W	単相 200 V 1105 W
	除霜ヒータ	三相 200 V 3000 W×3	三相 200 V 2250 W×3
	照 明 (けい光灯)	単相 100 V 40 W×6	単相 100 V 40 W×3 20 W×3
冷媒接続 管 口 径	液 管	9.5 mm	
	吸 入 管	25.4 mm	
所 要 冷 凍 能 力		4800 kcal/h (蒸発温度 -40°C)	3600 kcal/h (蒸発温度 -40°C)
冷 凍 機		機 械 別 置	
使 用 冷 媒		R-22	
冷 却 器		クロスフィンクーラー強制通風式	
膨 脹 弁		温度作動式膨脹弁	
ド レ ン 口 径		内径 31 mm×外径 38 mm (硬塩ビ管)	
除 霜 方 式		完全自動タイマ霜取方式 (霜取ヒータ, 過熱防止器付)	
電 源 接 続 方 式		直 結 方 式	
展 示 面 積		4.6 m ² (3 枚たな)	3.4 m ² (3 枚たな)
有 効 内 容 積		1315 l	990 l
付 属 品		温度計, 調節ボルト, たなガード, ナイトカバー	
オ プ シ ョ ン 部 品		仕切板, ドレントラップ, ブライトアップ照明	

2. 2 特 長

スーパーマーケット・一般食料品店などでは売場面積の有効利用, 商品展示効果の増大などの観点より, 中高温オープンショーケースと同様に冷凍食品売場にも多段形オープンショーケースが設置されている。今回開発した新形冷凍多段形オープンショーケース AD-L 形についてその特長を述べる。

(1) 展示効果

展示効果を左右する要因には, 使いやすさの項目としてケースの全高, 前面手すりの高さ, たなの間隔がある。人間工学的な観点から最適なバランスを保つため全高 1,850 mm, 手すりの高さ 780 mm を採用した。特に最下段のたなと手すりとの間隔を広げ庫内商品の展示効果も高めた。また照明についてはショーケーストップの前後に 2 灯, 更に手すりにも 1 灯のけい光灯をつけて照度をアップした。

(2) 性 能

今までの研究成果から吹出口のフリージングエア・コールドエア・ガードエアの

おのおのの幅の組合せ, 吹出口の角度, 吸込口のフリージングエア・コールドエアのおのおのの幅の組合せ, 及び形状, 開口距離と適正風量の関係などを設計に応用し, エアカーテンの冷氣しゃ断効果が優れ, 経済的に商品を保冷することができる。

3. エアカーテンの熱しゃ断特性

冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテン系は図 2. でもわかるように, フリージングエア (以下 FA と略称する), コールドエア (以下 CA と略称する) 及びガードエア (以下 GA と略称する) の 3 層からなっている。

FA は冷却器で冷却され庫内に冷凍量を供給するとともに, 庫内冷氣が庫外へ流出するのを防ぐ機能を持っている。その外側の CA は FA エアカーテン流を保護し, 更に外側の GA は FA・CA のエアカーテン流を保護して, 庫外へ流出する冷氣を極力押さえる機能をはたしている。

このように 3 層のエアカーテンで庫内冷氣を保護しているが, ショーケースの庫内・外を熱的に完全にしゃ断できるものではなく, 各エアカーテン間の空気の混合によって, 庫内に比べて高温多湿の室内空気が庫内へ侵入する。これがオープンショーケース前面の開口部から受ける熱負荷となる。この熱負荷はオープンショーケースのヒータ及びファンモータなどの電気的な負荷を除いた熱交換, 及び熱通過による負荷全体の 80 % という大きな割合を占めており, 室内空気の侵入量 (= 冷氣の流出量) を少なくすることはオープンショーケースの熱負荷の減少, 冷却器への着霜量の減少, 更にはオープンショーケース前面通路に生じるコールドアイルの改善になる。

したがって, 室内空気の侵入量を少なくすることは, とりもなおさず, オープンショーケースの運転性能・省エネルギー・低温保持・食品の安全衛生保管及び顧客へのサービス向上にとって, 特に重要なことである。

ここでは, エアカーテンの熱しゃ断特性を解明するために, 3 層のエアカーテンをモデル化して, エアカーテン各部のエンタルピー, 冷凍負荷, あるいは着霜量などを評価する特性式を検討する。

3. 1 冷凍負荷

オープンショーケースの冷凍負荷は, ケースに内蔵されている防霜防露ヒータ・ファンモータによる内部負荷及びケース周壁からの熱通過による負荷並びに室内空気侵入による負荷などからなっている。このオープンショーケースの冷凍負荷を求めるために, 図 3. に示す熱平衡モデル図に従って熱平衡式を立てる。

各エアカーテン部にエネルギー保存則を適用すれば

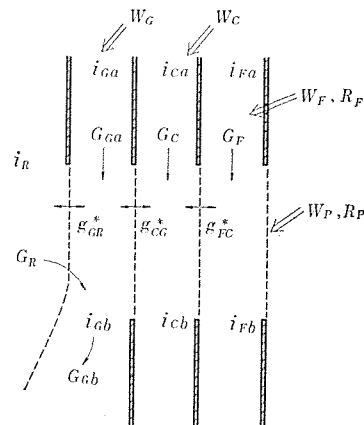


図 3. エンタルピー分布

$$G_F(i_{Fa}-i_{Fb})-\frac{g_{FC}^*}{2}(i_{Fa}+i_{Fb}-i_{Ca}-i_{Cb})+W_P=0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$G_C(i_{Ca}-i_{Cb})+\frac{g_{FC}^*}{2}(i_{Fa}+i_{Fb}-i_{Ca}-i_{Cb}) \\ -\frac{g_{CG}^*}{2}(i_{Ca}+i_{Cb}-i_{Ga}-i_{Gb})=0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$(G_{Ga}i_{Ga}-G_{Gb}\cdot i_{Gb})+\frac{g_{CG}^*}{2}(i_{Ca}+i_{Cb}-i_{Ga}-i_{Gb}) \\ -\frac{g_{GR}^*}{2}(i_{Ga}+i_{Gb}-2i_R)+G_Ri_R=0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

エアカーテン系を除いたダクト系にエネルギー保存則を適用すれば

$$G_F(i_{Fa}-i_{Fb})=W_F-R_F \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$G_C(i_{Ca}-i_{Cb})=W_C \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$G_{Ga}(i_{Ga}-i_{Gb})=W_G \quad \dots\dots\dots (6)$$

GA 系統の流量は

$$G_{Ga}+G_R=G_{Gb} \quad \dots\dots\dots (7)$$

GA の吸込口側の流量 G_{Gb} と吹出口の流量 G_{Ga} との比を k とすれば

$$G_{Gb}=kG_{Ga} \quad \dots\dots\dots (8)$$

オープンショーケースの冷凍負荷は、FA 系統にある冷却器の冷凍能力 R_l に等しく、式 (1)～(8) から R_l を求めると次式になる。

$$R_l=\frac{1}{A}\left[(i_R-i_{Fa})+A\cdot W_F+\left(A-\frac{1}{2G_F}\right)(W_P+W_C) \right. \\ \left. -\frac{1}{g_{FC}^*}W_C+\frac{(1+k)}{2k\cdot G_{Ga}+g_{GR}^*}W_G\right] \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$A\equiv\frac{1}{g_{FC}^*}+\frac{1}{g_{CG}^*}+\frac{1}{2k\cdot G_{Ga}+g_{GR}^*}+\frac{1}{2G_F} \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここに

G : エアカーテンの流量 (kg/h)

G_R : 室内 (R) から GA エアカーテンに混入する流量 (kg/h)

g^* : エアカーテン間の交換流量 (kg/h)

i : エンタルピー (kcal/kg)

W : ダクト系に侵入する冷凍負荷 (kcal/h)

添字の説明

F, C, G : FA, CA, GA 系統

P, R : 庫内, 室内

a, b : 吹出口, 吸込口

冷凍量 R_l は各エアカーテン間の交換流量と各ダクト系に侵入する冷凍負荷の関数となり、各ダクト系の侵入冷凍負荷が一定であるとすれば式 (10) で定義される $[A]$ によってエアカーテンの熱しゃ断特性を評価することができる。

3.2 着霜量

冷却器へ付着する霜は、室内空気侵入により、その空気中に含まれる水分が冷却器表面へ凝結することに起因している。3.1 節で扱ったエネルギー保存則と同様に、図 4. に示す各エアカーテン系における水分 (絶対湿度 x (kg/kg) で表示する) へ質量保存則を適用すれば

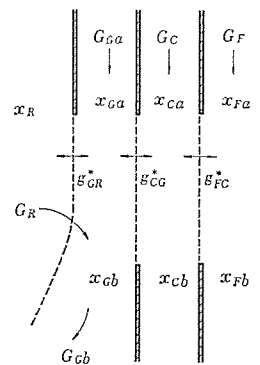


図 4. 湿度分布

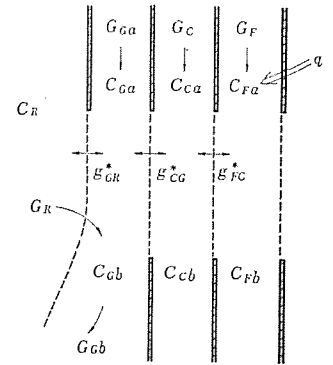


図 5. 炭酸ガス濃度分布

$$G_F(x_{Fa}-x_{Fb})-\frac{g_{FC}^*}{2}(x_{Fa}+x_{Fb}-x_{Ca}-x_{Cb})=0 \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$G_C(x_{Ca}-x_{Cb})+\frac{g_{FC}^*}{2}(x_{Fa}+x_{Fb}-x_{Ca}-x_{Cb}) \\ -\frac{g_{CG}^*}{2}(x_{Ca}+x_{Cb}-x_{Ga}-x_{Gb})=0 \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$G_G(x_{Ga}-k\cdot x_{Gb})+\frac{g_{CG}^*}{2}(x_{Ca}+x_{Cb}-x_{Ga}-x_{Gb}) \\ -\frac{g_{GR}^*}{2}(x_{Ga}+x_{Gb}-2x_R)+G_R\cdot x_R=0 \quad \dots\dots\dots (13)$$

各エアカーテンのダクト系における着霜量を ΔX (kg/h) で表示すると、ダクト系における水分の質量保存則から

$$G_F(x_{Fb}-x_{Fa})=\Delta X_F \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$G_C(x_{Cb}-x_{Ca})=\Delta X_C \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$G_{Ga}(x_R-x_{Ga})=\Delta X_G \quad \dots\dots\dots (16)$$

総着霜量を ΔX_l とすれば

$$\Delta X_l=\Delta X_F+\Delta X_C+\Delta X_G \quad \dots\dots\dots (17)$$

であるから、式 (11)～(17) より、 ΔX_l を求めると

$$\Delta X_l=\frac{1}{A}\left[(x_R-x_{Fa})+\left(\frac{1}{2G_F}+\frac{1}{g_{FC}^*}\right)\Delta X_C \right. \\ \left. +\left(A-\frac{(1+k)}{2k\cdot G_{Ga}+g_{GR}^*}\right)\Delta X_G\right] \quad \dots\dots\dots (18)$$

となり、着霜量も冷凍負荷と同様に式 (10) で定義される $[A]$ によって評価することが可能となる。

3.3 エアカーテン間の交換流量

オープンショーケースのエアカーテンの熱しゃ断能力による冷凍負荷、及び着霜量の大小は $[A]$ によって評価できるが、これはエアカーテン間の交換流量 (隣り合うエアカーテンにおいて、単位時間当たりに入替える空気量) g^* の関数として与えられ、この値は実験によって求める必要がある。このために FA 系統に一定量の炭酸ガスを供給し、各エアカーテンの吹出口における炭酸ガス濃度を測定する。この炭酸ガス濃度と交換流量との関係は以下に示す式で表される。

図 5. に示す系が平衡状態にあるとき、エアカーテン系の炭酸ガスの質量保存則から、各部の炭酸ガス濃度を C (kg/kg)、炭酸ガス供給量を q (kg/h) で示すと

$$G_F(C_{Fa}-C_{Fb})+\frac{g_{FC}^*}{2}(C_{Fa}+C_{Fb}-C_{Ca}-C_{Cb})=0 \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$G_C(C_{Ca}-C_{Cb})+\frac{g_{FC}^*}{2}(C_{Fa}+C_{Fb}-C_{Ca}-C_{Cb})$$

$$-\frac{g_{CG}^*}{2}(C_{Ca}+C_{Cb}-C_{Ga}-C_{Gb})=0 \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$G_{Ga}(C_{Ga}-k C_{Gb})+\frac{g_{CG}^*}{2}(C_{Ca}+C_{Cb}-C_{Ga}-C_{Gb})$$

$$-\frac{g_{GR}^*}{2}(C_{Ga}+C_{Gb}-2 C_R)+G_R \cdot C_R$$

$$=0 \quad \dots\dots\dots (21)$$

ダクトの吸込口、吹出口間における炭酸ガス の質量保存則から

$$G_F(C_{Fa}-C_{Fb})=q \quad \dots\dots\dots (22)$$

$$C_{Ca}-C_{Cb}=0 \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$G_{Ga}-C_R=0 \quad \dots\dots\dots (24)$$

更に、 C_{Gb} が C_R と C_C 間のどの辺の濃度状態にあるかを示す係数を l とすれば式 (25) となる。

$$C_{Gb}=C_R+(C_{Cb}-C_R)l \quad \dots\dots\dots (25)$$

ここで、吹出口の炭酸ガス 濃度を基準としたエアカーテン 交換流量 g とエアカーテン 流量 g^* との関係は

$$g_{FC}^*=\frac{1}{\frac{1}{g_{FC}}+\frac{1}{2 G_F}} \quad \dots\dots\dots (26)$$

$$g_{CG}^*=\frac{g_{CR}}{\left(1-\frac{l}{2}\right)} \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$g_{GR}^*=\frac{2 g_{CR}}{l}-2 k G_{Ga} \quad \dots\dots\dots (28)$$

式 (26)～(28) となる。式 (10) で定義した $[A]$ を書きかえると

$$\frac{1}{A}=g_{FR} \quad \dots\dots\dots (29)$$

で表すことができる。 g_{FR} は FA エアカーテンの吹出口まで侵入する等価的な室内空気侵入量を示している。以上のことから、室内空気侵入量 g_{FR} を実験的に求め、これをエアカーテンの熱しゃ断能力の評価基準とする。

4. 実験結果とその展開

4.1 実験の概要

冷凍多段形 オープンショーケース エアカーテンの熱しゃ断能力の評価基準となる室内空気侵入量 g_{FR} に影響を及ぼす構造的な要因は、エアカーテンの吹出口・吸込口・たな位置・開口距離(吹出口と吸込口間のエアカーテンの長さ)など数多くあり、このほかに各エアカーテンの流量が要因となって広範な実験内容となる。冷凍多段形 オープンショーケースの特性を明確にするため、実機と同一規模の実験装置で性能解析を行った。また、この成果が生かされている実機について性能の確認を行っている。

4.2 実験装置

図 6. は冷凍多段形 オープンショーケース 実験装置の概略を示す。

この実験用 オープンショーケース は、エアカーテンの室内空気侵入量に影響を及ぼすと考えられる吹出口・吸込口などの諸要因を自由に変化できるように作られている。オープンショーケースの背後には、各ダクト系に送風機とフローノズルを設置して、各エアカーテンの吹出流量を任意

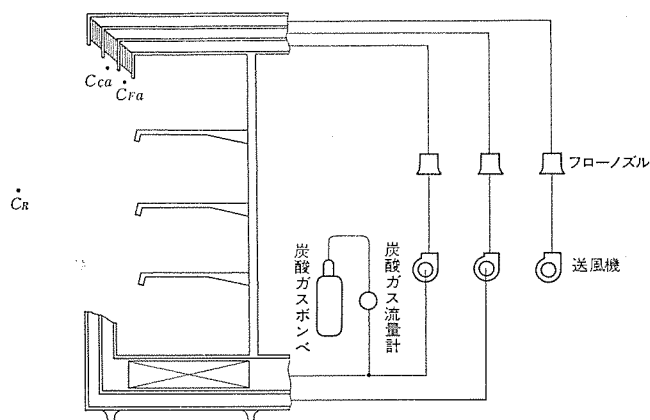


図 6. オープンショーケース 実験装置の概略図

に設定するため送風機の駆動には可変速電動機を使用した。フローノズルの出入口圧力差を測定することにより吹出流量が得られる。

4.3 室内空気侵入量の測定方法

室内空気侵入量は、図 6. に示すように炭酸ガス 流量計を通して、炭酸ガスを FA 系統に一定量連続供給し、各エアカーテンの吹出口及び室内空気中に含まれる炭酸ガス 濃度を赤外線式炭酸ガス 濃度計で連続記録して測定した。

FA・CA の吹出口及び室内の炭酸ガス 濃度 C_{Fa} ・ C_{Ca} ・ C_R (kg/kg) 並びに炭酸ガス 供給量 q (kg/h) から、吹出口濃度基準のエアカーテン間の交換流量 g_{FC} , g_{CR} (kg/h) と室内空気侵入量 g_{FR} (kg/h) を求める。

4.4 実験結果

室内空気侵入量の少ないオープンショーケースを設計するために、エアカーテンを構成する構造要因すなわち各吹出口・各吸込口の幅・形状・角度・また各吹出流量の諸要因が室内空気侵入量にどのような影響を与えるかについて実験し、その手段として前述の炭酸ガス 濃度測定による方法を採用した。

今まで行ってきたこれら一連の実験解析から、室内空気侵入量を少なくさせるエアカーテンの吹出口の構造・各吹出幅間の関係・各吹出流量間の相互関係・更に吸込口構造及び吸込口相互の関係などに最適構造又は最適関係のあることが解明された。

図 7. は、FA 吹出流量 G_F と GA 吹出流量 G_G を一定にして

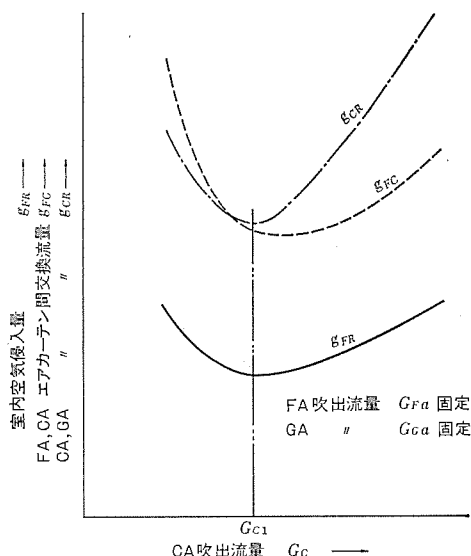


図 7. CA 吹出流量と室内空気侵入量、各エアカーテン間の交換流量の関係

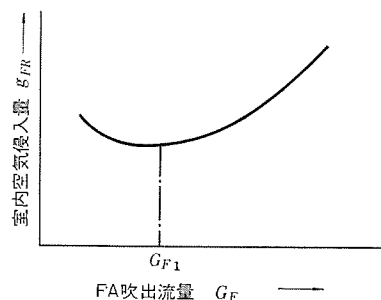


図 8. FA 吹出流量と室内空気侵入量

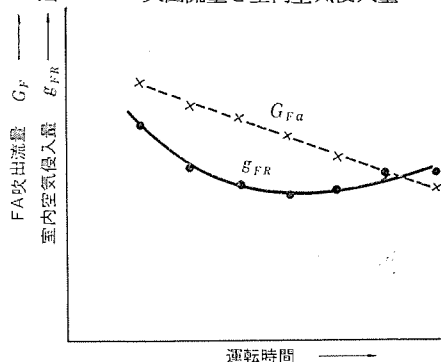


図 9. FA 吹出流量と室内空気侵入量の時間的変化

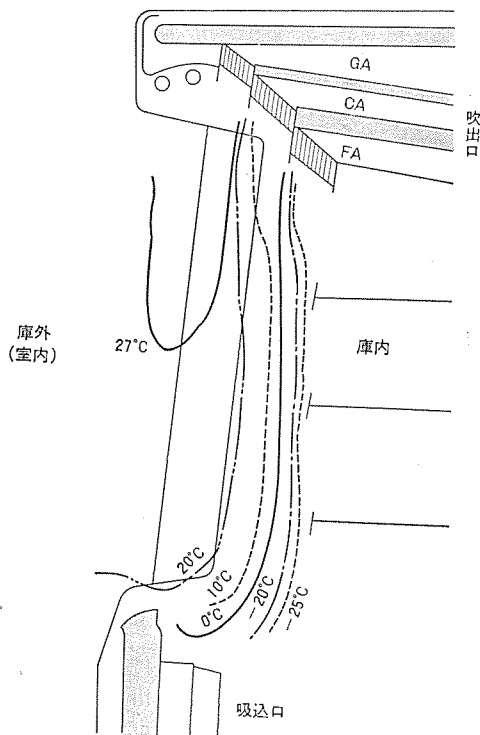


図 10. エアカーテン 温度分布

CA 吹出流量 G_C を変化した時のエアカーテン間の交換流量 g_{FR} , g_{CR} 及び室内空気侵入量 g_{FR} の関係を示したもので、CA 吹出流量 G_{C1} において室内空気侵入量は最小値となる。すなわち、この FA・CA 吹出流量に対する最適 CA 吹出流量を G_{C1} に設定すれば室内空気侵

入量を最小にできる。このようにして種々の FA 吹出流量に対する室内空気侵入量の最小値をプロットすると図 8. のようになる。この図において、FA 吹出流量が G_{F1} のとき室内空気侵入が最小となり、この流量からはずれると室内空気侵入量は増加する。

開口距離を短くすると、それに比例して室内空気侵入量は減少する。また、FA 吹出流量と商品陳列だなの位置関係によって室内空気侵入量は影響を受ける。

4. 5 実機の性能

室内空気侵入量を最小にする研究の成果を折りにこんだ AD-L 形の冷却性能について実測した結果、室内空気侵入量が少なくかつ庫内品温も所定の低温を保つことが確認された。

図 9. は、FA 系統に一定量の炭酸ガスを連続供給し、室内空気侵入量と吹出流量の変化を時間経過に従って実測した結果である。

この図から、FA 吹出流量 G_F は高湿の室内空気の侵入による冷却器への着霜により冷却器の風路抵抗が増加するために時間が経過するに従って減少する。一方、室内空気侵入量は運転開始直後には減少し、運転途中でほぼ安定した値となり、以後は増加する傾向になる。しかし、まもなく除霜開始時刻になり、冷却器の除霜が始まる。他方常に陳列商品の品温を所定の低温に保持できるよう除霜間隔にも配慮がされている。

図 10. は多点デジタル記録温度計で測定した実機のエアカーテン温度分布である。庫内側のエアカーテンの温度は -25°C 以下であり、庫内の商品は十分に冷却された状態に保たれていることが分かる。

5. む す び

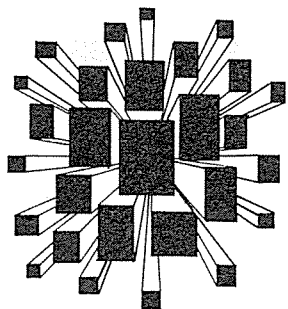
コールドチェーンの普及と冷凍食品の需要増大にともない、冷凍多段形オープンショーケースはスーパーマーケットなどの商店で多く使用されるようになったが、その前面通路に形成されるコールドアイルを解消する要求、湿度の高い我が国では冷却器への着霜を減少させる必要性、冷気流出を減少して省エネルギー化の実現、商品の安定な低温維持など多くの問題を解決するため、エアカーテンの冷気シャ断特性を改良する必要性は今後更に重要となる。

今回は冷凍多段形オープンショーケースのエアカーテン系に着目し、構造的な要因・吹出風量に関する要因がエアカーテンの冷気シャ断特性にどのような影響を及ぼすかを広範な実験により解明し、その成果を反映した製品を提供することができた。この研究の成果は同様に、チルド食品及び冷蔵食品のための冷蔵用オープンショーケースのエアカーテン性能にも十分活用でき、設計上の改良を行っている。今後更に、市場の要求や今回の実験でまだ解明されていない課題に取り組み、冷凍・冷蔵効果の向上と安定保冷及び省エネルギー化による運転費の低減を計るために研究を進めていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 半田, 小島, 館: 三菱電機技報, 46, No. 3, 350 (昭 47)
- (2) 山崎, 清水, 渡部: 三菱電機技報, 47, No. 5, 521 (昭 48)

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
723248	三相誘導電動機の起動装置	小井川 茂	723907	固体色素レーザ素子の製造方法	{草川英昭・高橋健造 野村健次・伊東克能
723249	料金調定装置	岡上公彦	724059	防食膜付着状況検査法	星野昌弘・山崎遼一
723250	放電灯装置	{土井貞春・賀茂部透 正田 勲	724060	立形回転電機の軸受装置	中野 修
723894	放電加工装置	{斎藤長男・荒井伸治 小林和彦	724061	感光性樹脂除去方法	{阿部東彦・奈良愛一郎 近藤久雄・山崎照彦
723895	放電加工面の処理方法	斎藤長男・小林和彦	724062	高耐圧用冷蔵庫きょう(筐)体の製造方法	{村山邦彦・佐々木武敏 古宮龍夫
723896	発電機の制御装置	平尾新三	724687	断熱パイプの製造方法	松尾 清
723897	インバータ装置	赤松昌彦	724688	空気調和装置の制御装置	山下紀夫・中村新一
723898	しゃ断器の乾燥方法	合志宏道・左中英夫	724928	充電発電機制御装置	石橋光雄
723899	コイル尾端検出装置	山下弘雄	724929	充電発電機制御装置	石橋光雄
723900	無接触形状追跡装置	稲荷隆彦	724930	印字装置	田中睦務・西山真次
722564	真空開閉器	松山 清・岡田武夫	724931	音響再生装置	鈴木英男
722565	アドレス読出記録再生方式	川井 尚	724932	選択式スイッチ	吉川英之
722566	回路しゃ断器	山本啓一・戸田晴久	724933	電気機器	永井信夫・但田昭司
722567	限流装置	{伊藤利朗・宮本紀男 和田勇一	724934	表示装置	大川清人・大田正義
722568	冷却器	岩崎善彦	724935	スイッチング回路	西谷芳久・三橋康夫
722569	回転電気機器の回転子巻線温度保護装置	{宇野克己・瀬戸正徳 福村憲一郎	724936	半導体装置の電極端子取付法	加藤忠雄・山根健治
722570	半導体装置の製作方法	中田仗祐	724937	前照灯装置	中堀一郎
722571	文字表示装置	山崎英蔵	724938	内燃機関点火装置	三木隆雄・日野利之
722572	内燃機関点火装置	{伊藤 勝・斎藤 実 橋本正春	724939	マイクロ波加熱装置	中原昭次郎
722573	内燃機関点火装置	才田敏和	724940	交流アーク溶接機	鶴飼 順
722574	パルス発生器	多田一彦・光岡 宏	724941	金属の接合方法および装置	{山本利雄・島田 弥 大 峯 恩
722575	エンジン制御装置	平野重明・藪中 潔	724942	アーク溶接機	{鶴飼 順・平松正毅 水野孝治
722576	内燃機関用燃料噴射制御装置	藤井 学・山下紀夫	724943	モリブデン酸ガドリニウム製造法	{栗津健三・武藤勝俊 丸山内 剛
722577	移送体の磁気浮上装置	山田忠利・岩本雅民	725867	電力機械力間のパワー変換を行う巻線形誘導機装置	赤松昌彦
722578	浮上移送方式	岩本雅民・山田忠利	726273	回路しゃ(遮)断装置	山本清美
723251	放電灯用口金接着剤	{土井貞春・加茂部透 正田 勲	726274	ネットワークプロテクタ	梅本隆司・宮田泰之
723252	生体監視装置	岩田 誠	726275	内部鏡形ガスレーザ	谷口一郎・富島一成
723253	ブラウン管の製造方法	岩田 浩	726276	プラスチックQスイッチ	{草川英昭・高橋健造 伊東克能
723254	固体色素レーザ素子	{草川英昭・高橋健造 伊東克能	729350	だ(箱)円偏波率測定器	香川 哲・川口勝己
723255	固体色素レーザ素子	{草川英昭・高橋健造 伊東克能	729351	地面保温装置	尾畑喜行
723256	ガスレーザ装置	谷口一郎・永井治彦	730807	配合コンベアの制御装置	木内 修
723257	コンベア自動仕分け装置	水野公元	730808	輸送装置	石 雅彦
723901	半導体装置	{船川 繁・上田 守 大 社 昂	730809	水溶性樹脂の電気泳動塗装による厚膜形成法	地大英毅・末 武 隆
723902	避雷器	永井信夫・但田昭司	730810	電気掃除機	武井久夫・加藤 悟
723903	半導体装置	蒲生 浩	730811	内燃機関始動装置	森下 瞭
723904	避雷器	但田昭司・宇治田 克	730812	ガスレーザ放電管	谷口一郎
723905	レーザ溶接装置	伊 東 尚	730813	衝撃用しゃ断器	片山 紘二
723906	固体色素レーザ素子の製造方法	{草川英昭・高橋健造 野村健次・伊東克能	730814	トランジスタ電動機の制動装置	藤井 学
			730815	トランジスタモータの制動装置	藤井 学
			730816	系統連系装置	{林 重雄・石黒富士雄 団 幸太郎・山田郁夫



特許と新案

ハンドル抜取位置表示装置付開閉器 (実用新案第 980812 号)

考案者 安見章造・坂恵節典

この考案は、複数の切換位置を有するハンドル抜取式の開閉器において、ハンドルの抜取位置を表示して誤操作を行わないようにした開閉器のハンドル抜取位置表示装置を提供するものである。

図 1. はこの考案による開閉器の平面図で、II-II 線の断面を図 2. に、名板を除いた状態を図 3. に示す。図 4. はハンドル(1)を示し、係合部(2)が形成されている。

図 1.~3. はハンドル(1)を抜取った状態を示し、(3)はハンドルにより操作される開閉器本体で、取付板(4)に取付けられている。(6)は名板取付台で、環状のおう(凹)所(8)が設けられ表示板(9)が収容されている。この表示板には、ハンドル(1)を貫通させ係合部(2)に係合されて一体となって回転できるようにあな(孔)(10)が設けられ、かつ、周囲に 4 個の切欠きからなる係止部(11)が形成されている。(12)は表示板(9)の一部の着色部、(13)は各係止部(11)と選択的に係合して表示板(9)を所定回転位置に保持して回り止めをする板ばねよりなる保持片、(14)は表示板(9)を覆って名板取付台(6)に固着した名板で、4 個の表示窓(16)が設けられている。

ハンドル(1)を操作して抜取ると、どれかの表示窓(16)を通して表示板の着色部(12)を見ることができ、常にハンドル(1)の抜取位置を知ることができて、誤操が防がれる。

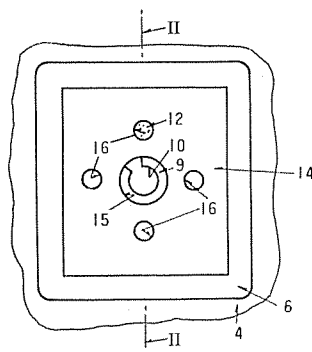


図 1

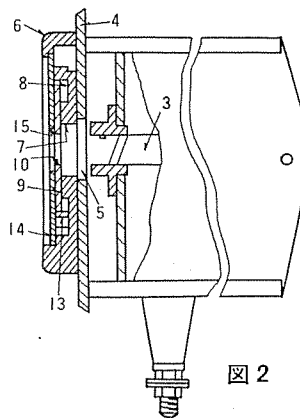


図 2

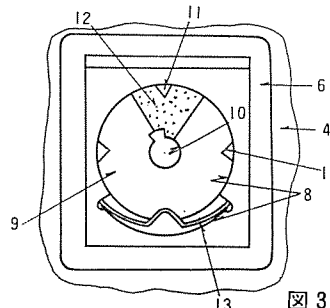


図 3

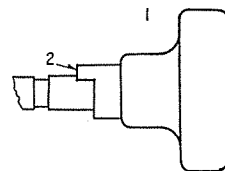


図 4

エンジン制御方式 (特許第 653059 号)

発明者 小川裕三

この発明は、エンジンの試験の自動プログラムコントロールにおいて、エンジンの任意の動作点で特性を安定させるようにしたトルクと速度の同時制御方式に関するものである。

たとえば、ディーゼルエンジンのように、エンジンにオールスピードガバナを持っているものは、図 1. に示すように、トルクが速度値に関係なくほぼ一定の領域 A と、ガバナが動作を始める点 B と、ガバナ動作領域 C とからなる特性を備えている。このため、領域 A でトルク制御直線(2)を得ようとしても、エンジンの特性が速度軸(横軸)に対し平行しているので、少しのトルク変動で速度が大幅に変わり不安定となる。また、C 領域では速度制御直線(1)を得ようとしても、トルク軸(縦軸)に対し平行しているので、少しの速度変動でトルクが大幅

に変わり不安定となる。

この発明はこのような欠点を除いたもので、ダイナモメータの吸収特性を速度による傾斜をもたせ、その傾斜をエンジンの速度とトルクの偏差で制御し弱状にひろ(拡)がるようにし、全領域にわたり安定に動作させるようにしたものである。

図 2. はディーゼルエンジン特性の場合のこの発明の実施例で、速度検出器 SD の信号を増幅器 AMP 4 で増幅し、この出力を可変抵抗器 VR から取出してトルクの基準信号として用い、トルク検出器 TD の信号とつぎ合わせ、この誤差信号を増幅器 AMP 1 で増幅してダイナモメータ DYN の界磁コイルに入れ、エンジン ENG のトルクを吸収するようにし、この吸収トルクは速度に比例するようにしている。また、

ガバナ動作領域での速度制御は、速度設定値と速度信号値の差を増幅器 AMP 2 で増幅し、サーボモータ SM 1 を回転させてエンジン ENG のスロットル量を調整して、図 1. における特性図の点線のように移動させ、それとダイナモ吸収特性の斜線との交点で速度を決めるようにする。なお、ダイナモ吸収特性の傾斜は速度・トルクの設定値により変化させる。

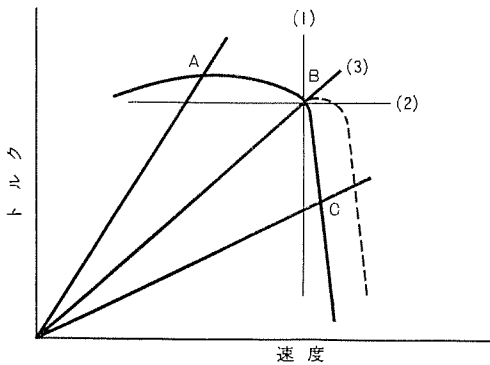


図 1

この傾斜を変える動作は、速度設定と速度検出器 SD からの速度信号の差信号を増幅器 AMP 3 で増幅してサーボモータ SM 2 を回転させ、これにより可変抵抗器 VR を変えることによる。

このようにしてエンジン特性の全領域にわたり動作を安定させることができ、エンジンの各種測定および試験に極めて効果がある。

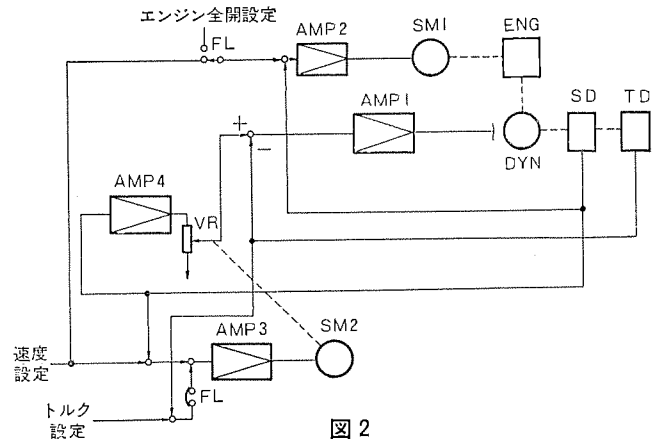


図 2

冷房装置における凝縮器の過冷防止装置 (実用新案第 1012867 号)

考案者 丸山 忍

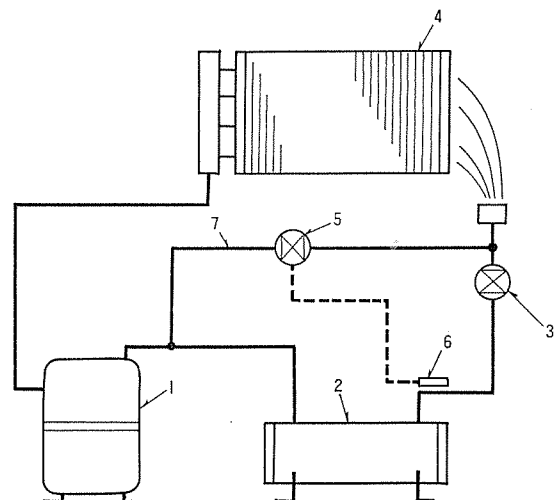
この考案は冷房装置における凝縮器の冬期過冷防止装置に関するものである。

図示実施例によりこの考案を説明すると、(1)は圧縮機、(2)は凝縮器、(3)は膨脹弁、(4)は蒸発器、(5)は圧縮機(1)の吐出側と膨脹弁(3)の出口側を結ぶ配管(7)の途中に設けた電磁弁、(6)は凝縮器(2)の膨脹弁(3)側の冷媒温度を検出してその指令を電磁弁(5)に与えるサーモスタットである。電磁弁(5)は凝縮器(2)の膨脹弁(3)側の冷媒温度がサーモスタット(6)の設定値よりも低い場合は開、高い場合は閉となるようにサーモスタット(6)に接続されている。

今、凝縮器(2)が冷え過ぎて冷房装置の起動時の凝縮圧力が設計凝縮圧力よりも低くなると、冷媒温度も低くなり、サーモスタット(6)は電磁弁(5)を開くように指令を出す。これにより圧縮機(1)からの吐出冷媒はその一部が凝縮器(2)、膨脹弁(3)を側路して直接蒸発器(4)に流入し、圧縮機(1)の冷媒量が不足することがないため圧縮機(1)の吸入圧力が低圧開閉器(図示せず)の設定圧力以下に低下することなく、圧縮機(1)も停止することがない。次に冷房装置が起動して、ある時間経過後、凝縮器(2)の冷媒凝縮温度が上昇して設計凝縮圧力に相当する冷媒温度以上になったとき、サーモスタット(6)は電磁弁(5)を閉じるように指令を出し、冷媒はすべて凝縮器(2)、膨脹弁(3)を通過して蒸発器(4)に流れて通常の運転状態

に入る。

従来の冷房装置は例えば冬期等において冷却水温が低く、起動時に凝縮器が冷え過ぎていて、低圧開閉器がひんぱんに作動して運転、停止を繰り返すという不都合があった。しかるに、この考案の冷房装置によれば、圧縮機の吐出冷媒の一部を蒸発器に直接流すことにより低圧開閉器の作動を防止して正常に起動することができる。



FPROM(Field Programmable Read Only Memory)書込装置

竹内 哲*・熊谷雅彦*

1. ま え が き

Read only Memory (固定記憶装置のことで一般に ROM と略称される) は、はじめに記憶された内容をほぼ永久に固定しておく必要がある場合に使用され、マイクロプログラムやコード変換を初めとして応用分野は広い。ROM 素子としては古くから容量形・抵抗形・変成器形・ダイオード形など多くの種類があるが、使いやすさ・高密度・高速性から半導体 ROM にその使用が移行している。半導体 ROM には Mask Programmable ROM (必要とする情報のパターンを ROM 製造段階で行われるもの、以下 MPROM と略す) と、Field Programmable ROM (必要とする情報のパターンが使用者側で行えるもの、以下 FPROM と略す) がある。前者は使用者が決定したパターンを製造者に連絡して作るために、情報パターンが決定してからできあがるまで時間がかかる。更にパターン当たりの使用量が少量の場合はコスト的に不利になる。一方 FPROM-IC は使用者が自由に Programming (情報の書込み) ができるために、システムの開発段階、システムの部分的変更、少量多種使用において特に有利であり、必要な情報内容の ROM をすぐ手に入れることができる。以上の利点により FPROM の需要は種々の分野で急増しており計算機分野では特に著しい。一方では我々が FPROM-IC を有効に活用してゆくためには必然的に FPROM-IC の書込装置が必要となる。

書込装置としては各種機能を持ったものが市販されているが、我々は複数個の書込み、数種の FPROM-IC の書込みを行えるはん(汎)用書込装置を開発したのでここに紹介する。本稿では、FPROM-IC の全体的な説明は簡単にとどめ、この書込装置に関する FPROM-IC について詳述し、合わせて書込装置のあり方も考慮しながら記述した。

2. FPROM-IC

FPROM-IC には表 1. に示されるように、Bipolar 形・MOS 形・アモルファス形などがある。記憶セルとして Bipolar 形は fuse 又はダイオード、MOS 形は MIS 構造のトランジスタ、アモルファス形はガラスの半導体である。書換え可能性についてみれば、Bipolar 形は、書込方法が fuse の溶断又はダイオードの破壊によるため、もとの状態にもどせない。また、MOS 形は電荷の移動、アモルファス形は可逆的抵抗値変化を利用するため非破壊形であり、もとの状態にもどせる。

上記各 FPROM-IC は、更にパフォーマンスやインタフェースなどにおいて表 2. に示される特徴をもつ。このように多様な FPROM-IC について我々が書込装置を設計するに当たって必要な書込条件を調べれば表 3. に見られるようにさまざまである。更に表中には示されていないが、例えば同じ NiCr fuse タイプの素子であっても、素子が違えば書込条件も異なるというように、書込条件を同じくす

表 1. FPROM-IC の種類

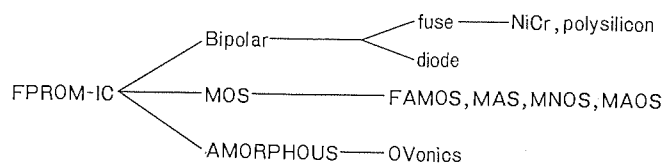


表 2. FPROM-IC の性能

容量/パッケージ	タイプ	アドレスアクセス時間 (ns)	消費電力 (mW/bit)	入出力ピン数
32	AMORPHOUS	50	function による	16
255	BIP. ECL	10~20	2	16
256	BIP. TTL	30~60	2	16
256	AMORPHOUS	50	function による	40
512	BIP. TTL	50~80	1	24
1024	BIP. TTL	40~80	0.5	16
1024	MNOS	1000~2000	0.003	28
2048	BIP. TTL	40~80	0.3	16
2048	FAMOS	700~1500	0.14	24
2048	AMORPHOUS	400	function による	42
4096	BIP. TTL	20~90	0.1	24

表 3. 書込方法

	書込形式	書込方法	書込時間
Bip	アバランシェ	出力へ定電流パルスを加	数 10 μ s
	NiCr ヒューズ	出力及び CE に定電圧パルスを加	数 ms ~ 数 100 ms
	多結晶シリコン	V _{cc} , 出力, CE に定電圧パルスを加	数 10 μ s
MOS	アバランシェ インジェクション	V _{DD} , V _{GG} , プログラムピン定電圧パルスを加	数 100 μ s
	インタフェース トラッピング	不明	数 ms
AMORPHOUS	アモルファスガラス	電圧パルス	数 10 ms

る素子はまったくないと言った現状である。そこで我々は以下に述べる方法で対処してゆく必要がある。

3. 書込装置に対する基本的な考え方

FEPROM-IC の書込みは電圧、電流の電気的エネルギーによって行われるので特殊な装置を必要とせず通常の電気回路で構成できる。ただし、消去可能な MOS 素子の一部においては消去のために紫外線や X 線を必要とするので、そのための装置を用意せねばならない。しかしながら大方が前者の特徴をもつため、書込装置としてアドレスとかデータなどのコントロール部分に関しては Bipolar 用とか MOS 用とかに分類する必要はなく、共通にすることが可能である。しかし一方では出力の電流・電圧・タイミング・ピン配置など共通にできない部分がある。それゆえ書込装置のあり方として共通部は共通部として設計し、共通にできない部分をプラグインユニットなり、アダプタユニットとして吸収すればはん用性のある装置を組むことができる。

現在のところ FEPROM-IC メーカーにおいても書込回路や、書込方法が完全に確立されているわけではなく、書込みに関連する仕様の変更がときどき行われている。

いずれも書込み歩留まりや、書込み後の信頼性に影響する重要なパラメータであるので、常に情報を正確にフォロー する必要があるのは言うまでもないが、書込装置においても変更に対応できるだけの余裕のある実装設計をしておく必要がある。

また、FEPROM-IC には RAM や Mask Programmable ROM とは異なり、書込装置と関連して考える必要のあるもう一つの特徴がある。それは、初期状態において内容が all “1” 又は “0” に固定されるため出力 DC 特性と AC 特性は検査できない点である。そこで書込装置としては、(1) 書込み、(2) データチェック、(3) 出力 DC 特性検査、(4) AC 特性検査、の四つの機能を同時にそなえるのが理想的であると言えよう。更に書込装置には書込み及び検査の能率を高める配慮が必要である。以上の点から書込装置に要求される基本的な機能をまとめれば以下ようになる。

- | | |
|-----------|---|
| (1) 機能 | <ul style="list-style-type: none"> — 初期状態の内容 チェック — 書込み — 書込み後の データチェック — ある ROM パターンの複写及び修正 — 出力 DC 特性テスト — AC 特性テスト |
| (2) 入(出)力 | <ul style="list-style-type: none"> — マニュアル — オート — 紙 テープリーダ、カードリーダ、カセット、キーボード、計算機などによるリモートコントロール、複写用のマスタ ROM、(紙 テープパンチャ、カードパンチャ……) |

4. 試作装置の例

前章に述べた書込装置に対する基本的な考え方に基づき、我々は BIPOLAR FEPROM の書込装置を開発した。この装置は、コントロール部分はあくまでも各種 FEPROM-IC 素子に対してはん用性をもち、BIPOLAR の FEPROM に対する書込回路はアダプタ部で収容する構成となっている。また各種 BIPOLAR の FEPROM に対しては、アダプタ部に切換スイッチを用意して選択することができる。試作装置の内容を詳細に述べるにあたり、まず書込みの対象となる BIPOLAR FEPROM の書込原理を紹介する。

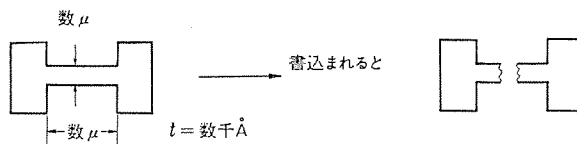


図 1. (a) fuse セル

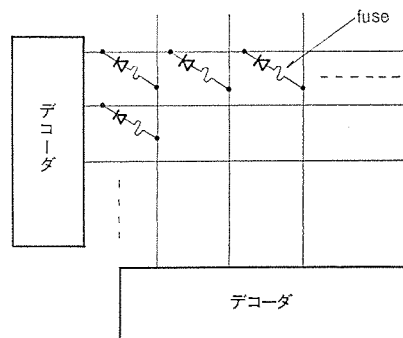


図 1. (b) fuse セルマトリクス

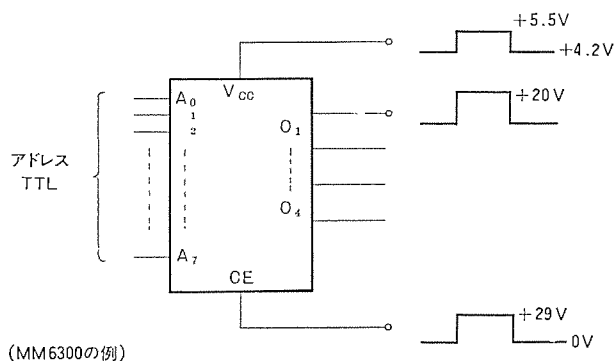


図 1. (c) 書込み

4.1 対象素子の書込原理

4.1.1 fuse 形 FEPROM-IC

記憶セルとなる fuse は図 1. (a) のようなもので、両端間に電圧を加え、高い電流密度で neck の部分を溶断させるものである。MMI 社 (Monolithic Memory Inc.) の MM 6300 (256 W×4 bit) の例を図 1. (c) に示す。16 Pin Dual in line パッケージに 1,024 個の NiCr fuse がマトリクス 状に格納されていて、これを選択するためのデコーダが内蔵されている。この図において希望のアドレスを A₀～A₇ で選択し、V_{CC}、CE、O₁ に図の定電圧パルスを与えると、そのアドレスの O₁ に位置する fuse 1 個が溶断し、書込みが行われたことになる。fuse 形 FEPROM を製造しているメーカーは数多くあり、素子においても TTL、ECL タイプと種類がある。それぞれ書込方法の類似性はあっても、パルス電圧値、パルス幅、タイミング、ピン接続などの細かい点で異なる。特に NiCr でなく多結晶シリコンを fuse に用いた素子 Intel 3601 においては、fuse のコンタクト部に過度の熱が与えられないようにするとともに、セルの fuse 厚のばらつきがあっても効率よく書込まれるように、印加パルスくり返し周期を徐々に(リニアに)広げていく方法がとられている。

4.1.2 ダイオード形 FEPROM-IC

記憶セルとなるのは図 2. (a) のようにトランジスタ構造でベース-エミッタ間に逆電圧を加えアバランシェを起こさせて導通状態にしてしまうものである。Intersil 社の IM 5600 (32 W×8 bit) の例を図 2. (c) に示す。セル選択の方法は前例と同じであるが、書込みパルスには定電流源を使用し、選択されているセルの関連系統にダメージを与えないようにしている。

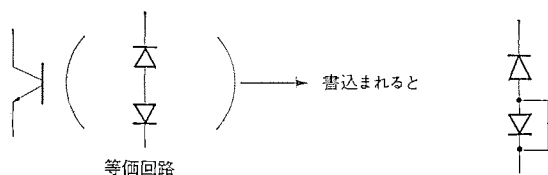


図 2. (a) ダイオードセル

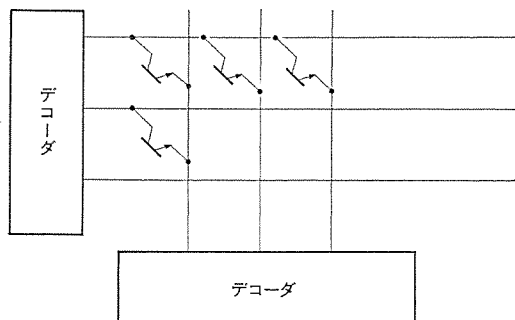
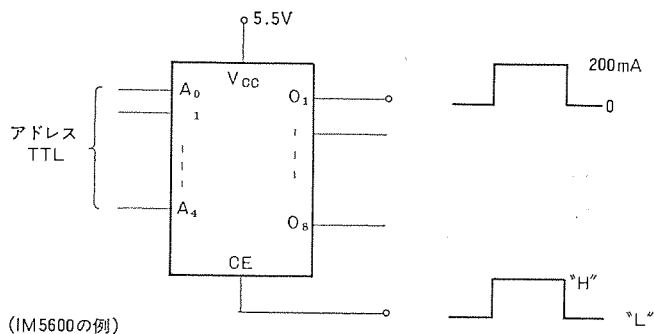


図 2. (b) ダイオードセル マトリクス



(IM5600の例)

図 2. (c) 書 込 み

4. 1. 3 BIPOLAR FEPROM 全般

書込みに際しては前述以外に次のような事項も考慮し、書込装置の持つべき機能を考える必要がある。

- (1) 書込みが1発の パルス で完了しない場合に書込み歩留まりの低下を防ぐ意味から更に、数発の パルス を印加して書込み可能性を試みる必要がある。
- (2) 1発の パルス で書込みが完了した場合にも書込み後の信頼性を高める意味から更に、数発の パルス を印加したほうがよい素子もある。
- (3) 端子間の相関 タイミング を注意することはもちろんのこと、印加 パルス の t_r , t_f がスペックを満足してないと、デバイスへのダメージや書込み後の信頼性の低下を招く恐れがある。
- (4) 書込みされたデータのチェックに際しては V_{CC} 電圧やケース温度を低くしてチェックすることが Grow Back の発見に有効とされている。(Grow Back : fuse が完全に溶断してはず、わずかに接触しているような場合、やがては書込み前の状態を呈する FEPROM 特有の現象) 素子は書込み時には大電力を消費し、素子自体の温度は高温になる。その時に書込みデータのチェックを行うと、書込まれていないセルが書込まれたと判断されることがあるため上記のような処置が必要である。

(5) ボードプログラムの可能性

ボードプログラムというのは1個ごとに書込みを行うのではなく、1枚のカードに複数個とう(搭)載したまま書込みを行うことであり、書込み作業性がかなりよくなる。現在、数種の BIPOLAR FEPROM や MOS-FEPROM においてボードプログラミングが許されているので、

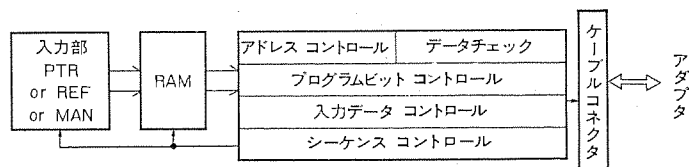


図 3. (a) コントローラ部

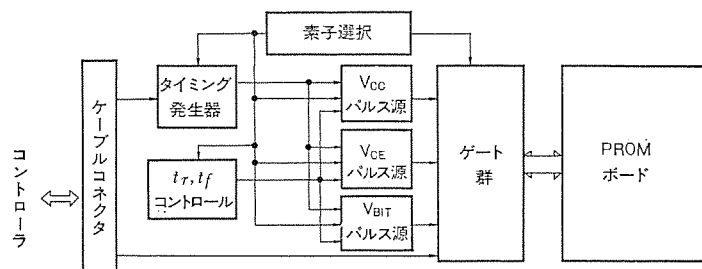


図 3. (b) アダプタ I 部(定電圧用)

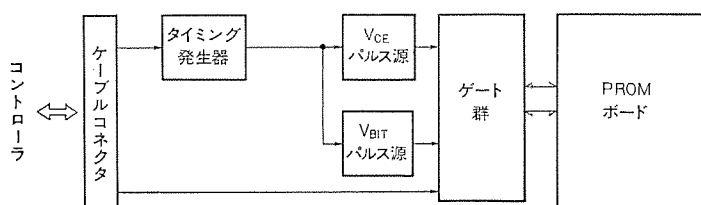


図 3. (c) アダプタ II 部(定電流用)

書込装置にその機能を持たせる配慮も必要である。

4. 2 機能概略

- (1) ボードによる複数個の書込み、データチェック
 - (a) 定電流書込みによる素子……1個～最大68個/ボード
 - (b) 定電圧書込みによる素子……1個～最大36個/ボード
- (2) ワード長8KW, ビット長40bit
- (3) データ入力
 - (a) マニュアル (トグルスイッチによる)
 - (b) マスタ ROM からのコピー
 - (c) 紙テープ
- (4) アクセスタイムの検査
 - (a) 容量 : アドレス8KW, ビット長40bit
- (5) 素子の選択
 - (a) アダプタの交換
 - (b) ロータリスイッチによる選択

4. 3 構成及び内部処理

書込装置の構成を図3に示す。装置は全体のシーケンスを制御するコントローラ部(図3.(a))とFEPROMの書込みに要する特殊な電圧、電流レベル、タイミングを作成するアダプタ部(図3.(b)(c))とから成る。

4. 3. 1 コントローラ部

書込みに関してコントローラ部が行っている動作は(a)書込み不要ビット・ワードのオートスキップ。(b)FEPROM初期データの異なるFEPROMに対する書込みデータのインポート。(c)書込みビットごととワードごとのデータチェック。(d)書込み後、該当素子全番地のペリファイチェック。(e)自動リトライ、追加パルス指令コントロール。(f)書込み、チェック、ダイナミックテストのシーケンス制御。(g)ボード上の実行中IC位置表示などである。

4. 3. 2 アダプタI部

このアダプタは定電圧の書込みモードを必要とするTTL3種、ECL

2種について設計されている。(図5.)それらの素子の書込みに必要な電圧値、タイミングがすべて異なるために、おのの専用の回路を設けることは、スペース的・機能的にむだが多く融通性をなくすためパルス源やタイミング発生器をすべてプログラム方式にしてある。次に主要回路の動作原理を述べる。

(1) タイミング発生部

くり返し周期やパルス幅などの発生にはVFC(Voltage to Frequency Converter)を基本とし、一つのタイミングクロックのパルス幅を数 μ s~1sのパルス幅まで発生可能にするため、ワンショットIC1個でできるように図4.(a)の構成としている。図において $R_{Vn}(n=1\sim4)$ は電圧レギュレータの出力電圧を決定する抵抗で、 $R_{Tn}, C_{Tn}(n=1\sim3)$ はおおの数の μ s~1sの間の幅の一部領域を決定する抵抗及びコンデンサである。したがってあるパルス幅のタイミングが欲しい時は $G_1\sim G_3$ と、 $G_4\sim G_5$ のどれかを選べばそれで決定されるパルス幅が、ワンショットがトリガされるごとに発生する。

そのような回路構成で、くり返し周期、パルス幅発生をEPROM2個用いてコントロールしている。コントロール信号は、素子の選択をするロータリスイッチと、速いスピードで書込めないときに、次のスピードに移行させるコントローラからの信号で決められる。その例を図4.(b)に示す。

(2) パルス電源部

ボードプログラムの場合に見られるごとく複数個の書込みを行うには、

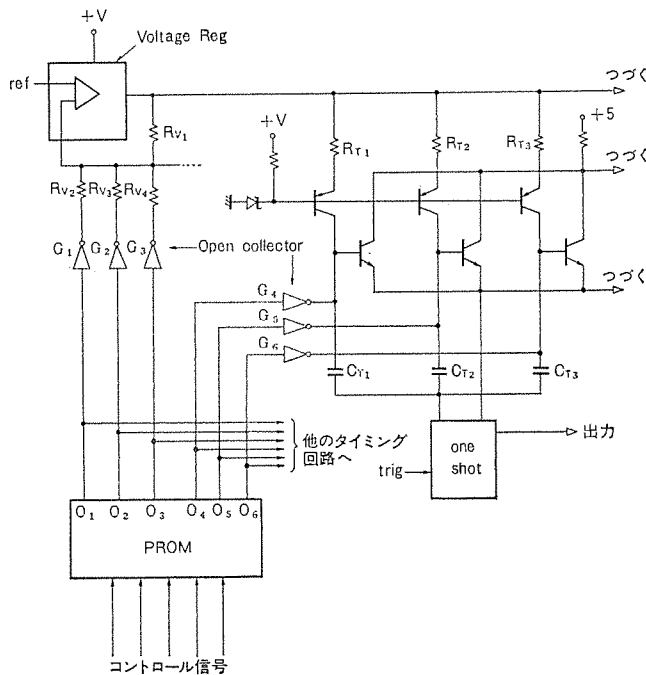


図4.(a) タイミング発生回路基本構成

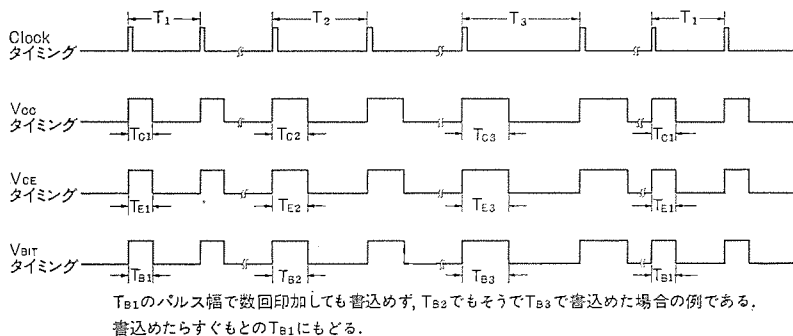


図4.(b) タイミング例—MM6300の場合—

パルス電源の負荷として複数個が持続されるため、単一素子書込みとは様相が異なり大きな電力を必要とする。しかも素子に必要とされるパルスの t_r, t_f は数百nsから数十 μ sに及ぶために、一般の電圧レギュレータを使用することはできない。また、出力の電圧レベルや t_r, t_f も素子によって異なるためにそれをコントロールしなければならず、特殊な電源部が必要となる。この目的を達する電源部の基本構成を図4.(c)に、各部波形を(d)に示す。

基準パルス源は、必要とする出力電圧の t_r, t_f とHigh, Lowのレベルを設定する。それはある t_r, t_f を持つ大振幅パルスを規定レベルで切ることによって得られる。次に電流増幅段では出力電流0.1~2Aの変化や温度変化などに対して安定に動作させるために、誤差電圧検出回路を構成させている。その動作は次のようになっている。

基準パルス源からの出力 V_a と電流増幅を通した出力 V_{out} の関係は $V_{out} = V_a - 3V_{BE} - RI$ である。ここで、 V_a と V_{out} の間に種々の変動分と余裕分を見込んで5Vの電位差を保つべくIを流しておく。 V_b は必要とする出力電圧の基準源である。もし何かの理由で

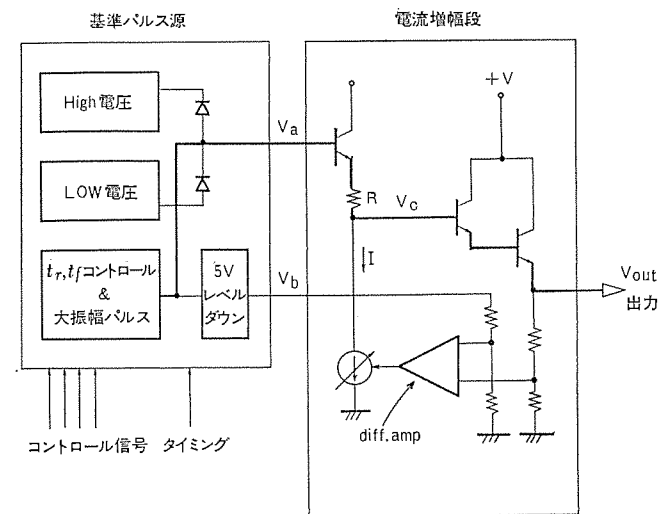


図4.(c) パルス電源部

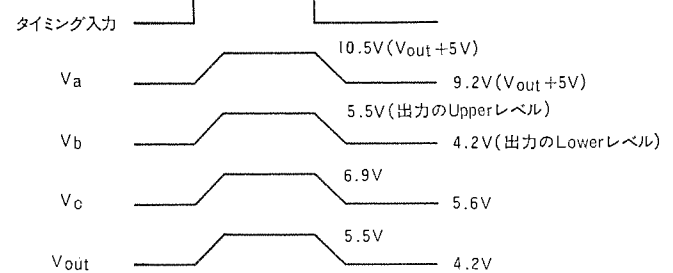


図4.(d) 各部波形

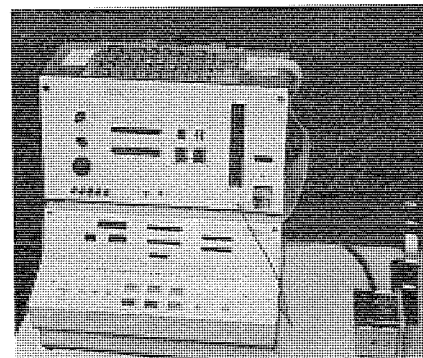


図5. アダプタ I 部

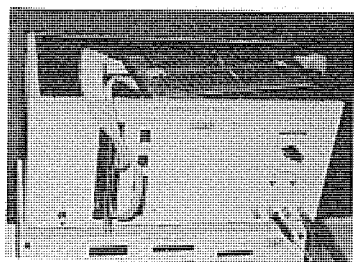


図 6. アダプタ II 部

出力 V_{out} が低下した場合 diff. amp はその変化を検出し I を少なくする。すると $R \cdot I$ の電圧降下が減少し V_C が上昇して V_{out} は補正される。

(3) アクセスタイムの検査

メモリのスピードテストの方法には各種あるが、今回はアドレスからデータ、チップエネーブルからデータまでのアクセスタイムを、シーケンシャルなアドレスカウントアップで行っている。

スピードテストはアダプタパネルのスイッチで行うか行わないかを指示し、また、書込み専用ボード上の FPROM-IC のテストも、実装用カードの ROM 部分のテストもできる。

4. 3. 3 アダプタ II 部

アダプタ II 部は定電流による書込みを必要とする素子に適用される。(図 6.)

現在、Intersil 社の素子が該当する。パッケージ当たりのメモリ容量によって種類はあるが書込み方法はほぼ類似しているため、アダプタ I 部のような複雑なコントロールの必要はない。図 3. (c) のブロック図に示すように、タイミング部、定電流パルス発生部である FPROM の bit ドライバとゲート部、それに素子を選択するチップエネーブルパルス源とから構成でき、簡潔にまとめることができる。

5. 問 題 点

5. 1 FPROM 自体の問題点

FPROM-IC は、100% 正常に書込めるものではなく、日夜改良されているとはいえ数 % の書込み不良素子が発生してくる。これは半導体素子にとって避けられないことであり、したがって、ユーザ側が書込みを行う場合、その不良 IC の処置を考慮せねばならない。一般に不良 IC は無償交換が前提であるが、スケジュール的な問題が発生する場合は多いので、書込み不良率を見込み、その分だけ何らかの形でストックするなどの対策が必要となる。

次に DC、AC 特性チェックの問題がある。FPROM 出力レベルは、初めは全ビット“0”か全ビット“1”かであるので、その反対レベルの出力 DC チェックは行えない。数種の FPROM では特別な回路が内蔵され、書込む前でも出力レベルを反転させることができて DC 特性をチェックできるものがあるが、ほとんどの素子はそれができない。

5. 2 書込み装置と素子受入の関係

素子の電気的特性に関する受入検査項目として、(a) DC 特性、(b) AC 特性 (主としてアクセスタイム) と (c) 書込みがあるが、いずれも書込んだ後でないと良否の判断ができない。素子が納入されて製品として使用されるまで多くの経路を通る。書込装置や受入検査装置が離れていれば、その間の ROM の管理に煩わされ、その上 ROM カード組立部門が離れていればなお更のことである。したがっ

て生産ラインにおける書込装置は、書込みやデータチェック機能と合わせて DC 特性、AC 特性検査機能も有することが効果的であるといえよう。

5. 3 ボードプログラムの問題点と対策

ボードプログラムは 1 枚のボードに複数個の FPROM をとう載したまま書込みを行っていく方法で、データパターンのちがいによる ROM の識別をしなくてよい利点がある。しかし反面種々の制約があるので記述してみる。

(1) メモリボード設計への制約

- (a) FPROM の入出力に高い電圧が印加されるため、バッファゲートなどを接続できない。
- (b) 書込み不良素子が数 % あるため、はんだ付けすると交換が大変である。
- (c) 並列接続により大電流のパルスが形成されるラインがあるので太目のパターンにする注意を要する。
- (d) FPROM 入出力の異常素子 (内部トランジスタブレイクダウンなど) があった場合、その素子の探索が困難であり、かつはんだ付けされている場合は非常に時間を費やす。

(2) 書込みの際の問題点

- (a) 並列接続のためそのラインの全素子がバイアスされて発熱するため、書込みの熱的条件から素子が近接配置されている時は書込みデューティを低くするとか、書込み・チェックタイミング以外は V_{CC} を落とす、あるいは強制冷却などをする必要がある。
- (b) 各素子ごとに定められた電流制限が困難である。
- (c) 並列接続される素子数が多くなると電流も増大する上、高速動作を必要とする素子の場合には前述したような、特殊な駆動回路が必要である。
- (d) ボードプログラミングを完全に許しているメーカは少ないので、全素子ができるわけではない。

(3) 対策方法

問題点を種々述べたが、書込み率を高めるためにはプログラム専用のボードを作成することが必要である。その場合カード内パターンは太くして信号ラインのインピーダンスを下げて所望の書込みパルスが末端までとどくようにするとともに、熱的な問題を考えて素子を互いに少し離して配置するような配慮が必要となる。また書込み後の素子の識別に対しては、実際の実装カード上での IC 位置に対応させた形でプログラムボードに実装して書込み、直ちに実装カードの対応位置に組み込むなどの手段をとるのが現実的な方法といえよう。

6. む す び

FPROM の使用が今後ますます増大し、数年後には ROM マーケットの 70% くらいが FPROM で占められる予測がされている。市販書込器も目的に応じて購入する必要もあるが、今回は生産ライン用としての書込装置を試作したが、今後 FPROM 特有の性質から受入検査も兼用できるような書込み・受入検査兼用装置が必要となるであろう。更に Schottky タイプや ECL タイプの高速 FPROM の出現により AC 的なテストも要求されることになる。そして書込能力を上げるためにデータ入力部に高速の I/O 機器が必要となる。

最後にこの装置は昭和 47 年度の通産省超高性能電算機補助金を得て開発されたことを付記する。

PVK-CdS複合層感光板を用いた電子写真方式

大西 勝*・吉沢 達夫*・佐藤 建*・乙武 正文*

1. ま え が き

現在最も広く使用されている代表的電子写真方式は、XeroxあるいはElectrofaxで代表されるカルソン法⁽¹⁾である。カルソン法に使用される電子写真感光板は、セレンあるいは酸化亜鉛などの単層構造の光導電体層から成り、暗部で一様に帯電させた電荷を次のstepで光像を照射し光照射部のみを放電させ、光のパターンを電荷のパターンに変換させる。すなわち、これらの方法では電荷の暗保持と感光の二つの機能を光導電体層に兼ねさせている。そのため、使用できる感光材料はセレン、酸化亜鉛などの暗抵抗の高い材料に制限される。最近、Mylar-CdSで代表される複合層構造の感光板を使用した電子写真方式が桂川電機より「KIP」、キャノンより「NP」方式としておの発表され商品化されており、高感度の記録が行えることから注目されている。これらの方式（以下従来方式と称す）で高感度記録が可能なのは、Mylarに電荷保持、CdS（硫化カドミウム）層に感光の機能をおの的分離して持たせており、光導電体（PC）層に対する暗抵抗の制限がカルソン法に比べゆるくなり、CdS、Se-Teなどの感度のよいPC材料を使用できるためである。

しかし、Mylarのような絶縁体層を表面層として用いた従来の感光板では、作像時に加え残留電荷の消去のためのコロナ帯電を余分に必要とした。我々は従来の感光板の高感度記録の長所を備え、かつ消去時の紫外線照射により光導電性を示し電荷を消去（除電）できるポリビニルカルバゾール（PVK）を表面層として用いた電子写真方式を提案した⁽²⁾⁽³⁾。この方式では残留電荷の消去は紫外線照射により行うのでコロナ帯電は1度でよいとの特長を有している。

この報告では、PVK-CdS感光板を使った電子写真方式（以下三菱方式と称す）の記録工程とその作像原理及び電子写真としての諸特性について従来方式と対比しながら記述する。

2. 三菱方式の概要

2.1 感光板の構造

図1. は従来の感光板と三菱方式感光板の断面構造を対比して示したものである。(a)は従来の代表的感光板であり、約10~20ミクロン

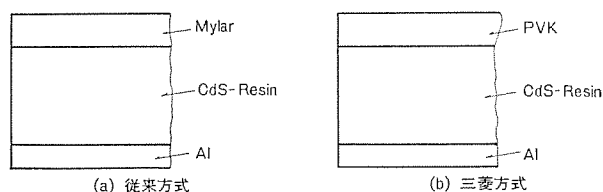


図1. 従来方式と三菱方式の感光板構造の比較

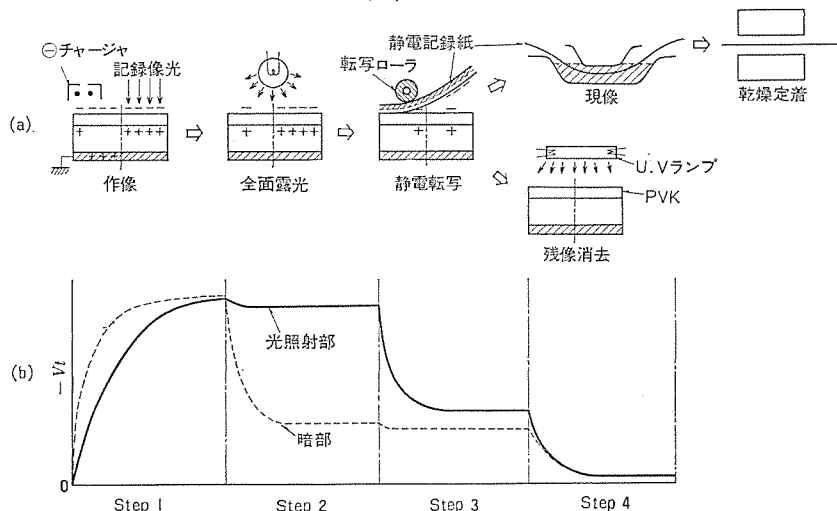


図2. 三菱方式記録工程図

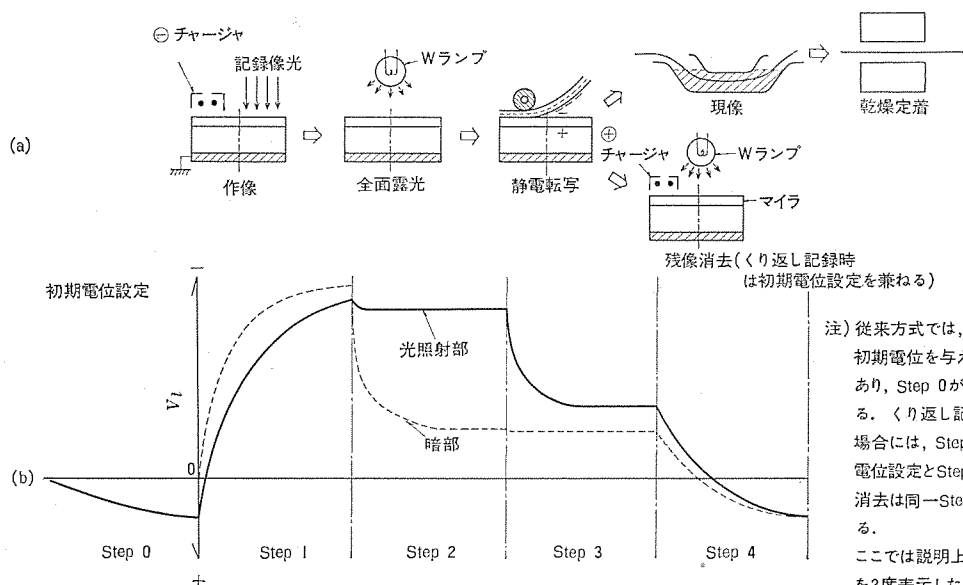


図3. 従来方式記録工程図

表 1. 操作と電位の変化

	三 菱 方 式	
	操 作	電 位
step 0 初期電位設定	三菱方式では、ゼロ電位からはじめるので必要なし	くり返し記録時は、step 4により残像消去として行う
step 1 作 像	記録像光を照射しながらコロナ帯電器を移動させてコロナ帯電を行う。コロナ帯電器は記録像光の照射と同時に帯電が行えるように背面が開放されている。この際 PVK 層は記録像光に対して光導電性を示さず絶縁体層として働く	感光板の初期電位：ゼロ又は少しマイナス (暗部) コロナ帯電器の実効帯電電圧がほぼ CdS 層と PVK 層におのおの静電容量 (C) で決まる値に分割されて保持される (明部) 照射光が強い場合には、CdS 層中で発生した photocarrier の移動により、CdS 層の内部電界が弱められ、放電抵抗と PVK 層の C_1 でほぼ決まる時定数により PVK 層が暗電位を越えてマイナスに強く充電される
step 2 全 面 露 光	CdS 層が光電導を示す十分な光を均一照射する (通常はタングステンランプを使い、100 lx・s 程度の露光を行う) PVK 層は全面露光に対しては光導電性を示さず絶縁体層として働く	(暗部) CdS 層の電荷が放電し、PVK 層に保持されていた電荷だけが残る。PVK 層の C_1 に比べ、CdS 層の C_2 は十分小さいので電位は大幅に下がる (明部) CdS 層中のわずかな電荷の放電によりわずかに電位が下がる。PVK 層の電荷は安定に保持されたままである
step 3 静 電 転 写	導電性転写ローラにより、感光板上の電荷像を静電記録紙上に静電転写する。この際、明部の電荷像成分だけを転写するために、暗部の感光板電位と転写ローラ電位との差が転写開始電圧 (通常 400~500 V) 以下になるように選ぶ	(暗部) 転写開始電圧より低い電位に保たれており、暗部では電荷転写は生じないので感光板電位はほとんど変化しない (明部) 暗部に比べ、PVK 層は強くマイナスに帯電されているので、転写開始電圧より高い電位部分は静電記録紙の C_p と PVK 層の C_1 とで決まる比率で静電記録紙に転写され感光板電位は急激に下がる
step 4 残 像 消 去	U・V ランプで均一照射し、PVK 層の光導電性により PVK 層の残留電荷を放電させる	(暗部、明部) 暗部、明部ともにほとんどゼロ (通常は -100 V 以下) の電位になる

程度のマイラ (絶縁体) 層、30~100 μm の CdS-樹脂混合塗布 (PC) 層及びアルミニウムなどの電極層から成っている。(b) は三菱方式感光板の断面構造で、従来の感光板と異なる点は、表面層として 10~20 μm の PVK (光導電性絶縁体) 層を用いる点にある。PVK は後述するように、紫外域にだけ光感度を示すように増感してある。

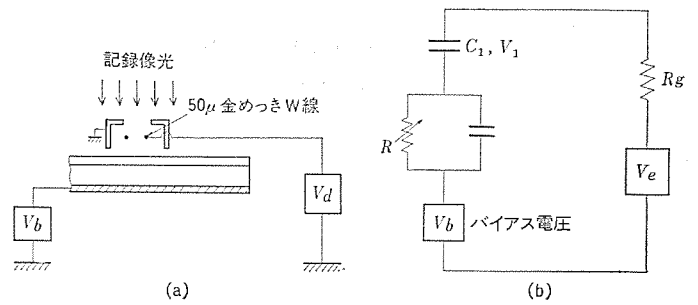


図 4. バイアス電圧を加えた場合の等価回路モデル

2.2 記録工程

図 2., 3. は三菱方式及び従来方式の基本的な記録工程をおの示したものである。いずれも、(a)は操作順序を、(b)は操作に対応する感光板の表面電位 (表面層と CdS 層の電位の和) の変化を示す。なお、説明の便宜上感光板の右半分だけに記録像光を照射した場合について図示した。三菱方式に対する step 0 から step 4 までの操作と電位の変化を表 1. にまとめて説明した。なお、step 0 は初期電位をあらかじめプラスの一定値に設定する必要のある従来方式では不可欠であるが、三菱方式は step 0 の初期電位の設定をあらかじめ行う必要はない。

step 3 で静電記録紙上に転写された静電潜像は液体現象、加熱定着を経てハードコピーが完成する。なお、静電転写を行わず、感光板で直接乾式トナー現象をすることもできるが、ここでは主として静電転写を行う方式について述べる。また、従来方式と共通の現象、定着 step についてはこの報告では触れない。

以上の工程の比較から、三菱方式と従来方式との最も大きな違いは、潜像形成工程から 1 次のプラス帯電を不要にし、その代わりに用いた step 4 の U・V による残像消去だといえる。この残留電荷像の消去法の違いは当然他の step にも影響を与え、三菱方式独自の得失を生じるといえる。次に、複合層感光板の作像機構の定量的な検討を行い三菱方式の特長を明らかにする。

2.3 作像 step の理論的背景

複合層感光板の記録工程中、最も重要なのは step 1 の作像工程である。図 4. (a) で実体図として示した作像 step の等価回路は、従来同図 (b) のように表されてきた⁽³⁾⁽⁴⁾。ここで、バイアス電圧 V_b は電位補償のため用いるものであり、ここではバイアス電圧 $V_b=0$ として扱うこととする。しかし、後述するように高露光量領域の特性はこの CR モデルによる解析結果とよく一致するが、低露光量領域の特性を説明することができない⁽⁵⁾。低露光量領域の特性は 3 章で詳述するので、ここでは高露光量領域でよい一致のみられる図 4. (b) の CR モデルを使って作像 step の特性の定量的な検討を行う。ここで解析に使う各パラメータについて説明する。まず、 V_e は作像中に帯電器により感光板に実効的に印加される電圧 (コロナ帯電器の幾何学的構造、コロナ線経などで変化するが、通常コロナ電圧からコロナ開始電圧を差し引いた程度の値であり、以下では実効帯電電圧と称す) であり、CdS を PC 層として使用する場合には -1,000~-2,000 (V) 程度の範囲を選ぶ。 R_g は帯電器の感光板からみた単位面積あたりのコロナ放電抵抗であり、通常は $2 \times 10^5 \sim 5 \times 10^9 \Omega/\text{cm}^2$ の範囲にある。 C_1 , C_2 は表面層 (マイラ又は PVK) と CdS 層の単位面積あたりの静電容量をおの示す。また、 R は CdS 層の抵抗成分であり、この抵抗成分のみが記録像光の強弱に応じて変化する。

2.2 節で述べたように全面露光を行った後は、表面層にだけ潜像

が保持されているので、表面層の電位 V_1 を図 4. (b) で、 $V_b=0$ とした等価回路から求めると次式のようになる。

$$V_1(t) = V_{10} + (V_e - V_{10}) \left\{ 1 - e^{-t/\tau_2} + \frac{C_1(R+R_g) - \frac{1}{\tau_2}}{\frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1}} \times (e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2}) \right\} \dots\dots (1)$$

ただし、ここで

$$\tau_1, \tau_2 = \frac{\alpha}{2\beta} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^2 - \frac{4}{\beta}}$$

$$\alpha = C_1 R + C R + C_1 R_g$$

$$\beta = C_1 C_2 R_g R$$

また、 V_{10} は表面層の初期電位である。

式(1)より、 V_{10} は作像後の表面層電位 V_1 に対して線形の効果を持つのが分かる。次に、式(1)を使って従来方式と三菱方式の違いを検討する。

まず、三菱方式では紫外線 (U. V) で残留電荷を放電するので、消去後の電位はほぼ 0 である。式(1)で $V_{10}=0$ とすると次式のようになる。

$$V_1 = V_e(1-K) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 K は

$$K = \left\{ e^{-t/\tau_2} + \frac{C_1(R+R_g) - \frac{1}{\tau_2}}{\frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1}} \times (e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2}) \right\}$$

であり、 K に対しては常に $K \leq 1$ が成立するので、 V_1 は V_e と同極性、すなわち PC 層が CdS の場合には常にマイナスである。

一方、従来方式の場合には $V_{10} \neq 0$ なので、式(1)は

$$V_1 = V_e(1-K) + V_{10}K \dots\dots\dots (3)$$

となる。

式(2)及び(3)で、 K は帯電条件 (R_g, t) が一定なら、PC 層の抵抗 R のみ、すなわち光照射強度のみにより変化する (暗部では K は大きく、光照射部では K は小さくなる)。そこで、光照射条件が一定なら、式(2)は V_e のみに依存し、式(3)は V_e と V_{10} に依存する。すなわち、三菱方式では、式(2)から分かるように V_1 の制御を V_e だけで行うのに対し、従来方式、式(3)では V_e と V_{10} の双方で V_1 を制御する。

次に、式(3)で表現される従来方式の初期電位 V_{10} の効果について述べる。式(3)の第1項は CdS の場合 V_e をマイナスに選ぶのでマイナス極性であるが、第2項は V_{10} の極性は通常プラスに設定している。そこで、前掲の K は PC 層の R により暗部では光照射部より大きくなるので、 V_{10} をプラスにかつ第2項が暗部で第1項より大きくなる程度に選ぶと、暗部で V_1 をプラスに光照射部で V_1 をマイナスにすることもできる。このように従来方式では初期電位により作像条件の設定が比較的自由に行える。

三菱方式では、暗部も光照射部も共にマイナスに帯電するので、暗電位の低い感光板を使用する必要があるが、この点は次に述べるように感光板にバイアス電圧を印加することにより改善することが可能である。

2. 4 バイアス電圧による電位補償法

三菱方式では、図 4. (a) のように感光板自体にバイアス電圧 V_b を加えることにより、従来方式の初期電位 V_{10} と同様の効果を持たせることができる。この場合三菱方式の表面層の電位 V_1 は $V_{10}=0$ とし求めると次式のようになる。

$$V_1 = (V_e - V_b)(1-K) \dots\dots\dots (4)$$

式(4)の V_1 は表面層だけの電位であるが、観測は接地電位からの電位として行われるので、式(4)に V_b を加えたトータル電位 V_{1t} は

$$V_{1t} = V_e(1-K) + K V_b \dots\dots\dots (5)$$

となる。従来方式を示す式(3)と比べると明らかなように、感光板に印加したバイアス電圧 V_b と表面層の初期電位 V_{10} は全く同じ働きをする。そこで、2. 3 節で述べた従来方式の V_{10} と同様の効果を三菱方式では V_b により持たせることができる。このようにプラス帯電を行わない三菱方式でも電位レベルの調整は可能である。

以上、三菱方式と従来方式とを対比させながら、その作像機構について詳述したが、次に三菱方式の実際の電子写真特性について説明する。

3. 電子写真特性の測定結果と考察

3. 1 PVK 層の U. V 消去特性

図 5. は、各構成要素の波長分布曲線を示す。この図の (a) は表面層として使用した 5 wt % のフタルイミドで紫外域にのみ増感した PVK 層の単位エネルギーあたりの光電流の分光感度特性を示したものである。この層は 3,200 Å 付近に感度の peak を持ち、4,000 Å より長波長の光に対してはほとんど光感度を示さず絶縁性を保持している。図 5. (b) は残留電荷の消去到ける U. V ランプ (10 W, 三菱けい光体識別灯) の発光強度分布を示したものである。a と b の分布曲線は比較的良好にオーバーラップしており、簡便でかつ高エネルギーな消去ランプとして使用できる。

図 6. は、上記 PVK 層の U. V 照射による表面電位の減衰特性

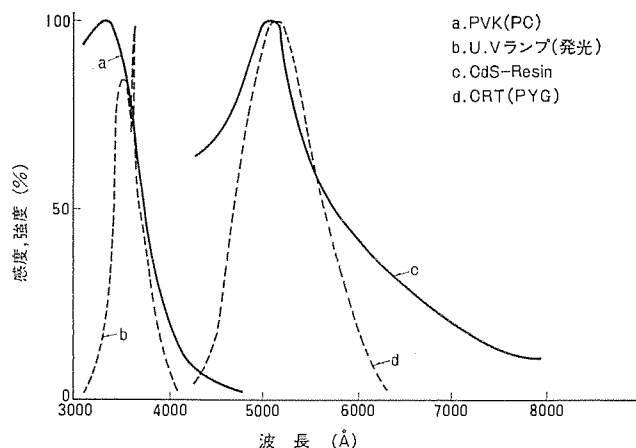


図 5. 各構成要素の波長分布曲線

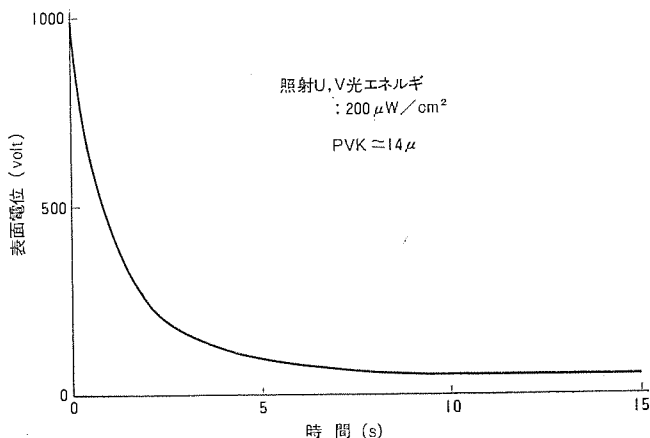


図 6. U. V 減衰特性

を示したものである。U. V 照射強度 $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、初期電位 1,000 (V) の場合の結果であり、約 5 秒の U. V 照射で 100 (V) 以下に減少させることができる。この残留電位はくり返し記録を行う場合には、次の記録の初期電位となり最初の記録レベルと 2 回目以後のレベルの差となって現われるのでできるだけ低いほうがよい。しかし、実際には U. V 照射時間、U. V 強度による PVK 層の劣化などの兼ね合いで実用上くり返し記録時の差が気にならない程度の値 ($\geq 50 \text{ volt}$) に選ぶ。

3.2 電子写真感度

3.2.1 初期電位による電子写真感度の変化

三菱方式と従来方式との違いは初期電位 V_{10} であり、2.2 節で既に V_{10} の効果については詳述した。ここでは実際の PVK-CdS 感光板でみられる初期電位の効果について示す。図 7. a ~ e は dark 光照射レベルを 4 段階 (タングステンランプ、 $140 \text{ lx}\cdot\text{s}$ 及び $5,100 \text{ \AA}$ (島津 B&N 分光器) の波長で $5.5, 2.2, 1.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) に変化させた場合の V_{10} に対する作像後の PVK 層の電位 V_1 の依存性をおおの a ~ e に示したものである。この時の V_e の値は $-1,500 \text{ (V)}$ であり、実験上実効帯電電圧 V_e を任意の値に制御するためにシールド形イオン源⁽⁵⁾を使用した。図 8. にシールド形イオン源を使った測定系の構成図を示す。この系ではメッシュ電極によりコロナ電界は完全にシールドされており、メッシュに加えたバイアス電圧が V_e と一致する。また、内部でイオンを発生するためのコロナ電圧 V_d は -6 kV に選んだ。

図 9. は図 7. の曲線 b ~ e の光照射部電位から、曲線 a の暗電位成分を差し引いたコントラスト電圧 ΔV_1 の値を V_{10} の関数としてプロットしたものである。この図から、 ΔV_1 の V_{10} に対する依存性が、低露光量 (b, c) と高露光量 (d, e) とでは明らかに異なっているのが分かる。高露光量 (d, e) では、初期電位 V_{10} に対して、 ΔV_1 はほぼ線形の依存性を示す。この結果は、CR モデルから得られた式 (1) の結論と一致している。一方、低露光量領域 (b, c) では ΔV_1 は V_{10} に対して単調増加はせず、途中で $\Delta V_1 \text{ max}$ のピークを有している。このことは、CR モデルから得られた式 (1) では説明できない。

この低露光量領域の特性については、低露光量領域では CdS 層中に発生する光電子数が少なく、CdS 層の内部電界がほとんど低下しないので、発生した光電子のほとんどが Al 電極に達するので、結局低露光量領域では露光量と CdS 層の光電変換効率で決まる一定値に飽和する傾向を持つと考えられる⁽⁵⁾⁽⁶⁾。図 9. では、 $5,100 \text{ \AA}$ の単色光に対する曲線 b, c は高電界になると ΔV_1 は逆に低下する傾向を示す。この傾向は波長により異なり、図 9. に $5,500 \text{ \AA}$ 及び $6,400 \text{ \AA}$ に対する ΔV_1 の V_{10} 依存性をおおの α, β として示した。このように、ここで考えた ΔV_1 が一定値に飽和する傾向は、CdS の吸収端 ($\approx 5,150 \text{ \AA}$) より長波長の光に対してはほぼ成立している。一方、吸収端近傍あるいは短波長側の光に対しては、見掛け上高電界になると光電変換効率が低下する要因がプラスされており、この点については現在のところ明確にはなっていない。

以上のことから、低露光量領域では、初期電位 V_{10} をプラスに大きくとり、トータルの電圧 ($V_{10} - V_e$) を高めても、 ΔV_1 を単調に増大させることができず、 ΔV_1 が最大になるような電界を CdS 層に加えることが重要である。図 9. で示した感光板に対しては、トータル電圧が $800 \text{ (a)} \sim 1,500 \text{ (b)}$ ボルトの範囲に $\Delta V \text{ max}$ がある。すなわち、この程度の電圧は、 V_e だけで十分制御できる範囲であり、低露光量領域では三菱方式のように V_e だけで制御する方式によ

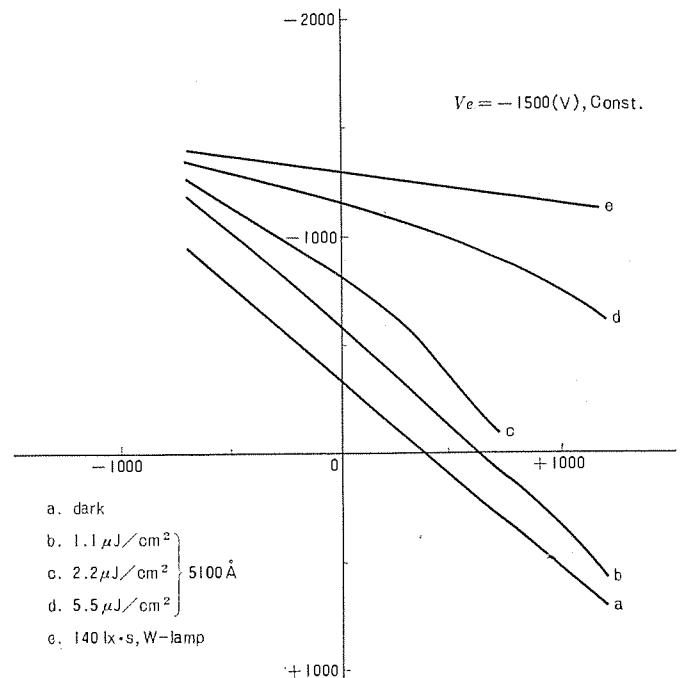


図 7. 作像後電位 V_1 の初期電位依存性

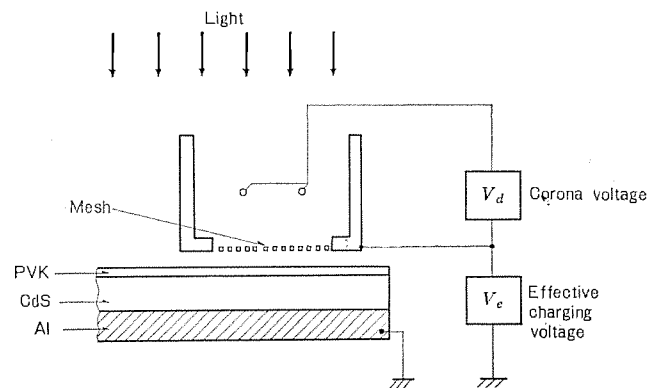


図 8. シールド形イオン源を使った作像特性の測定系の構成

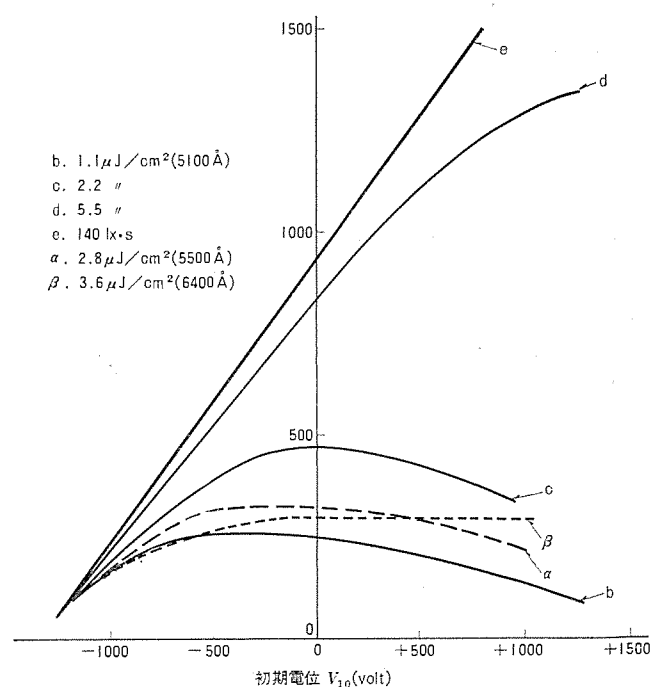


図 9. コントラスト電圧 ΔV_1 の初期電位依存性

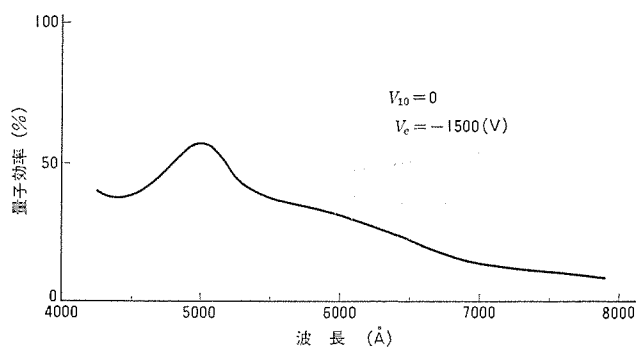


図 10. PVK-CdS 感光板の光電変換量子効率の波長依存性

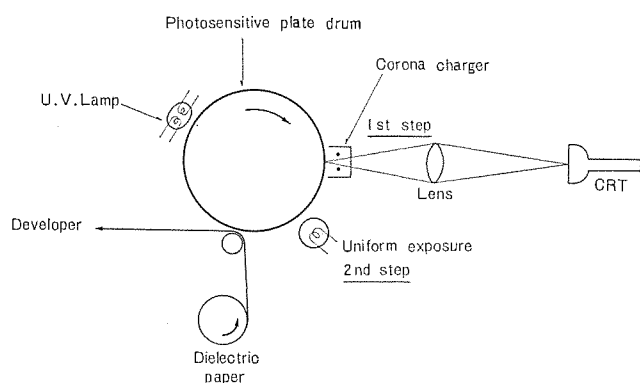


図 11. ファクシミリとしての応用例にみる三菱方式の構成

て十分な感度を得られることが分かる。

一方、高露光量領域では V_{10} をできるだけ大きくとるほうが感度が優れている。従来方式では V_{10} をコロナ帯電で制御しているが、三菱方式では感光板にバイアス電圧を印加することにより、2.3 節で詳述したように従来方式と同様の特性を実現できる。

3.2.2 電子写真感度

三菱方式感光板の光電変換量子効率 (electrons/photon) の代表的な波長分布曲線を図 10. に示す。5,050 Å に最大感度のピークを、また 6,400 Å 程度にもなだらかな肩を持っており、CdS の吸収端及び増感のため CdS 粉末にあらかじめ添加した Cu (0.005 wt %) に起因するレベルにおおの対応している。図 10. は $V_c = -1,500$ (V) に対する特性であるが、 $V_c = -750$, $V_{10} = +750$ のトータルで $-1,500$ (V) になる条件下での測定でも全く同一結果を示す。このことは、感度が V_{10} の極性によらずトータル電圧により決定されることの裏付けであり、マイナス帯電のみで作像する三菱方式と従来方式との感度が同等であると結論できる。

3.3 応用例にみる三菱方式の基本構成

図 11. は静電転写方式のファクシミリ記録部への応用例の基本構成である。ファクシミリ装置については、既に一部は報告されており、またその詳細は別報が予定されているのでここでは触れない。図 5.

はブラウン管を記録像光源として使ったシステムの各構成要素の相関関係を示したものである。ここで、a は PVK 層の光導電感度分布、b は U. V ランプの発光強度分布、c は CdS 層の電子写真感度分布、そして d はブラウン管 (PYG けい光体を塗布した 5 インチフライングスポット管) の発光強度分布をおおの示す。なお、記録像光源として用いたフライングスポット管の発光強度分布曲線 d は、CdS の感度曲線 c とよくオーバーラップしているが、PVK の感度曲線 a とはオーバーラップしていない。このように三菱方式では、記録像光は CdS 層に対しては高い光感度を与え、PVK に対しては光導電性を誘起せず電荷像が保持できるという条件を満たすように選択する必要がある。

4. む す び

この報告は、従来方式と対比しながら三菱方式の特長を述べてきたが、最後に以上の結果を要約すると次のようになる。

- (1) PVK 層の残留電荷を U. V 照射により消去させ、一工程のマイナス帯電 (CdS を PC 層として使うとき) だけでくり返し記録を行う三菱方式は従来方式とプロセス的に違う方式でありながら、特性的にはほとんど同様にすることが可能である。
- (2) 低露光量領域では、入射光量でコントラスト電圧の最大値が決定されるので、バイアス電圧を加えない三菱方式と従来方式との間に感度差はない。
- (3) 高露光量領域では従来方式のほうがコントラスト電圧を広くとることが可能である。しかし三菱方式では、感光板に印加するバイアス電圧 V_b が、従来方式の V_{10} と同一の働きをし、電位レベルの調整を行える。

なお従来の感光板自体の作像機構についても現在のところ十分解明されていない状態に加え、PVK-CdS 複合層感光板を使う三菱方式の研究を開始してからも比較的期間が短く⁽⁷⁾、細かくみると今後検討すべき課題は多い。また、三菱方式の特長は U. V 消去により PVK 層を含めた感光板全体の電位をゼロにできることにあり、この特長を生かすことのできる用途、すなわち乾式現像、普通紙使用による装置の検討を急ぐ必要がある。

この研究を進めるにあたり PVK 層及び CdS 層用 バイнда 及び感光板製作にご協力いただいた当研究所並びに生産技術研究所の関係者の方々に心から感謝します。(昭和 49-8-27 受付)

参 考 文 献

- (1) Carlson, C. F : U. S. P, 2221776
- (2) 大西, 吉沢, 佐藤, 乙武 : 電子写真学会第 32 回研究会
- (3) R. M. Schaffert : Photographic. Sci. Eng. 15, 148 (1971)
- (4) K. Nakamura : IEEE Trans. on ED, ED-19, 405 (1972)
- (5) 大西, 吉沢 : 第 21 回応物連合講演会予稿 (2), lp P 1, 300, (昭 49 春)
- (6) 大西, 吉沢 : 第 35 回応物学術講演会発表 (昭 49 秋)
- (7) 大西, 吉沢 : 特許出願 昭 46-91755 号

36kV, 25kA SF₆ガスしゃ断器

大野 玲*・原田 繁*・堤 透*

1. ま え が き

電力需要の増大、負荷の高密度化により、従来 3.3/6.6 kV であった配電系統は、順次 22/33 kV へと昇圧される傾向にあり、それとともに機器に要求される信頼度は更に高度になりつつある。

このような状況に照らして 24/36 kV の SF₆ ガスしゃ断器を開発することにし、その第 1 段階として、36 kV, 25 kA 定格品を製品化した。ガスしゃ断器は従来、70 kV 以上 500 kV におよぶ超高压・超々高压の領域で、SF₆ ガスそのものの優れたしゃ断性能・絶縁特性・高信頼性・安全性などの特長によって急速に発展し、今日では電力用しゃ断器の主流になっている。そこで、これらの利点を更に 20/30 kV の領域に拡張し、使いやすい 2 次フィーダ用しゃ断器としてこのガスしゃ断器を開発したものであり、もちろん同クラスのガスしゃ断器としてはわが国最初の製品である。

消弧室は、構造が簡単で保守点検性の優れた単一圧力式パuffa 形消弧室を基本にした接地タンク形で、各相別のタンクに納められている。操作機構は小形で軽量なばね操作機構を採用し、その他の制御部品とともに台車に取り付けられている。なお、このしゃ断器は、キュービクル収納を標準にして設計されているため、引出機構・接地用接触子・2 次ジャンクション・インタロック機構などが設けられている。36 kV, 600 A キュービクル用標準形の製品写真を図 1. に示す。

2. 定 格 事 項

表 1. に各種定格を示す。図 2. に 36 kV, 600 A 定格品の外形を示すが、各定格品とも基本的構成は共通である。

3. 特 長

このガスしゃ断器は、次のような特長を備えている。

(1) 優れたしゃ断性能

SF₆ ガスそのものの優れた性能は、既に超高压系で実証されており、単一圧力式の構造簡単な消弧室で通常の短絡条件のほか、異相地絡・脱調などの特殊条件においても優れたしゃ断性能を示している。

表 1. 定 格

形 式	30-SFG-25	20-SFG-25
定 格 電 圧	36 kV	24 kV
定 格 電 流	600, 1,200, 2,000, 3,000 A	
定 格 し ゃ 断 電 流	25 kA	
定 格 投 入 電 流	63 kA	
定 格 再 起 電 圧 上 昇 率	0.6 kV/μs	0.5 kV/μs
定 格 短 時 間 電 流	25 kA × 2 秒	
定 格 開 極 時 間	0.04 秒	
定 格 し ゃ 断 時 間	5 サイクル	
定 格 投 入 時 間	0.15 秒	
定 格 投 入 電 圧	DC 100 V	
定 格 引 外 し 電 圧	DC 100 V	
定 格 ガ ス 圧 力	5 kg/cm ² -G (20°C)	
標 準 動 作 責 務	O-1 分-CO-3 分-CO	
規 格 番 号	JEC-181	
総 重 量	800 kg	
ガ ス 重 量	5 kg	

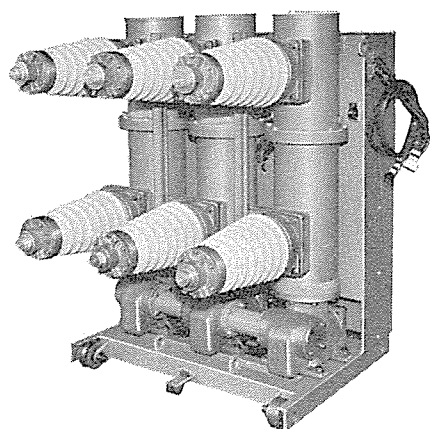
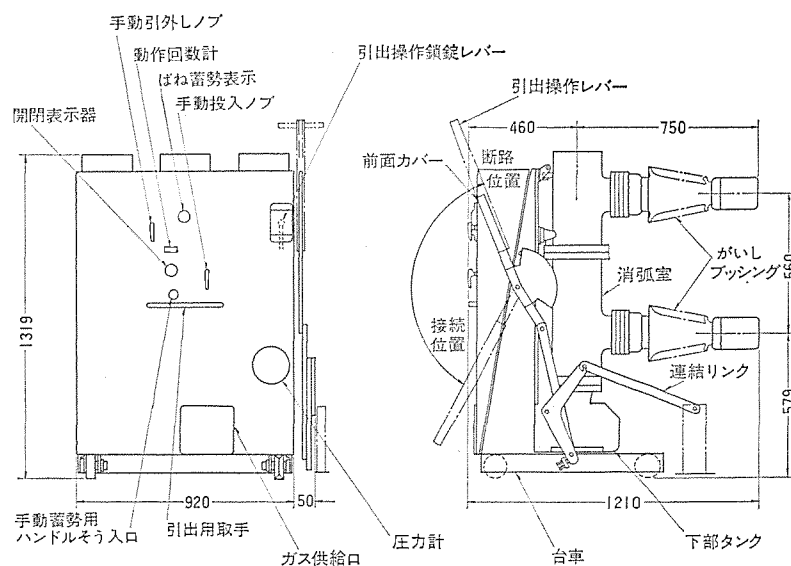
図 1. 30-SFG-25, 36 kV 600 A
しゃ断器

図 2. 外形図, 36 kV 600 A

(2) サージレス

SF₆ガスの特異な熱力学的特性から、小電流しゃ断においても過電圧の発生レベルは低く、コンデンサバンクやリアクトルの開閉の場合にもサージ吸収装置を全く必要としない。

(3) 容易な保守点検

SF₆ガス中では接点は酸化されず、その上発弧用接触子としてアーク接触子を別に設けてあるので、主接触子の消耗がきわめて少なく、点検周期を大幅に延長することができ、更に消弧室タンクが上下に2分割される構造になっているので、点検は容易である。

(4) 高い安全性

SF₆ガスは、無害・無臭で化学的にきわめて安定、かつ不活性であり、不燃性であるため生理的安全性はもちろん、火災の危険は全く無い。

(5) 圧縮空気は不要

ばね操作機構を採用したので、圧縮空気は不要であり、それだけ経済的であるばかりでなく、しゃ断器自体の信頼性も高いと言える。

(6) 縮小された寸法

接地タンク形消弧室であるので、気中に露出した充電部分が小さく、収納キュービクルも合理的に設計ができ、小形になる。

(7) 引出し形構造

効率の良いレバー式引出機構を設け、引出し・そう入作業が確実に、容易にでき、閉鎖配電盤規格JEM-1153 E級あるいはF2級に適用されるほか、接地タンク形消弧室であるためにG級メタラに採用することも可能である。

4. 構造と動作

4.1 消弧室

消弧室の断面を図3.に示すが、上部には固定コンタクトと上部ブッシングが取り付けられ、下部には可動コンタクト、パッファシリンダ、ピストン、下部ブッシングなどが取り付けられている。消弧室上部は、その一端がヒンジ金具で台車に固定されているので、消弧室中間のフランジ部分を分解すれば上下タンクは分割され、コンタクト類の点検が容易に行える。消弧室タンクの下には下部タンクがあり、ここに1個のシャフトシールと3相を連結したリンクレバーを組み込み、各相の可動コンタクトは3相が一括操作される。

電流経路は、上部の1次ジャンクション—ブッシング導体—主固定コンタクト—主可動コンタクト—パッファシリンダ—主フィンガコンタクト—ブッシング導体—下部ブッシング1次ジャンクションであり、しゃ断行程でアーク電流を通电するためにアーク固定コンタクトとアークフィンガコンタクトとが並列にはいつている。しゃ断動作は、絶縁ロッドでパッファシリンダを引き下げると、これと一体に組み込まれたアークフィンガコンタクト、オリフィスが下方に動き、アーク固定コンタクトとアークフィンガコンタクトの間にアークを発生する。このとき、パッファシリンダとピストンとに囲まれたガスが圧縮され、オリフィスを通してアークに吹き付ける。アーク固定コンタクトとアークフィンガコンタクトとは中空円筒状をしており、アークは上下2方向に吹き込まれてしゃ断が行われる。

すなわち、このガスしゃ断器にはすでに超高压中容量ガスしゃ断器で実績のある2方向吹付形消弧方式を採用し、縮小された消弧室で優れた性能を持たせることに成功した。また、図3.でブッシング

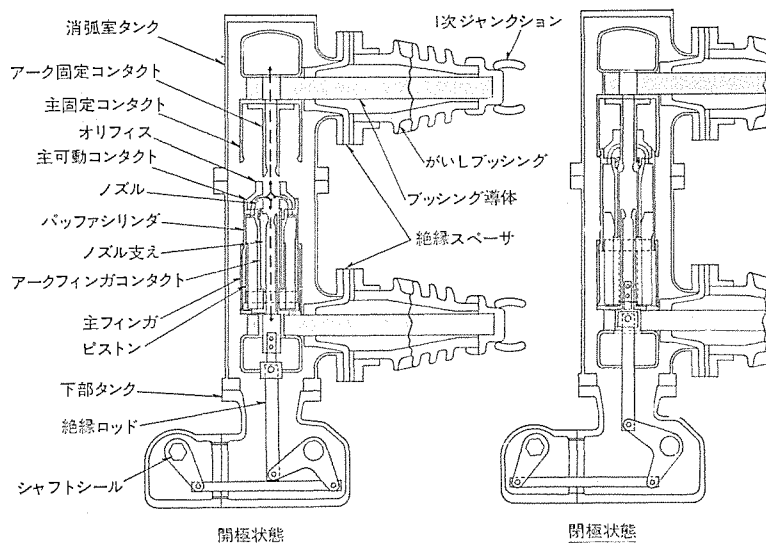


図 3. 消弧室断面図

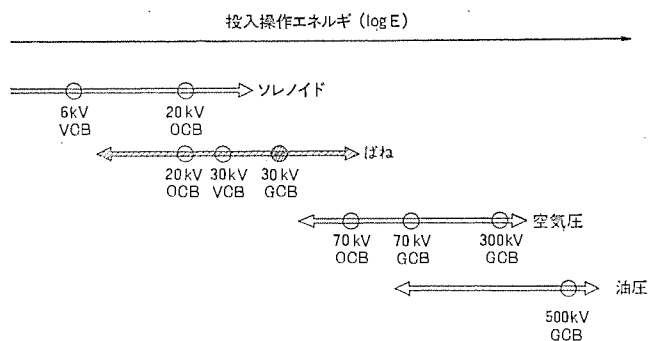


図 4. しゃ断器の各種操作機構と操作エネルギー(E)との関係 (図中の○印は、それぞれの1製品例を示す)

部分にはがい管を用いてガスブッシングにしているが、ブッシングCT付きの注型ブッシングに置き換えることも可能である。

また、絶縁スペーサ・注型ブッシングには、GISその他での実績を考慮して無機質充てん(填)剤を含む芳香族エポキシ樹脂を使用している。

4.2 操作機構

一般にしゃ断器の操作力源としてソレノイド・ばね・圧縮空気・油圧などがあり、操作力・コスト・保守の適合性などを考慮してそれぞれのしゃ断器に最適のものが選択・使用されている。各種操作機構を操作力(投入操作エネルギー)で区分すると図4.のようになる。図中●印がこのガスしゃ断器に相当し、比較のために他の製品例についても○印で図示している。比較的操作力の小さい(電圧の低い)範囲ではソレノイド機構やばね機構が使われ、操作力が大きくなると、圧縮空気や油圧が使われる。36kVガスしゃ断器の操作機構は、操作エネルギーの点から、ソレノイド機構がカバーする範囲を脱しており、また、ばね機構が比較的小形・軽量で高速動作に適するなど、しゃ断器分野での技術的動向に沿った特長を兼備しているので、近年36kV以下のしゃ断器に広く採用されつつある状況などを考慮してばね操作機構を採用した。

このガスしゃ断器の操作機構の構造を図5.に示す。コンパクトにするため、投入ばねと引外しばねは2本ずつに分割されており、2組の投入ばねクランクは主軸車を介してカム軸に連結され、カム軸にはつめ車と投入カムが取り付けられている。一方、2組の引外しばねは主軸レバーに取り付けられている。主軸には、消弧室に操作力を

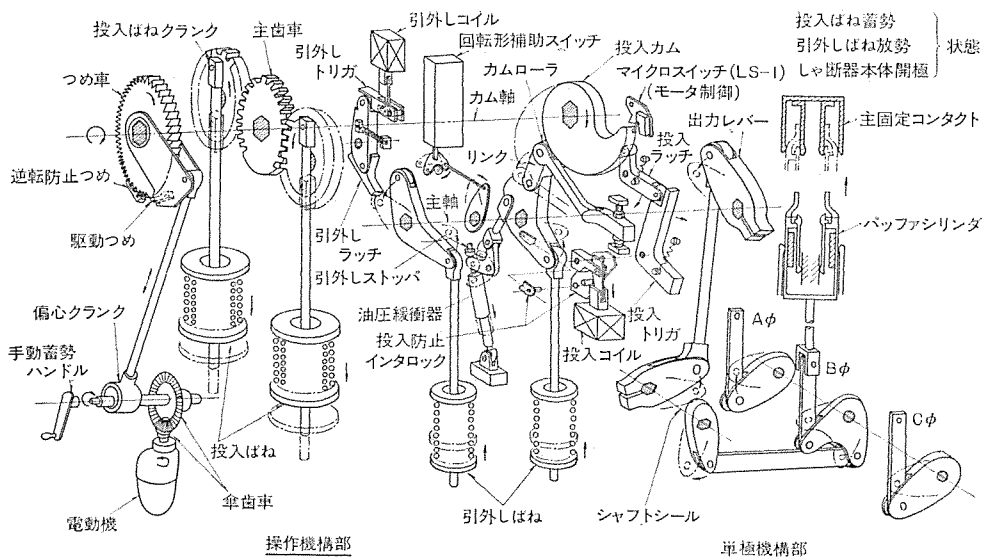


図 5. 操作機構の構造

伝達する出力レバー、引外し時の衝撃力を吸収するための油圧緩衝器、回転補助スイッチを操作するレバー・リンクなどが連結されている。また、カム軸の間には投入カムの表面を転動するカムローラ及びリンクが介在してカム軸のトルクを主軸に伝達する。

主要部分の各状態を図 6. に示し、図 7. は各動作を時間的に説明したものである。図 6. と図 7. を対比しつつ以下に動作を説明する。据付あるいは点検後のばね放勢無電圧開極状態が、図 7. の区分 I の状態であり、(図 6. (a)) 制御電源を接続すると、LS-1 (モータ制御用リミット SW) が ON になり、投入ばねの蓄勢が始まって II の状態になる。

投入ばねの蓄勢は約 10 秒で完了する。III は、蓄勢完了してモータ電源が OFF になり、投入カムも所定の位置まで回転してきており、蓄勢された投入ばねは投入ラッチ・投入トリガに保持されて投入準備が完了した状態を示す (図 6. (b))。ここで投入指令が与えられると、投入トリガが外れ、投入動作が開始されて IV に入る。IV の終わりでは、投入ばねは放勢され、引外しばねが蓄勢されるとともに、主軸レバーは引外しラッチ・引外しトリガによって投入位置に保持され、シャ断器は閉極状態になる (図 6. (c))。ここで LS-1 は ON

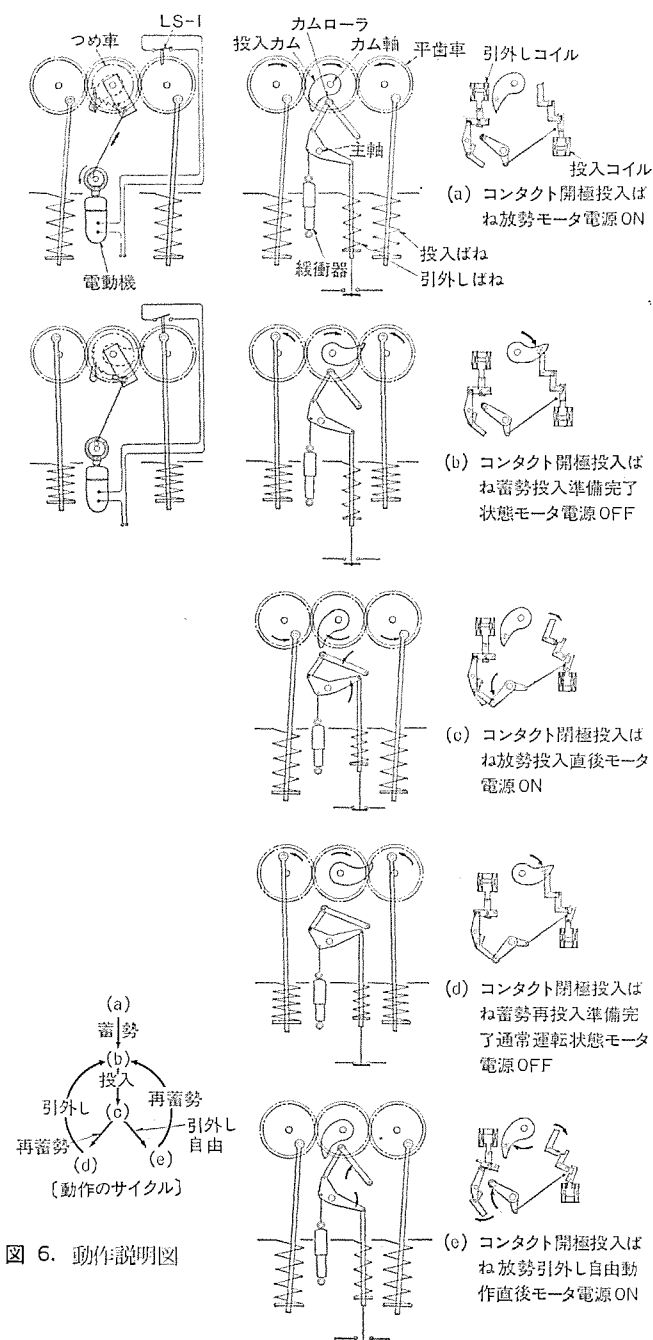


図 6. 動作説明図

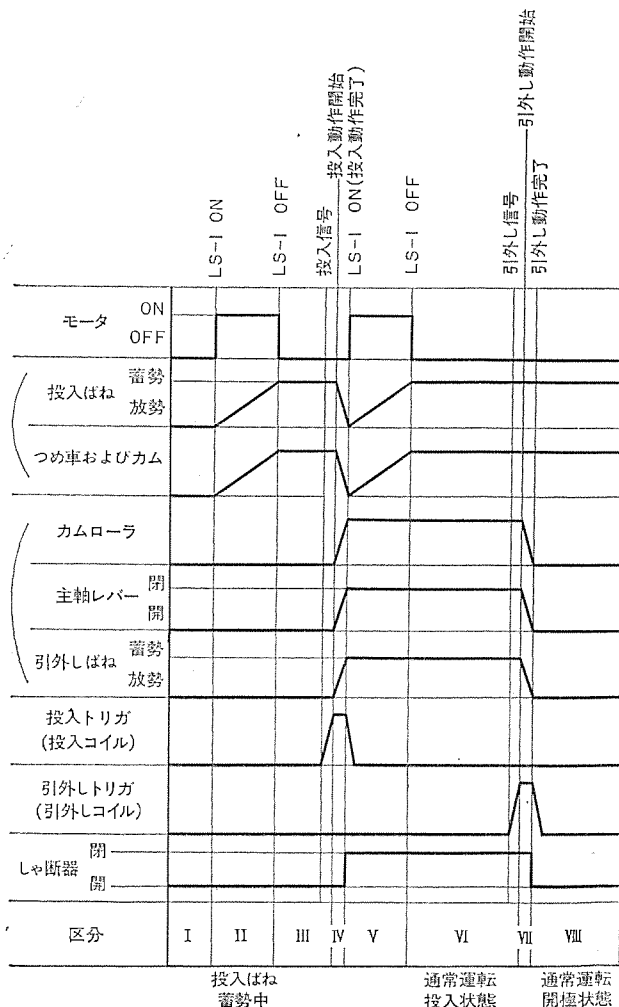


図 7. タイムチャート

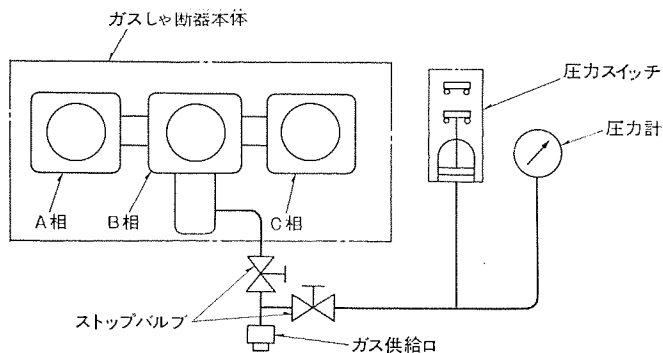


図 8. ガス系統図

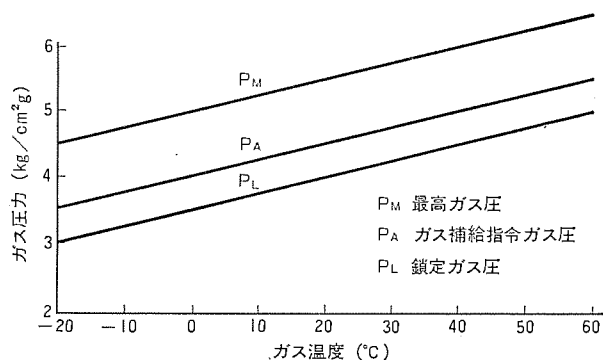


図 9. ガス圧・温度特性

になり、Vで再び投入ばねが蓄勢される。VIの状態は再蓄勢完了した状態で、通常運転の投入状態に相当する(図 6.(d))。次に、引外し指令が与えられると、VIIで引外しトリガが外れ、引外しばねが放勢しつつ、主軸レバーが開極位置に動く。引外し動作が完了すると、VIIIの状態になり、投入ばね蓄勢、引外しばね放勢、シャ断器開極位置で通常運転の開極状態であり、前記の区分Ⅲに相当する。以上のように、投入ばねは常時蓄勢され、投入カムが投入準備完了位置にあるので、高速度再投入も可能な構造である。また、図 6.(e)は引外し自由動作直後の状態であり、投入動作時に投入コイルと投入機構(投入トリガ)との掛合を切離しているので引外し自由動作後ポンピングは防止される。

4.3 制御部

消弧室に封入されたガスは図 8. に示すように、シャ断器の前面でバルブを経て補給口に導かれており、そこから分岐して圧力スイッチと圧力計に連絡されている。封入ガス圧力及び圧力スイッチの動作設定値を図 9. に示す。ガスのシール構造は、超高压以上のガスシャ断器で既に豊富な実績を持つ構造と同様に、シール面は高精度の旋削加工が行われ、パッキンは高耐候性・長寿命・低水分透過性の特殊ネオプレン製 Oリングであり、更に液体パッキンを併用して万全を期するとともに、万一ガス圧が低下した場合には圧力スイッチで自動的に検出され、上記のガス補給口から活線状態でも補給できる構造である。

4.4 台車

このシャ断器は、キュービクル収納を標準にしているので、車輪付きの台車に消弧室・操作機構・制御部品・引出装置などのすべてが取り付けられている。引出装置は、図 2. 外形図に示したように、レバー式の構造簡単で高効率のものであり、連結リンクの前端のピン穴をU字形に切り欠き、キュービクルとの接続・切離しが容易にできる構造である。また、引出装置と操作機構とをリンクした機械的鎖錠機構が設けてあり、誤って活回路を1次ジャンクションでシャ断あるいは投入しないように安全上の処置がとられている。

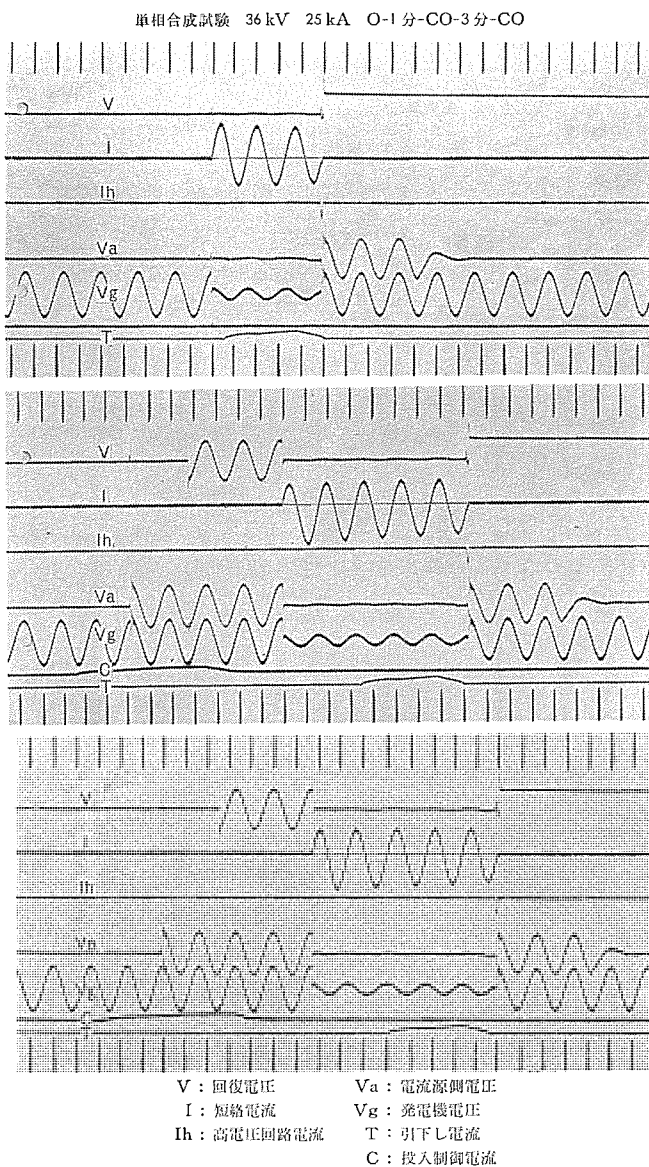


図 10. 短絡試験オシログラム

表 2. 短絡電流シャ断試験(単相合成試験)

動作責務	試験電圧 (kV)	シャ断電流		固有再起電圧		投入電流 (kA)	アーク時間 (サイクル)	シャ断時間 (サイクル)
		対称 (kA)	直 (%)	波高 (kV)	上昇率 (kV/μs)			
O 1分 CO 3分 CO	36	25	0	72.5	1.27	—	0.85	2.65
		25	15			51	1.05	2.85
		25	10			47	1.25	3.05

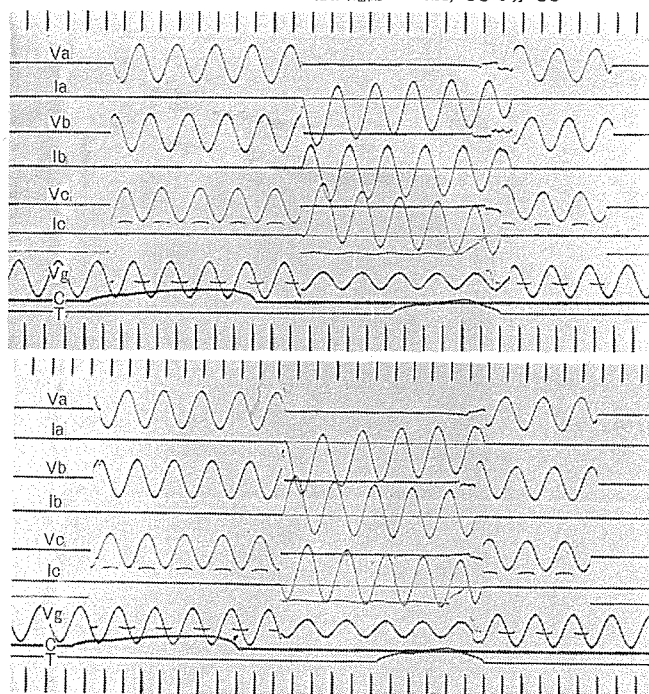
試験ガス圧: 4.1 kg/cm²-g, 気温: 26°C

表 3. 投入容量試験 (三相直接試験)

動作責務	試験相	しゃ断電流		投入電流 (kA)	電圧		アーク時間 (サイクル)	しゃ断時間 (サイクル)
		対称分 (kA)	直流分 (%)		給与電圧 (kV)	回復電圧 (%)		
CO 3分 CO	A	22.8	25	62.5	5	82	1.25	3.05
	B	23.4	5	44.5			1.25	3.05
	C	23.0	30	68			1.0	2.8
	A	22.8	30	68			1.1	2.9
	B	23.4	10	53			0.8	2.6
	C	23.0	20	51.5			1.1	2.9

試験ガス圧: 3.9 kg/cm²-g, 気温: 15°C

三相直接試験 5 kV 25 kA (投入電流 62.5 kA) CO-3分-CO



Va, Vb, Vc: 各相の電圧
Ia, Ib, Ic: 各相の電流
Vg: 発電機電圧
T: 引はずし電流
C: 投入制御電流

図 11. 投入容量試験 オシログラム

5. 試験結果

試験は、しゃ断器規格 JEC-181 及び電力規格 B-122 に規定された項目のほか、キュービクルとの組合せによる性能の検証を行った。主な試験結果を以下に述べる。

5.1 進み小電流しゃ断試験

ガス圧ロック圧 (4 kg/cm²) において 1 線地絡時の健全相を考慮して 36 kV (36 kV × $\sqrt{3}/\sqrt{3}$) で 5 A, 15 A, 50 A について位相を変えて 12 回ずつしゃ断した。更にコンデンサバンクを考慮して 200 A でも位相を変えてしゃ断したが、いずれの場合でも再点弧・再発弧は全く生じなかった。

5.2 遅れ小電流しゃ断試験

最高封入圧力 (5.5 kg/cm²) において 31.2 kV (36 kV × 1.5/√3) で 2.3 A, 5.4 A, 22 A について位相を変えて 12 回ずつしゃ断したが、発生した過電圧倍数の最大値は 1.65 であり、SF₆ ガスしゃ断器の絶縁協調の優れていることが確認された。したがって、電動機や乾式変圧器の回路に使用される場合でもサージ吸収対策は全く不要である。

36 kV, 25 kA SF₆ ガスしゃ断器・大野・原田・堤

表 4. 温度上昇試験

供試機 35 kV 3,000 A ガスしゃ断器収納キュービクル
通電電流 3,000 A 三相
試験周波数 60 Hz
測定器 熱電対自動記録温度計

番号	測定値 (°C)	温度上昇値 (°C)	規格値 (°C)	番号	測定値 (°C)	温度上昇値 (°C)	規格値 (°C)
1	57.5	43.5	65	13	55	41	65
2	43	29	70	14	53.5	39.5	65
3	59	45	65	15	64	50	65
4	59	45	65	16	68	54	65
5	59	45	65	17	45	31	50
6	55	41	65	18	25	11	—
7	54	40	65	19	34.5	20.5	—
8	57.5	43.5	65	20	33.5	19.5	30
9	42	28	70	21	23	9	30
10	44	30	50	22	15	1	30
11	68	54	65	周囲温度	14	—	—
12	64	50	65				

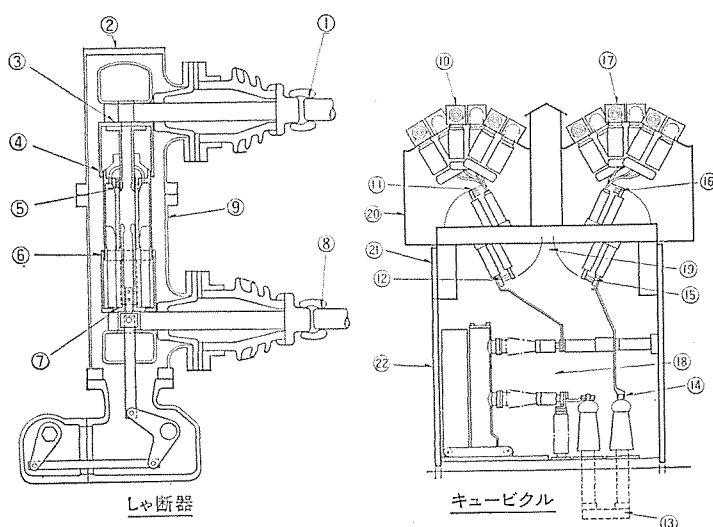


図 12. 温度上昇測定箇所

る。

5.3 短絡しゃ断試験

単相合成試験法によって短絡しゃ断試験を実施したが、一般短絡試験責務 4 号の電流値 (定格しゃ断電流) に対し、再起電圧条件はより厳しい試験責務 1～3 号のものとし、更に異相地絡条件も考慮して試験電圧・再起電圧波高値を決め、動作責務 O-1 分-CO-3 分-CO とした。試験結果を表 2. に、そのオシログラムを図 10. に示す。

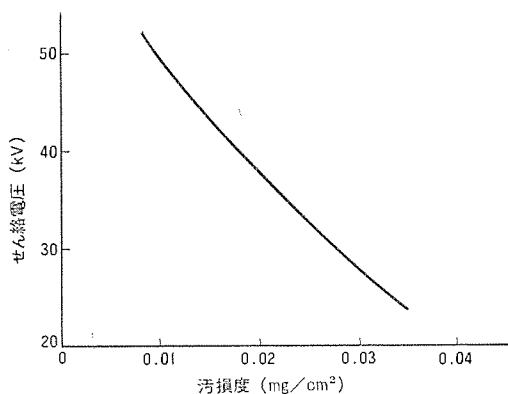


図 13. 汚損せん絡電圧特性 (5% F.O.V.).

この試験後、点検した結果主固定コンタクト・主可動コンタクトの損耗は、いずれも極めて微少であった。

5.4 投入容量試験

このガスしゃ断器は、本質的に投入電流電磁力の影響を受けにくい消弧室構造であるが、ばね操作機構による3相一括操作であるため、投入容量の検証に重点をおき、三相直接試験でCO動作試験を実施した。試験結果を表3.、オシログラムを図11.に示す。

5.5 温度上昇試験

キュービクル収納を標準に考えるとところから、温度上昇試験はキュービクルに組み込んだ状態で母線・DS・接続導体などを含めて試験を行った。各電流定格のうち、最も条件の厳しい3,000A定格品についての試験結果を表4.、温度測定箇所を図12.に示す。600・1,200A定格品と比較して3,000A定格品のキュービクルで構造的に変わっている箇所は、しゃ断器室前・後面のとびらに換気用のよい窓があり、上部の母線室との間にすき間を設けて排気孔としていることであり、対流自冷式である。

5.6 汚損せん(閃)絡試験

キュービクル収納時のじんあいによる汚損を考慮して相間絶縁バリヤを含めたモデルキュービクルと組合せて汚損せん絡試験を実施した結果を図13.に示すが、せん絡経路はすべてブラッシング沿面大地間であった。キュービクル収納機器の累積汚損度は、0.01~0.02 mg/cm²を目途としているので、試験範囲もこの基準によることにした。

5.7 耐震試験

しゃ断器が引出し形であるので、加振時のしゃ断器1次接続部のずれ、引出装置の強度、振動による誤動作などに着目してキュービクル収納状態で共振3波加振試験、実地震波加振試験(エルセントロ地震)を実施した。結果の詳細は省略するが、構造上、しゃ断器の共振点が高く、その応答倍率も低いので上述したような問題は全く生じないことが確認された。

6. 適用実績

36 kV, 600/3,000 A 定格品については、昭和48年に形式試験を実施し、その後主としてキュービクル収納形として中部電力(株)・東北電力(株)をはじめ、一般需要家に採用され、既に約40台を納入し、運転中(稼働)中である。図14.にキュービクル構造の一例を示すが、2重母線から切替用断路器を経てしゃ断器を連結し、ケーブルヘッドにつながる構成であり、縮小化するために絶縁母線を天井に設けてあ

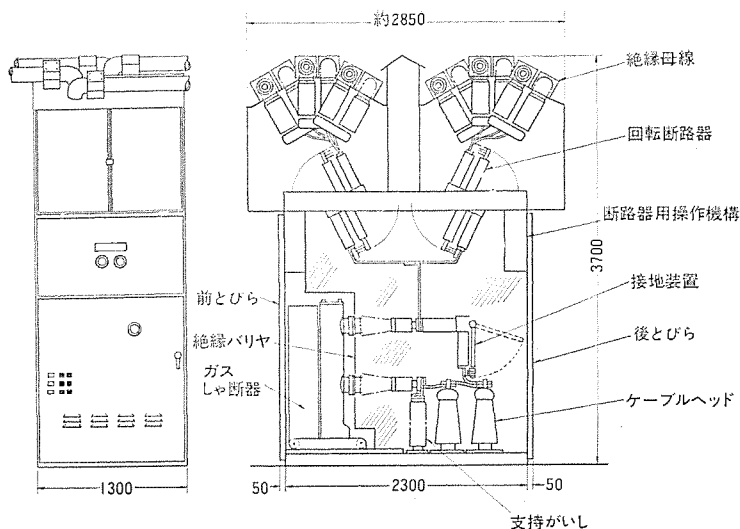


図 14. キュービクル構成例

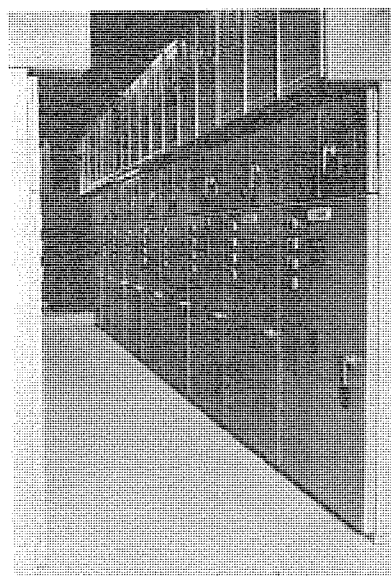


図 15. 30 kV ガスしゃ断器収納キュービクルの据付状況

る。また、母線としゃ断器の間には接地金属隔壁と回転断路器を設け、キュービクル前とびらを開けて容易にしゃ断器の引出しが可能なF2級メタラの例である。このキュービクルを屋内変電所に据付けた状況を図15.に示す。変電所の縮小化、高信頼性、安全性、美観などの観点からこのような閉鎖配電盤の採用が今後一層進められるであろう。

7. むすび

近年、各電力会社において、配電系統の3.3/6.6 kVから22/33 kVへの昇圧、切替が検討されており、縮小化・高信頼度化・省力化などのニーズに答える特別高圧機器の需要は、今後ますます増大すると思われる。このような状況のもとに、このたび、あらたに開発・製品化された36 kV SF₆ガスしゃ断器について紹介した。

筆をおくにあたり、この製品の開発に際して有意義な助言をいただいた関係各位に深く謝意を表する次第である。

原子炉制御保護系リレーラック

宮田 泰之*・尾田 憲明*・秋山 豊伺*

1. ま え が き

原子炉制御保護系 リレーラック（以下 リレーラック と略す）は加圧水形原子力発電所における原子炉制御保護系機器の一つであり、その機能は発電所の神経中枢とも言えるべき重要な役割を果たしており重複性、独立性、分離性、耐震性などの特殊な考慮が要求される。

ここでは当社が制作している リレーラック について、その機能とともにその構造・仕様について述べ、これらの要求をいかに満足させているかを説明する。

2. リレーラックの機能

リレーラック は一口でいうと原子炉の制御、保護を行う リレーロジック 盤であり、その機能は原子炉制御系と原子炉保護系の二つに大きく分けられる。

2.1 原子炉制御系機能

原子炉制御系に要求される機能は次の二つである。

- (1) 定常状態において、諸量を設定値に正確にかつ安定して維持すること。
- (2) 許容範囲内の負荷変動に対し、安定かつ原子炉トリップに至らしめることなく炉出力を追従変化せしめること。

これらの機能を満たすため、具体的には次の系より構成される。

- (a) 炉心反応度制御系
- (b) 加圧器圧力制御系
- (c) 加圧器水位制御系
- (d) 蒸気ダンパ制御系
- (e) 給水制御系

2.2 原子炉保護系機能

この機能は炉心に対する経済的損傷の防護及び発電所周辺一般公衆の安全確保を行うものであり、動作としては原子炉トリップ、安全防護設備の作動などがある。具体的には次の三つの信号がこの系から発せられ、原子炉を保護する。

- (1) 原子炉トリップ 信号

次の信号のいずれかを受けると原子炉トリップを行う。

- (a) 中性子束高信号
- (b) 1次冷却材異常信号
- (c) 加圧器異常信号
- (d) 蒸気発生器異常信号
- (e) 安全注入系作動信号
- (f) タービントリップ 信号
- (g) 地震トリップ 信号
- (h) 手動トリップ 信号

- (2) 安全防護設備作動信号

次の信号のいずれかを受けるとロジック回路が動作し、安全防護設備が作動する。

- (a) 加圧器圧力低、水位低一致信号
- (b) 格納容器内圧力高信号
- (c) 格納容器内圧力過大信号
- (d) 蒸気ライン 流量高、蒸気ライン 圧力低あるいは T_{avg} 低一致信号
- (e) 蒸気ライン 圧力差大信号
- (f) 安全防護母線電圧低信号
- (g) 手動作動信号

(3) 補助信号

この信号は原子炉トリップ、安全防護設備作動に直接関係しない補助的な信号であり、設備相互間のインタロック 機能を果たしている。次の信号はその主なものである。

- (a) 格納容器退避 ホーン 作動信号
- (b) 制御棒引抜阻止信号
- (c) タービン 負荷 ランバック 信号
- (d) 1次系補給水制御信号

2.3 リレーラック設計指針

原子力発電所施設とその構成機器には安全確保上、特に厳しい設計が要求されており、主な指針として次の三つがある。

- (1) USAEC 10 CFR 50 Appendix A
- (2) USAEC Regulatory Guide
- (3) IEEE Standard

ここではこれら指針のうち リレーラック に関する事項についてのみ述べる。

- (a) 設計、製作、据付、試験の各段階とも、その機能の重要度に応じた品質管理
- (b) 地震、たつ(竜)巻、台風、こう(洪)水など自然現象に対する防護
- (c) 火災や爆発に対する防護
- (d) 環境条件の変動に対する適合
- (e) 適切な設計余裕
- (f) 電源系統の独立性、多重性
- (g) 共用の制限

原子炉保護系は上記に加えて更に次の機能を満たすように要求されている。

- (h) 反応度制御系を含む適切な系統、安全防護機器の自動作動
- (i) 運転中、停止中の別なく試験可能
- (j) 多重性と独立性の確保
- (k) 制御系との分離
- (l) 反応度制御系の誤動作に対する考慮
- (m) 運転中の発生事象に対する機能達成の維持
- (n) 系の状態及び安全情報の運転員へのタイムリー な伝達
- (o) 取替、修理、調整の容易性

なお、原子炉保護系の故障モードとしては系統のシャ断、電源のそ

表 1. SR-G 形 電磁継電器定格

形 名	SR-4 G	SRD-4 G	SR-8 G	SRD-8 G	SRL-10 G	SRLD-10 G	SRT-NG SRT-FG	SRTD-NG SRTD-FG
操 作 方 式	交 流	直 流	交 流	直 流	交 流	直 流	交 流	直 流
極 数	4		8		10		4	
最高定格電圧	AC 550 V 又は DC 250 V							
定 格 電 流	AC 115 V 6 A (コイル負荷) DC 125 V 1.5 A (")						AC 115 V 5 A (コイル) DC 125 V 0.4 A 負 荷	
耐 振 動 性	10～50 Hz 4 G 以上							
耐 衝 撃 性	10 G 以上 (継続時間 11 ms 以下)							
使用温度範囲	-10～+55°C							

表 2. OU-G 形 操作スイッチ 定格

形 名	OU-G 形
最高定格電圧	AC 550 V 又は DC 250 V
定 格 電 流	AC 115 V 10 A (コイル負荷) DC 125 V 0.4 A (")
耐 振 動 性	5~50 Hz 5 G 以上
耐 衝 撃 性	20 G 以上 (継続時間 11 ms 以下)
使用温度範囲	-10~+55°C

う失, 計装用空気源のそう失, 過冷, 火災, 加圧, 蒸気, 浸水, 放射線事故を想定しなければならない。

3. 構成器具

構成器具には電磁継電器, 操作スイッチ, 信号灯・ヒューズ, 盤内配線材料などがある。これらの選定に当たっては平常時, 異常時の別なく動作信頼性確保第一の観点から次の三つを基本的な選定基準とした。

- (1) 使用実績がありかつその信頼性が十分に実証されていること。
- (2) 設計指針を満たすために若干の変更を加える場合でも, 従来その器具が持っている性能を低下させないこと。
- (3) 使用実績のある輸入品と同等若しくはそれ以上であることを検証すること。

ここでは上記の考えにそって選定した電磁継電器, 操作スイッチ, 盤内配線材料の仕様を述べる。

3.1 電磁継電器

火力発電所などで数多くの実績を持ち, 高信頼性が実証されている当社製 SR 形を基本形としてこれに耐震性を付加し, 原子力プラント専用継電器として開発した SR-G 形を使用した。この継電器の耐震性については 4 G 以上 (SR 形は 2 G) と非常に優れた特性を確認している。また, 品質管理に万全を期すため全数について綿密な外観検査, 接触検査, 絶縁耐力, 絶縁抵抗測定, 電圧検査, 接触信頼度 (ラッチ式継電器以外), ならし運転 (ラッチ式継電器のみ) を実施した。表 1. に定格を示す。

3.2 操作スイッチ

電磁継電器と同様当社製 OU 形に耐震性を付加した OU-G 形を使用した。表 2. に定格を示す。

3.3 盤内配線材料

火災に対する防護を主目的として耐燃性のテフロン電線を使用した。

4. 構造

リレーラックの構造図を図 1. に示す。この基本わく体については後述するように耐震上優れたパネル構造とした。

4.1 盤仕様

盤のわく組は 2.3 mm 厚以上の鋼板製とし, 前面及び後面はかぎ(鍵)付とびらとし, 保守に便するとともに誤操作防止を図った。とびらにはスクリーン付換気口を上下に設け, 空中じんあい(塵埃)に対処するとともに盤内発生熱の放出を容易にした。また上部, 下部いずれからでも外部ケーブルの引込みが可能のように考慮し, 端子台には強度上問題のない, かつアンブ端子を使用するに適した当社製 TE 形

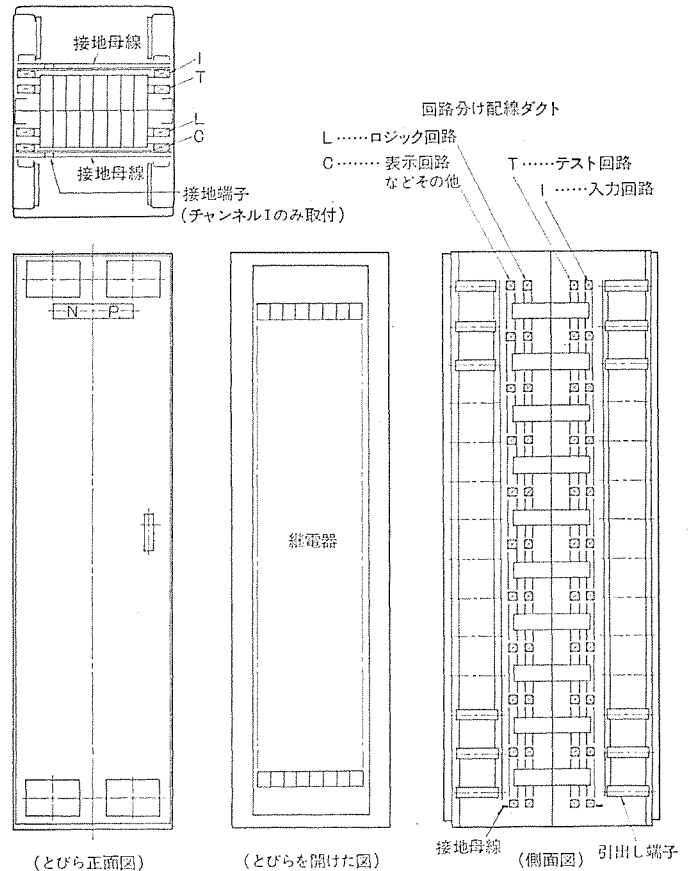


図 1. リレーラック 構造図

端子台を使用した。信頼性向上のため空調室 (空気清浄, 24°C) に設置することとしたが更に空調設備の故障も考慮し, 構成器具はすべて 4.5~50°C, 湿度 15~95 % にて連続使用に耐えるものを使用するとともに, 使用条件を考慮して定格に対して適切な低減率をとっている。また構成器具の配列は機能, 用途別に行い, 更に継電器の配列をとびら裏面に表示して誤操作防止を配慮し, 保守点検に便利のように継電器はカセット取付方式とした。その他耐燃塗料の使用, 入力回路・ロジック回路・テスト回路・その他の 4 種類に区分された盤内配線ダクト・端子台 (図 1.), 耐震強度向上のための補強材などの考慮を払っている。

4.2 盤構成

リレーラックの構成は次のとおりで, トレン A, トレン B はそれぞれ分離して配置した。原子炉保護, 安全防護, 補助の各リレーラックの外観を図 2., 3., 4. に示す。

原子炉保護 リレーラック トレン A (含 テストラック) 5 面

原子炉保護 リレーラック トレン B (含 テストラック) 5 面

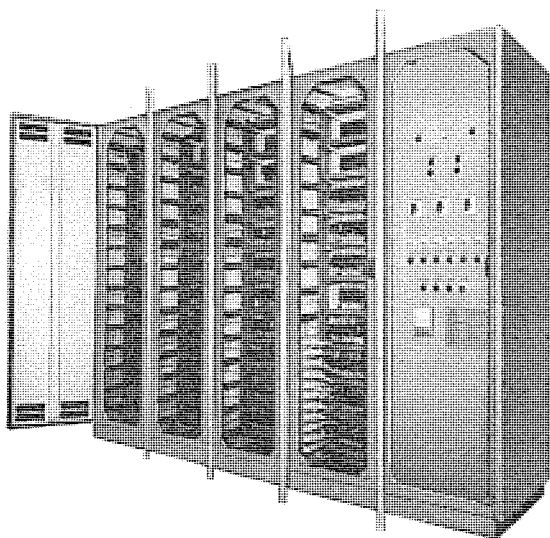


図 2. 原子炉保護 リレーラック

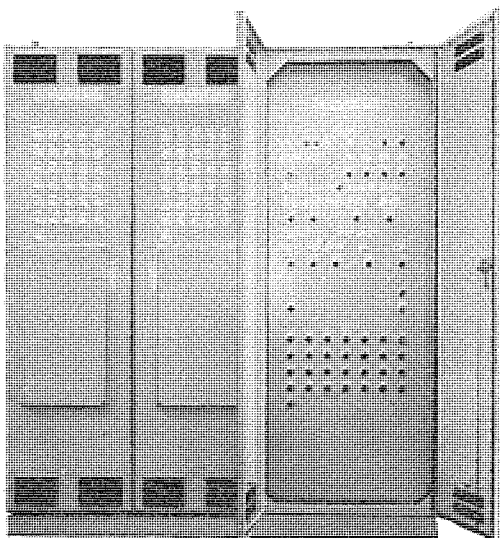


図 3. 安全防護 リレーラック

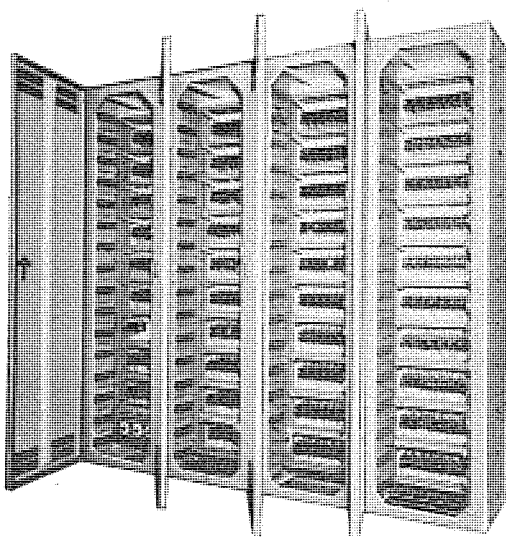


図 4. 補助 リレーラック

安全防護 リレーラック	トレン A (含 テストラック)	3 面
安全防護 リレーラック	トレン B (含 テストラック)	3 面
補助 リレーラック		2 ～ 4 面

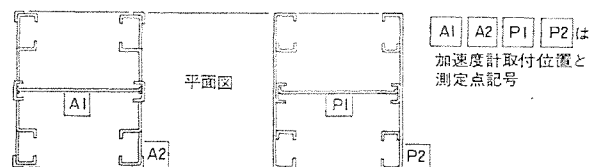
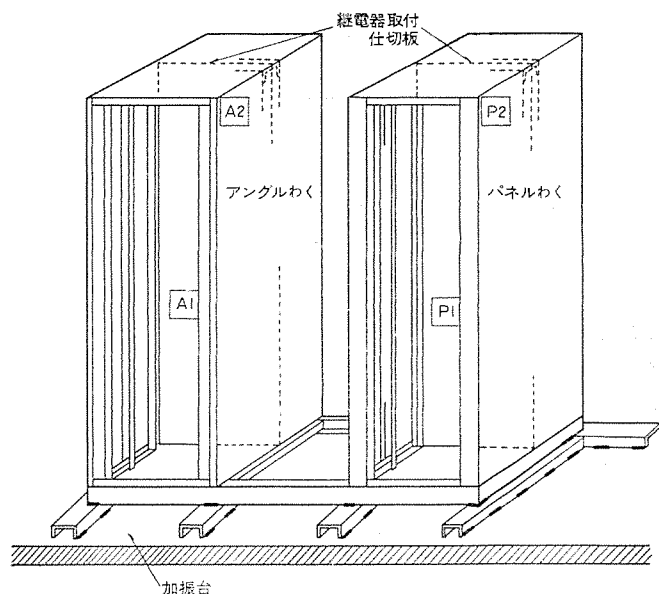


図 5. 耐震試験用わく体構造図

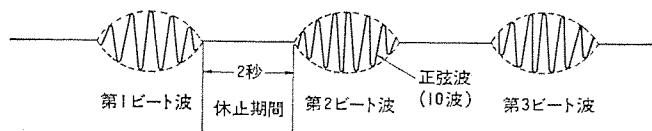


図 6. 正弦ビート波

4.3 わく体耐震試験

耐震上の優劣を比較するため、アングル構造とパネル構造のわく体各1面について加振試験を実施した。図5.にそれらの構造を示す。固有振動数測定のため前後、左右の2方向についてそれぞれ正弦波0.1Gで5～40Hzの範囲にわたって掃引加振し、この結果求められた固有振動数付近で正弦ビート(図6.に示す)5波で耐震強度試験を実施した。

上記の試験結果からアングル構造に比較してパネル構造のほうが盤固有振動数が高くすなわち剛であり、またピーク応答倍率が低く振動の減衰が速いという結論を得たので、わく体はパネル構造を採用した。

4.4 リレーラック耐震試験

わく体耐震試験結果より得られたパネル構造盤に更にとびら、継電器取付部に補強を入れ耐震性を増加させた盤3面を製作し、実際の盤構成器具類を取付け、(1)リレーラックの耐震性の確認、(2)継電器、操作スイッチ類が誤動作を起こさないことの確認、(3)機能確保を妨害する機械的破損のないことの確認、を目的としてリレーラック耐震試験を実施した。

まず固有振動数を求めるため前後、左右の各方向に正弦波0.1Gで5～40Hzの範囲にわたって掃引し、振動数と加速度応答倍率の関係を求めた。次に掃引振動試験で得られた固有振動数とその前後2Hz(1Hzごと)計5点を主体として耐震強度試験を行った。加振波は正弦ビート5波とし、加速度応答倍率を測定するとともに盤に取付けられた継電器の励磁、消磁、接点开閉状態の監視、操作スイッチの接点状態の監視を行い、加振中の正常動作確認を行った。図7.

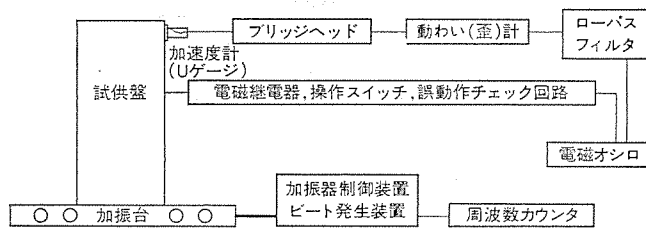


図 7. 加速度測定のプロック図

に加速度測定ブロック図を示す。

前後方向掃引振動試験の結果、この盤の固有振動数は 21 Hz と非常に高いことが確認された。耐震強度試験において電磁継電器、操作スイッチとも、全く誤動作、不動作は発生せず、また試験完了後の構造検査でも板のひずみ、ねじのゆるみ、取付器具の脱離などの不具合は全く認められず、リレーラックに要求される耐震機能を十分に果たし得るものであることが確認された。

5. 内部回路

(1) 原子炉保護 リレーラック

回路の概略構成図を図 8. に示す。機能上原子炉保護ロジック部とテスト部に大きく分けられる。前者に属する主なものにバイステープルリレーとトリップリレーが、後者にはテストリレーとレコーダがある。

(a) バイステープルリレー

最も数多く使われているリレーで、盤内前面に配置されチャンネル分けがなされ、独立性と分離性が図られている。計器ラックなどからの電圧信号を受け、その接点により 2 out of 3 などの重複性をもったロジックを組むとともに警報装置、状態表示器、計算機の入力ともなる。

(b) トリップリレー

ロジック回路の結果を受けるリレーで、その動作により原子炉トリップしゃ断器を動作させ制御棒が落下して原子炉をトリップさせる。し

たがって誤操作、誤動作がないように盤内最下部に取付けている。

(c) テストリレー

原子炉保護テスト時に使用されるリレーで、盤内後面に配置されテストスイッチ (TS) の操作によりロジック回路を形成し、原子炉トリップしゃ断器の動作テストを行う。このテストについては表 3.、図 8. 参照。

(d) レコーダ

テスト状態を記録、保存するために設けたものである。

(2) 安全防護 リレーラック

安全防護回路の概略構成図を図 9. に示す。

(a) バイステープルリレー

原子炉保護リレーラックと同じ機能のもので盤内部前面に設置され、チャンネル分けがなされている。

(b) マスタリレー

ロジック回路の結果を受けるリレーである。

(c) スレーブリレー

マスタリレーの接点増幅をしているリレーで、この接点の開閉が安全防護作動信号となる。

(d) テストリレー

テスト機能はロジックテストと動作テストに大別される。以下これらのテストについては表 3.、図 9. 参照。

(e) ブロッキングリレー

動作テスト用に使用されるリレーで、ロジックテストと同じ役割を果たす。ロジックテストが終わった後、マスタリレーをリセットし動作テストに入る。このテストは更に“GO-GO”システムテストと“NO-NO”システムテストに区分される。

(3) 補助 リレーラック

このラックは原子炉保護、安全防護に直接関係しない回路を構成しているもので、2.2 節 (3) 項に記載の機能のほか、補機運転上の各種インタロック、リミットスイッチ接点増幅など種々の回路より成る。

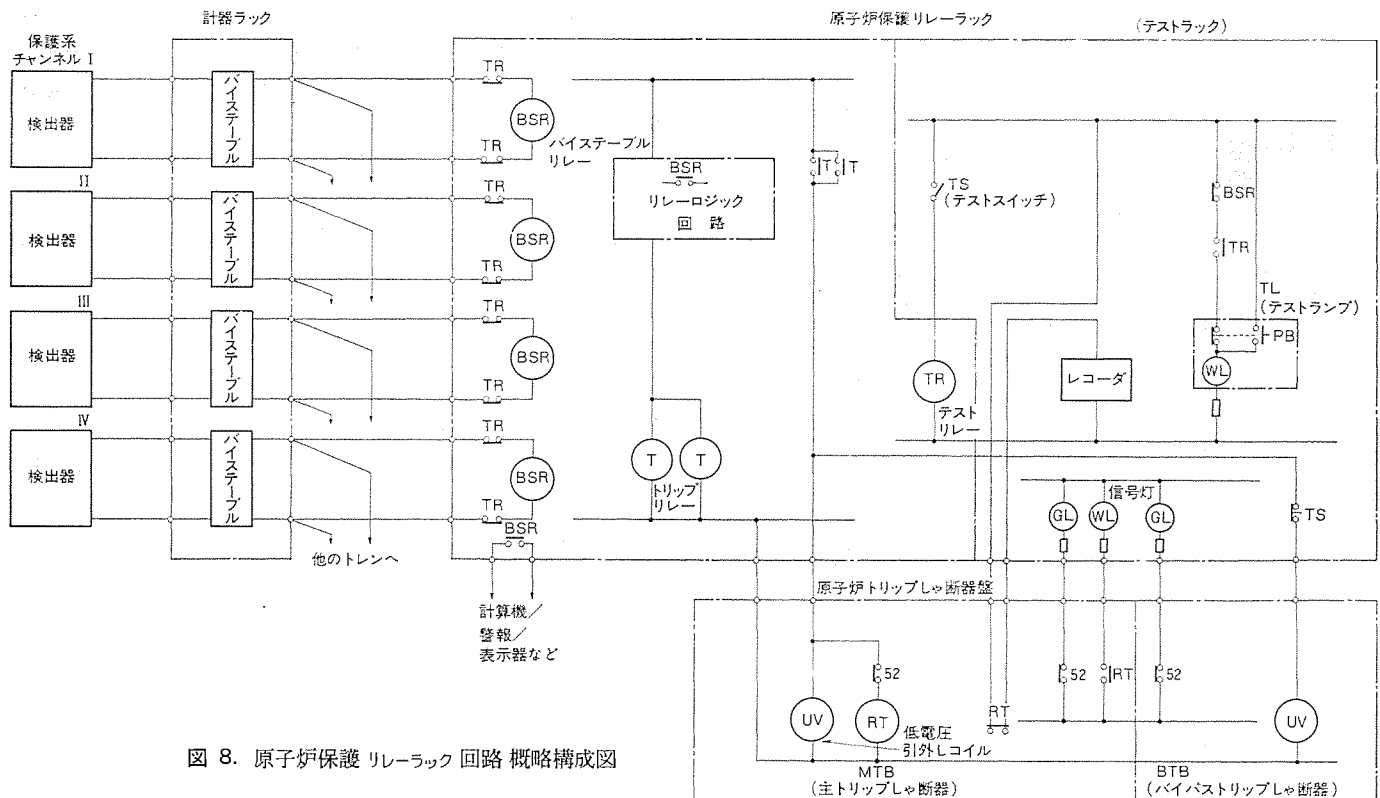


図 8. 原子炉保護 リレーラック 回路 概略構成図

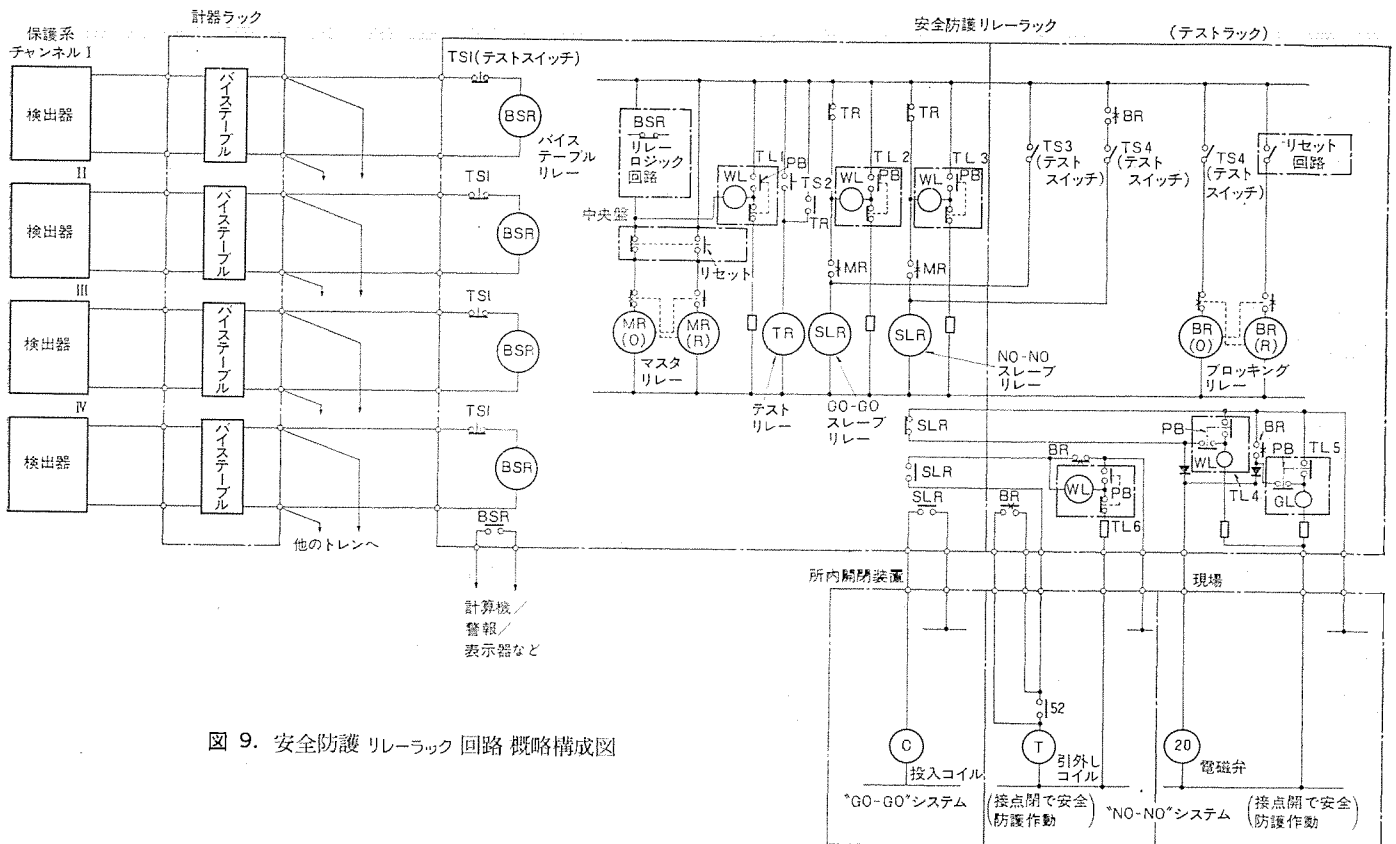


図 9. 安全防護 リレーラック 回路 概略構成図

表 3. リレーラック テストモード

		テスト前状態	操 作	動 作	テスト状態表示
原子炉保護 リレーラックテスト (図 8. 参照)		TL 消 灯 MTB 閉 [MTB 信号灯 GL 消 灯 WL 消 灯] BTB 開 [BTB 信号灯 GL 点 灯] TR 消 磁 BSR 励 磁 T 励 磁	① TS 入	① TR 励磁→BSR 消磁→T 消磁 →MTB 閉	① TL 点灯 MTB 信号灯(GL 点灯, WL 消灯)
			② TS 切	② TR 消磁→BSR 励磁→T 励磁 →レコーダ動作	② TL 消灯 MTB 信号灯(WL, GL 点灯)
			③ TS 入	③ TR 励磁→BSR 消磁→T 消磁 →レコーダ不動作	③ ①と同じ
			④ 以下②③の操作を繰り返してリレーロジックを形成し各系統ごとにテストを行う		
			⑤ TS を切にしてテスト前の状態にもどす		
安全防護リレーラックテスト (図 9. 参照)	ロジックテスト	TL 1 消 灯 TL 2, 3 点 灯 TR 消 磁 BSR 励 磁 MR 消 磁	① TS 2 入	① TR 励磁	① TL 2, 3 消 灯
			② TS 1 入	② BSR 消磁→MR 励磁	② TL 1 点 灯
			③ TL 2, 3 PB 押		③ TL 2, 3 点 灯
			④ 以下②③の操作を繰り返してリレーロジックを形成し各系統ごとにテストを行う		
			⑤ MR, TR をリセットしテスト前の状態にもどす		
	動作テスト	TL 2 点 灯 SLR 消 磁	① TS 3 入	① SLR 励磁→投入コイル励磁	① 中央制御盤表示灯点灯
			② 以下①の操作を繰り返して各系統ごとにテストを行う		
			③ TS 3 切にしてテスト前の状態にもどす		
		TL 6 点 灯 BR 消 磁 SLR 消 磁	① TS 4 入	① BR 励磁→SLR 励磁	① TL 6 消灯
			② TL 6 PB 押		② TL 6 点灯
			③ 以下①②の操作を繰り返して各系統ごとにテストを行う		
			④ TL 6 PB, TS 4 を切, BR をリセットしテスト前の状態にもどす		
	システム	TL 4 点 灯 TL 5 消 灯 BR 消 磁 SLR 消 磁	① TS 4 入	① BR 励磁→SLR 励磁	① TL 5 点灯→TL 4 消灯
			② 以下①の操作を繰り返して各系統ごとにテストを行う		
			③ TS 4 を切, BR をリセットしテスト前の状態にもどす		

6. む す び

以上原子炉制御保護系 リレーラック の機能、構造・仕様について述べたが、今後更に信頼性の高い製品を目指して一層の研究を続けてい

る。例えばロジック回路の半導体化について研究を進めており、これによって現在のリレーラックに比して盤面数の大幅な削減とテスト時間の短縮、耐震性の向上に大きなメリットが期待されている。

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
726277	電気車制御装置	北 岡 隆	728871	超音波検出装置	江 沢 孝 吉・野 田 昌 宏
726278	エッジワイズマシン	渡 辺 光 人	728872	超音波検出装置	江 沢 孝 吉・野 田 昌 宏
726279	減圧 アーク 肉盛方法	山 本 利 雄・島 田 弥	728873	潜水形電動機	大 森 淳 夫・和 田 義 彦
727662	耐冷媒性電気絶縁用組成物	柴 山 恭 一・児 玉 峯 一	728874	伝熱管	明 石 克 寛・西 山 槐
727663	放熱器	織 田 隆 嗣・大 規 哲 也	728875	正磷酸 イットリウム けい(螢) 光体	栗 津 健 三・武 藤 勝 俊 松 永 数・甲 斐 潤 二 郎 大 井 京 子
727664	広域 RADA 通信方式	小 林 信 三			
727665	論理装置	高 田 信 治			
727666	半導体装置の製造方法	貞 森 将 昭	728876	陰極線管の表面処理方法	太 田 勝 啓・林 次 郎 西 樂 隆 司・大 谷 勝 也
727667	電気機器	藤 井 勲			
727668	高強度ベリリウム銅合金ミルハードン材の製造方法	中 島 陽 三・我 妻 隆 中 西 輝 雄	728877	半導体直接発振器	白 幡 潔
727669	静止形インバータの並列運転回路	細 野 勇	728878	半導体装置の製法	三 井 茂
727670	アンテナフィードの融雪氷装置	河 上 国 彦	728879	配車指令装置	大 塚 明・竹 垣 弘
727671	インバータ 制御装置	熊 野 昌 義	728880	管内 メッキ 装置	小 川 義 房・下 田 浩
727672	アナログディジタル 変換装置	仁 田 周 一・大 塚 貞 夫	728881	円偏波直線偏波共用追尾方式	竹 内 政 和・吉 川 義 彦
727673	反射板付き ダイポールアレーアンテナ	武 市 吉 博・真 野 清 司	728882	直線偏波用追尾方式	竹 内 政 和・吉 川 義 彦
727674	ふん(雰)囲気炉	片 山 康 平・永 岡 英 一	728883	機関制御装置	浅 山 嘉 明
727675	回転排気装置	山 中 隆 司	728884	無接触探針	安 東 滋・岡 田 和 男
727676	エポキシ 樹脂用硬化剤及び エポキシ樹脂組成物の製造法	柴 山 恭 一・岡 橋 和 郎	728885	ブラシレス 同期機装置	永 石 勝 之
			728886	直流電動機試験装置	中 堀 一 郎・室 田 仁
727677	レーザ 加工装置	谷 口 一 郎・宮 沢 生 行	728887	回転体の流体導出入部の密封装置	田 中 三 郎
727356	固体電流振動素子	伊 吹 順 章・吉 沢 達 夫 大 西 勝	728938	絶縁継手の製造法	亀 野 行 弘・井 上 武 男 白 沢 宗
728867	電動噴霧機	武 井 久 夫	728941	衝撃圧力継電器用試験装置	川 中 進
728868	圧延機制御装置	斎 藤 豊	729347	超音波検出装置	江 沢 孝 吉・野 田 昌 宏
728869	半導体装置の製造方法	奥 泰 二・三 井 茂	729348	料金調定方式	岡 上 公 彦
728870	信号発生装置	佐 藤 安 俊・山 根 満 徳	729349	料金調定装置	岡 上 公 彦

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 49 No. 5 電子計算機特集

特集論文

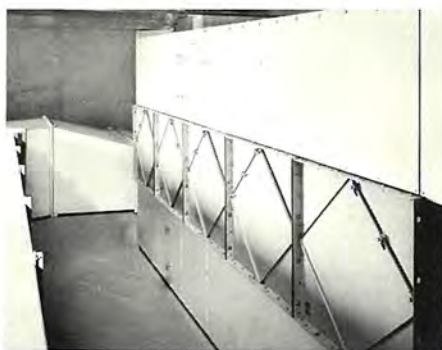
- MELCOM-COSMO 700 のハードウェア (本体)
- MELCOM-COSMO 500
- MELCOM 80 シリーズ/モデル 31 小形電子計算機システム
- MELCOM 80 シリーズ/モデル 11 小形電子計算機システム
- MELCOM の交換形磁気ディスク装置
- 漢字情報処理システム

普通論文

- 新方式ファンコイルユニット
- レーダ用固体パルス変調器
- 産業用蒸気タービンの電気ガバナ
(三菱ターボマトリックス)
- 中容量変圧器における電気特性測定の自動化

三菱電機技報編集委員				三菱電機技報 49 巻 4 号		昭和 50 年 4 月 22 日印刷 昭和 50 年 4 月 25 日発行
委員長	松 岡 治	常任委員	本 間 吉 夫	定価	1 部 300 円 (送料別) 無断転載を禁ず	
副委員長	神 崎 遼	"	三 輪 進	編集兼発行人	松 岡 治	
"	武 藤 正	"	吉 山 裕 二	印刷者	高 橋 武 夫	
常任委員	伊 藤 一 夫	委 員	飯 田 春 吉	印刷所	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地 大日本印刷株式会社	
"	宇 佐 見 重 夫	"	粕 谷 一 雄	発行所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 1 番 2 号 (〒 100) 三菱電機エンジニアリング株式会社内	
"	大 田 重 吉	"	久 保 博 司		「三菱電機技報社」 Tel. (03) 218 局 2 4 9 4	
"	北 川 和 人	"	熊 本 永	発売元	東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 100) 株式会社 オーム社書店	
"	祖父江晴秋	"	橋 爪 基		Tel. (03) 291 局 0912, 振替口座 東京 20018	
"	塚 本 信 雄	"	林 昇 寿			
"	久 松 章 三		(以上音 50 順)			
"	日 野 雅 行					
4 号特集担当 塚本信雄						

NEWSFLASH



中央ビル機械室に設置されたロスナイ▶
中央ビル全景▼



大阪・中央ビル納め “コンパクト化した大風量ロスナイ”

ロスナイを空調システムに採用した新大阪駅前の中央ビル。ペリメーターゾーンは、ファンコイルユニット方式で、インテリアゾーンはロスナイによって熱交換した外気処理も含めエアーハンドリングユニットによって行っています。ロスナイはLS-500形をチャンバーによって組合せ、外気量 $56000\text{m}^3/\text{h}$ と排気量 $47200\text{m}^3/\text{h}$ とを熱交換し、これによって冷房時の外気負荷を $291000\text{kcal}/\text{h}$ 、暖房時の外気負荷を $330500\text{kcal}/\text{h}$ 節減しようというものです。このほか帝人ビル、明治生命ビルなどの高層ビルにも採用され、設計時の効率を十分発揮し順調に運転を続けています。また、海外においても注目を浴び、アメリカを始めヨーロッパ各国、オーストラリアにも輸出しております。

容易になったアンモニア冷凍設備のフロン化

アンモニア冷凍設備の運転保守は大変な作業であり、さらに地震などによる災害対策としても安全冷媒フロンへの転換が進められております。フロン化の方法は種々ありますが、最も容易に、かつ短期間でできるのはブライン方式です。当社では、このほど低温ブラインクーラ、BCS-50、BCS-80を愛知県アイスクリーム卸業協同組合の冷蔵庫に納入し、フロン化を完成しました。このブライン方式は順調にか動し、運転保守も容易であり、設備の高信頼性を確認し、ご好評をいただいております。このように安全冷媒フロン化に、三菱ブラインクーラが省力化冷凍機としての大きな役割りを果たしています。

