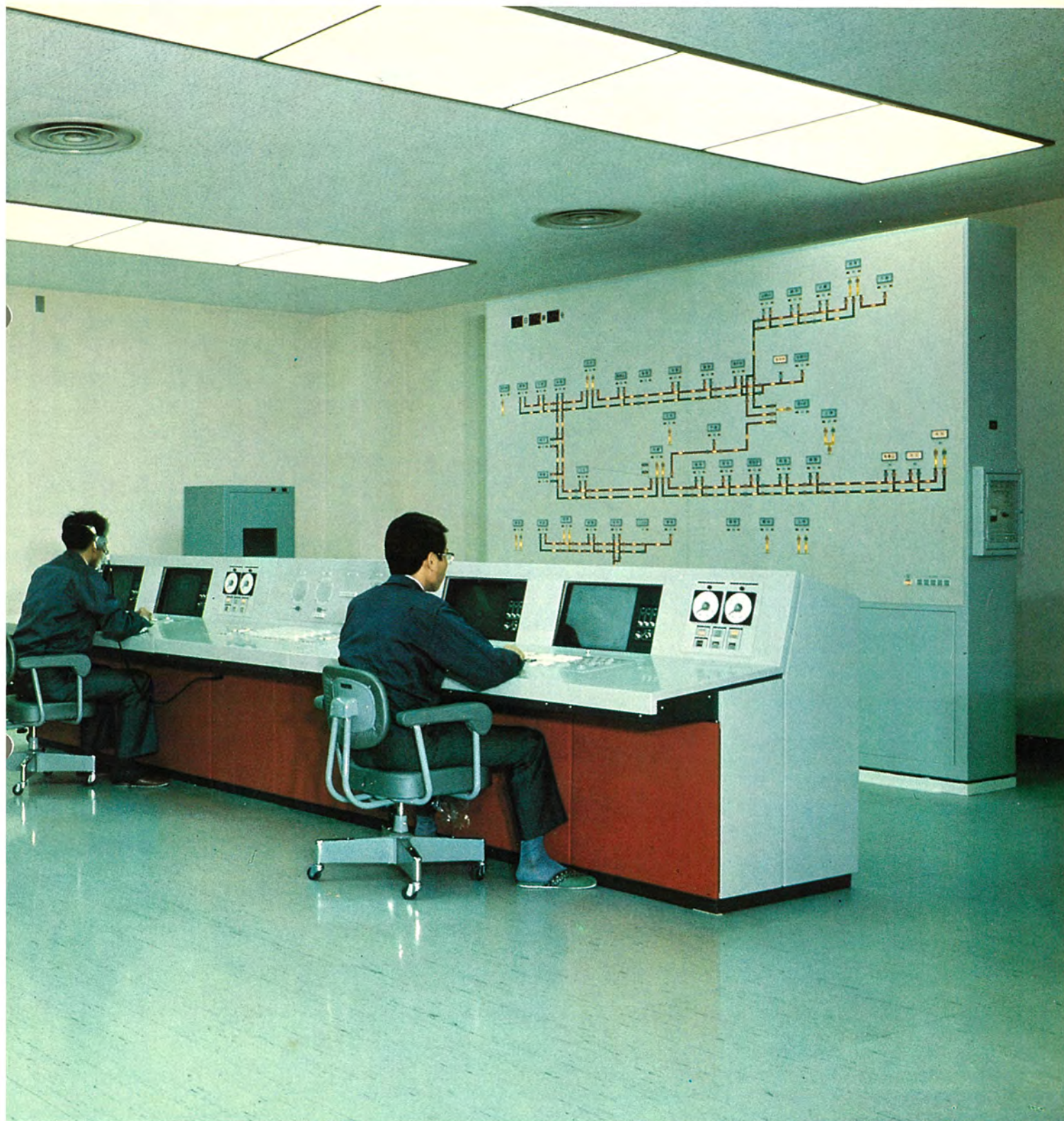


MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.52 No.2

データ伝送特集

三菱電機技報

Vol. 52 No. 2 FEBRUARY

データ伝送特集

目次

特集論文

新遠方監視制御システム《MELFLEX》	室田 慎・山内才胤・小村 明・岡村 繁・村田尚生	125
分散形制御システムにおけるデータウエー	的 場 徹・山内才胤・松本正弘・池田健夫・中島邦男	130
水道用情報伝送処理システム	藤原謙一・柳沢 忍・田中 智	135
都市ガス供給用情報伝送装置	長町恒資・山中彪生・赤塚和禧・吉良広文	140
コンピュータネットワークにおけるパケット通信処理装置	松永 宏・水野忠則・梶原 誠・桜井俊一	144

普通論文

冷凍サイクルにおける冷媒と冷凍機油の化学的評価法	榎本順三・塩野 悟・今村 孝・嶋村光助・時田祐佐	151
モールド変圧器	鶴田敬二・伊奈照夫・村上靖武・篠倉俊介・日野孝一	155
衛星通信用小形地球局	石井康一・中西道雄	159
運転免許証発行システム	小 畑 甫・由留部政則・小川 勇・山田吉彦	164
最近の大容量ディーゼル発電機	阿野忠美・小西和成	169
サイリスタモータ系の特性解析プログラム	熊野昌義・寺野義夫	174
ホットメルト接着剤の適用評価	島本幸三・宮尾国彦・檜垣孝志・原賀康介	179
新形NBブレーキモートル	松谷英治・井藤 博・池田洋一	184
ミシンの新形布押さえ装置	井上登志夫・成田正夫・堀本耕一	188

特許と新案

線形加速装置・回路シャ断器・電気機器	148・196
当社の登録実用新案一覧	193

スポット

酸化亜鉛式避雷器・の水道メータ用ステップモータ3線式遠隔表示カウンタ・省エネルギー換気扇ロスナイ・実験用中容量静止通信衛星「さくら」の打上げ(表紙3)

FEATURING DATA TRANSMISSION

CONTENTS

FEATURED PAPERS

The New MELFLEX Remote Supervisory-Control System	Shin Murota et al.	125
A Data Way for Distributed Control Systems	Toru Matoba et al.	130
A System for the Transmission and Processing of Water-Supply Data	Kenichi Fujiwara et al.	135
Data-Transmission Equipment for City-Gas Supply	Hisashi Nagamachi et al.	140
A Packet Communication Processor for Computer Networks	Hiroshi Matsunaga et al.	144

GENERAL PAPERS

A Chemical Method of Evaluating Refrigerants and Refrigerating Oils During the Refrigerating Cycle	Junzo Enomoto et al.	151
A Cast-Resin Dry-Type Transformer	Keiji Tsuruta et al.	155
Small-Scale Earth-Station Terminals for Satellite Communication	Koichi Ishii & Michio Nakanishi	159
A Computerized System for Issuing Driver's Licences	Hajime Obata et al.	164
Recent Large-Capacity Diesel Generators	Tadami Ano & Kazunari Konishi	169
A Performance-Analysis Program for Thyristor-Motor Systems	Masayoshi Kumano & Yoshio Terano	174
The Evaluation of Hot-Melt Adhesives	Kozo Shimamoto et al.	179
Motors Equipped with the New Type NB Brake	Eiji Matsutani et al.	184
A New Presser-Foot Mechanism for Sewing Machines	Toshio Inoue et al.	188

表紙

近畿日本鉄道(株)変電所集中制御システム

西大寺電力指令所より青山トンネル以西(大阪地区)40カ所の変電所及び開閉所を集中監視制御するシステムで、制御用電子計算機(《MELCOM》350-7, 2重系)の積極的な活用により電力指令所業務の大幅な自動化を行なっている。指令所と各変電所又は開閉所との間は遠隔制御伝送装置(《MELDAC》500)によって結ばれている。

表紙は電力指令室の風景である。

COVER

A Centralized Substation-Control System for the Kinki Nippon Railway

This system provides centralized supervisory control of 40 substations and switching stations in the Osaka Division from the Saidai-ji Load-Dispatching Center (shown on the cover). Use of a dual MELCOM 350-7 control-computer system has effected widespread automation of the work of the Center. The substations and switching stations under the center's control are connected by MELDAC 500 remote-control data-transmission equipment.

アブストラクト

新遠方監視制御システム《MELFLEX》

室田 慎・山内才胤・小村 明・岡村 繁・村田尚生
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P125～129

最近の遠方監視制御システムは、ますます広域化、階層化し、システム機能の多様化、拡張・増設変更に対するフレキシビリティ、更に高信頼度、コストパフォーマンスに優れていることが要求されている。これらの要求を実現すべく、最近、性能、信頼性の面で高水準に達し、かつ低価格化されたマイクロプロセッサを主要構成要素とした新しい遠方監視制御システム《MELFLEX》を開発したので、その概要を紹介する。

冷凍サイクルにおける冷媒と冷凍機油の化学的評価法

榎本順三・塩野 悟・今村 孝・嶋村光助・時田祐佐
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P151～154

冷凍機の信頼性を高めるため、実機を使った冷凍サイクルの種々の評価がなされている。ここでは、その評価法の重要なものの1つである化学的評価として、(1)冷媒と冷凍機油の反応の速度論的な解析法、(2)少量の試料で行い得る高速液体クロマトグラフィを使った実機使用の冷凍機油の分析法について述べた。これらの手法、解析法は、テスト中の冷媒、冷凍機油の化学的経時変化を抑えられるため、今後の冷凍サイクルの評価に非常に有用となる。

分散形制御システムにおけるデータウエー

的場 徹・山内才胤・松本正弘・池田健夫・中島邦男
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P130～134

マイクロプロセッサを主要構成要素とした専用機能コントローラの出現により、プロセス制御分野におけるシステム構成手法として、底辺にまで及ぶ広域化された機能分散形制御システムが実現されるに至った。当然、システムは階層化構造となり、この階層構造化分散形制御システムに適応したデータウエーが要求されている。この論文では、この要求を満たすべく開発された階層間、階層内通信を一元的に可能としたデータウエーの概要を紹介する。

モールド変圧器

鶴田敬二・伊奈照夫・村上靖武・篠倉俊介・日野孝一
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P155～158

三菱キャストフォーマ (Cast Resin Dry Type Transformer) は、含浸同時注型方式によって巻線をエポキシ樹脂の含浸と同時に同樹脂で注型した新しいモールド変圧器である。このモールド変圧器には「自己消火性を有する」、「湿気・じんあい・汚損に強い」、「コンパクトである」、「保守・点検が容易である」などの特長がある。本文では、このモールド変圧器の用途・構造・特性について述べるとともに、製品の一部を紹介する。

水道用情報伝送処理システム

藤原謙一・柳沢 忍・田中 智
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P135～139

水道事業は、人々の活動、生活を支えるものであるが、近年の急速な水需要の増大、需要形態の変化に対処するため施設の増強、拡張を行い、これら諸施設を有効に利用して、良質な水を安定に供給しなければならない。この論文では広域に散在するこれら水道施設を管理するための情報伝送処理システムの考え方、並びに最近の代表的実施例として、神戸市、富士市、豊北町におけるシステムの内容を述べる。

衛星通信用小形地球局

石井康一・中西道雄
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P159～163

衛星通信の利用形態の多様化にともない、従来のインテルサット標準A局に比べて小規模な地球局の需要が高くなってきた。このすう勢にに応じて、インテルサット標準B局の仕様に適合し、かつ国内衛星通信の要求に適合する地球局を開発した。直径11m級のカセグレンアンテナと電子機器を収容するシェルトより構成され、運搬、据付けが容易で、従来に比べて著しく安い費用で地球局が建設し得ることとなった。

都市ガス供給用情報伝送装置

長町恒資・山中彪生・赤塚和禧・吉良広文
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P140～143

都市ガス需要家の急激な増加に伴い、各地に散在するガス供給設備（ガスホルダ基地、整圧基地等）の諸情報を1カ所に集めて、それらの監視制御を行い、ガス供給の安定化・保安の確保を図るため、情報伝送装置の導入が各ガス事業所において進められている。この論文では、情報伝送装置の都市ガス供給設備に応じた構成方法、具体的な適用例、及び仕様について述べる。

運転免許証発行システム

小畑 甫・由留部政則・小川 勇・山田吉彦
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P164～168

従来、2週間程度を要した運転免許証を、即日発行可能なシステムを開発した。このシステムは《MELCOM》70に漢字ディスプレイ、及び漢字プリンタを組合せた漢字情報処理システムとして構成されている。漢字による情報の取扱いは、良好なマンマシン・インタフェースを実現し、ディスプレイによるダイレクト入力方式は大幅な省力化を達成した。本稿は、このシステムのハードウェア／ソフトウェアについて、その構成を報告する。

コンピュータ ネットワークにおけるパケット通信処理装置

松永 宏・水野忠則・梶原 誠・桜井俊一
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P144～147

近年、国内外における新データ網建設の進展、IBMのSNAをはじめとする計算機メーカ各社の新しいネットワークアーキテクチャの発表など、「理想的なデータ通信」を追求する総合的な技術革新が展開されつつある。この論文では、新データ網を用いたコンピュータネットワークの主要な構成要素である、国際電信電話(株)研究所向けのパケット通信処理装置を中心に、コンピュータネットワークの概要について述べる。

最近の大容量ディーゼル発電機

阿野忠美・小西和成
三菱電機技報 Vol.52・No.2・P169～173

最近の大容量ディーゼル発電機の構造を概説し、大容量化による機械強度上の問題点とその対策について記述した。主としてねじり振動に重点をおき、計算プログラムの概要、実測値と計算値との比較、スパイダ、ファン、回転子コイル等回転子部分の強度計算方法を紹介した。またスキンストレス形回転子の曲げ疲労強度を確認するため、プラスチック模型、実機実測を行ったのでその結果も併せ報告している。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 151~54 (1978)

A Chemical Method of Evaluating Refrigerants and Refrigerating Oils During the Refrigerating Cycle

by Junzo Enomoto, Satoru Shiono, Takasni Imamura, Kosuke Shimamura & Yusuke Tokida

In order to increase the reliability of refrigerating equipment, a number of evaluation methods were applied to the refrigeration cycle of equipment in actual operation. As aspects of chemical evaluation, one of the most important of these methods, the article discusses: 1) a kinetic method of analyzing reactions in the refrigerant and refrigerating oil, and 2) a method of analyzing refrigerating oil during actual operation by means of high-speed liquid chromatography that requires only a small sample. These methods promise to be most useful in future evaluation of refrigerating systems designed to minimize the long-term chemical changes in refrigerants and refrigerating oils.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 125~29 (1978)

The New MELFLEX Remote Supervisory-Control System

by Shin Murota, Toshitane Yamauchi, Akira Omura, Shigeru Okamura & Hisao Murata

Recently, remote supervisory-control systems have become increasingly broad-based and hierarchical, with demands for greater functional diversity, expandability, and flexibility in regard to modification of existing installations, as well as for outstanding reliability and cost-performance advantages. The article describes the new MELFLEX remote supervisory-control system, developed to meet these demands through extensive incorporation of microprocessors, which have recently reached new heights of performance and reliability, and at reduced cost.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 155~58 (1978)

A Cast-Resin Dry-Type Transformer

by Keiji Tsuruta, Teruo Ina, Yasutake Murakami, Shunsuke Sasakura & Koichi Hino

Mitsubishi Electric's CASTFORMER is a new dry-type transformer made by the impregnation-casting method in which the windings are impregnated with epoxy resin at the same time the casting is made. The new transformer has a number of advantages, including fire retardancy; resistance to moisture, dust and dirt; compact configuration; and ease of inspection and maintenance. The article describes the construction, applications and performance of the transformers.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 130~34 (1978)

A Data Way for Distributed Control Systems

by Toru Matoba, Toshitane Yamauchi, Masashiro Matsumoto, Takeo Ikeda & Kunio Nakajima

The advent of special-function controllers centered around microprocessors, has made it possible to develop broad-based functionally distributed control systems that extend to the lowest level of process control.

Naturally, this system requires hierarchic configurations, requiring suitable data ways. The article introduces a data way that meets these requirements and enables one-dimensional communications both level-to-level and within a single level.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 159~63 (1978)

Small-Scale Earth-Station Terminals for Satellite Communication

by Koichi Ishii & Michio Nakanishi

With increased diversity in the cases to which communications satellites are put, a demand has arisen for an earth station that is smaller than the conventional INTELSAT Standard A station. This has now been satisfied by development of a station that conforms to INTELSAT Standard B specifications and is suitable for domestic satellite communications. Comprising an 11-meter-class Cassegrain antenna and a shelter housing the electronics, the station is easy to transport and erect, enabling the construction of an earth station at a fraction of the cost required heretofore.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 135~39 (1978)

A System for the Transmission and Processing of Water-Supply Data

by Ken'ichi Fujiwara, Shinobu Yanagisawa & Satoshi Tanaka

It is necessary to strengthen and expand water-supply facilities and operate them efficiently to assure a stable supply of pure water. The article outlines the concepts underlying data-transmission and processing systems for the control of waterworks that are dispersed over wide areas, and describes the systems of the cities of Kobe and Fuji, and the town of Hohoku in Yamaguchi Prefecture as typical recent examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 164~68 (1978)

A Computerized System for Issuing Driver's Licences

by Hajime Obata, Masanori Yurube, Isamu Ogawa & Yoshihiko Yamada

A system has been developed that reduces the time required to issue a driver's licence from two weeks to a single day. The system consists of a MELCOM 70 computer with specialized display and printer for handling information in Sino-Japanese ideographic characters. An excellent man-machine interface for the handling of ideographs has succeeded in greatly reducing the manpower that was required for direct data-entry operations using a display. The article discusses the structure of system hardware and software.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 140~43 (1978)

Data-Transmission Equipment for City-Gas Supply

by Hisashi Nagamachi, Torao Yamanaka, Kazuyoshi Akatsuka, & Hirofumi Kira

With the rapid increase in customers of city gas services, the supplying authorities are actively adopting data-transmission equipment that collects and monitors data from widely dispersed tank farms, pressurizing stations and other supply facilities, in order to assure a stable, safe supply. The article discusses how to develop data-transmission equipment suited to city-gas supply systems, and describes actual installations and their specifications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 169~73 (1978)

Recent Large-Capacity Diesel Generators

by Tadami Ano & Kazunari Konishi

The article examines the structure of recent large-capacity diesel generators, and discusses solutions to the problems of mechanical strength resulting from increased size. Emphasis is placed on torsional vibration; an outline of a calculation program, a comparison of measured and calculated values, and a calculation method for the spider, fan, rotor coil and other rotating parts is presented. The article also reports the results of measurements of stress distribution using a plastic model, which was carried out in order to confirm the bending-fatigue strength of a skin-stress-type rotor.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, pp. 144~47 (1978)

A Packet Communication Processor for Computer Networks

by Hiroshi Matsunaga, Tadanori Mizuno, Makoto Kajihara & Shun'ichi Sakurai

International progress in the construction of new digital data networks and the announcement of new system network architecture by major computer manufacturers are building up to a comprehensive technological revolution in data communication. The article provides an outline of computer networks, with emphasis on a packet-communication processor supplied to the Research and Development Laboratories of KDD, which is the main component of computer networks using the new data networks.

アブストラクト

サイリスタモータ系の特性解析プログラム

熊野昌義・寺野義夫

三菱電機技報 Vol.52・No.2・P174～178

最近のサイリスタモータ系は種々の方式が開発され、その構成動作も複雑化している。装置を設計する場合も、裕度の切りつめやシステム特性の向上が要求され、厳密な動作解析の重要度が高まっている。著者らは、スイッチ・回転機を含む回路解析手法を確立し、これらの目的にマッチした実用性の高いプログラムを開発した。

本文では、プログラムの概要及び用いたアルゴリズムについて述べ、更にミル用サイリスタモータ解析の具体例を示している。

新形NBブレーキモートル

松谷英治・井藤 博・池田洋一

三菱電機技報 Vol.52・No.2・P184～187

産業機械の高速化・高能率化に伴い、従来にも増して急停止・位置決めなどの動作を行い、しかも高頻度・高エネルギーの使用に耐え、機械的な信頼性が高く、かつ保守・調整が容易な安全ブレーキの要求が多くなってきた。新形NBブレーキモートルは、これらの要求を達成するために製作されたブレーキモートルであり、本稿では、このブレーキモートルに関する技術的問題点について解析を行った。

ホットメルト接着剤の適用評価

島本幸三・宮尾国彦・檜垣孝志・原賀康介

三菱電機技報 Vol.52・No.2・P179～183

製造プロセスにおける自動化・省力化・無公害化などの要求に対し、最近ホットメルト接着剤が脚光を浴びてきた。しかし、ホットメルト接着剤の電気機器への応用はその緒についたばかりであり、今後の応用研究が待たれている。ここでは、テレビやスピーカーなどの木材キャビネットへのホットメルト接着剤の適用について検討した結果をまとめた。特に、初期特性・作業性・耐久性について従来から使用されている接着剤と対比させながら紹介する。

ミシンの新形布押さえ装置

井上登志夫・成田正夫・堀本耕一

三菱電機技報 Vol.52・No.2・P188～192

従来の布押さえは、ミシン高速運転時に布押さえ性能が低下し、縫ずれ、縫じわを発生する要因となっていた。新形布押さえでは、慣性力を小さくし、部品相互間の相対運動による摩擦も小さくして、これらの改善を図った。この論文では両布押さえ装置について解析と実験を行い、新形布押さえが有効なことを述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 184~87 (1978)

Motors Equipped with the New Type NB Brake

by Eiji Matsutani, Hiroshi Ito & Yoichi Ikeda

With the higher speeds and higher efficiency of production machinery, demands have increased for safety brakes that provide ever-faster stopping and more accurate positioning, have high reliability, are capable of high-frequency, high-energy applications, and are easy to maintain and adjust. The Type NB brake-equipped motor is manufactured to satisfy these requirements. The article presents an analysis of some of the technological problems resolved by this brake-motor.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 174~78 (1978)

A Performance-Analysis Program for Thyristor-Motor Systems

by Masayoshi Kumano & Yoshio Terano

Recently, a number of thyristor-motor systems have been developed, featuring increasingly complex structures and operational modes. In designing the equipment, requirements have arisen for more precise tolerances and improved system performance characteristics, increasing the importance of rigorous operational analysis. The authors have developed a method for circuit analysis, including switches and rotary machines, as well as a highly practicable program matched to these objectives.

The article provides an outline of the program and the algorithms used, and presents an actual example of the analysis of a thyristor mill motor.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 25, No. 2, pp. 188~92 (1978)

A New Presser-Foot Mechanism for Sewing Machines

by Toshio Inoue, Masao Narita & Koichi Horimoto

The conventional presser-foot mechanism tends to lose its fabric-holding performance at higher speeds, resulting in slipping and puckering of seams. The new foot reduces both inertia and the friction associated with relative movement of components, effecting improvements in this area. The article reports on analyses and tests carried out on both presser-foot mechanisms, describing the effectiveness of the new foot.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 52, No. 2, pp. 179~83 (1978)

The Evaluation of Hot-Melt Adhesives

by Kozo Shimamoto, Kunihiko Miyao, Takashi Higaki & Kosuke Haraga

In response to demands for automation, labor saving and pollution control in production processes, attention is being focused on hot-melt adhesives. Their application to electrical machinery, however, is in its infancy with much research still to be done. The article coordinates the results of studies of the application of hot-melt adhesives to wooden cabinets for TV sets and speakers, and compares them with conventional adhesives in terms of initial properties, handling convenience and durability.

新遠方監視制御システム《MELFLEX》

室田 慎*・山内才胤*・小村 明**・岡村 繁**・村田 尚生*

1. ま え が き

最近の遠方監視制御システムは、そのシステム内で授受される情報量、及び情報の加工処理されるレベルが従来に比べて格段と密度が増加している。したがって、従来形の単なるハードウェア装置だけで構成されてきたシステムが、最近ではそのシステム規模に応じてハードウェア装置のみ、マイクロプロセッサを主要構成要素としたもの、ミニコンピュータを含むもの等、多様なシステム構成手法が用いられており、また、遠隔地点間との情報伝送機能というイメージから、その基本機能として、情報伝送機能、データの1次処理機能（データの前処理）、マンマシンインタフェース機能、上位コンピュータとのインタフェース機能等の複合機能が要求されるに至っている。

これらの要望を満たすべく、最近、性能・信頼性・価格の面で高水準に達してきたマイクロプロセッサを主要構成要素として、システム機能の多様化、拡張、増設変更に対応可能に、更に高信頼、コストパフォーマンスに優れた遠方監視制御システムを《MELFLEX》という商品名で開発したので、ここにその概要を紹介する。

2. 《MELFLEX》システムの概要

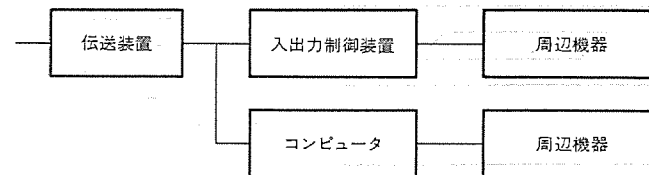
2.1 遠方監視制御システム

遠方監視制御システム（以後、遠制システムと呼ぶ）を構成する手法として、一般に、図1.に示すコンピュータ支援システム（CASC方式：Computer Aided Supervisory Control）とコンピュータベースのシステム（CBSC方式：Computer Based Supervisory Control）の2方式がある。両者とも、一長一短があるが、我々は制御用システムという観点から、危険分散化による全系統故障の防止、システムすべ（据）付調整の立上げの短縮化、及び段階的設備化ができるという点から《MELFLEX》システムではCASC方式を採用し、コンピュータの前に位置する遠制装置をマイクロプロセッサを主要構成要素として構成している。

CASC方式の機能を更に分析したものを図2.に示す。制御所（親局）の機能は、通信制御機能、データ1次処理機能（ポジションデータの状態変化検出、スケール変換、上下限比較、フォーマット変換等）、上位コンピュータとの接続機能、マンマシンインタフェース機能（監視盤・制御卓との接続、状態データ、操作データの記録、定時データの記録等）があり、被制御所（子局）の機能としては、伝送制御機能と現場機器とインタフェースするプロセスI/Oインタフェース機能がある。ここで、被制御所からみれば制御所との1:1通信となり、制御所通信制御機能と区別する意味で伝送制御機能とした。

次にシステム規模の観点からシステム規模は、そのシステムで処理されるデータ総量、応答性、及びデータの加工レベルの複雑さで表される。図2.で示すように、コンピュータを含んだ大規模システム、及びデータ処理レベルとして、例えばポジションデータの状態変化検出（状態検出）等の1次レベルで、かつマンマシンインタフェース機器として、監視盤・制御卓・プリンタレベルの中規模以下のシステムに大別できるが、《MELFLEX》システムはこの中規模以下の遠制システムを実現している。当

CASC : Computer-Aided Supervisory Control



CBSC : Computer-Based Supervisory Control

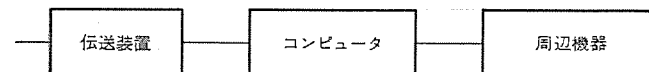


図1. 遠制システム構成手法

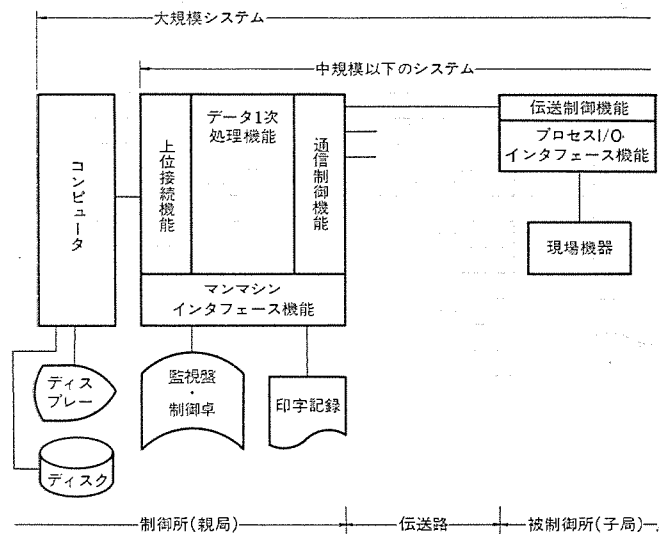


図2. 遠制システム機能図（CASC方式）

然、後備にミニコンピュータを配した大規模システムへの拡張は容易である。

2.2 《MELFLEX》によるシステム構成

システム構成の基本思想は、システム規模に応じた専用機能分散化により、次の事項の実現にある。

- (1) システムの分散、階層構成の容易化により。
- (2) 拡張性、増設変更性の向上。
- (3) 故障を一部位に限定でき、システム全系統故障を防止。
- (4) システム規模に応じた効率のよい構成。
- (5) 機能の多様性に対処できる。

装置組立の基本構造は、図3.に示すように標準モジュールの組合せでハードウェアユニットを構成し、これに専用機能向けプログラムを実装して専用機能ユニットを組立てる。この専用機能ユニットを組合せて必要機能を果たす装置を組立てシステムにあてはめる。標準モジュール、ハードウェアユニット構成を図4.に示す。

また、図5.(a)(b)(c)にシステム規模に応じた遠制システムの制御所（親局）装置の典型的構成例を示す。河川テレメータ、水質テレメータ装置等の定時隔収集テレメータ装置は図5.(a)に示す小規模

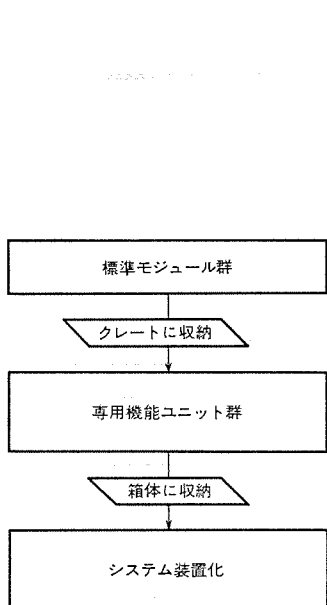


図 3. システム 装置化構造

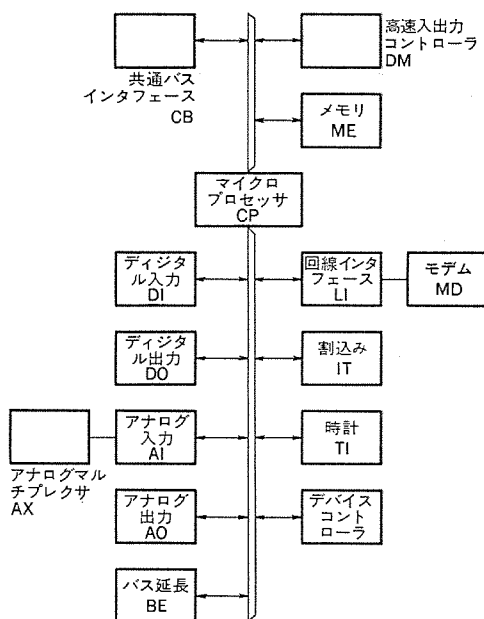


図 4. ハードウェアユニット 構成図

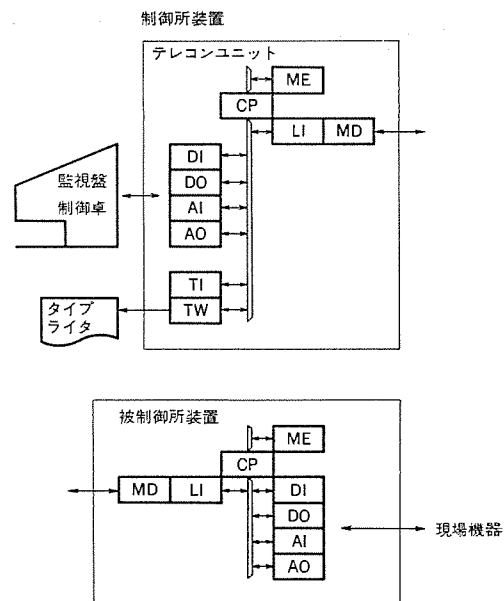


図 5. (a) 遠制装置構成図

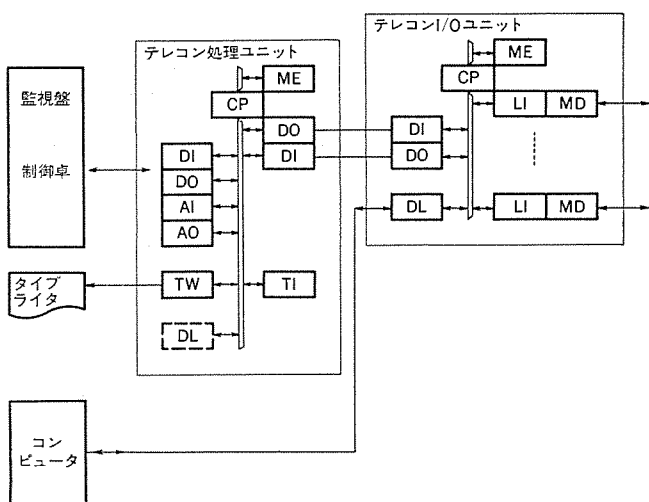
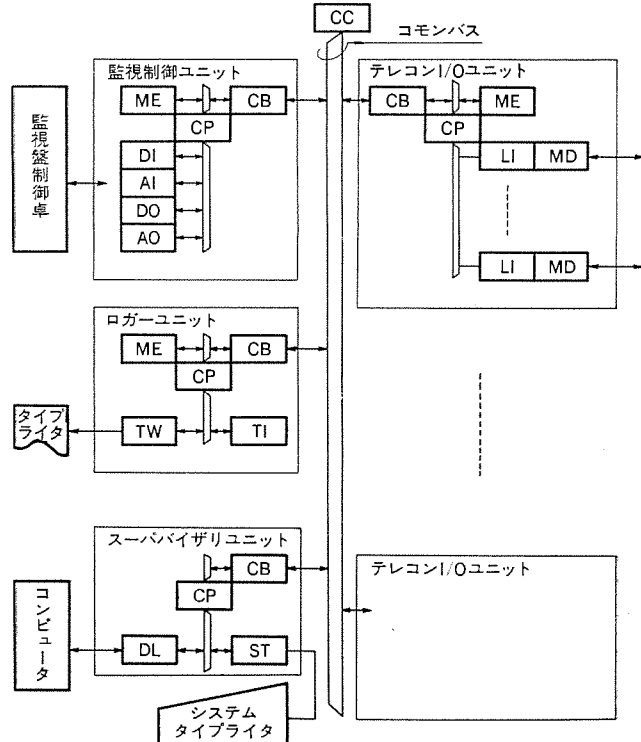


図 5. (b) 遠制装置構成図



CP : マイクロプロセッサモジュール
ME : メモリモジュール
CB : コモンバスインタフェースモジュール
CC : コモンバスコントローラモジュール
LI : 回線インタフェースモジュール
MD : モデムモジュール
DI : デジタル入力モジュール
DO : デジタル出力モジュール
AI : アナログ入力モジュール
AO : アナログ出力モジュール
TI : タイマモジュール
TW : タイプライタインタフェースモジュール
DL : データリンクモジュール
ST : システムタイプライタインタフェースモジュール

図 5. (c) 遠制装置構成図

構成、数対向 (5～6) のテレコン回線で構成されるものは、図 5. (b)、大容量遠制システム等においては図 5. (c) が適用される。

2.3 機能ユニット間結合方式

機能ユニット間の結合は疎な結合とし、かつシステム規模に応じた、極力簡単なものにする。この2点を基本事項として次の2方式を採用している。

- (1) プロセス I/O レベルのデータリンク結合。
- (2) コモンバス結合。

中規模以下のシステムでは、図 5. (a), (b) に示す機能ユニットが 1～3 程度で構成できるシステムが相当量ある。このような場合には、データリンク結合がコストパフォーマンスもよく、かつ、システム構成の階層構造が容易にとれバランスのとれたものとなる。次に、大容量遠制システムなどに適したコモンバス結合方式の概要を説明する。

コモンバス方式

- (1) 機能ユニット間の通信許可は、コモンバスコントローラにより制御。
- (2) 制御方式は、機能ユニットの性格に応じて割当てられたサービスタ임을 順次各機能ユニットに与える荷重サイクリックポーリング方式。
- (3) データ授受方式として、放送モード方式 (転送データに対する応答確認を要求しない放送モード方式)、と応答確認方式の2方式を

有する。

以上の方式を採用することにより、

- (a) 機能ユニットからバス占有制御手順を省き、機能ユニット間通信を簡明にし、バス使用管理を容易にした。

(b) 単純な荷重 サイクリック ポーリング 方式により、バスコントローラを簡単なハードウェアで構成でき、共通部のオーバヘッドを軽減した。

(c) データ授方式に放送モードを有したことにより、1:n通信が高速、単純化された。

遠制システムでは通常、上り情報(被制御所の状態を示すデータ)は即時性が要求され、制御所へ連続繰り返し伝送される。下り情報(制御データ)は、制御時伝送で有意情報の発生は散発的である。また、大容量遠制システムの場合、テレコン I/O ユニットから、他の複数の処理ユニットにデータを渡さねばならない。これらの遠制システムの特徴に適応したバス制御方式が荷重ポーリング方式であり、放送モードによるデータ授受方式である。

2.4 高信頼化について

使用部品、モジュール、ユニット、装置の各段階での厳重な品質管理レベルのもとにシステムを組立てており、信頼性に関して、一般的制御システムには単一系で十分に対処できると考えている。しかし、更に高信頼度、高稼働率が要求される制御用システムに対しては、次の2重化手段で対処している。

(1) 2重化の基本形

(a) ユニット内の共通部であるマイクロプロセッサモジュール、メモリモジュールの2重化を図る。

(b) 複数ユニットで構成される場合、共通部の2重化(コモンバス、コモンバスコントローラ、コモンバスインタフェースモジュール)、及び必要とされる機能ユニットの2重化。

(2) 以上の2重化の基本に従って、典型的な単一ユニット構成、データリンク結合式複数ユニットの2重化、コモンバス結合式複数ユニットの2重化を、それぞれ、図6、図7、図8に示す。

(a) 単一ユニット構成では、共通部位、及び重要モジュールの2重化を図っている。

(b) データリンク結合構成では、一部分のユニットレベルの2重化、又は全系2重化を図っている。

(c) コモンバス結合構成では、コモンバス系の2重化、及び必要部位ユニットの2重化を図っている。

(3) 2重化制御方式は、待機方式を原則とし、切換制御は手動を基本としている。

2.5 拡張、増設変更

《MELFLEX》では、従来のワイヤドロッジック装置が、要求機能ごとに個々のモジュール間の結線作業、又は新機能モジュールの設計・製作していたものを、マイクロプロセッサモジュール、又はメモリモジュールに内蔵されたROM(Read Only Memory)に要求機能ごとに対応したプログラムテーブルを書込み、プロセッサの制御のもとに所要の機能を実行させている。

また、ハードウェアモジュールの実装形態が基本的にバス構造化されて

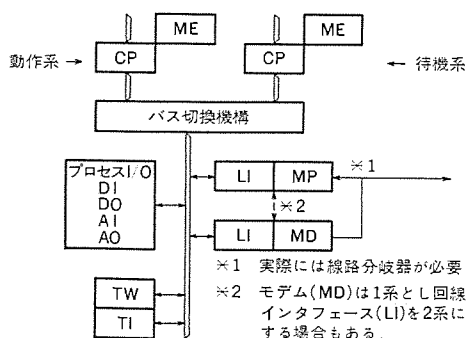


図6. 単一ユニットシステムの2重化

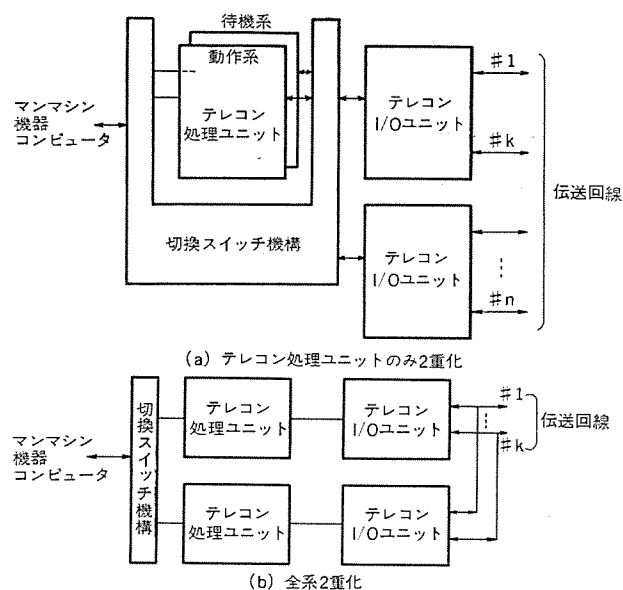


図7. データリンク結合式複数ユニットの2重化

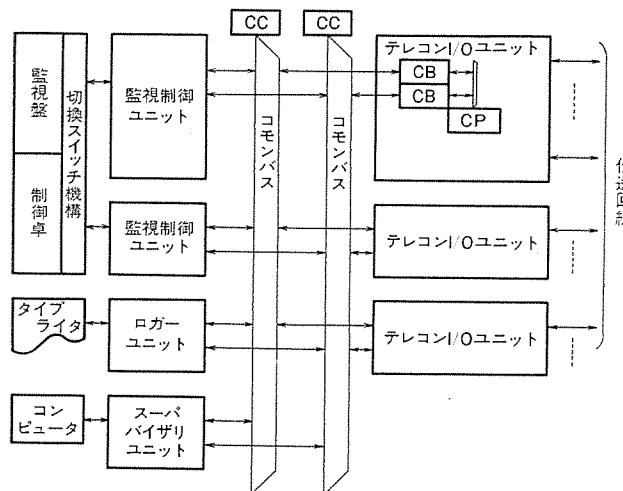


図8. コモンバス結合式複数ユニットの2重化

いるから、機能の変更、増設に関しては、必要なモジュールをユニットクレート(モジュール収納フレーム)の空きスロットにそう(挿)入し、かつ、ROMのプログラムテーブル類を要求機能にあったものに変更すればよい。したがって、従来の既設盤改造に比べて、現場でのハードウェア作業は格段と容易になる。

しかし、多様な機能変更に対して、常に新規プログラムを作成していたのではプログラム生産性が非常に悪い。《MELFLEX》では、遠制システムの専用機能の標準化を極力図り、機能変更がテーブル類の変更(例えば回線数、データ量(ポジション数等)、スケール変換値、上下限設定値等)で済むよう考慮している。

(1) 新機能拡張

コモンバス結合、又はデータリンク結合により新機能ユニットを既設システムにビルドアップする(図5.(b)(c)参照)。この場合、新機能追加により、既設機能ユニットの変更が最小限になるように、初期のシステム設計が重要である。

(2) 機能ユニット内の増設変更

必要とするモジュールをユニットクレートの空きスロットに挿入し、要求機能にあったプログラムテーブル類を書込んだ、あらかじめデバッグされたROMを既設ROMと交換する。

あらかじめシステム拡張・増設・変更が予想されるシステムで、か

つ、既存機能停止が許されないシステムでは2重化方式を採用し、改造デバッグを待期系で確認するなどの万全の処置が必要であろう。

3. 基本モジュール、基本ユニットの概要

3.1 基本モジュール

基本モジュールはマイクロプロセッサモジュール、高速バス接続モジュール及び低速バス接続モジュールに区分する。マイクロプロセッサモジュール、高速バス接続モジュールは高速性が要求されるためローパワー・ショットキー-TTL ICを中心に構成し、低速バス接続モジュールは低消費電力を主眼として、C-MOS ICを主要素子に使用している。なお高速バスはTTLインタフェース、低速バスはC-MOSインタフェースである。

(1) マイクロプロセッサモジュール (CP)

三菱M58710S (CPU)を中心に、周辺LSIを組合せて構成しているが、ROM(4Kバイト)、RAM(1Kバイト)を内蔵可能であり、付加機能として(a)ウォッチドッグタイマ、(b)電源断検出機能、(c)8レベル割込処理機能、(d)リアルタイムクロック、(e)フリッカクロックなどのユニット構成上不可欠な機能を内蔵しているため、単純なユニットでは外部のメモリモジュール(ME)なしでユニットの中核部が構成可能である。

マイクロプロセッサモジュールのブロックを図9に、概略仕様を表1に示す。

(2) メモリモジュール (ME)

メモリモジュールとしては、コアメモリとICメモリの両方を用意しており、コアメモリモジュールは8Kバイト、ICメモリモジュールはROM 8Kバイト、RAM 2Kバイトの容量を持っている。

(3) 回線インタフェースモジュール (LI)

このモジュールは、マイクロプロセッサから低速バスを通じて供給されるデータをPS変換し、シリアル信号として伝送路に送出する機能と、伝送路からのシリアル信号をSP変換し、これをマイクロプロセッサに出力する機能を有している。送信符号の組立(同期ワード作成、反転運

表1. マイクロプロセッサの概略仕様

項目	内容	注) ※は16進表記であることを示す
方式	8ビット並列演算処理方式	
CPU素子	三菱M58710S (インテル8080A相当)	
サイクルタイム	基本 2 μ s (水晶発振周波数 18MHz) CPUクロック周波数 2MHz	
CPUカード内蔵メモリ	ROM 最大 4Kバイト RAM 1Kバイト RAM, ROMともパリティビット付	
外部拡張メモリ容量	標準 最大 24Kバイト	
I/O割当	入力 最大 2Kバイト 出力 最大 2Kバイト (入力、出力ともメモリマップドI/O方式を採用)	
割込み	マシナエラー割込(電源異常, WDTエラー, パリティエラー) …「NIT」……………3レベル リアルタイムクロック割込……………1レベル プログラムチェック割込……………1レベル 外部割込(1レベル1要因 \times 2, 要因拡張可 \times 1)……………3レベル	
DMA	可	
外部バス	高速バス……LS-TTLインタフェース (アドレス16, データ8+1, コントロール10, IT2, その他3) 低速バス……CMOSインタフェース (アドレス11+1, データ8, コントロール7, IT1, その他2)	

送, パリティ付加など)及び受信符号の検定はマイクロプロセッサで処理しているが、受信データのビット同期、ワード同期、フレーム同期はハードウェアによっている。処理速度としては、1マイクロプロセッサにて1,200BPS4対向の送受信処理が可能である。

(4) プロセスI/Oモジュール

外部からのデータを取り込み、これをマイクロプロセッサに転送する入力モジュールと、マイクロプロセッサからのデータを外部に出力する出力モジュールとがあるが、いずれもアナログ、デジタルの両方に分けられる。

アナログ入力モジュールには、入力ゲインプログラマブルなAD変換器とアナログマルチプレクサの両方を実装したアナログ入力モジュール(AI)と、アナログ入力点数拡張用のアナログマルチプレクサモジュール(AX)とがある。AD変換器の入力レンジがマイクロプロセッサから可変できるので、入力レベルの大小に応じてAD変換器のフルスケールいっぱいを使用することができ、精度の高いAD変換が可能であると同時に、スケール変換機能としても使用でき、マイクロプロセッサの負担を軽減できる。

デジタル入力モジュールとしては、フォトカプラによる入力絶縁形と、トランジスタによる高速非絶縁形の2種類を用意し

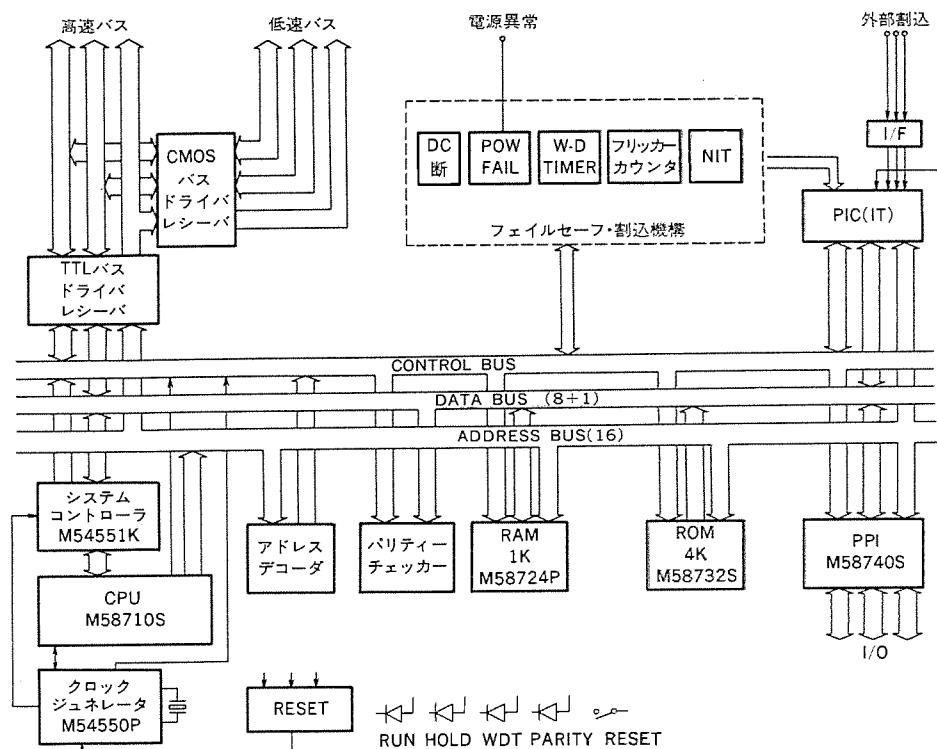


図9. マイクロプロセッサブロック図

表 2. プロセス I/O 概略仕様一覧

	点 数	精 度	入 力 レ ベ ル	走 査 速 度	絶 縁	備 考
アナログ入力 モジュール (AI)	4	±0.2%	±0.5V~±5V (又は 0~1V ~0~10V)	100 点/秒	有	フライングキャパシタ方式 (デザインプログラマブル AD 内蔵)
アナログマルチプレクサ モジュール (AX)	8					フライングキャパシタ方式
	点 数	精 度	出 力 レ ベ ル	応 答 速 度	絶 縁	備 考
アナログ出力 モジュール (AO)	4	±0.2%	0~±5V 又は 0~10V	10 ms 以下	有 (4 点一括)	電 圧 出 力
" (AO)	1		0~20 mA		有	電 流 出 力
	点 数	印 加 電 圧	流 出 電 流	応 答 速 度	絶 縁	備 考
デジタル入力 モジュール (DI)	32	30 V 以下	10~15 mA	2 ms	有	フォトカプラ入力
" (DI)	32	15 V 以下	2~3 mA 10~15 mA	0.01~0.04 ms	無	トランジスタ入力
	点 数	印 加 電 圧	流 入 電 流	フ リ ッ カ 有 無	絶 縁	備 考
デジタル出力 モジュール (DO)	16	70 V	200 mA	有	有	トランジスタ出力
" (DO)	32	70 V	200 mA (ただし同時に 8 点以下)	無	無	I C 出 力

ている。

一方、アナログ出力モジュールには電圧出力及び電流出力を用意し、デジタル出力モジュールは絶縁、非絶縁及びフリッカ処理の有無により区別している。

以上のモジュールの概略仕様を表 2. に示す。

3. 2 基本ユニット

《MELFLEX》の基本ユニットは、図 5. (a)~(c) に示すテレコンユニット、テレコン I/O ユニット、テレコン処理ユニット、監視制御卓ユニット、ロガーユニット、スーパーバイザユニットの 6 ユニット、及び被制御所 (子局) 装置からなり、システム規模に応じて、各基本ユニットを組合せてシステム装置化を図っている。各ユニットの構成は図 5. (a)~(c) に示すとおりで、ここでは各ユニットの機能について説明する。

(1) テレコンユニット

主に、小規模の定時隔収集テレメータ装置などに適用し、子局装置と伝送路を介してのデータ授受定形化された監視盤、制御卓とのインタフェース、及び印字記録機能を有している。伝送回線処理として、1,200 BPS 以下の送受各 1 回線の処理ができる。

(2) テレコン I/O ユニット

複数の伝送回線処理を主機能としたもので、1 ユニットで、1,200 BPS 相当で送受各 4 回線の処理ができる。600 BPS であれば 8 地点の被制御所装置と全 2 重通信が可能である。また、他の機能ユニットとのプロセス I/O レベルのデータリンク結合機能、又はコモンバス結合機能を有している。伝送処理機能のうち、ビットレベル処理 (ビット同期、同期信号検出) は、ハードウェア処理 (回線インタフェースモジュール) とし、他の誤り制御 (2 回連送反転照合パリティ付符号、隣接反転位相符号等の誤り検出復号化、符号化)、コード変換、複数伝送回線処理等はマイクロプロセッサで処理される。また、受信データの状態検出機能が付加される場合もある。

(3) テレコン処理ユニット

監視盤、制御卓インタフェース、印字記録機能を有している。監視盤、制御卓処理として、選択計測表示、表示出力のフリッカ制御、状態検出、計測データのスケール変換、警報表示信号の代表表示、BCD 変換等のコード変換、ON/OFF 制御、設定値制御等の処理、及び上下限値設定、比較等の設定パラメータ処理機能を実行する。印字記録と

しては、定形化されたフォーマットで、状態記録、操作記録、定時記録を実行する。他の機能ユニットとの結合はプロセス I/O レベルのデータリンクによる。

(4) 監視制御卓ユニット

監視盤、制御卓処理機能を有するもので、その内容は前出のテレコン処理ユニットと同様のもので、異なる点は印字記録がないこと、及び他の機能ユニットとの結合として、コモンバス結合機能を有していることであり、主に大容量遠測システムの機能ユニットとして適用される。

(5) ロガーユニット

印字記録専用のユニットで、データ編集処理、印字フォーマット処理機能を有し、状態記録、操作記録等のアナウンスメント印字記録、定時記録、日報記録等のロギング印字記録をおのおの所要のタイプライタに記録させる機能を有している。他の機能ユニットとの結合はプロセス I/O レベルのデータリンク結合、又はコモンバス結合による。

(6) スーパーバイザリユニット

コモンバス結合式複数ユニットで構成されるシステムの稼動状態での各機能ユニットの状態を一括監視する機能、コモンバス上の信号状態をモニタする機能等を有し、システム管理の一元化を図るユニットである。また、上位コンピュータとの接続機能も有している。

(7) 被制御所装置 (子局)

基本的には制御所のテレコン I/O ユニット同様であるが、伝送処理機能として、優先伝送、サブコンピュータ、スーパーコンピュータ処理等の機能、及びプロセス I/O 処理機能として、計測データの上下限比較、簡単なローカル制御機能が付加される場合がある。

4. む す び

以上、マイクロプロセッサを主要構成要素とした専用機能ユニットの組合せにより、システム機能の多様化、拡張・増設変更にフレキシブルに対処でき、更に高信頼度、コストパフォーマンスに富んだ遠方監視制御システムの実現を可能にした。今後、いま一層の専用機能ユニットの洗練、ハードウェアとして、特にマイクロプロセッサモジュール、メモリモジュールのいま一層の低消費電力化を図り、更によりよき遠方監視制御システムの実現に努力する所存である。

分散形制御システムにおけるデータウエー

的場 徹*・山内才胤**・松本正弘**・池田健夫**・中島邦男*

1. ま え が き

最近の制御システムは、その制御対象がDDCなどの底辺にまで範囲が拡大し、例えばシステムの拡張、増設変更の容易、一部位の故障による全系統故障の防止、システムすえ(据)付時、故障回復時の立上げ時間の一層の短縮化等、システムに要求される性能は、ますます厳しいものとなっている。これらの要求を満たすべく、最近、機能分散形制御システムが注目されている。当社においても、専用機能コントローラにより分散形制御システム構成を可能とした《MELPLAC》シリーズを製品化している。

分散形制御システムの実現にあたり、システム構成単位となる機能コントローラ間、及び上位システム(上位コンピュータ)との有機的結合が不可欠であり、分散形制御システムに適応した結合機構、データウエー、が要求されている。従来のデータウエーは、主に機能集中形システム(コンピュータ主導形)に適応した1対n通信による上位下位間の階層間通信を目的としており、分散形制御システムの、主としてn対n通信を基本機能とした階層内通信を指向したデータウエーとは性格を異にする。ここでは、コンピュータ支援形分散形制御システムに適応した階層間(1対n)、階層内(n対n)通信を一元的に可能としたデータウエーについて、その概要を紹介する。

2. 分散形制御システム

コンピュータ支援形機能分散形制御システムの一構成例を図1.に示す。ここでは、支援コンピュータとして当社の制御用コンピュータ《MELCOM》350シリーズ、専用機能コントローラとしてプラントコントローラ用の《MELPLAC》50を例としてあげている。分散形制御システムの基本単位である《MELPLAC》は

- (1) 工業プロセスの計算機制御に焦点をあわせたいん(汎)用コントローラで、専用計算機的な性格を有し、
- (2) 機能単位の分散化システムを指向し、プロセスとの直接的結合が

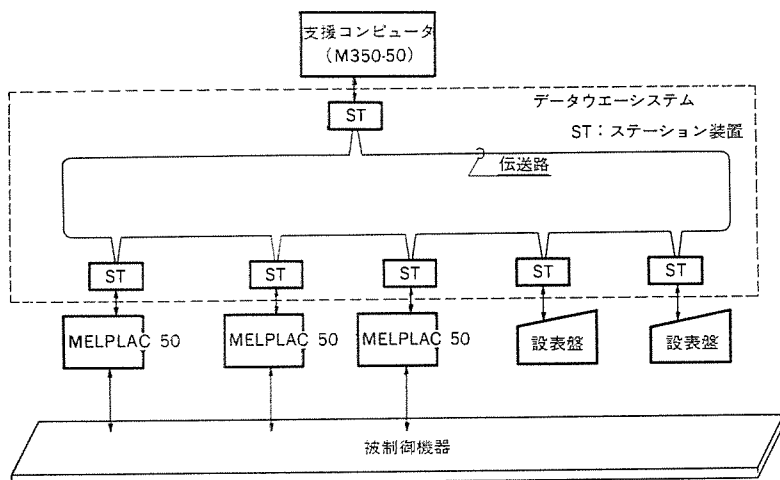


図1. 分散形制御システム構成

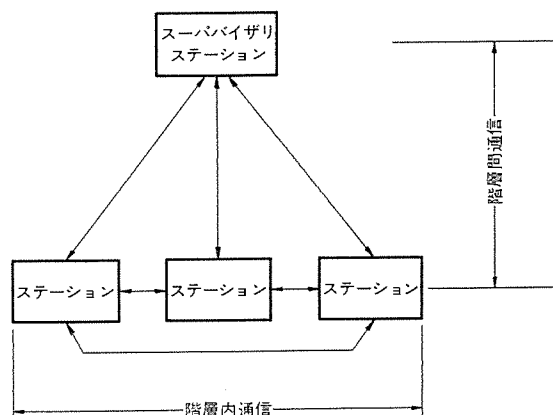


図2. 分散形制御システムの通信形態

可能で、システム構成が単純化でき、

(3) 制御向き高位言語を採用し、これをハードウェアで直接実行させて、ソフトウェア及びオンラインデバッグの効率化に重点をおいた、かつ上位計算機との接続は、データ授受を中心とした疎な結合とし、上位計算機の負荷の軽減を図った専用機能コントローラである。

分散形制御システムでは、システムの制御機能は適当に分散化された各地域ごとの専用機能コントローラに実行させ、またシステムの総合管理は一元化し、例えば支援コンピュータに実行させる。したがって、システム内の通信形態は図2.に示すように、各専用機能コントローラ間の階層内通信と、例えば支援コンピュータと各機能コントローラ間との階層間通信の混在したものとなる。

階層内通信はn対n通信で、制御特有の即時性の要求される短いデータ(10数ワードレベル)が各専用機能コントローラ間で授受される。

階層間通信は1対n通信で、システム管理に必要なデータ、専用機能コントローラで手に負えない高級演算に必要なデータ、及びその結果等が、例えば支援コンピュータ対各機能専用コントローラ間で授受される。

3. 通信の基本思想

分散形制御システムの各装置間通信に要求される基本機能は、自局装置からみて、通信すべき他局装置、プロセスI/O等との間に、個々に仮想的な1対1のデータリンクが設けられており、必要とするデータを、必要とする時期に、必要とされるレスポンスタイム内に相互に通信しあうこと、すなわち、即時性並列多重通信機能である。更に、分散化された各装置の一元化管理が必要であり、即時性並列多重通信機能を乱さずに、情報の一元化を図るシステム監視制御装置(スーパーバイザ装置)と各装置間の1対n通信機能が重畳できなければならない。いうまでもなく伝送路雑音等に対する高信頼度伝送、一部位の故障による全通信系ダウンの防止対策等、制御用通信として不可欠である。

以上の要求機能を満たすデータウエー装置は、次の基本思

想により設計されている。

(1) 同一レベル階層内の n 対 n 通信を基本機能とし、これに階層間の1対 n 通信が重畳できる。(システムを下位から上位へと順次拡大することができる。)

(2) n 対 n 通信は、例えば鉄鋼などの高速DDCに耐える数ミリ秒のレスポンス性能を有する高速・高信頼度の伝送誤り制御、及び伝送手順制御(一般に、プロトコル:通信規約といわれている)を採用する。

(3) 重畳される1対 n 通信のレスポンス性能を向上させる割込信号伝送機能を有する。これは、当然のことであるが n 対 n 通信機能を乱さない。

(4) ノンインテリジェントなセンサースデーダの取扱いを可能とするデータウエーである。

(5) データウエー装置に要求される機能に応じて、融通性のある装置構成ができる。すなわち、機能に応じた階層構成のとれるハードウェア装置である。例えば、データウエー装置に接続される専用制御装置の機能に応じて、データウエー装置側にインテリジェント機能を付加したり、取除いたり容易にできるハードウェア分割ができている。

4. 伝送方式

4.1 多重化方式

分散設置されたステーション(データウエー装置などが設備された地点)はループ伝送路(図3.に示す1巡伝送路)で接続されている。これら任意ステーション間で、例えばステーション2-3、4-5間の通信(n 対 n 通信)、ステーション1-2、続いて次の時間に1-3間の通信(1対 n 通信)が同時に発生しても通信処理が可能な階層内、階層間通信が共存できる伝送方式が要求される。この実現手法として、図4.に示す一定周期で繰り返される m コのタイムスロットと、この先頭識別用の同期スロット1コで構成されるフレームを基本単位として、この m コのタイムスロットを、所要のステーションが一定の規約のもとに使用して通信を行うタイムスロット多重化方式を採用した。ループ伝送路にはこのフレームが周回しているが、ループ伝送路の1周回に1フレームだけのシングルフレーム方式と、複数フレームの存在を許すマルチフレーム方式とある。分散制御向きのデータウエーは、簡明さ、レスポンス重視の観点から基本形としてシングルフレーム方式を採用している。しかし、ループ伝送路長の長大化、ステーション数が大なる大規模汎用システムでは、マルチフレーム方式が優れている。

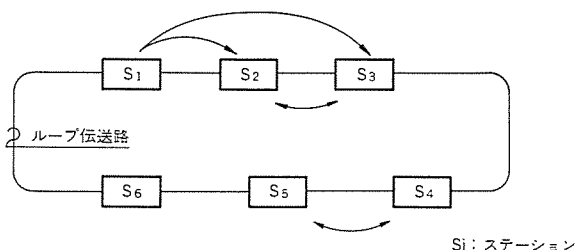


図3. ループ伝送路

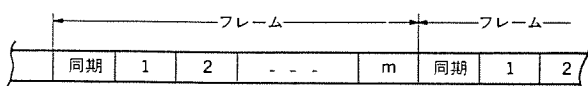


図4. フレーム構成

4.2 タイムスロット多重化方式

m コのタイムスロットを n 局のステーションが利用して、 n 対 n 、1対 n の通信を実行する方法として、〈空きスロット〉を見付けて通信するスロットフリーアクセス方式と、個々のスロット利用方法を一意的に定めたスロット固定アクセス方式とに大別できる。フリーアクセス方式は、ステーション間のスロット争奪制御がダイナミックとなり複雑化する、種々のレスポンス性能を保証するための複雑なプライオリティ伝送制御が必要、等で通信制御機能の負担増大、使用方法の複雑化等の点から、このデータウエーはより簡易なスロット固定アクセス方式を採用している。次に、ステーションへのスロット割付けは、送信専用スロット割付けと受信専用スロット割付けの両者があり、ステーションの性格に応じて割付けられる。

(1) 送信専用スロット: ステーションにその専用使用権をもたせたスロット。他のステーションはこのスロットを能動的に使用できず、専用使用権をもつステーションの指示に従って、受動的にこのスロットを使って相互に通信する。送信専用スロット番号は、送り元ステーションアドレスと1対1に対応している。

(2) 受信専用スロット: 該当ステーションの受信専用スロット。該当ステーションとの通信は、この受信専用スロット以外ではできない。受信専用スロット番号は、宛先ステーションアドレスと1対1に対応している。

4.3 タイムスロットの割付け

n 局のステーション間(内1局は、スーパーバイザ局)における n 対 n 通信、1対 n 通信を一元化した伝送方式は、送信専用スロットを各局に1コ、受信専用スロットをスーパーバイザ局に1コ割付けた有効スロット n コ、同期スロット1コの $n+1$ コのフレーム構成となる。更に各ステーションステータスを即時的に監視する目的で1コのスーパーバイザリスロットを設ける場合もある。

(1) スーパーバイザ局は、自己の送信専用スロットで1対 n 通信をポーリング通信モードで実行し、更に下位局からの割込信号受付用として、自己に割付けられた受信専用スロットを使用して、複数の下位局からの割込信号を直列処理する。

(2) 下位局は、自己の送信専用スロットを使用して、下位局間の n 対 n 通信をポーリング通信モード、同報通信モード、サイクリック伝送モードで実行する。スーパーバイザ局との通信は、前出のスーパーバイザ局制御のもとで、スーパーバイザ局の送信専用スロット、受信専用スロットを使用して、上位局との通信が実行される。(5.2節参照)

5. データウエーの仕様及び構成

データウエーの仕様及びデータウエーユニットの構成を表1.及び図5.に示す。

5.1 装置の構成

プロセス制御用データウエーとしてのハードウェア構成上の特長は、

- (1) 階層間通信機能と階層内通信機能の分離
- (2) 受信ポート増設に対する考慮
- (3) ツーポートRAM(データメモリ)によるターミナルとのインタフェースの3点である。

プロセス制御においては、多数のセンサからのサンプル値が、それぞれに設定された一定の時間間隔で専用機能コントローラに入力され、処理結果をアクチュエータにフィードバックしている。したがって、センサからのデータに対しては受信機能を常に解放しておく必要があり、異なるセンサから同時にデータを受信する可能性があるならば、受信

表 1. データウエーの仕様

	項 目	規 格
システム仕様	ステーション数	最大 127 台
	通信形態	n : n
	ステーション間隔	1 km (バイパス時最大 2 km)
	総延長	最大 128 km
	誤り制御	CRC による再送要求 $G(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
伝送系仕様	伝送路	同軸ケーブル
	伝送路構成	ループ状
	多重化方式	タイムスロット分割によるチャンネル多重化方式
	伝送速度	3.072 Mb/s 又は 6.144 Mb/s
	変調形式	ベースバンド

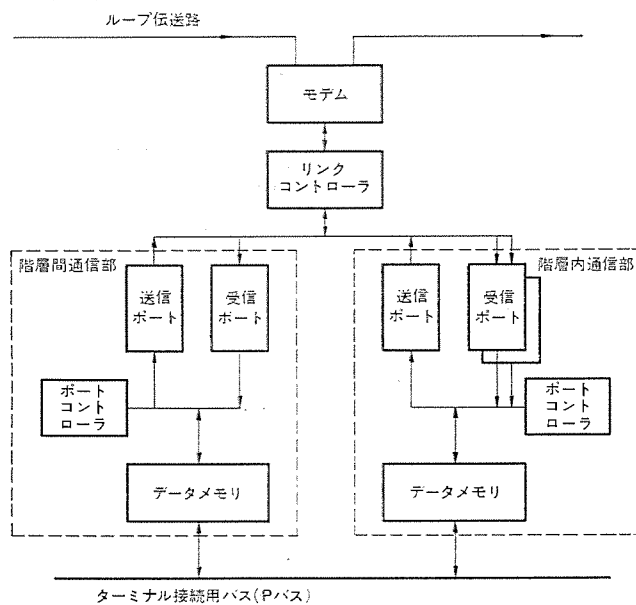


図 5. データウエーユニットのブロック図

ポートの増設が要求される。もちろん、再送機能によるデータの回復は可能であるが、データウエー上のワード転送時間は、受信ポート→データメモリ→ターミナルの装置内転送時間に比して遅いため、データの延着を免れない。(1)、(2)の特長は、以上に述べた呼損の解消を可能にしている。

(3)の特長は、専用機能コントローラの負荷の軽減が目的であり、コントローラは自己の内蔵メモリと全く同様にデータメモリを使用することができる。データメモリは、最大 1.5 MW/s のスループットを有し、ツーポート同時アクセスの場合は各ポートとも 750 KW/s となる。

5. 2 通信モードと手順

(1) 割込通信モード

下位局から上位局に対し、割込機能を使用して通信の要求を行うものである。割込み受付後は、上位局はポーリングモードによって下位局との通信を開始する。したがって、上位局の判断で通信を自由に管理できる利点がある。

(2) ポーリングモード

階層内通信及び上位局から下位局への階層間通信に適用するモードでその詳細を図 6. に示す。

(3) 同報通信モード

ディジタル入力情報を複数のステーションに配信する場合、あるいはシステムのイニシャライズ、停止等の一斉に伝達すべき情報を送信するためのモードである。このモードでは、CRC(Cyclic Redundancy Check)付加されたデータを 3 連送して終結し、アンサーバックの確認はしない。しかし、アンサーバックが必要な場合は、ポーリングモードによる集信が可能である。

(4) サイクリック伝送

センバースステーションを対象とした伝送方法であり、送信側ステーションでは、ディジタル入力をサイクリック・スキャンニングして、自己の送信専用スロットでサイクリック伝送を行う。したがって、受信ステーションでは、容易にプロセスの状態監視が可能である。サイクリック伝送の開始・停止は、上位局から制御することができる。

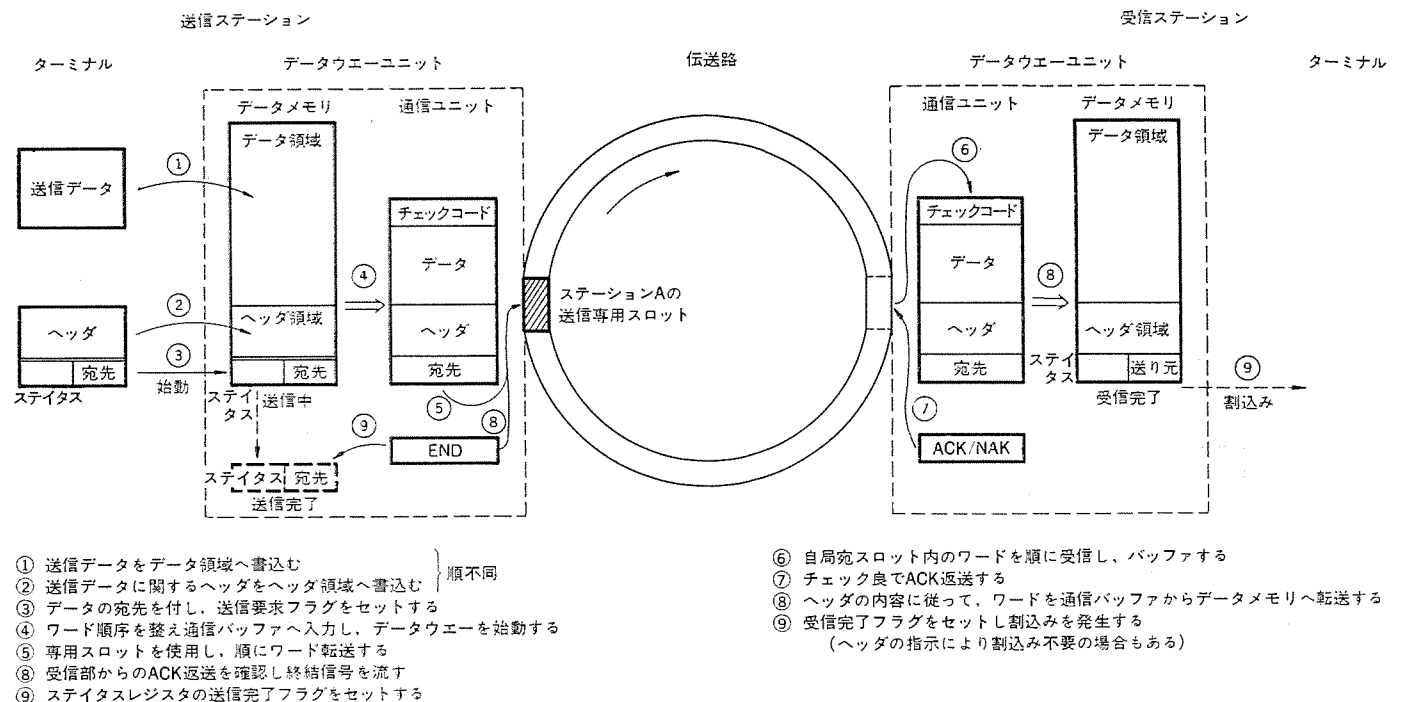


図 6. ポーリングモードの通信手順

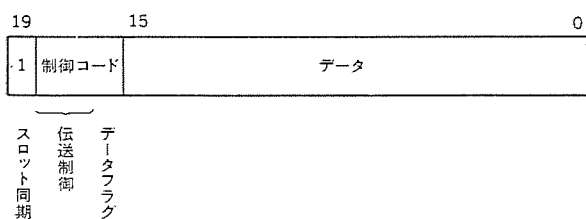
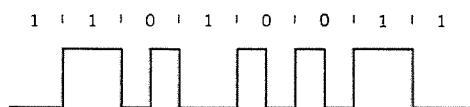
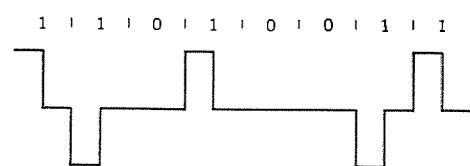


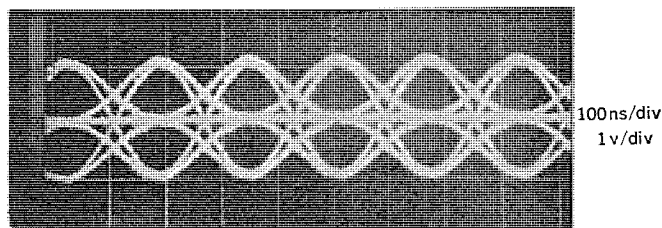
図 7. スロットフォーマット



(a) DWM 符号



(b) AMI 符号 (デューティ 50%)



(c) アイパターン (AMI)

図 8. 変調形式

以上の通信モードの選択及び伝送制御は、図 7. に示すスロット構成の制御コード部分で指示される。ビット 16 はデータフラグであり、データ部がトランスパレントなデータか否かを識別することを目的としている。

5.3 変復調方式

データウエーシステムにおいては、その適用分野の性格とネットワークの構成からモデムに対する高信頼度化の要求が強く、変復調方式の選定に当たっては特に、回路構成が簡単であること、同期特性が良好であることを重視した。この 2 点を満足するものとして従来より使用している DWM (Double Width Modulation) 方式があり、このデータウエーにも採用している。

また、この度新たに採用した AMI (Alternate Mark Inversion) 方式は、同期特性の点で DWM に劣るが、図 8. に示すスロット同期ビットのそう入によって同期特性の改善を図り、良好な結果を得た。

6. 高信頼化と自己診断機能

6.1 高信頼化

制御用データウエーは、システム構成、及びデータ伝送手順の両面から、高信頼性への考慮を払っている。

(1) システム構成上の高信頼化

システムを構成する個々のハードウェアは、その部品の選定から、低故障率となるように留意しているが、特に、一部位の故障による全系統故障は極力避けなければならないという意味で、自動及び手動によって故障ステーションをバイパスする機能を備えている。

表 2. (a) は伝送系統の故障率の算式であるが単一系のシステム構成でも全系統故障となる可能性は小さく、通常のシステムには十分適用できると思われる。

更に高信頼度を要求されるシステムでは、中央同期装置、ステーション装置、伝送路のすべてが 2 重化構成できるように設計している。

個々のステーション故障が直ちにシステムダウンとならず、バイパスによって縮退した形で運用できるシステムにおいては、表 2. (a) の結果により、中央同期装置を 2 重化することによって全系統故障の可能性を著しく軽減することができる。

しかしながら、1ステーション故障が直ちにシステムダウンに結びつくシステムの信頼度を向上させるには、ステーション自身の 2 重化を図ることによって表 2. (b) の結果が得られる。

(2) データ伝送の高信頼化

伝送エラーなどの一時的なエラーは、ほとんどすべて再送を行うことによって救うことができる。ハードウェア故障などの永続的なエラーに対しては、検出された誤りごとに表示することにより故障部位の発見を速やかにし、故障回復時の立上げ時間の短縮化を図っている。

6.2 自己診断

(1) オンラインでの自己診断機能

システムの監視用として割当てられた診断スロットを用いて、中央同期装置がサイクリックに各ステーションをスキャンし、各ステーションからの応答状況を監視、表示することができる。これによってオンラインでのデータ伝送をなんら妨げることなく、モデム及びリンクコントローラのハードウェアをチェックし、バイパスを検出することができる。

(2) オフラインでのステーションチェック機能

強制バイパス操作により、ステーションを系から切り離す。このときステーションはモデムレベルでループバックされ、ステーション単独のテストが可能となり、故障時のチェックがなされる。

表 2. データウエーの故障率

(a) 伝送系統の故障率

中央同期装置の数	全系統故障となる条件	故障率の算式
単一系	○中央同期装置の故障 ○隣接した 2 ステーション以上の同時故障	$\lambda_c + n\lambda_m^2 \cdot (1 - \lambda_m)^{n-2} + n(n-2)\lambda_m^3(1 - \lambda_m)^{n-3} + \dots$ $\approx \lambda_c$
2 重系	○2 重化機構の故障 ○中央同期装置の 2 重故障 ○隣接した 2 ステーション以上の同時故障	$\lambda_D + \lambda_c^2 + n\lambda_m^2(1 - \lambda_m)^{n-2} + \dots$ $\approx \lambda_D \ll \lambda_c$

(b) ステーション装置の故障率

ステーション装置の数	ステーションダウンとなる条件	故障率の算式
単一系	○モデム故障 ○ステーションユニット故障	$\lambda_m + \lambda_s$
2 重系	○切換モジュール故障 ○ステーションの 2 重故障	$(\lambda_m + \lambda_s)^2 + \lambda_{EXM}$ $\approx \lambda_{EXM} \ll \lambda_m + \lambda_s$

n : ステーション数

λ_c : 中央同期装置の故障率

λ_m : モデムの故障率

λ_s : ステーションユニットの故障率

λ_D : 中央同期装置の 2 重化機構の故障率

λ_{EXM} : ステーション切換モジュールの故障率

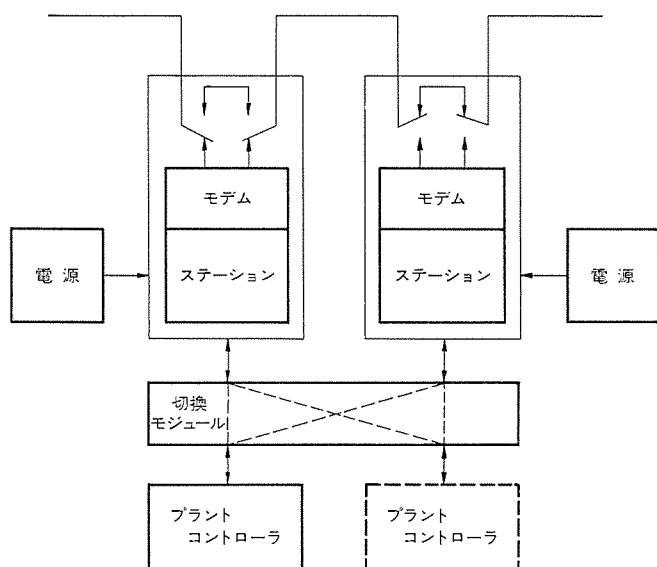


図 9. ステーション装置の2重化構成

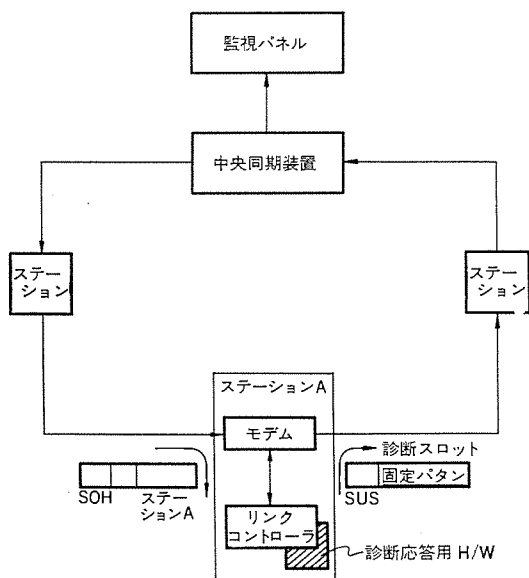


図 10. オンラインでの自己診断機能

7. む す び

以上、分散形制御システムのデータウエーに要求される即時性並列多重通信機能、及びこの機能に重畳して分散化された各装置の一元化管理を可能とする集中制御形通信機能を併せもった分散制御システムに

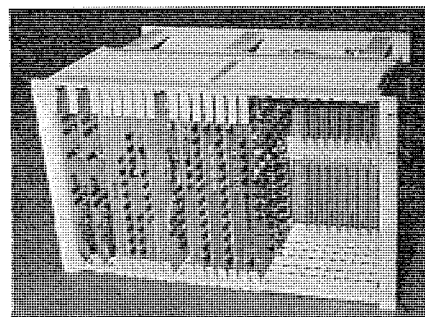


図 11. データウエーユニット

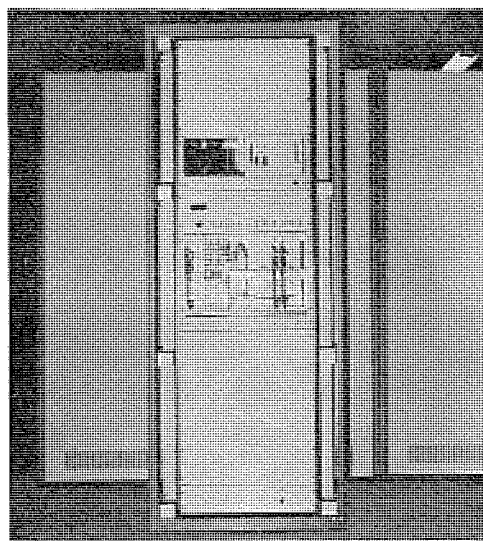


図 12. ステーション装置

適応したデータウエーの実現により、従来に増してフレキシブルな制御システム構成が期待できる。

今後、最新の光ファイバ通信技術の成果などもとり入れて、制御システム側からみて、データウエーを意識しないトランスパレントなデータウエーを目標として、その実現化に努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) 池田, 石坂, 中尾, 今道: 制御用コンピュータシステムにおけるデータウエー, 三菱電機技報, 51, No. 6 (昭 52)
- (2) 千葉, 山内, 松村, 横内, 大野: プラントコントローラ《MELP LAC》50 ハードウェアシステム, 三菱電機技報, 51, No. 3 (昭 52)

水道用情報伝送処理システム

藤原謙一*・柳沢 忍*・田中 智*

1. ま え が き

水道事業においては、規模こそ大都市、中小都市、町村、企業団等の差はあっても、それぞれが目的とする内容、方法により情報伝送処理システムが導入され実用に供されてきている。当社においてもこれまで数多くのシステムを製作、まとめてきたが、水道事業における情報伝送処理システムの設計上の留意点を述べるとともに、昨年の代表実績から、大都市向き広域集中監視制御システム、中都市向き集中監視システム、及び小都市向き無線監視制御システムの設計要素を述べるものとする。

2. 水道用情報伝送処理システム設計上の留意点

2.1 水道事業の特質

情報伝送処理システムを考えるにあたり、その管理する対象設備について概観しておく必要がある。すなわちシステムとしての機能を満足させるには、関連設備・機器全般を統一されたシステム設計思想のもとに設計し、情報伝送処理もこの中に組入れ、機器間の連係を高度にすることがシステム設計上の理想である。しかしながら、水道事業においては全設備が新設されることは比較的少なく、既設設備、既設水系に合致した情報伝送処理システムを考慮する必要があり、この意味においても水道設備の特徴をは(把)握しておかなければならない。この特質を要約すると以下のごとくである。

- (1) 安定した水供給を行えること。
- (2) システム 応答速度が遅いこと。
- (3) 各設備が多数かつ広域に散在すること。
- (4) システムレベル、管理レベルが多種多様に及ぶこと。

2.2 情報伝送方式

情報伝送方式選定にあたって検討すべき事項は下記のとおりである。

- (1) 伝送路：回線品質 (S/N ，レベル変動)。
- (2) システム構成方式：情報量，種類，要求速度など。
- (3) 符号化・復号化方式：同期特性，検出能力，効率など。

(4) 符号伝送変復調方式：伝送速度、所要帯域など。
これらはいずれも各局の立地条件と取得可能な伝送路の
種類、伝送すべき情報量とその必要伝送時間、必要とす
る精度、誤り率、更には信頼性及び経済性などのトレード
オフとなる。

これらの方式選定にあたっては、究極動作特性から理想的な方式を選定するよりも、前記水道設備の特徴を考慮して、単純化と信頼性、経済性に重点をおき、かつ各地の水道施設状況(地形、気象条件により各地で異なる)に合致した方式を選定すべきである。

2.3 情報処理方式

情報処理方式選定にあたって留意すべきことは下記ののと

おりである。

- (1) 情報処理機能：運転状態の把握，運転記録，運転指示など。
- (2) 情報処理内容：情報処理量，処理速度など。
- (3) マンマシン インタフェース：グラフィックパネル，CRT 表示装置，操作卓など。

情報処理システムの導入により、上記各機能のいずれを機械化するかは、そのシステムの規模、計画年度、その他各種条件により異なるが、広域、複雑にわたる全送配水系統を総合解析して、一元的に制御する手法を見出すことが困難なことから、段階導入を図るのが適当であろう。この処理機能にのっとり、処理内容、マシンインタフェース機器が決定されるべきである。

3. システム例1 大都市向き広域集中監視制御システム（神戸市水道）

3.1 神戸市水道の概要

神戸市は六甲山系の山すそに広がっているため高低差がひどく、全域に適正な水圧で給水するためには多数の送配水施設が必要で、現在、配水池が90カ所、ポンプ場が34カ所ある。更に1日給水量約80万トンの3/4の水源を淀川水系に頼っており、六甲山の2本のトンネルを通じて自然流下式送水をしているので、東端から西端までの水の遅れは約8時間にもなる。このため特にきめ細かい水量調整が必要で、かつこれを人の力だけで計画どおりに行うことが困難なことより、昭和43年に70MHz帯による無線局開局の免許を得て、市街地と西神の一部を対象に局容量30局、実装局数16局のテレメタシステムが導入された。この後水道設備の拡充と比例して取扱い局数、機能の増大を図り昭和51年3月時点には、実装局数25局、ポンプON/OFF制御、流量設定値制御を有した無線テレメタシステムに

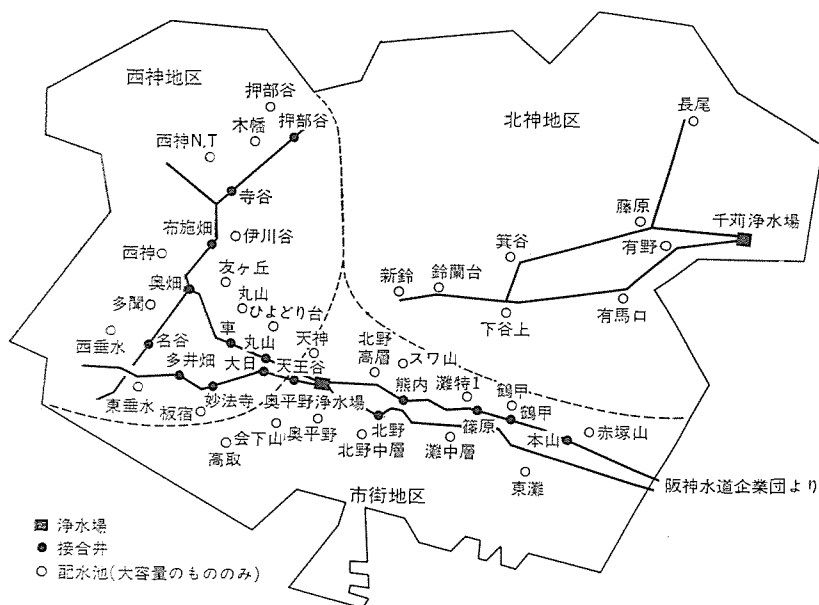


図 1. 神戸市水道系統図

この新広域テレメタシステムは、昭和52年4月に完成し、3カ月の試運転期間を経た後、現在実用運転が行われている。神戸市水道の系統図を図1.に示す。

このシステムは、奥平野浄水場に管理センターを設け市営水道の全施設について集中管理を行うもので、各浄水場、配水池、ポンプ所などの全データをセンタに集中して管理し、これをもとに複雑、広範囲にわたる各送配水系統の全水量を管理するものである。このシステムブロック図を

3.2.1 システム構成

神戸市は、地形的には市街地区、西神地区、北神地区に大きく分けられ、また水系的には市街地区、西神地区に給水する淀川水系（一部神戸市の自己水源もあるが、大半が淀川水系）と北神地区に給水する千叡水系に分けられる。

全域を奥平野管理センタで管理するに際し、システム信頼度、更に運用面、保守面及び伝送路構成上から、全システムを市街系、西神系、北神系3系統に分割し、管理センタにおける情報伝送機器、情報処理機器等すべて各系統ごとと独立に有して1系統の障害が他系統に影響を及ぼさないように考慮されている。また上記現用3系統に対して、1系統の予備系すなわち1/3予備を有し、システムか(稼)動率の向上と経済性を考慮したシステム構成法が採用された。

3.2.2 情報伝送網

(1) 伝送路とチャンネルプラン

旧テレメータシステムは70MHz帯2波を伝送路とし、1回/15分の定時テレメータと空き時間を利用したテレコントロール及び業務連絡用通話を行ってきた。水道施設の質、量の両面にわたる増大に伴い、上記1チャンネルによるテレメータ、テレコントロール、通話の時分割共用システムが運営上支障を来すようになってきた。そこで3.2.1項に示した1系統ごとにテレメータ、テレコントロール、通話が独立して自由に行えるよう最低3ch/1系統と1中継局/1系統の中継回線及び上記3chに予備1chを考慮した場合のチャンネルプランは

各系統內回線： 4 ch / 1 系統 \times 3，計 12 ch

中繼回線： 4 ch / 1 中繼 × 4，計 16 ch

の計 28 ch となる。このことと、おのおの独立した多方向性を要求

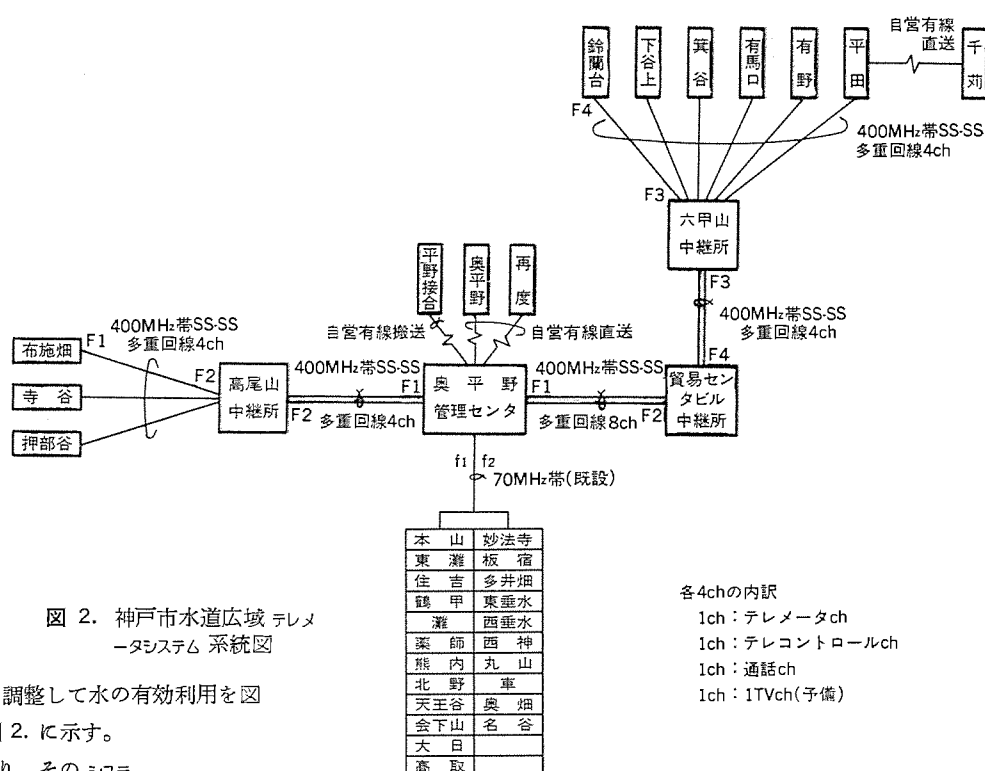


図 2. 神戸市水道広域テレメータシステム 系統図

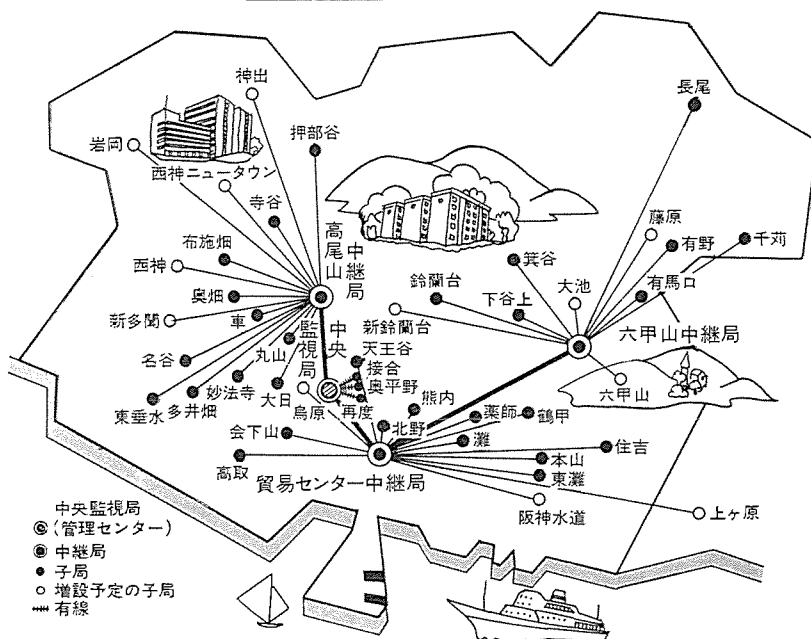


図 3. 神戸市水道広域テレメータシステム回線構成図

されることから伝送路としては、400 MHz 帯多方向多重無線回線が選定された。系統ごとには、

市街系，西神系： 400 MHz 帶多方向多重無線回線，24 ch，
1 対

北神系： 400 MHz 帶多方向多重無線回線，12 ch，
1 對

である。なおチャンネルの使用効率を上げるためにチャンネル分割方式すなわち1チャンネル/1方向の採用と、更にこの多方向多重回線1チャンネルで複数局の呼出伝送を行う半複信方式が考案採用された。これは我が国においても初の実用機である。この回線構成を図3.に示す。

(2) 情報伝送方式

表 1. 神戸市水道広域 テレメータシステム 処理内容一覧

項 目	処 理 内 容	処 理 結 果
テレメータチャネル処理	データ検定	休止項目、上下限、SVチェックほか
	照合検定	設定流量/実流量、ポンプ状態遷移ほか
	CRT 処理	警報表示、シンボリック表示
	ロギング処理	日報作成
テレコントロールチャンネル処理	テレコントロール処理	テレコントロール符号作成、送出、アンサバックデータチェック
	手動テレメータ処理	テレメータチャネル処理に同じ(ただしロギング処理は除く)
オペレーションガイド	時系列表示グラフ表示	全データ1時間、24時間、48時間のデータ表示、及びグラフ表示
	制御演算表示	制御演算結果の表示
	パターン表示	水系図、特殊パターン図表示
水量管理処理	水量日報作成	Σ受水=Σ配水となるように誤差配分した水量管理日報作成
オペレータリクエスト処理		デマンド印字、カレンダー修正、各種リスト、定数類印字、データ書込み
常用/予備切換処理	切換処理	常用の切離し、ファイル転送
	復旧処理	ファイル転送、ファイル編成、IPL

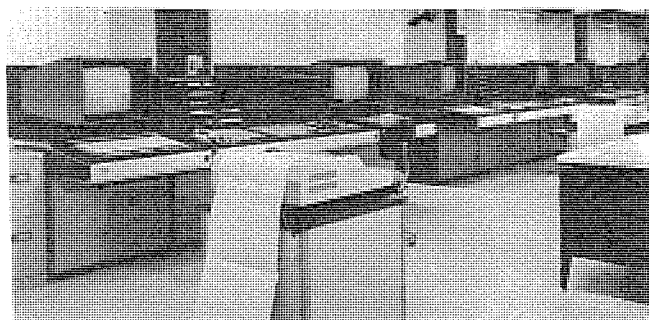


図 4. 神戸市水道広域 テレメータシステム 管理室

表 2. 神戸市水道広域 テレメータシステム 主要性能一覧

項 目	性 能
伝 送 路	400 MHz 帯 24 ch 容量 1 対 400 MHz 帯 12 ch 容量 1 対 70 MHz 帯 2 波
情報伝送方式	デジタル パルスコード伝送方式 1=N, 選択呼出伝送方式 FS 変調 隣接位相反転符号 200 BPS
情報処理方式	オンライン リアルタイム方式 (a) バックアップ 常用 3 系統, 予備 1 系統 (b) 処理装置本体 PF-U 400 4 台 (c) メモリ容量 主 メモリ 64 KB×3 (常用) 128 KB×1 (予備) 補助メモリ 1 MB×4 10 MB×1 (予備) (d) CRT 表示装置 キャラクタディスプレイ 4 台 グラフィックディスプレイ 4 台
システム容量	(a) 局 容 量 30 局/1 系統 全 90 局/3 系統 (b) テレメータ量 最大 64 量/局 (c) テレコントロール量 最大 32 点/局
遠方監視制御項目	(a) 制 御 項 目 ポンプ始動/停止, 弁開/閉, 流量設定等 (b) 表 示 項 目 受電故障, ポンプ故障, ポンプ運転/停止, 自動/手動等 (c) 計 測 項 目 水位, 流量, 開度, 水質等

1 系統あたりの局容量 30 局, 3 系統で計 90 局の局容量を有するこのシステムでは, 1:n の選択呼出伝送方式が最適である。また呼出伝送に適した符号方式としては, 誤り検出能力と同時に同期特性の優れた隣接位相反転符号が採用された。

3. 2. 3 情報処理方式

管理センタで行う情報処理は

(1) テレメータデータ処理, (2) テレコントロール処理, (3) 日報作成, (4) データ保存, (5) オペレーションガイド, (6) 水量管理日報作成などである。この処理内容一覧を表 1. に示す。

3. 2. 4 マンマシン インタフェース

大量の情報を取扱うシステムにおいて, 運転員と機械との対話装置いわゆる マンマシン インタフェースは非常に重要な要素となる。この広域テレメータシステムでは, (1) 従来のグラフィックパネルの機能を有するキャラクタディスプレイ装置, (2) 水系パターン図, 定数リスト, 及びグラフなどの表示を行うグラフィックディスプレイ装置, (3) 操作卓, (4) ロギング・アナウンスメントタイプライタ, などを機能的に使い分けている。なおこれらの装置は, 前述のように各系統ごと独立に有しており, 例えば CRT ディスプレーのテレビモニタは 1 系統あたり 2 台, 予備系統を含めて計 8 台のテレビモニタで運転管理が行われている。図 4. に上記各装置が設置された管理センタの一部を示す。

3. 3 テシスムの性能

広域テレメータシステムの主要性能を表 2. に示す。

4. システム例 2 中都市集中監視システム (富士市水道)

4. 1 富士市水道概要

富士市は, 旧富士市, 吉原市, 鷹岡町の 2 市 1 町が合併してできた市であり, その水道施設も旧 3 市町がおのの独立に運営してきた設備がそのまま利用されている。しかし富士市一円は, 旧 3 市町とも, 富士山ろく南側に位置し, 豊富な地下水に恵まれており, 約 10 万トン/日の水道水のほとんどがこの地下水より供給されている。このように水資源には恵まれているが, それが地下水であることにより各所に井戸が必要なこと, 及びこれに伴いポンプ設備, 配水池等が多数存在することから, これら各種水道施設の稼動状況を管理センタで集中して監視し, 各施設の円滑な運用, 省力化, 日報作成などを行う目的でテレメータシステムが 2 カ年, 3 期分割工事で計画, 施工された。

この富士市水道テレメータシステムは, 昭和 52 年 3 月にその第 1 期工事分を納入, 全システムは 53 年 3 月に完成する予定である。

4. 2 システム設計

4. 2. 1 システム構成

上述のように, 富士市水道が旧 3 市町の独立した水道施設を受け継いだこと及び, そのほとんどが地下水の汲み上げで, 個々に独立した水系が多数存在する形態となり, 富士市全体では独立した 1 口水系で構成されている。ゆえにテレメータシステムでは各水系単位でまとめ, 1 子局, n 孫局/1 水系 (n≤4)

とし, 各子局と管理センタ (吉原送水場) とを結ぶ

$$1:M:n \quad (M=10, n\leq 4)$$

方式が採用された。このシステムブロック図を図 5. に示す。

4. 2. 2 情報伝送方式

(1) 伝送路

伝送路としては地形的条件ほかより日本電信電話公社線が選定され,

管理センタ—子局: 日本電信電話公社専用回線, D1 規格

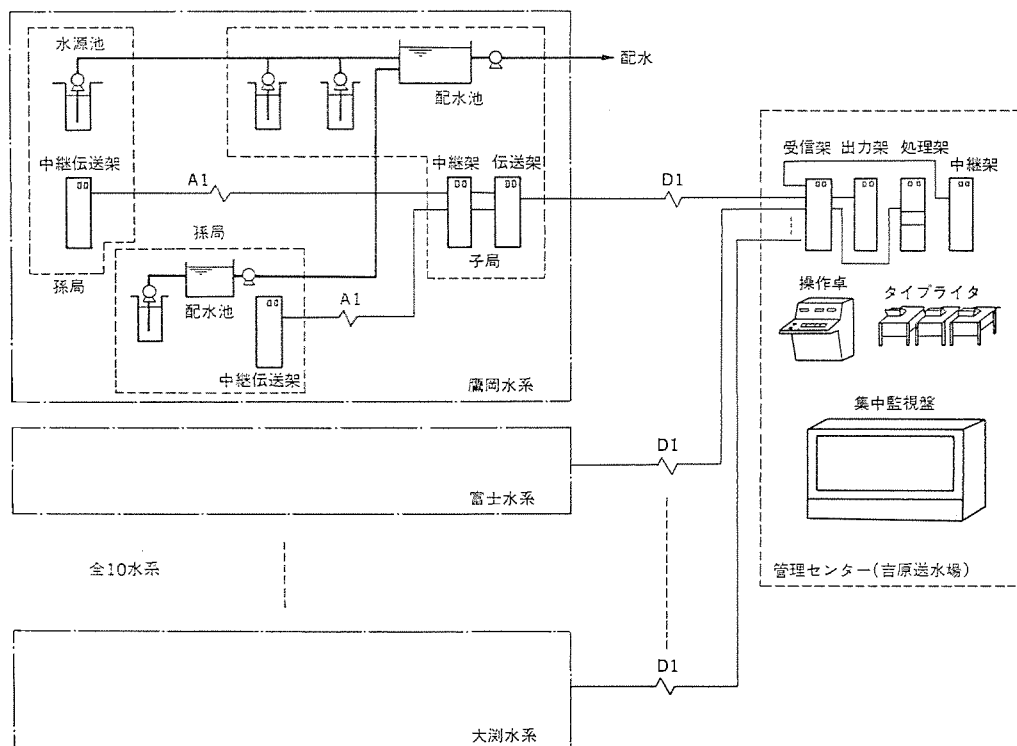


図 5. 富士市水道 テレメータシステム ブロック 図

表 3. 富士市水道 テレメータシステム 処理内容一覧

項 目	処 理 内 容	処 理 結 果	
データ読込み	割込みによるデータ読込み及び フォーマットチェック 情報更新不良監視	No Good にて欠測 (アナウンスメント記録) 可聴警報	
監視計算処理	監視処理	水位上下限監視 (アナウンスメント記録) 可聴警報	
	計算処理	時間流量積算処理 累積流量計算 深井戸水位スケール変換	ロギング記録
	運転監視	プラントの運転状態監視	アナウンスメント記録 可聴警報
操作卓監視	操作監視	操作卓の操作内容監視	アナウンスメント記録
	選択表示	生データの選択表示	数値表示
	設定値監視	上下限設定値の読出し及び変更 処理	数値表示 アナウンスメント記録
日報作表	管理日報	日報, 月報の作成	ロギングタイプライタ
オペレータ リクエスト	瞬時データの印字 定時データの印字 日積, 月積の印字 西暦年の印字, 変更 局ごとのテレメータとの分離	アナウンスメント記録 (データメンテナンス)	

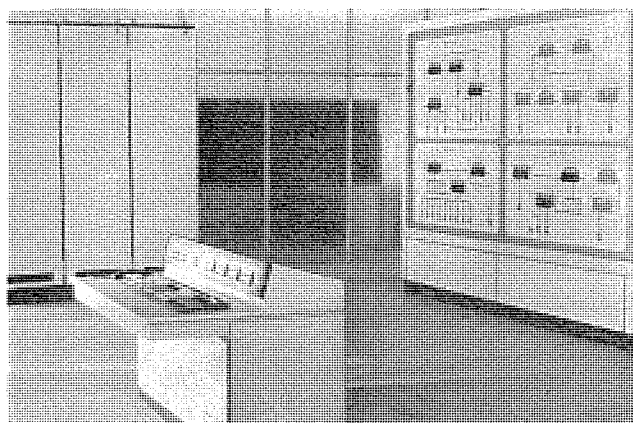


図 6. 富士市水道 テレメータシステム 管理室

子局一孫局: 日本電信電
話公社専用
回線, A1
規格

が採用された。

(2) 伝送方式

情報量の非常に少ない孫局と情
報量の多い子局とが存在するゆ
え, これらを同列に扱うことは
得策ではなく, 下記のように分
類, おおのこの方式が採用され
た。

情報量 2 量以下の孫局:

直流直送方式

情報量 3 量以上の孫局:

50bps デジタル 常時伝送
方式

子局: 200 bps デジタル 常
時伝送方式

なお符号方式はすべて隣接位相
反転符号である。

4. 2. 3 情報処理方式

管理センタにおける情報処理内容一覧を表 3. に示す。なお集中監視
盤へのデータ表示は, 情報伝送装置出力架から直接表示するものと
し, 万一情報処理装置の障害が発生しても システム 運用に差し支えな
い程度の監視を可能として システムダウン を避けている。この管理セン
タの監視室を図 6. に示す。

4. 3 システムの性能

この システム の主要性能を表 4. に示す。

表 4. 富士市水道 テレメータシステム 主要性能一覧

項 目	性 能
伝 送 路	親局一子局間 NTT 特定通信回線 D1 規格 1 回線 子局一孫局間 " A1 規格 " " " A1 電流直送
情報伝送方式	デジタル・アナログ方式の併用 1:M:n 方式 常時伝送による回線スキャンニング (a) 伝 送 方 式 親局一子局間 FS 変調搬送方式 子局一孫局間 直流電信伝送 (b) 伝 送 速 度 親局一子局間 200 BPS 子局一孫局間 50 BPS (c) 符号化方式 隣接位相反転符号
情報処理方式	オンライン リアルタイム方式 (a) CPU MELCOM 70/20 (b) MEMORY 主メモリ 24 K 語 IC メモリ 補助メモリ 246 K 語 ディスクメモリ
システム容量	(a) 子 局 容 量 最大 10 局 (b) 孫 局 容 量 最大 4 局/子局 (c) データ容量 最大 45 word/子局
遠方監視項目	(a) 計 測 項 目 瞬時流量, 水位, 塩素注入量 (b) 表 示 項 目 停電, ポンプ運転/故障, 減圧装置ガスもれ/ ポンペ空

5. システム例 3 小都市向き無線監視制御システム (豊北町)

5. 1 豊北町水道の概要

山口県豊浦郡豊北町の水道施設は, 本土と角島(離島)から構成さ

れ、町の大半の住民に対して水道供給を行っている。近年レジャーの多様化などにより、使用水量は急激に増加の傾向を示しており、これに伴い分散した水道施設を有人で監視制御することが経済面及び技術面から困難な状況になってきている。

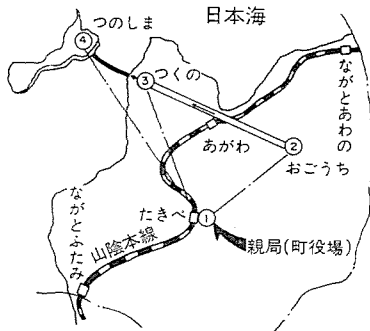


図 7. 豊北町水道置局配置図

豊北町水道は、小河内浄水場から向坊の調圧池、附野の配水池を経て角島まで送られると同時に、途中の配水池から町内の需要家へ配水されている。これらの水道施設は、町の中心部から遠く離れて散在しているにもかかわらず、角島への配水を円滑にするために、その管理をより迅速に行う必要がある。

そこで町営水道全施設を常時監視し、配水池の適正な水量管理を目的として、町役場を管理センタとした集中管理システムが採用された。このシステムは、昭和52年4月に完成し、2カ月の試運転期間を経た後、6月より実運転を開始している。

この置局配置を図7.に、システムブロック図を図8.に示す。

5.2 システム設計

豊水町水道集中管理システムを設計するにあたり、そのシステム設計で特に留意したのは伝送路とそれに適した制御方式である。

前述のように、豊北町水道が本土と離島から構成されていることから、災害時などの電話不通時の処置をも考慮すると、伝送路としては無線回線が適している。このことからこのシステムでは60MHz帯単一无線回線、1波が採用され、プレストーク方式による送受信を行うこととした。

上記伝送路を使用して、親局から子局を制御する場合、その制御信号送信中は、プレストーク方式であることから子局のデータは親局では受信できない。ゆえに同時送受信が必要となるような制御方式（例えば調整制御）は避け、マイナで制御ルーをを組み、そのルーにセンタから強制的に割込みをかけるON/OFF制御だけとした。なおこの場合もマイナ制御ルー優先となっている。

5.3 システムの性能

このシステムの主要性能を下記に示す。

- | | |
|--------------|--|
| (1) 伝送路 | 60 MHz 帯単一无線回線、1 波 |
| (2) 情報伝送方式 | デジタル 伝送方式
1 : n 選択呼出伝送方式
伝送速度 200 bps
変調方式 FS 変調方式
符号方式 隣接位相反転符号 |
| (3) 情報処理 | 計測項目 指示計による常時表示
表示項目 ランプ 常時表示 |
| (4) 遠方監視制御項目 | 制御項目 ポンプ始動/停止
表示項目 ポンプ運転/停止, ポンプ故障, 弁開/閉等
計測項目 水位, ポンプ電流等 |

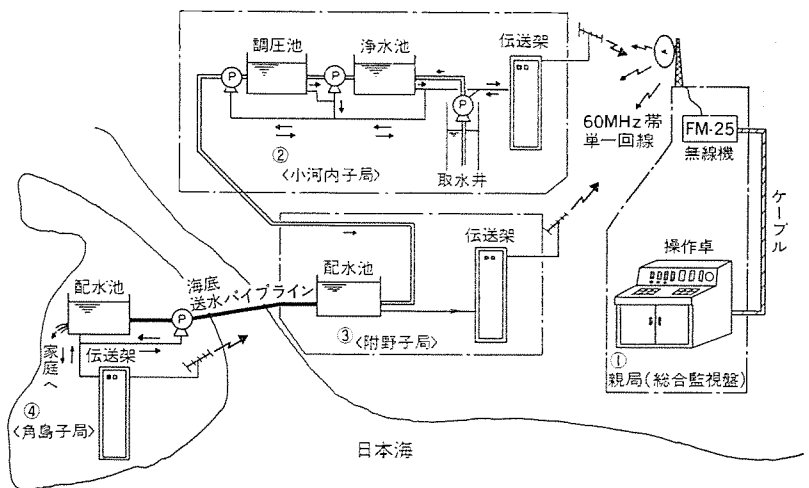


図 8. 豊北町水道集中管理システムブロック図

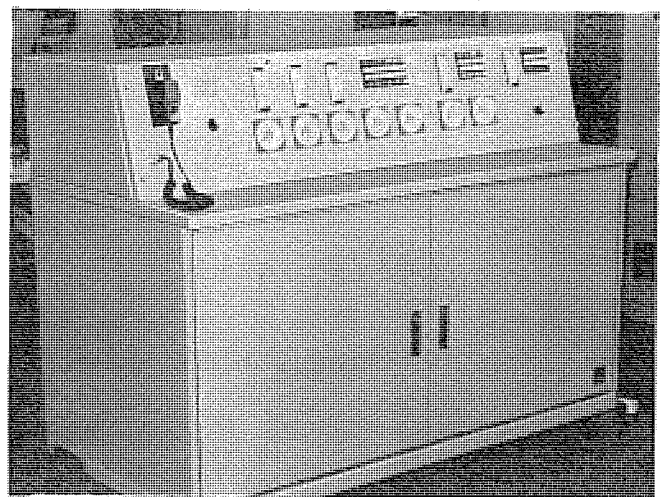


図 9. 豊北町水道集中管理システム 親局総合監視盤

なお親局総合監視盤を図9.に示す。

6. む す び

以上に水道用情報伝送処理システムの一般的な考え方と、その代表的な事例について述べたが、今後更に、送配水制御理論の確立をも含めて水道用としての特質を考慮した情報伝送処理システムの開発の努力がなされなければならない。これら適切なシステムの導入により更に水道事業の主目的である安定した供給及び合理的かつ効率のよい送配水が行えるものとする。

なお、各種水道用情報伝送処理システムの計画、設計、施工にあたりご指導、ご協力いただいた、神戸市、富士市及び豊北町などの水道関係者、その他関係各位に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 岩尾：水道協会雑誌，昭和45年9月号
- (2) V. A. Pagnotto ほか：JOURNAL AWWA (1973-2月)
- (3) R. L. Lee ほか：JOURNAL AWWA (1971-10月)
- (4) 藤原ほか：三菱電機技報，43, No. 8, P. 1054 (昭44)
- (5) 北原ほか：三菱電機技報，48, No. 10, P. 1215 (昭49)
- (6) 柳沢ほか：三菱電機技報，51, No. 2, P. 155 (昭52)

都市ガス供給用情報伝送装置

長町恒資*・山中彪生*・赤塚和禧*・吉良広文*

1. ま え が き

都市のガス需要家の急激な増加に伴い、ガス供給の導管網の拡大、既存のガス供給設備の有効利用、新規設備の導入により供給の広域化が進められている。これらのガス供給設備の遠方監視制御に必要な情報伝送装置について、適用方法・特長・実施例等を述べる。

2. 情報伝送装置適用の目的

(1) 供給安定化

供給導管、及び各設備（ホルダ、ガバナ等）の諸情報を監視することにより、供給調整を図る。

(2) 保安の確保

供給設備などの事故、及び最近話題になっている地震などの災害時に、事故情報を握し、早急に復旧対策を実施する。

3. 情報伝送装置の導入効果

(1) 省力化

従来行っていた各供給設備への巡回による諸情報収集の手間が省ける。

(2) 情報収集時間の短縮

巡回による収集時間に比べて極端に短縮し、また巡回時だけでなく、刻々情報を収集することができる。

(3) 供給システム全体の監視、判断が可能

散在する各地の同時性ある情報を常時収集することにより供給システム全体からみた適切な判断が行える。

(4) ガス需要予測

計算機と接続することにより、現在の収集データを元にした需要予測を行い、これにより供給設備のか（稼）動効率を高めることができる。

4. 適用対象

(1) ガス供給システム

供給の規模、及び製造方法等により差異はあるが、下記の2種類に大別する。

(a) 広域にわたってガス供給を行う場合であり、供給調整のためのガス貯蔵器であるガスホルダを各地に設置している。図1. 参照

(b) 比較的狭い地域へ供給する場合であり、製造工場（あるいは天然ガス等の受入点）から、直接ガバナ（圧力を下げるとともに、需要家の流量変動に対して圧力を一定化する整圧装置）に供給する。図2. 参照

なお、無人のガスホルダ基地については、ガス事業法にて遠方監視制御を行うことを規定している。

(2) 各供給設備についての遠方監視制御項目

概略の遠方監視制御項目について表1. に示した。

(a) 圧力検出

測定対象に近接して、耐圧防爆構造（D₂G₁）の圧力伝送器（一般

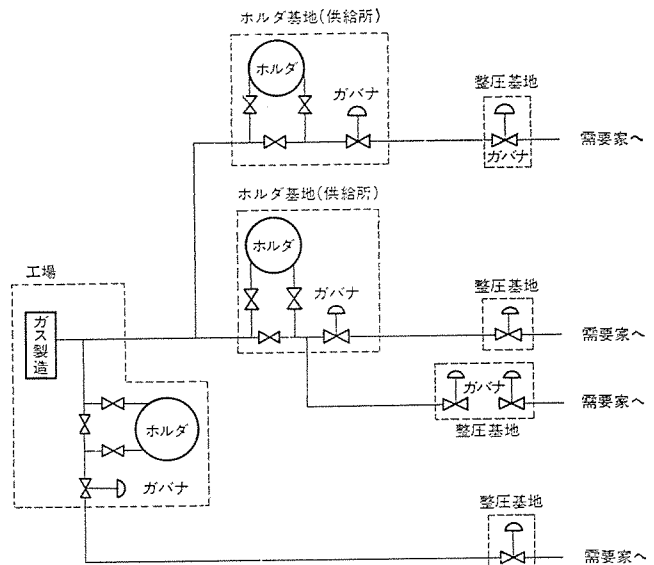


図1. ガス供給システム構成（例）

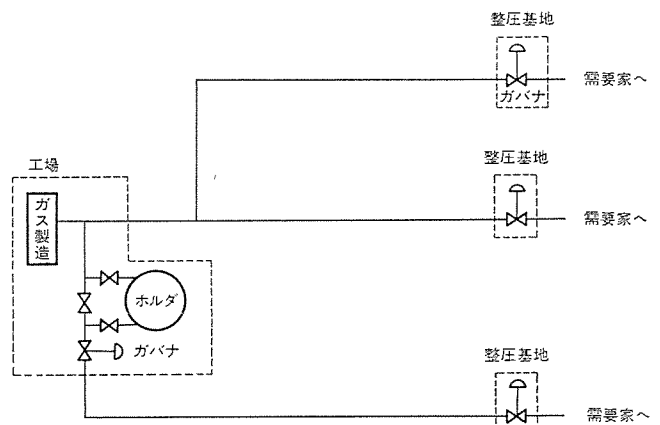


図2. ガス供給システム構成（例）

表1. 伝送項目

設備	項目名称	施設			計測	表示	制御
		工場	ホルダ基地	整圧基地			
1	ホルダ	入側圧力、流量* 出側圧力、流量* 圧力上下限 ガス温度 熱ESV開	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○
2	ガバナ （整圧器）	入側圧力、流量* 出側圧力、流量* 中間圧力 圧力上下限	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○
3	各主要ガス管	圧力、流量 圧力、上下限	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	
4	屋内設備	ガス漏れ 火災 とびら開閉 無停電電源異常	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	
5	地震器	作動 停止 度	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	
6	圧送器	運転 停止	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○

*印は、瞬時流量だけでなく流量積算値も伝送することがある。

にボロズを感圧体として使用)を設置し、圧力を電気信号に変換して、監視センタへ伝送する。

(b) 流量検出

オリフィスを使用した差圧伝送器と、うず流量計の2種に大別し、共に耐圧防爆構造(D₂G₄)とし、流量検出を行う。うず流量計は精度上優れているが高価であり、一般に取引き用などの部分に用いることが多い。これで流量を電気信号に変換して監視センタへ伝送する。

(c) ESV(緊急しゃ断弁)制御

各ホルダには緊急時に、ガス供給を停止させるため出側のガス管にESVを設けており、現場の手動操作も可能であるが、緊急時に遠方制御信号により、ESVへ接点信号を渡してガス供給を停止する。また、ESV自身の状態(開・閉)を接点でとり出すことにより、監視センタで、ESVの状態を監視できる。

(d) 温度検出

測定対象に测温抵抗体をそう入し、温度を抵抗値に変換させる。耐圧防爆構造(D₂G₄)とし、これを電圧あるいは電流値に変換して監視センタへ伝送する。

(e) 熱量検出

熱量計により、燃焼温度の変化を検出し、電気信号に変換して伝送する。(耐圧防爆構造・D₂G₄)

5. 情報伝送装置の適用

(1) 装置構成

装置の構成方法として、前記の供給系統規模により下記の種類に分ける。

大規模の例として

(a) 工場、ホルダ基地、整圧基地を一括集中監視制御を行う方式……1:n構成(大容量形)

(b) 代表的なホルダ基地のみ1:1で監視制御を行う方式……1:1構成(大容量形)

中小規模の例として

(c) 整圧基地を一括集中監視制御を行う方式……1:n構成(小容量形)

(d) 代表的な整圧基地のみ1:1で監視制御を行う方式……1:1構成(小容量形)

(e) 供給規模に関連せず、エネルギー変換等のガス工事中に、主要なガス管の監視を行う方式……1:n構成(1:1構成)、小容量形、一般には制御なしで、監視のみの方式が多い。

(2) 伝送方式

特に1:n対向方式の場合、監視制御対象地点(以下子局と呼ぶ)から親局である中央監視センタへ情報を伝送する方式として下記の2種類に大別する。

(a) ボーリング方式

親局から呼び出された時だけ、子局から情報を伝送する方式で、全局呼び出す時間が長いため、情報の収集時間が長い欠点がある。前記のガス工事などの主要管監視用として主に用いる方式で、親局の回路構成が簡単であり小形装置に適する。

(b) 常時伝送方式

親局からの指示とは無関係に常時、情報を伝送するもので応答時間が早く、事故をすぐに検知するため、ガス供給設備用情報伝送

表 2. 回線構成

方式 \ 回線種類	電電公社 専用線	多方向多重 無線回線	マイクロ 回線	単一无線 回線
(1) 方式 (1:n 大容量形)	○	○	○	—
(2) 方式 (1:1 大容量形)	○	○	○	—
(3) 方式 (1:n 小容量形)	○	△	△	—
(4) 方式 (1:1 小容量形)	○	△	△	—
(5) 方式 (小容量形)	○	—	—	○

○……一般に使用する回線

△……使用する例の少ない回線

—……使用しない

表 3. 設置方法

方式 \ 設置方法	屋内自立形	屋外自立形	壁掛形 机上形	可搬形
(1) 方式 (1:n 大容量形)	○	○	△	—
(2) 方式 (1:1 大容量形)	○	○	—	—
(3) 方式 (1:n 小容量形)	○	○	△	—
(4) 方式 (1:1 小容量形)	○	○	○	—
(5) 方式 (小容量形)	○	—	○	○

装置として一般に用いる方式である。

(3) 監視、記録方式

監視方式としては下記の2種類がある。

(a) 常時表示方式

(b) 選択表示方式

表示項目数が少ない場合、及び常時監視すべき主要項目については常時表示を行う。表示項目数及び表示局数が多い場合には、1局分のみ表示することとし、局選択スイッチ操作時及び事故時には自動的に、その局のみ表示する方式を用いることにより、表示スペースを少なくし、操作員の監視にも便利である。記録については下記の2種類に分ける。

(a) 連続記録方式(ペン書記録、あるいは打点記録)

(b) タイプライタ方式

(4) 回線構成

前述の装置構成に対応し、各情報伝送の方式と、それらの方式に適用する回線について表2に記す。なお大容量形の場合は子局・孫局構成をとる場合もあり、このとき子局はホルダ基地、孫局がガバナ基地とすると、ガス供給系統に沿った回線構成ができる。このとき回線も無線・有線を併用する例が多いが、最近の地震などの災害時に有効な伝送路として、有線よりも無線回線を重要回線に使用することが多くなってきている。特にホルダ基地の緊急しゃ断弁の制御回線として重要視される。

(5) 装置設置方式

前述の装置構成に応じて表3に記す。なお1:n方式の場合は、大容量装置と小容量装置を両方使用する場合があり、特にホルダ基地は大容量となるが、ガバナ基地の場合は小容量形が多く、特にガバナが1台程度のもので入側・出側の圧力監視等には、机上形・壁掛形の小形のものを使用することがある。

6. 当社情報伝送装置の特長

(1) 大容量から小容量形までシステム構成が可能である
一般の架構造形大容量装置 (《MELTEC》8000) から小容量装置 (《MELTEC》80, 及び可搬形テレメータ) までのメニューをそろえている。

可搬形テレメータ……計測 1 量, 表示 2 点, 制御なし

《MELTEC》80……計測, 表示総合で 6 量 (表示は 1 量で 12 点),
ただし制御 (4 点) がある場合は 3 量,

《MELTEC》8000……《MELTEC》80 の容量以上のもの

なお小容量装置《MELTEC》80 と大容量装置 8000 は, 同一ユニット (プリントカード等) で構成することができ, したがって小容量装置と大容量装置の組合せが可能であり, また頭初は小規模システムとし, 順次拡張していくことが可能である。

(2) 各種の回線構成が可能である

前述の回線構成で, マイクロ無線機, 単一无線機, 400 MHz 多方向多重無線機は当社製標準無線機であり, システムの回線構成の選択が容易で, また, 情報伝送装置も前述の回線のいずれにも適用可能である。

(3) 計装機器を含めたシステム構成が容易である

圧力, 流量等の検出器を測定対象に取付け, その出力に接続する各種演算器, ディストリビュータ等を情報伝送装置内に実装するとともに, 各種インタフェース回路を情報伝送装置本体に用意して計装機器と情報伝送を組合せ前述の回線構成とともに遠方監視制御システムを構成することが可能である。

(4) クレートバス の採用による保守, 増設が容易である

(a) カードを収納するクレートごとに裏面にバックパターンによるバスを設け, 各シート間の接続をこれで行い, したがって配線は外部との入出力線だけ実施すればよい。

(b) 各カードともまとまった機能ごとに用意し, カード接せん (栓) の端子位置は上部を内部の低レベル信号。下部を外部との接続端子に分離して外部雑音から保護する構造としている。

(c) 各カードとも機能ごとに端子配置を固定化しているため, どの場所に実装してもよく増設時及び保守上便利である。

(d) クレート内については上記のクレートバスとし, 各クレート間の装置内架配線については, 機能ごとに分割したコネクタ付きのバスを通し, 両端 1:1 のケーブルで各クレート間を接続することにより製作時の標準化及び品質の安定化を図っている。

7. 概略仕様

(1) 使用状態

(a) 電源 AC 100 V, DC 110 V, DC 24 V を標準とする。

(b) 周囲温度 $-10 \sim +40^{\circ}\text{C}$

(c) 信号変調方式 FSK (周波数偏移方式) あるいは, 狭帯域直列周波数方式 (主に可搬テレメータに使用)

(d) 伝送速度 50 bps, 200 bps, 600 bps, 1,200 bps
(bps=BIT/秒)

(e) 制御方式 2 挙動方式 (機器ごとの選択ボタン+共通制御ボタン)

(f) 制御出力 無電圧 1 a 接点出力を標準とし, 接点容量は DC 110 V 5 A 1 秒間

表 4. 装置外形寸法

	架高 (mm)	幅 (mm)	奥行き (mm)
屋内自立形	2,300 (2,750) (1,350)	600	450
屋外自立形	1,300	600	455
壁掛形, 机上形	209	480	300
可搬形	子局	290	350
	親局	330	370

(g) 表示入力 無電圧片端子共通 1 a 接点

(h) 計測入力 4~20 mA (250 Ω 終端) とする。すなわち検出器とディストリビュータ等の受渡し信号は電流渡しとする。

(i) 装置外形寸法

表 4. に装置外形寸法を記す。

8. 適用実施例

5 章に述べたうち (a), (b), (e) の各適用例として, おおの京葉瓦斯 (株) 納入装置, 旭川瓦斯 (株) 納入装置, 大阪瓦斯 (株) 納入装置についてその概略を記す。

(1) 京葉瓦斯 (株) 納入装置

(a) 回線構成 (図 3. 参照)

供給監視センタと供給所 (ホルダ基地) は 400 MHz 多方向多重無線回線, 整圧基地とは電信電話公社専用線で接続。

(b) 制御監視項目

制御………ESV の開閉制御

監視………圧力上下限監視 (圧力スイッチによる), ESV 開閉, ガス漏れ等

計測………中圧圧力, 流量, 震度

(c) 供給監視センタ内装置 (図 4. 参照)

装置内容を表 5. に示す。例えば圧力異常時には, グラフィックパネルのランプが点滅すると同時にその局の状態を CRT で自動表示し, かつ操作卓も異常局を自動選択表示するとともにタイプライタで赤字印字を行う。流量については主要点をペン書記録するとともに, 積算表示を行う。

(d) システム概要

工場 1 カ所, 供給所 (ホルダ基地) 5 カ所, 整圧基地 16 カ所を集中監視制御を行っている (制御は供給所のみ)。図 3. のとおり整圧基地からの電電公社専用線を経たデータは供給所にて多方向多

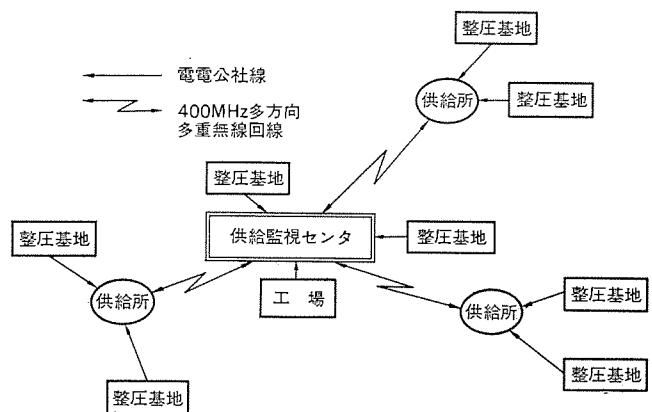


図 3. 回線構成

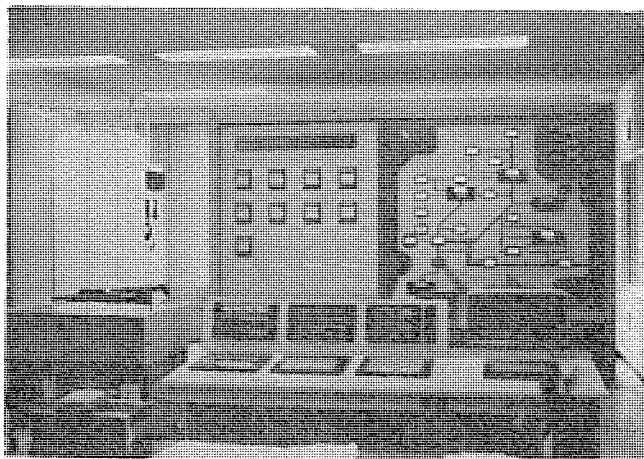


図 4. 供給監視 センタ (京葉瓦斯(株))

表 5. 供給監視 センタ 装置

装 置 名	機 能
グラフィック パネル (1 台)	常時表示部 (数値表示, 状態表示)
操 作 卓 (1 台)	選択表示部・常時表示部・選択操作部
C R T 卓 (1 台)	局選択部・表示モード選択部・表示部
ロギング タイプライタ (1 台)	定時印字, 異常時印字 (圧力・流量)
テレコン装置 (5 架)	送受信用
処 理 架 (1 架)	ミニコン《MELCOM》70 内蔵し印字, CRT 制御, 入力データの上下限検定, 流量積算値の演算を行う
メ モ リ 架 (1 架)	CRT 用画面の記憶用としてのディスクメモリ内蔵
無 線 機 (1 架)	400 MHz 多方向多重無線機 供給所とのデータ送受信用
無 停 電 電 源 (4 架)	出力: AC 100V 6 KVA, DC 110V 5kW 30 分間保証

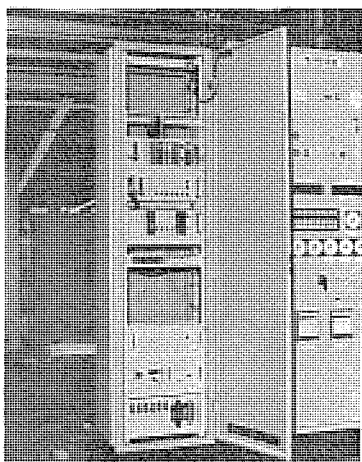


図 5. 親局装置 (旭川瓦斯(株))

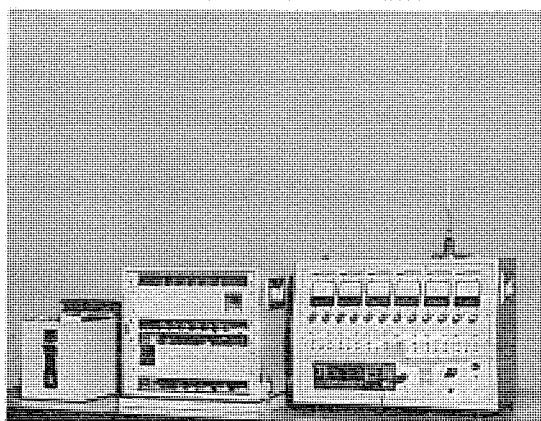


図 6. 可搬形 テレメータ 親局装置

重無線回線に乗
せかえて親局へ
伝送する。データ
は各局とも常時
伝送している。
(伝送速度 200
bps)

(2) 旭川瓦斯
(株)納入装置 (1:
1 形)

(a) 回線構成

電電公社専用線を使用

(b) 制御監視項目

制御………ESV 開閉, 圧送器運転停止, 整圧器運転停止

監視………ESV 開閉, 圧送器運転停止, 火災, 停電, 整圧器運転
停止

計測………送入送出流量, ガス 温度, 送入送出圧力, 熱量, 送入
送出流量積算

(c) 監視制御局内装置 (図 5. 参照)

監視制御盤………制御操作部, 常時表示, 記録, 他の計装機器内
(1 架) 蔵

送受信架………信号送受信用

(1 架)

(3) 大阪瓦斯(株)納入可搬形無線 テレメータ (図 6. 参照)

(a) 概 要

このテレメータは ガス 導管の工事作業に伴う圧力監視業務などの
ように, 監視場所・被監視場所をひん(頻)繁に移動させたい場合に
も容易に適応できる, 機動性に富んだ取扱いの極めて簡便な, ポ
ーリング方式の小容量 デジタル テレメータである。親局は 6 つの子局
を順次呼出して, 受信 データの監視・表示・記録を行い, 子局は
アナログ・データ 1 量, オンオフ 情報 3 点を親局に無線で送信する。

(b) 親局装置

テレメータ装置本体と記録計, 及びデータ受信の監視, 表示と呼出子
局の選択を行う操作盤から構成され, 車載が可能であり, 移動体
での監視が行える。

(c) 子局装置

無線機と バッテリを内蔵し, 小形・軽量で持運びが容易であり, 屋
外すえ(据)置式の全天候形である。

(d) 無線回線その他

150 MHz あるいは 400 MHz の移動無線回線を電話と テレメータで
共用する。その他充電器, AC 100 V 入力 of 直流電源装置があ
る。

9. む す び

以上, ガス 供給管理 システム 及びこれに適用する情報伝送装置の概要
について述べたが, エネルギー消費の増大とともに ガス 事業における導
管網及び設備も拡大され, ガス 事業の使命である供給の安定化と保
安向上を図るため供給系統の監視制御用情報伝送装置はますます高
度の機能と信頼性が要求されている。

我々は今後とも各 ユーザのご指導のもとにこれらの要求にこたえ
る装置の開発, 製作に鋭意努力していく所存である。

コンピュータ ネットワークにおけるパケット通信処理装置

松 永 宏*・水野 忠則*・梶 原 誠*・桜 井 俊一**

1. ま え が き

近年、国内外における新データ網建設の進展、IBMのSNA (Systems Network Architecture)をはじめとする計算機メーカ各社の新しいネットワークアーキテクチャ発表など“理想的なデータ通信”を追求する総合的な技術革新が展開されつつある。

この論文では、このような技術革新が具体的にユーザ及びメーカ共通の利益に合致した形で実現されるコンピュータネットワークの技術動向、及びそれらを支えるネットワークアーキテクチャの概要を述べる。また、公衆パケット網を用いたコンピュータネットワークの主構成要素として開発を進めてきた国際電信電話(株)研究所向けパケット通信処理装置⁽¹⁾⁽²⁾について、その内容、成果を述べる。

2. コンピュータネットワークの動向

2.1 コンピュータネットワークの現状

コンピュータネットワークとは、“地理的に離れ、独立した計算機システム群

を通信回線により接続して、多数の利用者がリソースを共用し合い、効率よく所定の機能を果たすことを目的としたネットワーク”であると定義される。

このようなコンピュータネットワークは、1969年に発表されたARPAネットワークをはじめとして、表1.に示すように幾つかのシステムが、か(稼)動中又は開発中である。

一方、コンピュータネットワークのニーズに応じて重要な課題になったのがネットワークアーキテクチャと新データ網である。

ネットワークアーキテクチャは、コンピュータネットワークを構築するための技術であり、詳細は2.3節で述べる。

新データ網は、コンピュータネットワークを構築する上で、ユーザに“サブネット”を提供するものであり、新しいデジタルデータ通信サービスとして期待されている。

表2.に示す各国の新データ網計画は、新しいパケット交換技術や以下で述べる国際標準化方式がベースになっている。

表 1. コンピュータネットワークシステム

ネットワーク名 比較項目	ARPA	CYBER-NET	OCTOPUS	SITA	NPL	SWIFT	CYCLADES	JIPNET
稼 動 開 始 年	1969	—	1971	—	—	—	1973	1974
ネットワークの形態	分散形	同 左	①集中形 (ファイル転送) ②分散形 (テレタイプ)	分散形	同 左	同 左	同 左	同 左
コンピュータの構成	異機種	同 左	同 左	—	—	—	異機種	異機種
ノ ー ド 数	45	36	8	11	10	2	5	3
ノ ー ド 設 置 箇 所	アメリカ	アメリカ/ ヨーロッパ	アメリカ (カリフォルニア)	ヨーロッパ	イギリス	ヨーロッパ	フランス	日 本
計 算 機 の 規 模	複 合	大	大	—	—	—	複 合	大
回 線 形 態	交換回線	同 左	①直結回線 ②交換回線	交換回線	同 左	同 左	同 左	同 左
交 換 方 式	蓄積交換	回線交換	同 左	蓄積交換	同 左	同 左	同 左	同 左
伝 送 媒 体	専用回線	同 左	同軸ケーブル	専用回線	同 左	同 左	同 左	同 左
データ伝送率 (b/s)	50,000	40,800	12 M	4,800	1.5 M	9.6 K	4.8 K/48 K	48 K
伝 送 モ ー ド	アナログ	同 左	デジタル可変長	アナログ	デジタル	アナログ	—	アナログ
メッセージフォーマット	可変長	固定長	可変長	可変長	可変長	—	—	可変長
メッセージの大きさ	8,096 ビット	1,024 文字	①3,780 K ビット ②1,208 ビット	—	112 バイト	—	—	1,152 バイト
データベースの共用	○		○			○	○	○
通信コストの低減	○				○			
ハードウェアの共用	○	○	○				○	○
ファイルバックアップシステム	○	○						
ソフトウェアの共用	○	○					○	○
負 荷 の 分 担		○	○					

表 2. 新 データ 網

国 別	実 験		実 施 計 画		開始年
	網 名 称	方 式	網 名 称	方 式	
アメリカ	—	—	TELENET	パケット交換	1975～
イギリス	EPSS	パケット交換	—	—	—
カナダ	—	—	DATA PAC	パケット交換	1978～
フランス	RCP	パケット交換	TRANSPAC	パケット交換	1978～
西ドイツ	EDS-network	回 線 交 換	EDS-network	回 線 交 換	1975～
E C	—	—	EURONET	パケット交換	1978～
北欧諸国	Swedish Trial Data Network	回 線 交 換	NPDN	回 線 交 換	1978～
日 本	DDX-2	回線交換・パケット交換	DDX (仮称)	回線交換・パケット交換	1978～

表 3. HDLC 標準化資料

勧告書番号	勧 告 書 名	作 成 日	JIS 原 案 名
*1 IS-3309	HDLC Frame Structure	1976 年 4 月	HDLC 手順の フレーム構成*3
*2 DIS-4335	HDLC Elements of Procedures	1976 年 9 月	HDLC 手順の 手順要素*3
*2 DIS-6159	HDLC Unbalanced Class of Procedures	1976 年 11 月	HDLC 手順の 手順クラス*4
*2 DIS-6256	HDLC Balanced Class of Procedures	1977 年 4 月	

* 1 IS : International Standard (国際標準)

* 2 DIS : Draft International Standard (国際標準草案)

* 3 1977 年 3 月原案完成

* 4 1978 年 3 月原案完成予定

2.2 国際標準化動向

CCITT (国際電信電話諮問委員会) や ISO (国際標準化機構) 等では、それぞれサブネットをユーザに提供する立場から、及びコンピュータネットワークを利用するユーザの立場からコンピュータネットワークの関連技術に関する検討を行ってきた。

ISO では、TC 97/SC 6 においてデータ通信の標準化作業を行っており、基本モード伝送制御手順に関する勧告を行った。しかしながら、その後性能及び機能上の改善が必要となり、新たにハイレベル伝送制御 (HDLC : High Level Data Link Control) 手順の審議を進め、表 3. に示すように標準化がほぼ完了した。また、国内においても工業技術院から委託をうけた情報処理学会において標準化が進められており、その草案もほぼ完成している。

ISO では更に、伝送制御手順より上位のプロトコル及び 2.3 節で述べるネットワークアーキテクチャについて検討を開始している。

一方、CCITT では、新データ網の建設に合わせて各種の加入者インタフェースについて検討を行っており、現在表 4. に示すように、データ通信に関する主な勧告案若しくは草案を提出している。

2.3 ネットワークアーキテクチャ

ISO においてネットワークアーキテクチャが検討されていることは、前節で述べた。

一方、計算機メカにおいては、それぞれ独自のネットワークアーキテクチャの開発が進められている。すなわち、1974 年における IBM の

表 4. CCITT 勧告 (データ通信網)

勧告(案)	表 題	適用サービス			勧告化	
		回交	専用	パ交	前会期	今会期
X. 1	公衆データ網の国際ユーザ サービス クラス	◎	◎	◎	○	
X. 2	公衆データ網の国際ユーザ ファシリティ	◎	○	◎	○	□
X. 4	公衆データ網でのデータ伝送用国際アルファベット No. 5 信号用の一般的構造	◎	◎	○		○
X. 20	公衆データ網用調歩式端末の DTE-DC E インタフェース	◎	○	○	○	
X. 20 bis	公衆データ網用 V. 21 調歩式端末の DTE-DC E インタフェース	◎	○	○	○	
X. 21	公衆データ網用同期式端末の DTE-DC E インタフェース	◎	○	○	○	■
X. 21 bis	公衆データ網での同期Vシリーズモデムとのインタフェースを持つDTEの使用	◎	○	○	○	
X. 24	公衆データ網での DTE-DCE 間の結合回路の定義	◎	○	○	○	
X. 25	公衆データ網用パケット端末の DTE-DCE インタフェース (レベル1, レベル2, レベル3)	—	—	◎	○	□
X. 3	公衆データ網用非パケット端末の PAD 機能	—	—	◎		○
X. 28	公衆データ網用非パケット端末の PAD アクセス方法	—	—	◎		○
X. 29	公衆データ網用非パケット端末における PAD-パケット端末インタフェース	—	—	◎		○
X. 7 x	パケット網間の信号形式	—	—	◎		△

適用サービスの欄で◎は主として適用されるサービス

勧告化の欄で■は大幅修正, □は小修正, ○は暫定勧告化, △は勧告骨子

SNA の発表に引き続き、DEC の DNA (Digital Network Architecture), バースの DNS (Decentralized Data Processing Network System), ユニバックの DCA (Distributed Communication Architecture) 及び、国内のコンピュータメカ 6 社がそれぞれ独自のネットワークアーキテクチャを発表した。

また一方、日本電信電話公社もキャリアのネットワークを提供する立場から、DCNA (Data Communication Network Architecture) の構想を発表した。これは、従来の通信サービスの充実など、新データ網を含むコンピュータネットワークに関する新しいニーズの開拓とそれに応じた技術開発、標準化を意識したものと思われる。

2.4 ネットワークアーキテクチャの意義と課題

データ通信の普及に伴い、コンピュータネットワークに対する要求はますます複雑化、高度化しつつある。このため、個別のネットワークに応じてシステムを構築する方法では、技術的にもコスト・性能面でも応じ切れなくなってきた。

ネットワークアーキテクチャは、このような諸問題を解決し、ユーザ及びメカに共通の利益を求める手段として期待されているシステム構築技術であり、今後のデータ通信の発展・普及に不可欠な基本概念である。

当社のネットワークアーキテクチャ⁽³⁾は、大形コンピュータ、あるいはオフィスコンピュータ、各種端末までを含めた幅広いコンピュータネットワークを対象とし、①資源の共有が可能、②分散処理及び分散制御、③HDLC 手順の採用により高信頼度、高効率転送の実現、④新データ網、異

種計算機、従来端末との接続が容易、等の特長を有している。

このようなネットワークアーキテクチャを実現することにより、次のような一般的利点が生じる。

- (1) ネットワーク内の端末、プログラム等の各種のリソースを統一的なアクセス手順で利用でき、アプリケーションプログラム作成コストが低減できる。
- (2) 計算機、端末、回線等のネットワーク内リソースを複数のユーザで共有でき、効率的な運用が可能となる。
- (3) ネットワーク内において、伝送路上の誤り、回線障害の回復が保証され、トータルスループットが改善される。
- (4) ネットワーク内の構成要素(計算機、端末等)の追加・変更が容易にできる。

しかしながら、このような利点をもたらす反面、分散システムの管理、セキュリティの問題、処理オーバーヘッドの増大、異種コンピュータを結合するシステムにおける接続インタフェースの問題等が予想され、それらの解決法を並行して検討しなければならない。

3. パケット通信処理装置

3.1 基本概念

2章において、ネットワークアーキテクチャの技術と新データ網建設が、コンピュータネットワークを実現する上で主要な技術要素であることを述べた。

3章で述べるパケット通信処理装置は、パケット交換網と加入者(ユーザ)の間におけるインタフェース機能をつかさどる装置であり、コンピュータネットワークを構築するために必要な通信処理部分を端末及び計算機から分離独立させている。この装置の位置付けを図1.に示す。

この装置の主な機能として、次のものがある。

- (1) パケットの分解・組立て
- (2) パケットの集線・多重化
- (3) 付加サービス機能(異速度・異符号通信等)

以下、このたび開発した前記機能を満足するパケット通信処理装置について、その内容、成果を述べる。

3.2 システム構成と特長

パケット通信処理装置の論理的機能は、その果たすべき機能と規模に応じて専用プロセッサやマイクロプロセッサを用いて実現することも考えられるが、我々は《MELCOM》6680 通信制御処理装置 (CP-2)⁽⁴⁾を用いてパケット通信処理装置を試作した。

(1) システム構成

実験システムの構成を図2.に示す。《MELCOM》6680 は、《MELCOM》70 とマイクロプロセッサ制御の多重通信制御装置 (MPX-CCU)

から構成され、図3.にその構成を示す。

MPX-CCU は、通信制御装置 (CCU) と回線接続装置 (LIU) の2つの機能ブロックから成る。CCU は、マイクロプログラム制御方式を採用しており、最大速度 48 K BPS、処理能力 20 K バイト/秒の性能を有する。LIU は、最大回線数 128 (半2重) を収容可能である。

なお、《MELCOM》6680 の利用形態には、ここで述べるパケット通信処理装置のほかにホスト計算機に代わってデータ通信に関するすべての処理を担うフロントエンドプロセッサ (FEP)、多数個の端末群を集中制御してデータ集配信を行うリモートコントローラ (RC)、計算機網のノードに置かれてデータ転送の経路決定とフロー制御、網管理などを行うノードプロセッサ (NP) がある。

(2) 特長

試作したパケット通信処理装置の特長は、次のとおりである。

- (1) 通信処理機能を独立させ、分散処理により中継交換機の処理能力の向上、ホスト計算機の負荷の軽減を図る。
- (2) 階層構造プロトコルにより、多様なデータ通信ユーザに柔軟に対処できる。
- (3) 標準プロトコルとして、CCITT 勧告 X.25 を採用し、公衆パケ

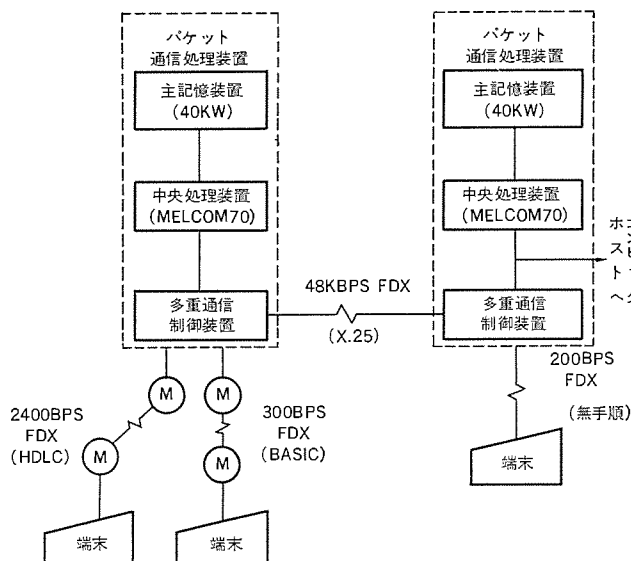


図2. 実験システムの構成

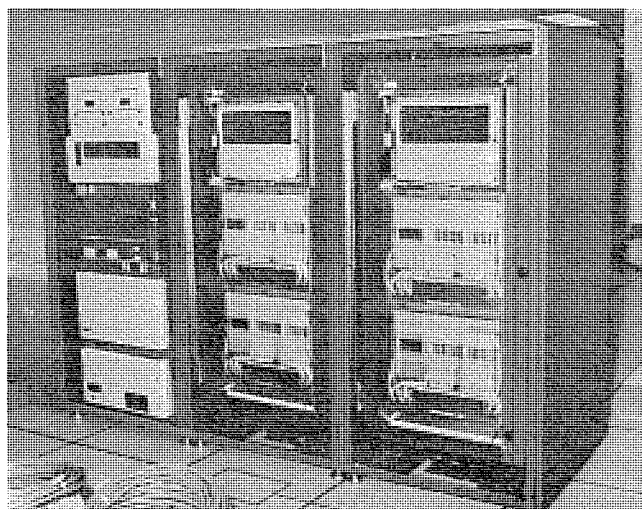


図3. 《MELCOM》6680

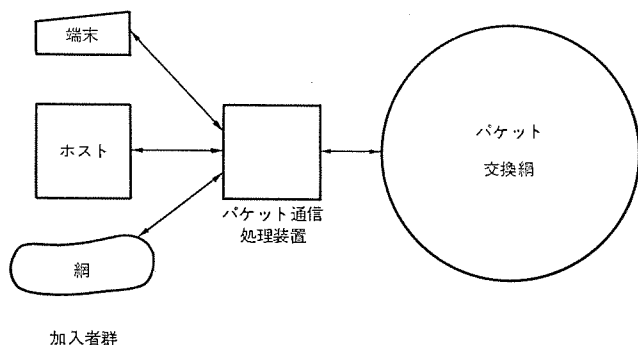


図1. パケット通信処理装置の位置付け

表 5. X.25 レベル 2 における コマンド／レスポンス

コマンド／レスポンス	意 味
I	情 報
RR	受信可
RNR	受信不可
REJ	拒 否
SARM	モード設定コマンド
UA	確 認
DISC	切 断
CMDR	コマンド拒否

表 6. X.25 レベル 3 における パケットタイプ

DTE から DCE へ		DCE から DTE へ	
パ ケ ッ ト	意 味	パ ケ ッ ト	意 味
CALL REQUEST	呼要求	INCOMING CALL	着 呼
CALL ACCEPTED	呼受付	CALL CONNECTED	呼接続完了
CLEAR REQUEST	クリア要求	CLEAR INDICATION	クリア指示
CLEAR CONFIRMATION	DTE クリア確認	CLEAR CONFIRMATION	DCE クリア確認
DATA	DTE データ	DATA	DCE データ
INTERRUPT	DTE 割込	INTERRUPT	DCE 割込
INTERRUPT CONFIRMATION	DTE 割込確認	INTERRUPT CONFIRMATION	DCE 割込確認
RR	肯定応答	RR	肯定応答
RNR	ビジー応答	RNR	ビジー応答
REJ	拒否応答		
RESET REQUEST	リセット要求	RESET INDICATION	リセット指示
RESET CONFIRMATION	DTE リセット確認	RESET CONFIRMATION	DTE リセット確認
RESTART REQUEST	リスタート要求	RESTART INDICATION	リスタート指示
RESTART CONFIRMATION	DTE リスタート確認	RESTART CONFIRMATION	DCE リスタート確認

注) 左右に示すパケット形式はそれぞれ同一である。

ット交換網とのインタフェースが可能となっている。

(4) ハードウェア、ソフトウェアの両面にわたり、モジュール構成を図っている。

(5) 論理機能と構成要素を明確に規定し、パケット通信処理装置としての物理的実現を容易にした。

この装置は、公衆パケット交換網用に開発したものであるが、階層構

成の網プロトコルを用いているので、専用線、回線交換網等の伝送交換方式の差異に関係なくパケット通信網の構成が可能となり、また、物理的な設置、利用形態については中央局、遠隔地方局及びユーザ宅内のいずれであってもよい。

3.3 ソフトウェア

X.25 のレベル2プロトコル（フレームレベル）を実現する LCP プログラム、X.25 のレベル3プロトコル（パケットレベル）を実現する VCP プログラムを中心に階層構造設計されている。

以下の各プログラムは、《MELCOM》70・リアルタイムモニタの下でタスクとして構成されている。

(1) LCP (Link Control Program)

X.25 フレームレベル制御のプログラムであり、DTE（データ端末装置）／DCE（回線終端装置）インタフェースにおけるデータフレームの転送については、表 5. に示すコマンド／レスポンスを用いている。なお、これは ISO の HDLC と一致しているが細部の点では一部異なっている。

(2) VCP (Virtual Circuit Control Program)

X.25 パケットレベル制御のプログラムであり、DTE／DCE インタフェースにおけるデータパケットの転送については、表 6. に示すパケットタイプを用いている。

(3) NCP (Network Control Program)

NCP は、X.25 の処理プログラムの上位レベルにあり、メッセージレベル制御（メッセージの分解・組立て）とユーザプロセスの管理を行っている。

4. む す び

この論文では、コンピュータネットワークの技術動向及びそれを支える技術としてのネットワークアーキテクチャの概要を述べた。また、パケット交換網インタフェース装置開発の成果を中間展望の形でまとめた。

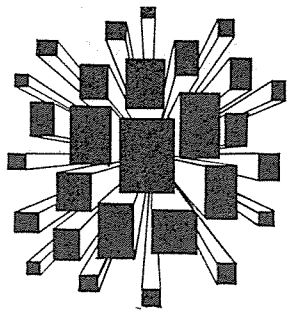
コンピュータネットワーク関連技術の開発とその標準化は緒についたばかりであり、今後も国際的な規模で継続し進められるであろう。それらの技術新革はユーザ及びメーカに共通の利益をもたらすと思われるが、それだけに広く周辺の技術や既存設備等との整合を十分に検討しておく必要がある。

終わりに、パケット通信処理装置は国際電信電話(株)研究所のご指導のもとで開発されたものであり、同社関係各位に感謝します。

参 考 文 献

- (1) 小野、浦野、樽松：公衆パケット網におけるコンピュータ間通信プロセッサ、電子通信学会技術研究報告、EC 76-63 (昭 51)
- (2) 小野、浦野、樽松、鈴木：パケット通信処理装置（プロトコル・マシン）について、電子通信学会情報部門全国大会、No. 389 (昭 52)
- (3) 飯川、水野、井手口、松永：マルチシェア・ネットワーク体系による分散処理、電子通信学会情報部門全国大会、No. S 3-10 (昭 52)
- (4) 松永、松田、中塚、田中：三菱電機技報、50, No. 9, P. 491 (昭 51)

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1125508	計器の包装箱	佐野重信・井上嘉剛	1131110	コンデンサの取付装置	岡田恒宏
1125509	密閉形圧縮機	新井毅博	1131111	広域回転数制御装置	山田 勉
1125510	密閉形電動圧縮機	土屋邦彦	1131112	半導体磁気検出増幅素子	八原俊彦
1125511	テレビジョンカメラ保護装置	佐伯義行・塩出 隆	1131113	二周波応動装置	小林照明
1125512	回動支持装置	斉藤 実	1131114	増幅回路	岩村清志郎・三橋康夫
1125513	吊上げ電磁石の表示装置	栄 信重	1131115	金属線材自動切断装置	阿部 勇・石渡 弘
1125514	トースター内筐	岡部 勇	1131116	遮断器	太田征四郎
1125515	クレーン用桁	中野大典・峰松吉彦	1131117	電線被覆剥取装置	小峰光義
1125516	天井クレーン	森山正勝・宗 清	1131118	送風機におけるダンパー羽根固定装置	池田広己
1125517	導電装置	金谷正和	1131119	制御盤のてすり装置	高江国雄
1125518	衝撃緩衝器	秋山光種	1131120	交流溶接機電流調節装置	平松伊豆雄
1125598	油入 ブラッシング	沢野幸雄	1131121	放電加工機の電極装置	佐藤国彦・榎原敏光
1125864	電気掃除機	{武井久夫・加藤 悟 南日国伸	1131122	表示装置	{三村和洋・重森留幸 佐伯義行
1126006	ファン付圧接形半導体スタック	大島征一	1131123	電気掃除機	{長 嶺 元・福田興司 高橋 豊
1131080	多気筒内燃機関点火装置	三木隆雄	1131124	電気掃除機のろ過装置	長 嶺 元・鶴谷嘉正
1131081	吸収式冷暖房装置の吸収器	笠置 紘・千代川秀夫	1131125	電気掃除機の塵落とし装置	長 嶺 元・福田興司
1131082	電気掃除機	加藤 悟・田山 勇	1131126	1次断路器のケーブル接地構造	{和田 敏・久米一郎 西迫静隆
1131083	内燃機関点火装置	三木隆雄	1131127	ワイヤストリッパー	田中俊夫
1131084	機関点火用配電器	荒木利弘	1131128	送風機	吉村芳江・池上秋水
1131085	内燃機関点火装置	三木隆雄	1131129	防水形照明器具	保田智行・井上員成
1131086	目覚装置	佐々木武敏	1131130	回転検出用電気信号発生装置	片山紘二
1131087	磁気テープカートリッジ	大下昌行	1131131	半導体装置	米田良忠
1131088	冷凍装置	林 盛三	1131132	半導体装置	{大久保利美・坂根英生 吉田美義
1131089	半導体スイッチで制御されるリレーの電源回路	小林 茂・金井三男	1131133	回路しゃ断器の消弧装置	村上貞利・長谷川逸央
1131090	スイッチング用トランジスタ回路	高石 皎	1131134	つかみ装置	松谷英治
1131091	エレベータまたはマンコンベア用駆動装置	横田 達・近藤玉一	1131135	冷凍機用潤滑装置	江本浩徳
1131092	温風機のヒータ取付装置	慶野長治・後藤完二	1131136	電気掃除機	榎 道治
1131093	引き違い戸用施錠装置	鈴木欽三・日置深夫	1131137	バスダクト接続ユニット附変圧器	{堀田滋矩・辻 徳雄 近藤 博
1131094	密閉形電動圧縮機	標 博雄・田中 満	1131138	箔巻線変圧器	富樫義弘
1131095	電熱板	{井上武男・石井勇雄 村上忠禧・楢崎重信	1131139	変圧器コイル	桐山義雄
1131096	電気マッサージャー	川合輝一	1131140	温泉昇温給湯装置	{町原義太郎・近藤正司 小林雅和
1131097	電気マッサージャー	川合輝一	1131141	パルス発生回路	中村 隆・五十嵐正光
1131098	電気治療椅子	川合輝一	1131142	多段倍電圧整流回路	牧田秀之助
1131099	機関着火用自動進角装置	荒川利弘	1131143	電気温水器	桜井信捷・日比野浩一
1131100	密閉形圧縮機の油分離装置	高田 宏	1131144	自動排水式温水器	赤羽根正夫・宮崎昭信
1131101	電気治療椅子	川合輝一・橋本 一	1131145	自動排水式温水器	{宮崎昭信・根岸宣匡 窪田秀治
1311102	閉鎖配電盤装置	柿沼 清	1131146	温泉昇温装置	{町原義太郎・近藤正司 小林雅和
1131103	密閉形電動圧縮機	田中 満・大日方興信	1131147	液体加熱器	高橋恒夫・長沢英治
1131104	鎖錠装置	梅本降司・佐々木利彦	1131148	液体加熱器	高橋恒夫・長沢英治
1131105	輝度制限回路	丹羽喜一			
1131106	変圧器	松原彰雄・白神十九一			
1131107	自動車の前照灯装置	中堀一郎・赤松昌彦			
1131108	ダイオード保持機構	伴 和紘・奥野幸彦			
1131109	保護装置付変圧器	魚住幸男			



特許と新案

線形加速装置 (実用新案 第 948752 号)

考案者 小笠原信雄・大月辰彦

この考案は線形加速装置における各ユニット間の直線性が容易に出せる構造に関するものである。

図 1 は線形加速装置の 1 ユニットを示す一部断面図、図 2 は図 1 の側面図、図 3 は図 1 の一部拡大図である。図中(1)は加速管本体、(2)は集束コイル装置、(3)ははめ合部、(5)は集束コイル装置(2)を支持する支持部材、(10)は支持部材(5)を案内する案内部材である。

図 1 に示すユニットの多数を直線状に配列させる場合、まず各ユニットの案内部材が直線状に並ぶようにした後、はめ合部(3)を介して加速管本体(1)に集束コイル装置(2)を支持する支持部材とともに装架した一体物を、支持部材(5)を案内部材(10)に沿って設置する。このようにすれば、加速管本体(1)と集束コイル装置との同心度が向上することも相まって、各ユニット間の直線性を簡単に精度よく出すことができ、解体再組体時に極めて有効なものとなる。

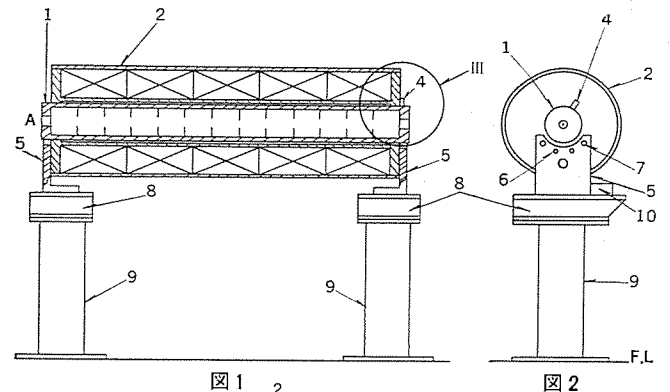


図 1

図 2

図 3

回路しゃ断器 (実用新案 第 1031954 号)

考案者 松浦清・山本清美

この考案は主として、直流回路に用いられる配線用回路しゃ断器の消弧装置に関するもので、鉄心の磁極部を磁氣的に連結する鉄心部分が接点の開離方向の位置に設けられ、この鉄心部分はハンドル、可動接触子などの部品設置のために形成される空間などを有効に利用して、回路しゃ断器を小形化し、かつアーク及び高温ガス等の移動、伸長、排出が円滑に行われ、消弧作用を十分に行わせるとともに、鉄心部の加熱によるコイルの損傷を防止するものである。

図 1 は側面図、図 2 は平面図、図 3 は図 2 の V-V 線断面図である。

図 1、図 2 及び図 3 において、まず電流は端子(2)より流入し、コイル(8a)(8b)を通り固定接触子(4)、固定接点(3)、可動接点(5)、及び可動接触子(6)に流れ、端子(2)と反対側の端子(20)へ

流れる。この状態のもとでとって(把手)(19)を開の状態にすると、可動接点(5)は固定接点(3)から離れアーク(11)を発生するが、コイル(8a)(8b)に電流が流れることによって、磁化された鉄心の磁極部(7a)(N 極)から(7b)(S 極)へ向かう磁束 ϕ がアーク(11)と直交するので、アーク(11)は矢印の方向に F の駆動力を受けて、破線で示すようにアーク(11a)へと伸長され、両接点間のアーク電圧は高められてしゃ断されるに至る。このとき鉄心(7)の背部(7c)は、可動接触子(6)の上方に構成されているため、消弧装置(1)内の空間(14)が広くアークの伸び及びイオン化ガスの排出を防げないので、アーク(11a)は十分に伸びると同時にイオン化ガスも急速に拡散して端子(2)の上部の開口を経てしゃ断器外部に排出する。したがって固定接点(3)、可動接点(5)間の絶縁回復率は大きくアーク(11a)を満足

に消弧させる。また、アーク(11)の伸長方向にイオン化ガスの排出が円滑に行われ、かつコイルを巻回した鉄心(7)の背部(7c)が、ガスの排出方向と垂直に可動接触子(6)の上方の空間(16)に設けられて

いるので、鉄心(7)にアーク(11a)あるいは高温ガスが直接吹き付けられないので、コイルの被覆が損傷を受けることが少ないものである。

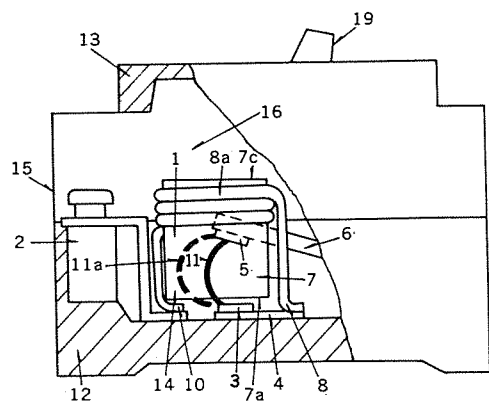


図 1

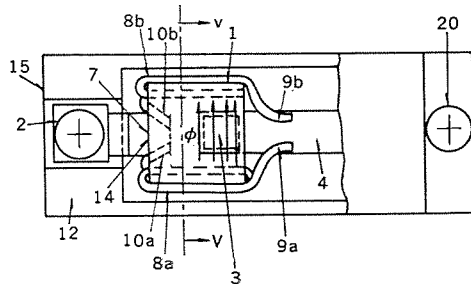


図 2

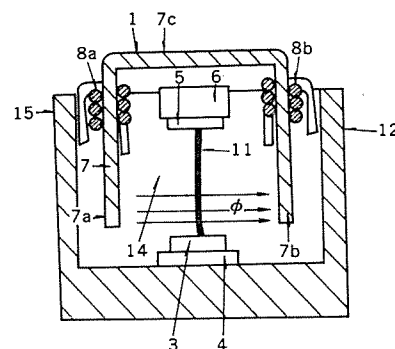


図 3

電 気 機 器 (実用新案 第 1040780 号)

考 案 者 藤 井 保・藤 原 弘 兵

この考案は、しゃ断器等の電気機器の特に端子部分の構造に関するもので、簡単かつ安価な構成によって、同一端子台で必要に応じて外部回路との接続が表面からでも、裏面からでも接続可能にしたものである。

図 1 及び図 2 は、それぞれ異なる端子接続状態を示す要部断面図で、図 1 は外部回路との接続を取付盤の表面から行えるようにした場合、図 2 は裏面から行えるようにした場合である。図 1 及び図 2 において、(1)は例えばしゃ断器等の本体、(2)はこの電気機器本体(1)の裏側に分離可能に取付けられる形造絶縁物製端子台、(4)は端子導体、(5)はこの端子導体(4)を端子台(2)に取付ける取付ねじ、(6)は本体(1)に接続されたクリップボルト、(7)は端子導体(4)の一部に設けられた接触子片係止台、(8)はこの接触子片係止台(7)とクリップボルト(6)とを電気的に接続する接触子片、(9)は接触圧力を与えるコイルばね、(10)は端子導体(4)と外部回路母線(11)とを接続するボルトである。

この考案の電気機器は上記のように構成されており、図 1 のように端子導体(4)の端子台(2)への取付方向を電気機器本体(1)の外側と

なるように取付ねじ(5)によりセットすれば、取付盤の表面から外部回路に接続することができる。また、図 2 のように、端子導体(4)の端子台(2)への取付方向を図 1 と逆にすれば盤の裏面から外部回路に接続することができるものである。

このように、この考案によれば、分電盤や配電盤に取付けられるしゃ断器などの外部回路への接続に際し、簡単かつ安価な構成によって用途に応じて容易に表面からでも裏面からでも接続可能とすることができ、極めて実用的な電気機器を得ることができる。

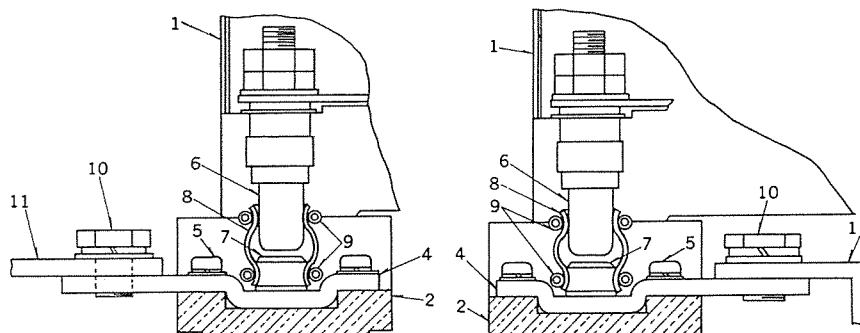


図 1

図 2

冷凍サイクルにおける冷媒と冷凍機油の化学的評価法

榎本 順三*・塩野 悟*・今村 孝*・嶋村 光助**・時田 祐佐**

1. ま え が き

冷蔵庫や冷凍空調機器の冷凍サイクルは、密閉構造になっており、使用用途で内部点検されることなく長期間使用される。そのために冷凍サイクルに使用される材料は、そのシステムとしての長期信頼性を保障するものでなければならない。一方、低コスト化・省エネルギー化といった目的に伴って、使用条件の過酷化が要求されるために、新材料の開発をも含めて個々の材料には、ますます高度な信頼性が要求されるようになってきた。

冷凍サイクルの評価として、機械的・電気的なチェックとともに、種々の分析技術を用いた化学的評価がなされ、重要な役割を果たしてきた。この化学的評価には次のような異なった2つのレベルでの検討が必要である。

(1) 個々の材料のレベルでの評価であり、密封容器内で各種材料の耐油耐冷媒性を検討するシールドガラスチューブ法やオートクレーブ法、また、材料の機能の評価を行う単体機能評価試験などがある。

(2) 冷凍サイクルの実機レベルでの評価である。これは実機を用いて、機能の評価とともに材料間の相互作用に基づく個々の材料の変化の追跡をする。

個々の材料の変化は、単体試験法を用いて現象論的には十分検討されてきたが、冷凍サイクル内で起こる個々の現象をすべて解明するまでには至っていない。このためには、実機レベルに対する冷凍サイクルの分析法を、経時的な変化をも追跡できるものとして確立していく必要がある。

冷凍サイクルに使用される材料のうち、少量のサンプルを連続的に採取できる可能性のあるものは、冷媒と冷凍機油である。冷媒と冷凍機油は、内部を循環しているので内部の種々の変化に対応する情報を多く含んでいるものである。冷媒の分析は、冷媒と冷凍機油間の反応、有機材料の劣化反応生成ガスや製造時のコンタミナントとしての水や空気に関する情報を与えてくれる。また、冷凍機油の分析は、冷媒との反応、油の熱劣化反応、添加剤の挙動、有機材料の劣化物を含めたその溶解物、しゅう動部の摩耗状況などに関する情報を与えてくれる。このことから、冷媒や油の化学変化を経時的に捕え得る解析法を確立したり、また、微量の油を用いて多くの情報を引き出す分析法を確立することは、今後の冷凍サイクルの評価に対し非常に有益なものとなる。

そこで、本報では著者らが冷凍サイクルの化学的評価法として検討したもののうち、(1)冷媒と冷凍機油の反応を、反応速度論的アプローチによって、経時的に解析できる方法、及び(2)微量の油から、定量的な変化を捕える方法として、高速液体クロマトグラフィの応用につき述べる。

2. 冷凍機油と冷媒の反応速度論的解析

フロン系冷媒は、それ自身熱的には安定であるが、冷凍機油や金属と共存する場合には比較的低温で化学反応する可能性がある。このた

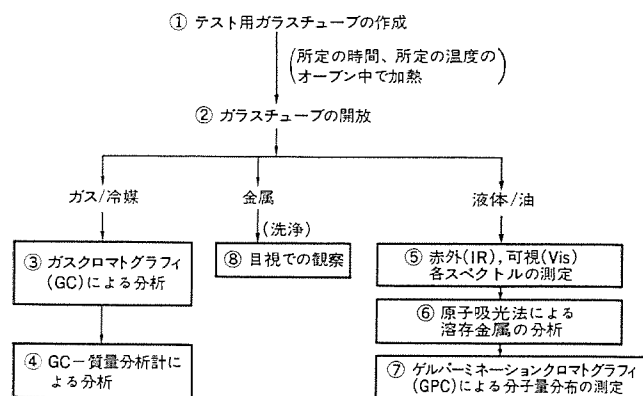


図 1. ガラスチューブテストとその分析法

め、シールドガラスチューブテストを主に用い、冷媒と冷凍機油の反応性が種々検討されてきた。特に Spaushus⁽¹⁾ らは、豊富なデータから冷凍サイクルを想定した R-12、及び R-22 と冷凍機油の反応機構をも提唱している。

ここでは、更に今までの報告ではあまり見られなかった反応における定量的な取扱い⁽²⁾として、R-12 と冷凍機油の反応での速度論的解析を行い、実際の冷凍サイクル評価に供しようとした。

なお、ここで反応解析のために実施したシールドガラスチューブテストは、供試材料として、

冷 媒——R-12

冷凍機油——ナフテン系鉱油 A

——合成油 B

金 属——(1) 鉄: 軟鋼線材 SWR. M8 (1.4φ×50)

(2) 銅: リン脱酸銅線 DCu WIB-O (1.2φ×50)

(3) アルミニウム: HAL (1.4φ×50)

を使い、図 1. に示すような流れでテスト、分析を行った。

2. 1 反応の速度論的解析

ナフテン系鉱油 A、及び合成油 B について、鉄と銅を入れた系で 160°C、180°C、200°C の 3 点の加熱温度で、生成物である R-22 の経時変化をとると、図 2. に示すように油 A、B とも、いずれの温度においても R-22 の生成量 (モル % C_{R-22}) の対数と反応時間 t との間に直線関係が見られた。このことは、C_{R-22} と t との間に次式で表される関係があることを示している。

$$\log [C_{R-22}] = kt + C_0 \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{d[C_{R-22}]}{dt} = k[C_{R-22}] \dots \dots \dots (2)$$

ここで C_0 , k は定数であり、おのおの、図 2. における $t=0$ への C_{R-22} の外そう値、及び直線のこう(勾)配で示される。各反応温度における C_0 と k の値を表 1. に示す。 k の対数値 $\log k$ と反応温度の逆数 $1/T$ をプロットすると図 3. のように直線関係が得られる。このことはアレニウスの関係、 $k = A \exp [-E/RT]$ が成立することを

示している。図 3. の直線のこう配から活性化エネルギー E を求めると、油 A : 18 kcal/mol, 油 B : 21 kcal/mol の値がおおの得られた。

このように式 (2) に示すような関係、すなわち生成速度 dc/dt が生成物の濃度 C のみに比例するという反応は、一般に自触媒反応と言われ、反応生成物が触媒となり、更に反応を進めることを示している⁽³⁾。ここでの反応においては R-22 自体が触媒として働くことはまず考えられないので、同時に生成される塩化水素、あるいは他の活性生成物が金属 Fe や Cu に作用し、その触媒効果を促進していると考えるのが妥当である。ただ、この反応式による反応のみが起きているとすると、初期定数 C_0 は各反応温度において一致するはずであるが、表 1., 図 2. に見られるように一定ではない。このことは反応の初期に式 (2) に従わない反応が起きているためと考えられる。この C_0 は、油の違いではもちろん、他にガラスチューブでの微妙な封管条件で、同じ加熱条件で行い、同じ k を得ても異なってくるがあるので、油中の微量な成分やその他のコンタミネーションによるものと考えられる。

更に、この速度論的手法の妥当

性を見るため、ナフテン系鉱油 A の成分別反応性につき検討した。ラムクロマト法によりパラフィン系成分と芳香族成分とを分離し、油 A との比較において、パラフィン系成分、及び芳香族成分の k 、及び C_0 の値を図 4. の直線関係から求め表 2. に示した。この結果から反応性は次のようになる。

油 A > 油 A の芳香族成分 > 油 A のパラフィン成分、特に、油 A における初期定数 C_0 が他に比べて大きい値をとることから、ここに微量含む樹脂分など極性成分の反応への大きな寄与が確認できた。

このように、速度定数 k 、初期定数 C_0 、あるいは活性化エネルギー E を求める速度論的解析は、冷凍機油の選択、評価の信頼性を更に高めるものとする。

2.2 反応へのアルミニウムの影響

冷凍サイクルの系には、アルミニウム (Al) を含む材料もよく使われる。しかし、冷媒と冷凍機油の反応を調べるのに、一般に鉄と銅の入った系で行われているのが現状である。そこで、ここでは鉄、銅に更にアルミニウムを加えた系で反応性を調べ、アルミニウムの影響を調べた。

その結果、図 5. に示すように、初めは鉄と銅だけの系と同じように R-22 が増加するが、ある程度生成されるとその後 R-22 の生成が減少するのが見られる。また R-22 が減少し始めると、R-22 以

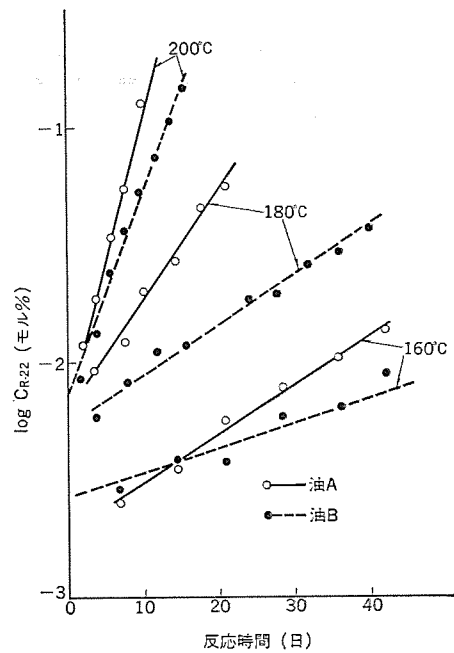


図 2. 冷媒 R-12 と油の反応における速度論的プロット

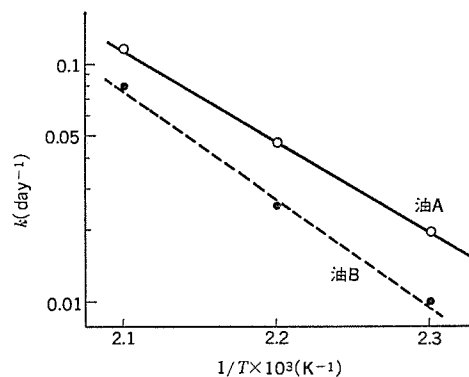


図 3. 速度定数 k と温度 T の関係

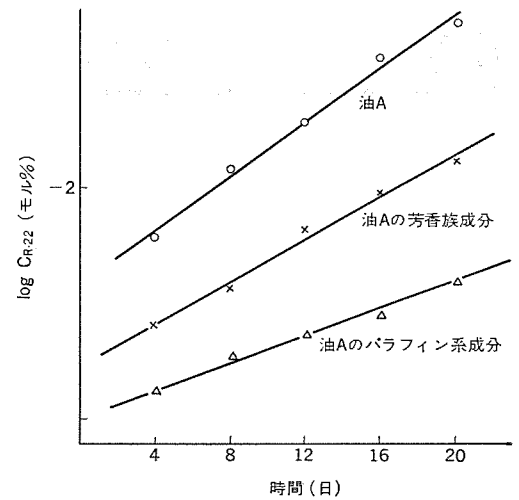


図 4. 油 A の成分別反応性

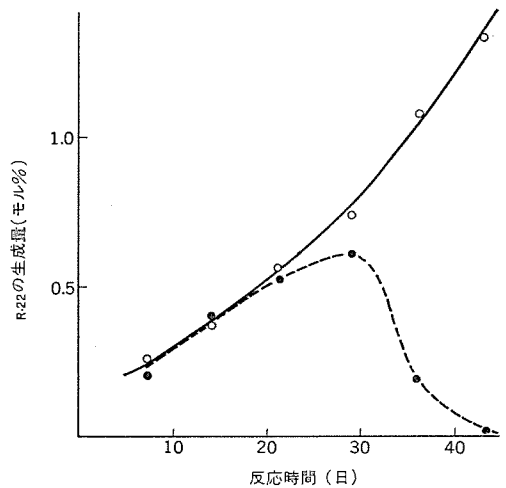


図 5. 冷媒と油の反応におけるアルミニウムの影響

表 1. 冷媒 R-12 と油の反応における k と C_0

反応温度	油 A		油 B	
	k (day ⁻¹)	C_0 (モル%)	k (day ⁻¹)	C_0 (モル%)
160°C	0.020	0.19	0.010	0.27
180°C	0.046	0.38	0.022	0.51
200°C	0.120	0.56	0.083	0.72

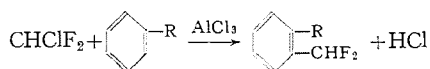
表 2. 成分別反応性における k と C_0

	k (day ⁻¹)	C_0 (モル%)
油 A	0.046	0.38
油 A の芳香族成分	0.036	0.17
油 A のパラフィン成分	0.020	0.10

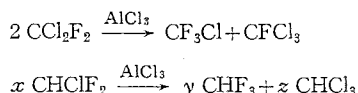
外のハロゲン化メタン類として CCl_3F , CHCl_3 , CH_2Cl_2 , CHF_3 , CCl_2F_2 などが生成されるとともに、アルミニウムも侵されてくるのが見られた。これらのことは各反応温度において見られるため次のメカニズムが考えられる。

- (1) Al を含む系では 2 段階の反応が起こる。
- (2) 第 1 段階の反応には Al は何ら関与していない。
- (3) 第 2 段階の反応では、Al が第 1 段階の反応で生成される HCl

に侵され、塩化アルミニウム AlCl_3 を生成し、この AlCl_3 が触媒となり、油中の芳香族化合物と生成された R-22 が、次のような Friedel-Craft 反応を起こす⁽⁴⁾。



また、同様の触媒で R-12、R-22 が次のような不均化反応を起こす⁽⁵⁾。



なお、第2段の反応が始まるのは HCl の濃度に関係するものと考えられる。

このように、 Al を系に加えると非常に複雑な反応を起こすことが分かる。厳しい実機テストで、たまに見られる CHF_3 などのガスの存在はこの反応に起因するものと思われる。ただ、冷凍機油の選択の目的であれば、解析を複雑化させないために Al を含まない系で行うほうがよいと考えられる。

以上、R-12 と冷凍機油の反応に対する速度論的解析とアルミニウムの影響について述べた。この結果を利用して実機テストにおける反応の解析の検討を行い、冷凍サイクル中でのいろいろな異常現象を抑える情報を得つつある。今後、冷凍サイクルの総合的な評価法の1つとして、このような速度論的解析手法は有力な手法となると思われる。

3. 冷凍サイクル中の微量の油の分析への HPLC の応用

先に述べたように、実機テスト中に温度、ガス圧、冷凍能力のチェックとともに、化学的变化を抑えることができれば冷凍サイクルのシステムとしての評価に、非常に有益なデータを与える。実機テスト中に化学的变化を抑え得るものとしてガスと油があるが、そのうちガスについては、ガスクロマトグラフィ (GC)、質量分析計 (MS) といった非常に感度の優れた分析機器により、極く微量の試料で測定が可能である⁽⁶⁾。これに対し、油については今まで実機テスト完了後、次のような項目の分析を実施してきた。

- (1) 赤外吸収スペクトルの測定より、官能基の変化から油の劣化、及び溶解物の存在を見る。
- (2) ユニオンカラー値及び $500 \text{ m}\mu$ の透過率の変化から色の変化を見る。

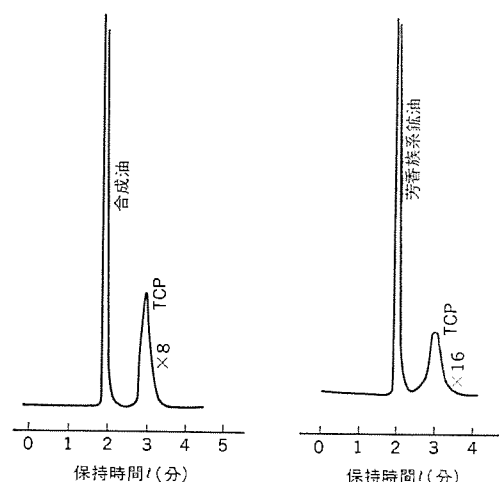


図 6. TCP 添加冷凍機油の HPLC パターン

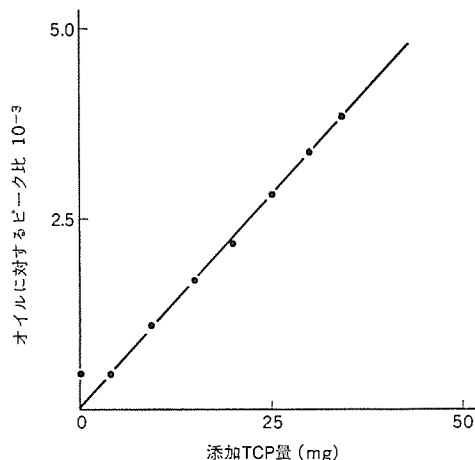


図 7. 油中の TCP 量と HPLC ピークの関係

る。

- (3) カールフィsher 法による水分の測定。
- (4) 全酸価の測定より、有機酸、無機酸の生成程度を調べる。
- (5) カラムクロマトにより、油の構成成分の変化を調べる。
- (6) 原子吸光法により鉄、銅イオンの定量を行う。

しかし、このうち水分、全酸価の測定にはかなりの量がいる。また、他の測定は比較的少量で測定可能であるが、IR スペクトルのように感度が鈍いものや、一部の情報だけしか提供しないものなどであり、微量の試料で比較的広範囲の情報を提供するものはない。そこで我々は、最近進歩の著しい高速液体クロマトグラフィ (HPLC)、特にその一手法である ゲルパネーションクロマトグラフィの冷凍機油の微量分析手段としての応用を試みた。

HPLC は、今までの液体クロマトグラフィを迅速化、かつ自動化したもので、微量の試料を感度よく、極性の違い、分子サイズの違いなどによって分離、定量を可能にしたものである。次にその2～3の応用例について述べる。

3.1 HPLC による油中の極圧添加剤 TCP の分析

冷凍機油によっては添加剤を含むものがある。実機運転中のその挙動、及び冷凍サイクルにおいて、油に溶解する極性成分の存在を調べる目的の1つとして極圧添加剤として冷凍機油中に含まれることのあるトリクレジルオスフェート (TCP) の定量分析を HPLC により実施した。

HPLC の測定条件

装置： 島津-Ou Pont LC-830
 カラム： Zipax ETH
 展開溶媒： n-Hexan 100 %
 溶媒流量： 0.74 cc/min (液圧 30 kg/cm^2)
 カラム温度： 常温
 検出器： 紫外線検出器 (254 nm)
 クロマトモード： 液-液相分配

このような条件で測定した TCP 添加冷凍機油のクロマトグラムを図 6. に示す。分離は非常に鋭く、定量可能と考えられた。そこでマイクロシリンジによる注入の誤差を補正するために、ベンゼンを内部標準に使用して TCP の検量線を作成した。得られたクロマトグラムにおけるベンゼンピークに対する TCP ピークの比と一定油に含まれる TCP の重量 (mg) の関係を図 7. に示した。この結果、優れた検量関係が得られており、この方法により精度の高い定量分析が可能であることが分かった。また、比較的極性成分の多い冷凍機油について、クロマトグラムを測定すると幾分テリング

するのが見られるが、TCP の検出、定量には問題はなかった。

この方法は、TCP 以外の極性成分の検出、定量も可能であり、今後冷凍機油中の極性成分の挙動を調べるのに有効な手段になると考える。

3.2 GPC による冷凍機油の分析

GPC は、HPLC の一形態であり、分子サイズの分離をするもので、一般に高分子化合物の分子量分布を測定するのによく使われる。鉱油系油に GPC を応用する場合、油がかなりの幅の分子量分布を有

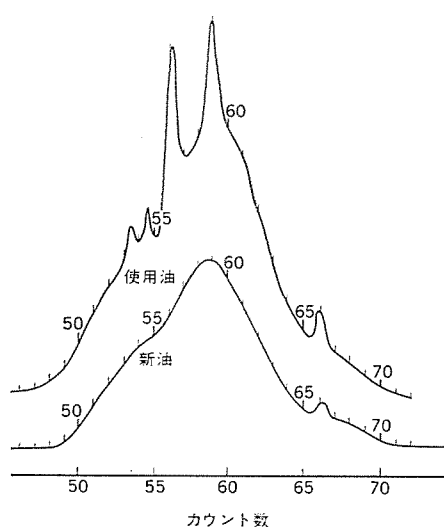


図 8. 新油と実機使用油の GPC パターンの比較 (例 1)

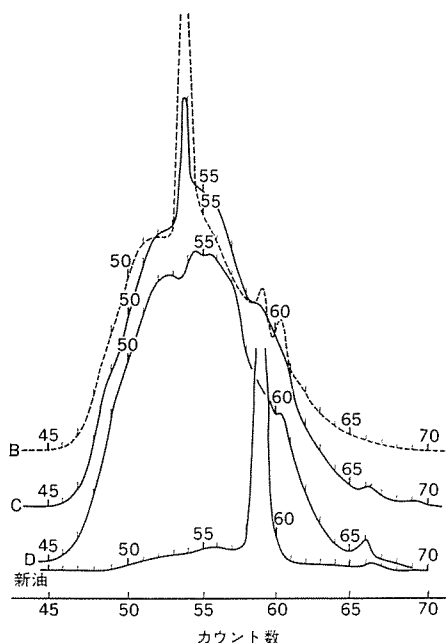


図 9. 新油と実機使用油の GPC パターンの比較 (例 2)

するため、油をそのまま注入した場合にはかなりの変化がない限り、幅広いクロマトグラムのパターンにかくれてしまい、劣化や溶解物の検出が困難な場合が多い。ここで検出されるなら、かなりの変化が生じていると判断されるべきである。そこで微少の変化を追うには、まず濃縮操作を行うのが有利と考えられ、我々はカラムクロマト分離、メタノール抽出などの前処理を行った試料を注入するのを常としている。ここでは、実機テストで問題のあった冷凍サイクルから採取した油のこの手法による分析結果の例について述べる。なお、ここで使用した油量は約 2g であり、実施した GPC の測定条件は次に示すとおりである。

装置： 東洋ソーダ製 HLC-802 UR

カラム： G 1000 H 8 (排除限界 $4 \times 10^4 \text{ \AA}$), G 2000 H 8 (同 $2.5 \times 10^4 \text{ \AA}$), G 3000 H 8 (同 $1.5 \times 10^3 \text{ \AA}$), G 4000 \AA H 8 (同 $1 \times 10^4 \text{ \AA}$)

カラム温度： 40°C

移動相： テトラヒドロフラン (THF)

流速： 1 ml/min

検出器： 紫外線検出器 (UV 254 nm)

例 1. 空調用大形冷凍機の実機テスト後、ユニットを分解すると弁回りにたまたま異物が付着しているのが見られた。この原因解明の 1 つとして、ここに使われた冷凍機油を採取し、カラムクロマト分離のメタノール留分について、GPC パターンを測定すると図 8. のようなパターンが得られた。これによると新油のメタノール留分が 59 カウントにピークをもつ幅広いパターンであるのに対し、異物を生成した油のメタノール留分は、新油のパターンに加え、53.5, 54.6, 56.2, 59 の各カウントに鋭いピークがあるのが見られる。これをエポキシ樹脂 (エポ 828) の GPC パターンと比較すると 53.5, 59 カウントのピークが位置的、強度比的によく一致し、異物及びメタノール留分の IR スペクトルの結果と合わせ、エポキシ樹脂未硬化物の含まれることが確認された。また、他のピークはエステル成分によることも分かり、この GPC パターンを主に他の解析法と合わせ、異物の生成原因の解明を行うことができた。

例 2. ルームエアコン用冷凍機の超過酷テストにおいて、冷凍機油が

非常に変色するのが見られた。この油につき、例 1. と同様カラムクロマト分離のメタノール留分の GPC パターンを測定すると、図 9. のようなパターンが得られた。ここで A は新油、B, C, D はおのおの、一部仕様を変え、同時間運転した実機から回収した油であり D, C, B の順に変色が激しかった。ここで新油 A のパターンに見られる 59 カウントの鋭いピークは、TCP のピークである。新油のパターンとの比較のもとに実機運転油 B, C, D のパターンを比較すると、45 カウントから 70 カウントにわたって見られる幅広いピークが非常に大きくなり、おのおのの差は小さいが、着色の順、すなわち D, C, B の順に大きい。これは油、及び他の

使用有機材料の劣化、分解物がレジ分として油に溶解しているものと考えられる。また D, C, B, 特に B, C には 54, 59, 60.5 カウントに鋭いピークが見られ、着色の順に小さくなる。これらはピークの鋭さから単一成分であることが分かるが、現段階では 59 カウントの TCP 成分以外は不明である。これらのピークが着色の順に小さくなるのは、もともと同一程度溶解したものが運転中に系内のある場所に付着するためと、更に分解し、レジ分の幅広いピークに含まれていくための両方が考えられる。この結果は他の分析結果と合わせ、この実機テストにおける冷凍サイクルの評価に有益な情報を与えた。

以上、HPLC, GPC を使った冷凍機油の分析の 2~3 の例について述べた。この結果、この分析法は油の熱劣化、添加剤の挙動、有機材料の劣化物を含めたその溶解物に関する貴重な情報を得る手法に利用できることが分かった。

4. む す び

冷凍サイクルの化学的な評価において、経時的な変化の追跡、すなわち速度論的解析手法の重要性をガラスチューブテストにおける R-12 と冷凍機油の反応解析、及び実機テストにおける冷凍機油の分析例から示した。また、高速液体クロマトグラフィ、ゲルパーミネーションクロマトグラフィを使った冷凍機油の分析法は、微量の試料から多くの情報を得ることができ、ガス分析法と合わせ冷凍サイクルの評価に有用となることを示した。

参 考 文 献

- (1) H. O. Spaushus, G. C. Doderer : ASHRAE, J. Fed 65 (1961)
- (2) 塩野、榎本、今村、久山 : 冷凍, 51, 361 (昭 51)
- (3) 鍵谷 : 化学反応の速度論的研究法, p. 408, 化学同人 (昭 45)
- (4) 塩野、榎本、今村 : 日化第 31 年会予稿集 p. 435 (昭 49)
- (5) W. S. Morray : U. S. P 2426637, 2426638
岡崎 : 触媒 10, 242 (1968)
- (6) G. C. Doderer : ASHRAE Trans. 72, part-II

モールド変圧器

鶴田 敬二*・伊奈 照夫*・村上 靖武*・篠倉 俊介*・日野 孝一*

1. ま え が き

高層ビル・地下街・学校・病院・ホテルなどの特に火災に対する安全性を要求される所に設置される電源設備の難燃化，あるいは不燃化対策は重要な問題である。難燃性変圧器としては，マイカ・ガラス・シリコンワニス絶縁の主体にしたH種乾式変圧器，SF₆ガスを用いたガス絶縁変圧器及びシリコン油入変圧器が既に使用されている。昭和52年度より販売を開始した三菱キャストフォーム（モールド変圧器）は，難燃性の外に「耐湿性に優れている」，「小形である」，「保守・点検が容易である」などの数多くの特長を有しており，近年，急速に受配電用の変圧器として需要が増大しつつある。三菱キャストフォームは，電気的特性に優れた含浸方式（含浸同時注型法）によってコイルをモールドした変圧器であり，耐コロナ性に優れ，長寿命を期待できる。以下，この変圧器の概要について述べる。

2. 含浸同時注型法

含浸同時注型法は，含浸方式と注型方式とのそれぞれの特長を生かしてより信頼度の高い製品を製作すべく当社で開発した注型方式である。図1に，含浸同時注型法によってエポキシ樹脂をモールドしたコイルの断面を示す。

コイル導体まわりには，エポキシ樹脂を高真空中で含浸する含浸方式を採用することにより，シリカ充てん材を配合したエポキシ樹脂を注型する方式と比べて1.5～2倍の絶縁強度を得ることができる。図2に，含浸樹脂と注型樹脂とのAC絶縁破壊電圧の測定結果を示す。樹脂の厚さ1mmのAC絶縁破壊電圧は，注型樹脂で45～60kVであるのに対して含浸樹脂では75～100kVである。シリカ充てん材を配合したエポキシ樹脂を注型する方式は，シリカ充てん材を配合することによって耐クラック性などの機械的強度は向上するが，その反面，無機質の充てん材とエポキシ樹脂との界面におけるはく（剥）離及び充てん材の突起などが電気的な弱点になって電気的絶縁特性が悪くなる。したがって，コイル導体まわりには機械的特性よりは電気的絶縁特性に重点をおいてエポキシ樹脂を含浸する含浸方式が，モールド変

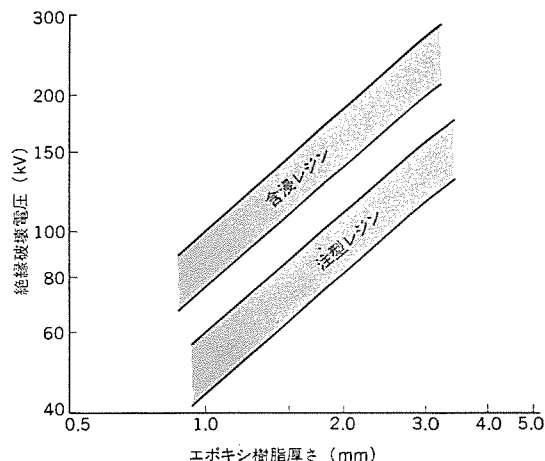


図2. エポキシ樹脂の絶縁破壊特性

表1. エポキシ樹脂の特性

	含 浸 樹 脂	注 型 樹 脂
引 張 り 強 度	8.0 kg/mm ²	7.0 kg/mm ²
曲 げ 強 度	10.7 "	12.0 "
圧 縮 強 度	12.2 "	18.0 "
絶縁破壊電圧 (AC) (1 mm 厚さ)	75～100 kV	45～60 kV

器の注型法として適している。なお，繊維質の基材と組合せることによって含浸樹脂の機械的特性を向上させることができる。

更に，この含浸樹脂層の外表面に充てん材を配合したエポキシ樹脂を注型することによって耐クラック性を向上させることができる。この注型樹脂層は，短絡機械力などの外力に対する補強と，外気温度の変化あるいは運転休止などによる温度変化に起因して発生する熱応力に対する補強の役割をする。

表1に，含浸樹脂と注型樹脂との機械的特性と電気的特性とを示す。

コイル導体まわりに電気的絶縁特性のよいエポキシ樹脂を含浸し，更にその外表面に機械的強度の強い充てん材を配合したエポキシ樹脂を注型する方式には，高度の注型技術が必要とするが，今回当社が開発した含浸同時注型法は，当社における長年の注型技術から生み出された画期的な注型法である。

3. 構 造 説 明

(1) 巻 線

含浸同時注型法によってエポキシ樹脂で完全にモールドされ，鉄心端わくに弾性支持固定されている。モールドコイル表面からの熱放散をよくするため，必要に応じて冷却ダクトが設けられる。

(2) 鉄 心

低損失の冷間圧延方向性けい素鋼板で構成されている。端面には耐

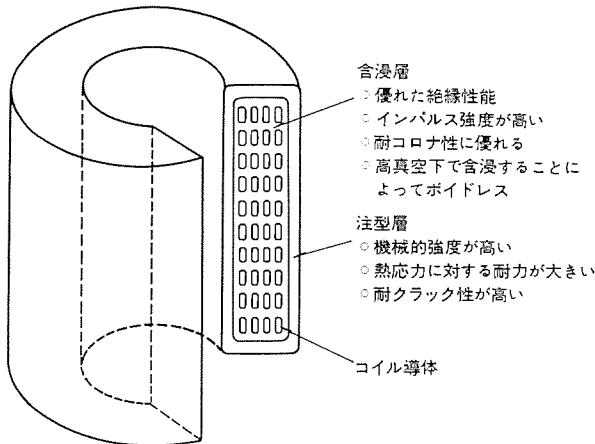


図1. 含浸同時注型法によるコイル断面

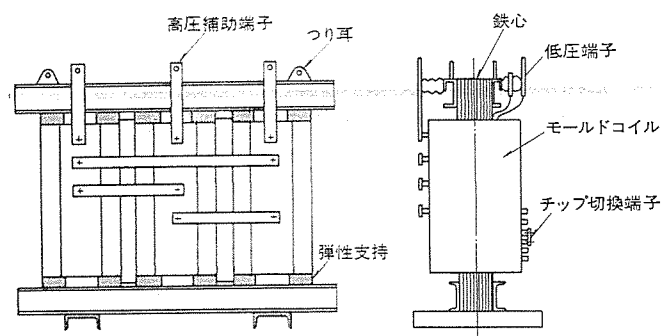


図 3. 三菱キャストフォームの構造説明図

熱性のある防せい(錆)塗装が施されている。

(3) タップ切換器

コイルと一体にモールドされ、タップ切換えが容易に行える構造にしている。

(4) 特殊付属品

- 温度計……変圧器保護のため、モールドコイル上部の空気温度を示す。
- 防振ゴム……病院・ホテル・劇場等で変圧器の騒音・振動が他の場所に伝ば(播)して問題になる場合には、防振ゴムを取付けて振動防止をする。
- 移動用車輪…変圧器を所定の位置にすえ(据)付ける際の移動用である。
- 高圧補助端子…引込ケーブルの方向によっては端子根元に外力が直接作用することがあるので、補助端子を取付けてモールドコイル面を保護する。

4. 特 長

4.1 難燃性

三菱キャストフォームは、巻線をエポキシ樹脂でモールドしてあるので、自己消火性を有する。材料の燃焼性を求める試験法として JIS-K-6911 (1970) がある。この試験法は、炎を試料に 30 秒間当て、それを取り去った後に試料の炎が消えるまでの時間及び燃焼距離を測定するものである。耐燃性の判定基準は、燃焼時間が 180 秒を超える場合には可燃性、燃焼時間が 180 秒以内で、しかもその燃焼距離が 25 mm 以下を不燃性、100 mm 以下を自己消火性であるとしている。この試験法にしたがって試験した結果、無機充てん材を配合したエポキシ樹脂は燃焼時間が 93 秒、燃焼距離が 25 mm 以下であり、不

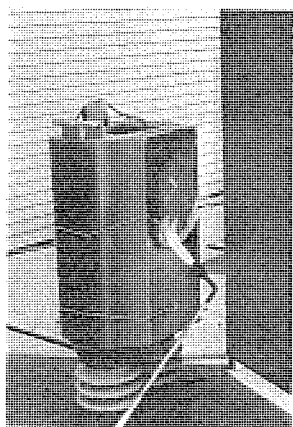


図 4. 火炎放射後、約 90 秒経過したところ

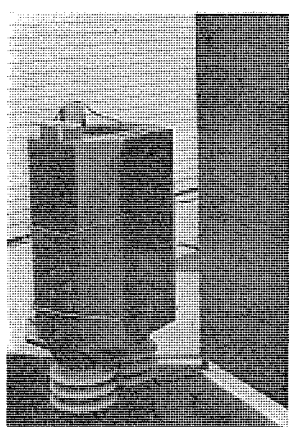


図 5. 火炎除去後、約 100 秒経て自然消滅したところ

燃性と判定できる。

また、モールドコイルに火炎を放射してその類焼性又は燃焼性をみるための実験を行った。試験方法は、

- (1) モールドコイルの温度が、常規運転状態とほぼ同一温度になるまであらかじめ通電加熱する。
- (2) 火炎(プロパンガス)をモールドコイル表面に放射する。
- (3) モールドコイル表面に着火後、120 秒間更に火炎を放射する。
- (4) 火炎を去除く。
- (5) 自然消滅するまでの時間を測定する。

以上の手順で試験を行った。図 4. は、モールドコイル表面に 1,000～1,500°C の火炎を放射した後、90 秒経過したときのコイル表面に着火した様子を示す。このとき、コイルの温度は 650～860°C であった(白金-ロジウム熱電対で測定)。図 5. は、火炎除去後 100 秒経過して完全に消滅した様子を示す。

4.2 優れた耐湿性

巻線は、エポキシ樹脂で包まれているので吸湿による絶縁劣化が少なく、湿気・じんあい・汚損に強い。テストピースを約 20°C の水に 24 時間浸し(漬)した後の吸水量は、重量パーセントで 0.04 % であった。ガラスマイカにシリコンワニス絶縁したサンプルの吸水率が 0.2 % であることを考えると、エポキシ樹脂は吸湿しにくい絶縁材料であると言える。

端子間及び端子とアース間のエポキシ樹脂表面にゴミが付着して吸湿すると、沿面フラッシュオーバー電圧は急激に低下する。図 6. に、沿面クリープ長さと AC フラッシュオーバー電圧との関係を示す実験結果を挙げる。図 4. から分かるように、表面にゴミが付着して吸湿すると、乾燥状態と比べて約 1/2 から 1/3 までフラッシュオーバー電圧が低下する。したがって端子間及び端子とアース間の清掃が容易に行えるように簡単な構造にしておくのが望ましい。複雑な端子構造あるいは安全

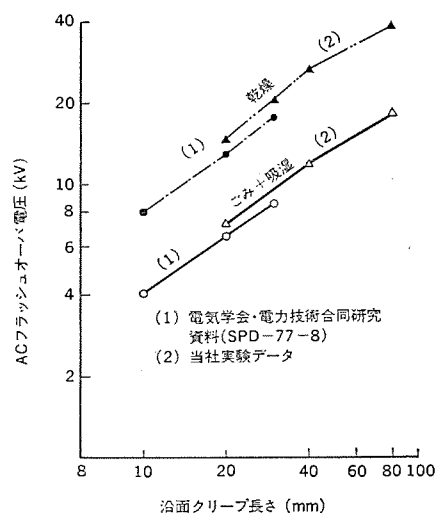


図 6. 沿面破壊電圧特性

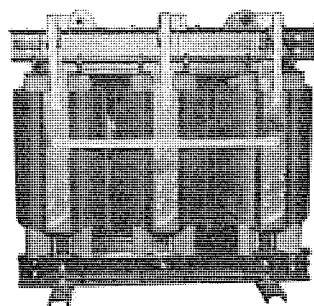


図 7. 3 相 60 Hz 300 kVA +
キャストフォーム 6.3 kV/460 V
入/△

表 2. 正規の寿命を期待するときの短時間の許容過負荷(電気学会, 技術報告, 第99号)

時定数 2.5 時間の場合の許容負荷(定格負荷に対する百分率)

重負荷以外の軽負荷 (定格負荷に対する百分率)		50 (%)							70 (%)							90 (%)							100 (%)						
		0	10	20	25	30	40	50	0	10	20	25	30	40	50	0	10	20	25	30	40	50	0	10	20	25	30	40	50
重負荷時間 (時間)	0.5	150	150	150	150	150	136	150	150	150	150	150	139	102	150	150	150	149	134	—	—	150	150	144	100	—	—	—	
	1.0	150	150	150	150	150	137	121	150	150	150	150	143	126	91	150	150	145	136	122	—	—	150	150	132	100	—	—	—
	2.0	150	150	146	140	134	121	106	150	150	141	134	128	112	82	150	146	132	123	111	—	—	150	141	121	100	—	—	—
	4.0	149	139	129	123	118	106	92	146	136	126	120	114	100	77	143	133	120	113	103	—	—	141	129	113	100	—	—	—
	8.0	135	126	116	111	106	94	81	134	125	115	109	104	91	74	133	123	112	106	98	—	—	132	121	108	100	—	—	—
	24.0	123	114	104	100	94	84	72	123	114	104	100	94	84	72	123	114	104	100	94	—	—	123	114	104	100	—	—	—

のために端子部を部分的にカバーする構造ではごみがたまりやすいし、保守・点検が困難になるので注意しなければならない。感電事故等に対する安全対策としては、変圧器を専用の箱に収納するのがよい。

4.3 堅ろうである

三菱キャストフォーマは、エポキシ含浸樹脂まわりに更に機械的強度の強い樹脂が特殊な注型方式で注型されているので、振動・衝撃・機械力に対して堅ろう(牢)である。3相 6kV 300kVA 変圧器の短絡試験を ANSI テストコードにより、対称分短絡電流 15 サイクル 通電を 3 回、対称分に直流分を重畳させた短絡電流 15 サイクル 通電を 2 回、対称分短絡電流 70 サイクル 通電を 1 回行った。短絡試験後、LVI 法、励磁電流、インピーダンス、エポキシ表面の発生ひずみ、温度上昇を測定した。LVI 法は、巻線に低電圧のインパルス印加してその電流波形の変化をみるもので、短絡試験前後の電流波形の変化はなかった。励磁電流及びインピーダンスの変化もなく、良好な試験結果が得られた。エポキシ表面の発生ひずみは最大 60 μ で小さかった。70 サイクル 通電後の温度上昇は、抵抗法による測定で 16 deg であった。B 種絶縁の最高許容温度は 130°C であるので、短絡試験の終わりで 146°C になる。これは、短絡時の巻線温度の限界温度 200°C よりはるかに低く、モールドコイルの熱容量が大きいことによるものである。

4.4 優れた絶縁特性

コイル導体まわりには、高真空中で含浸する含浸方式が採用されているので、耐コロナ性及びインパルス強度が強いなどと絶縁特性が優れている。3相 6kV 300kVA のコロナ測定を一括印加法と、ターン間及びレアー間に電圧を印加して主として内部コロナを測定する誘導法とで行った。モールド変圧器は、エポキシ樹脂を注型する技術が変圧器の性能を大きく左右するので、内部コロナが測定できる誘導法でコロナ測定をするのが望ましい。試験結果は、一括印加法及び誘導法で常規運転電圧の 1.3 倍の電圧で内部コロナフリーであった。

4.5 短時間過負荷耐量大きい

コイルがエポキシ樹脂で包まれているので、熱容量が大きく、熱時定数が H 種乾式変圧器と比べて大きい。3相 300kVA での時定数の実測値は 2.8 時間と長く、油入変圧器とほぼ同等である。負荷が変動する場合の許容負荷を表 2. に示す。これは、等価周囲温度が 25°C と異なる場合に変圧器に常時一定の軽負荷がかけられ、1 日に 1 回一定の重負荷がかけられるものとして求めたものである。重負荷が 1 日に 2 回以上加わる場合には、その合計負荷時間に等しい時間だけ重負荷が 1 日に 1 回加わるものとして表 2. を用いればよい。また、計算に使われた絶縁物劣化法則は、温度が 6°C 高くなるごとに寿命が半減する、いわゆる油入変圧器に適用されている 6 度則を

使って計算したものである。エポキシ樹脂の劣化法則がこの 6 度則と一致するかどうかは今後の課題として残るが、いずれにしても油入変圧器とほぼ同等の時定数を有するので、モールド変圧器の短時間過負荷耐量は大きいと言える。

4.6 小形である

三菱キャストフォーマは、絶縁強度の高い含浸同時注型方式が採用されていることと、構成が簡素化されていることとでコンパクトである。

4.7 保守・点検が容易である

コイルがエポキシ樹脂で完全に包まれていることと、3 相接続バーの配線が簡素化されているので、保守・点検が容易である。

5. 三菱キャストフォーマの製品例

数多くの特長を有する製品の一部を紹介する。

5.1 3 相 100 kVA

- (1) 仕様 形式: エポキシ注型形, 屋内用
B 種絶縁, 乾式自冷式
規格: JEC-168
温度: 温度上昇限度 75 deg (抵抗法)
外気温度 40°C 以下
- (2) 定格 相数: 3 相
定格容量: 100 kVA
周波数: 50 Hz
1 次電圧: F 6900-F 6600-R 6300-F 6000-F 5700 V
2 次電圧: 210 V
結線: Y/ Δ

- (3) 特殊付属品 警報接点付ダイヤル温度計, 補助端子

5.2 単相 150 kVA

- (1) 仕様 形式: エポキシ注型形, 屋内用
B 種絶縁, 乾式自冷式

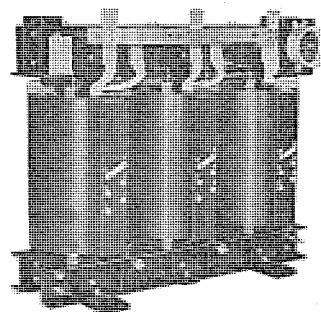


図 8. 3 相 100 kVA キャストフォーマ

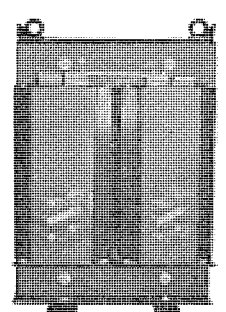


図 9. 単相 60 Hz 150 kVA キャストフォーマ

規格： JEC-168

温度： 温度上昇限度 75 deg (抵抗法)

外気温度 40°C 以下

(2) 定格 相数： 単相

定格容量： 150 kVA

周波数： 60 Hz

1次電圧： F 6900-F 6600-R 6300-6000-5700 V

2次電圧： 210-105 V (単相 3 線式)

(3) 特殊付属品 なし

6. エポキシ樹脂の劣化

三菱キャストフォームの製品化に当たり数多くの基礎実験を行ってその信頼性を確認した。一般に、絶縁物は熱的にも電氣的にも劣化するもので、エポキシ樹脂についての劣化実験結果を以下に述べる。また、注型品は運転・休止等の繰り返しによって生ずる温度変化から熱応力を受けるので、耐クラック強度を確認する冷熱試験は極めて重要である。以下、熱劣化、電氣的劣化、冷熱試験について述べる。

6.1 電氣的劣化 (V-t 特性)

注型品の内部に微小ボイドがあると、この部分に電界が集中して部分放電を生ずる。これによって絶縁破壊強度が時間とともに低下する。三菱キャストフォームは、注型時にボイドが発生しないように高真空下で含浸する含浸方式が採用されているので、電氣的劣化が小さいと言える。図 10. は、モデルコイルを 130°C のふんい気中において V-t 特性試験を行った結果である。

6.2 熱劣化

熱的な劣化によって特性が 50 % まで低下したときをその絶縁物の寿命として使用温度と寿命とを求めると、図 11. のようになる。図中の実線は機械的強度が半減する時間を、点線は絶縁破壊強度が半減する時間をプロットしたものである。これを基にすると、B 種絶縁物の最高使用温度 130°C で 30 年以上の寿命が十分に期待できる。

6.3 冷熱試験

注型品については、耐クラック性の検証は極めて重要であり、特に注型技術及び構造によって大きく左右される。三菱キャストフォームは、含浸同時注型法によってコイル導体まわりにエポキシ樹脂が含浸されると同時に、更にそのまわりに耐クラック性の強い注型樹脂が注型さ

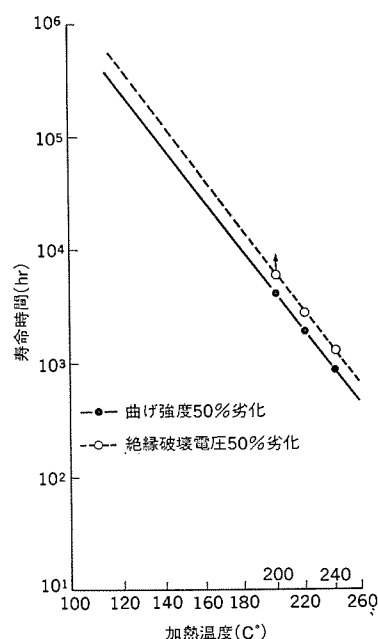


図 11. 加熱劣化特性

れ、含浸樹脂と注型樹脂とが同時に加熱硬化されているので、クラックに強い。また、応力集中を極力抑えるためにコイル導体あるいは埋金に十分な曲率が設けられている。耐クラック性の検証試験方法について規格化されたものはない。3 相 6 kV 300 kVA 変圧器の冷熱試験を次の方法（社内規格）で行い、クラックに強いことを確認した。

(1) ヒートサイクル試験

ヒートサイクル試験は、モデルコイルが実際に遭遇し得る温度変化に対して耐えるかどうかを検証する実験である。当社の標準的なヒートサイクル試験は、最低温度 -40°C、最高温度 140°C の間を繰り返す方法である。日本国内における外気温度は、一部の地方を除いて最低 -20°C、最高 40°C である。JEC-168 でも、外気温度が -20°C 以下になる場合、あるいは 40°C 以上になる場合には特殊な使用環境として扱っている。また、B 種絶縁の許容最高温度は 130°C である。したがって、当社のヒートサイクル試験は低温側で -20°C、高温側で +10°C の幅をもたせた過酷な試験である。

(2) ヒートショック試験

ヒートショック試験は、モデルコイルに急激な温度変化を与えて応力集中部分を検出し、応力集中部分の改良に役立てる試験である。当社の標準的なヒートショック試験は、80°C の湯へモデルコイルの内部温度がほぼ一定になるまで浸漬した後、10°C の水へ急激に浸漬する方法を繰り返す。これで何ら異常のない場合には、湯温を 95°C、水温を 5°C にして同様のヒートショック試験を繰り返す。

7. む す び

三菱キャストフォームの特長、構造及び基礎実験結果について述べた。モデル変圧器は、火災に対する安全性、据付面積の縮小、電力損失の低減による省エネ、保守・点検の容易さによる省力化などの数多くの特長を有しており、モデル変圧器の重要性は今後ますます大きくなるであろう。この変圧器は昭和 52 年 4 月に販売を開始して以来、当社独自の注型技術が高く評価されて好評を博し、今後の需要増大に対処すべく体制を整えた。

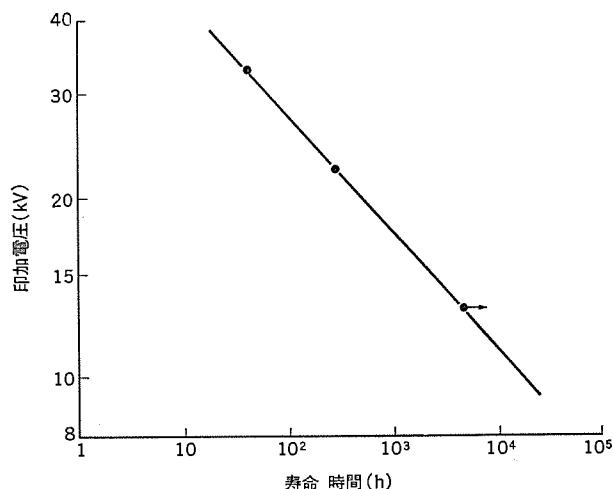


図 10. モデルコイルの V-t 特性 (130°C のふんい気中、含浸樹脂)

1. ま え が き

衛星通信は遠距離通信の手段として主に国際間の通信に用いられ、その地球局もインテルサット（国際商業衛星通信機構）の標準局（現在の Standard-A 局）に適合するもので、直径 30 m 級のアンテナを含む大規模なものであった。しかし、最近の衛星の能力の向上と、利用費用の低減、更には通信需要の増大によって衛星通信の他の通信に対する利点が再認識され、新しい衛星通信の利用形態があらわれてきた。

その 1 つは、アルジェリア⁽¹⁾、ノルウェー等⁽²⁾のようにインテルサットの通信衛星の未使用中継器を借用して、国内通信にこれを利用しようというものである。第 2 はインテルサット自身が小容量通信国を対象とした、従来より簡便な Standard-B 局を新しく 1 つの標準として制定し、国際通信が簡単な地球局で行い得るようにしたことである。また第 3 にはカナダ・米国・インドネシア⁽³⁾等のように国内あるいは地域通信専用の衛星を打上げて、国内あるいは地域衛星通信網を確立する気運が高まってきたことである。

このような動向に対して、従来の大形地球局に比べて簡便かつ経済的な小形地球局を開発したので、ここにその内容を報告する。

2. 目的及び特長

この地球局は、次のものを対象として、これに適合することを基本条件として開発した。

- (1) インテルサット標準 B 局（以下 Standard-B 局と呼ぶ）
- (2) 各国あるいは各地域の計画している国内衛星通信用地球局（以下 Domsat 局と呼ぶ）

上記(1)についてはインテルサット仕様 BG-19-48 E⁽⁴⁾（主要項目を表 1. に示す）に適合することが必要であり、通信方式としては従来の周波数分割多重通信方式 (FDM/FM) に代わって、SCPC (Single Channel Per Carrier)-PCM-PSK 方式を用いることが規定されている⁽⁵⁾。一方、(2)については多種多様な方式が考えられるが、これらの中からインテルサットの衛星の未使用中継器を借用するシステムを前提として、これへの適合性を有することとし、表 2. に示す総合性能諸元を満足するものとした。(2)で採用する通信方式は機器の経済性、保守性の面で有利な SCPC-FM 方式とした。また専用衛星を用いる国内あるいは地域衛星通信用地球局については、その要求条件によって、アンテナ、低雑音増幅器、送信電力増幅器の構成はいろいろ変化するとしても、SCPC-FM 端末装置はそのまま適用することができるものとした。

一方、上記いずれの場合にも、小形地球局の性格上、経済性・短納期・運搬及びすえ(据)付けの容易さ、保守運用の簡便さなどを具備するように考慮しつつ開発した。

この結果、この地球局は次のような特長を有している。

- (1) インテルサット標準局の仕様に完全に満足する。また、アンテナ広角放射パターンはその推奨値を満足する。

表 1. インテルサット Standard-B 局要求標準仕様

1. 送信周波数帯域	: 5,925~6,425 MHz
2. 受信周波数帯域	: 3,700~4,200 MHz
3. 受信システム性能指数, G/T (仰角 5° 以上)	: $\geq (31.7 + 20 \log F/4)$ dB/K (F は周波数, GHz)
4. 送信アンテナ サイドロープレベル	
1 次サイドロープ	: ≤ 14 dB
$1 < \theta \leq 48^\circ$: $\leq (32 - 25 \log \theta)$ dBi (θ はアンテナオフセット角度)
$48^\circ < \theta$: ≤ -10 dBi
5. 偏波面, 軸比	: 送信 (右旋) 受信 (左旋)
インテルサット N, IV-A	: ≤ 1.4
インテルサット V	: ≤ 1.06
6. EIRP	
SCPC-PCM-PSK	: 63.0 dBW/ch (Standard-A 向) 69.8 dBW/ch (Standard-B 向)
TV	: 81.8 dBW
7. 不要帯域外ふく射	
SCPC の混変調積	: ≤ 33 dBW $2 \leq N \leq 7$ $\leq (50 - 20 \log N)$ dBW, $N > 7$ (N はチャンネル数)
その他の混変調積	: ≤ 23 dBW/4 kHz
8. SCPC-PCM-PSK 伝送特性	
音声帯域	: 300 Hz~3.4 kHz
ビットレート	: 64 Kbps
変調方式	: 4 相絶対位相 PSK 変調
チャンネル間隔	: 45 kHz ± 50 Hz
受信帯域	: 38 kHz
定常入力 C/T	: -167.3 dBW/K
スレッシュホールド C/T	: -169.3 dBW/K
スレッシュホールド BER	: $\leq 1 \times 10^{-4}$

表 2. Domsat 局総合性能諸元

1. 送信周波数帯域	: 5,925~6,425 MHz
2. 受信周波数帯域	: 3,700~4,200 MHz
3. 受信システム性能指数, G/T	: $\geq (31.7 + 20 \log F/4)$ dB/K (F は周波数, GHz)
4. 送信サイドロープレベル	: インテルサット衛星リースの場合表 1. の 4 項に準じる。
5. 偏波面, 軸比	: 表 1. の 5 項に準じる。
6. EIRP	
SCPC-FM	: 49.8 dBW/ch
TV	: 80.6 dBW
7. 不要帯域外ふく射	
SCPC の混変調積	: ≤ 26 dBW $2 \leq N \leq 10$ $\leq (46 - 20 \log N)$ dBW, $N > 10$ (N はチャンネル数)
その他の混変調積	: ≤ 23 dBW/4 kHz
8. SCPC-FM 伝送特性	
音声帯域	: 300 Hz~3.4 kHz
チャンネル間隔	: 45 kHz ± 50 Hz
プリエンファシス	: 6 dB/OCT
試験音周波数偏移	: ± 5.2 kHz
受信帯域	: 28 kHz
音声圧伸特性	: CCITT, G-162
定常入力 C/T	: -173 dBW/K
スレッシュホールド C/T	: -175.8 dBW/K
定常時平均 S/N	: 51 dB

- (2) 端末装置の置換により、SCPC-PCM-PSK 及び SCPC-FM のいずれの通信方式にも使用し得る。

- (3) 電子機器を分解組立形 シェルタに收容し、工場で調整されたものをそのまま現地へ据付けることにより、現地調整を簡略化した。更に分解組立形 シェルタは、運搬時は寸法が小さく、据付後は保守上の居住性がよいという矛盾する要求をともに満足する。

- (4) アンテナ、シェルトともに輸送寸法重量の低減により、DC-8-F型級の航空機で1局の設備全部の輸送が可能である。
- (5) アンテナは分解、運搬、組立によって工場で得られた性能の再現性が保たれ、また量産時の性能のばらつきがほとんどない。このため現地での再調整試験が不要である。
- (6) 上記(3)、(4)項により、現地据付期間は短いものでは1週間程度となり、機材搬入より運用開始までが短期間である。

3. 総合システム

開発した衛星通信用小形地球局の総合統系図を図1.に、また局全

体の外観を図2.に示す。

局の構成は、構成機器の信頼度よりSCPC 端末装置のチャンネルユニットを除いた共通部をすべて2重化構成とし、総合回線信頼度を99.99%以上している。またこの地球局は小形化された結果、従来のマイクロ回線の機器と同じ概念で用いられることを想定し、SCPC 端末装置の入出力はシェルトの端子盤を経由して直接市外又は市内交換機と接続することが可能となっている。一方、テレビジョン中継、特にStandard-B局として使用されるときは国際テレビジョン中継の受信局としてのひん度が多いと考えられ、SCPC方式による電話通信以外に、テレビジョン用受信機を設置し衛星を中継して送られてきたテ

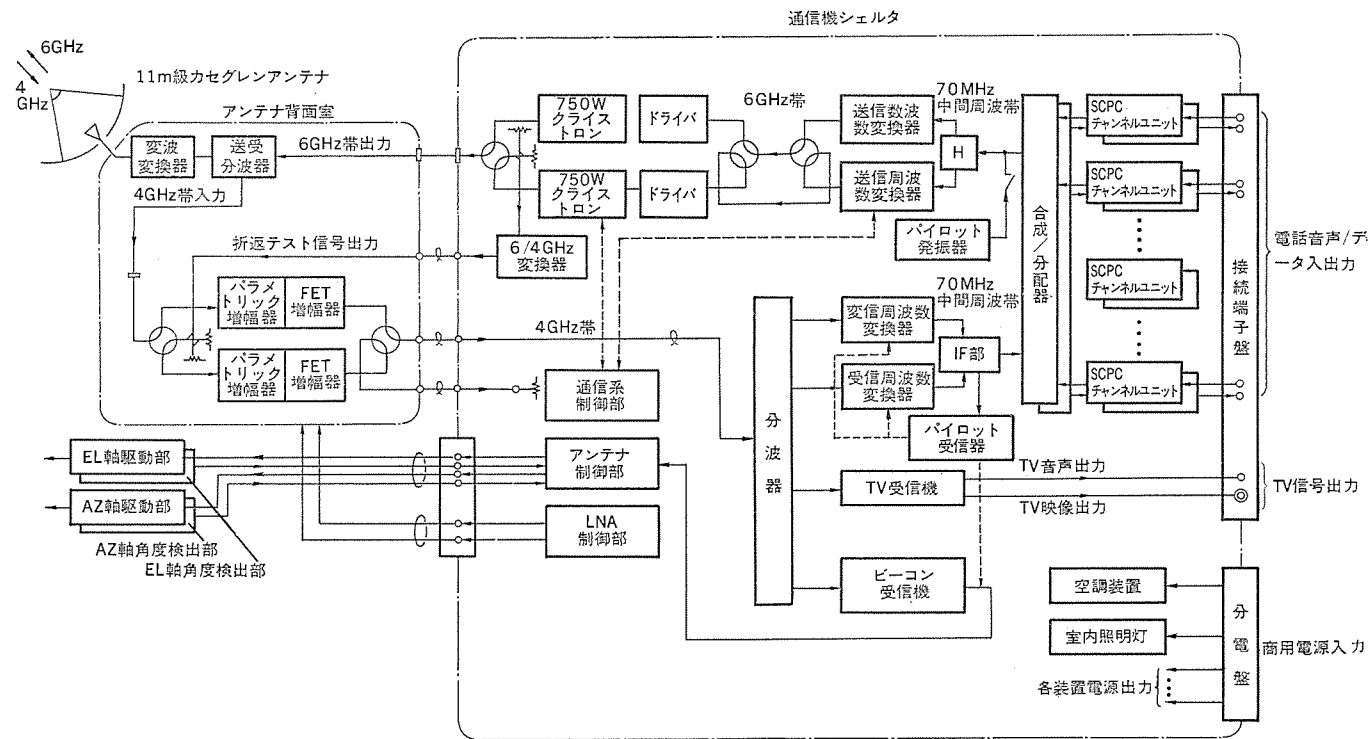


図 1. 衛星通信用小形地球局総合統系図

表 3. インテルサット Standard-B 局標準回線設計例

	STD(A)→STD(B)	STD(B)→STD(A)
地球局送信 EIRP	: 68.8 dBw/ch	59.6 dBw/ch
アップリンク伝播損失	: 200.6 dB	-199.8 dB
アップリンク [C/T]	: -149.4 dBw/K	-156.2 dBw/K
衛星送信 EIRP	: -1.1 dBw/ch	-8.7 dBw/ch
衛星混変調 [C/T]	: -154.5 dBw/K	-161.3 dBw/K
ダウンリンク伝播損失	: -195.9 dB	-196.5 dB
地球局受信 [G/T]	: 32.5 dB/K	40.7 dB/K
ダウンリンク [C/T]	: -164.5 dBw/K	-164.7 dBw/K
総合 [C/T] _r	: -165.0 dBw/K	-166.7 dBw/K
スレッシュホールド マージン	: 4.4 dB	5.0 dB

表 4. Domsat 局標準回線設計例

地球局送信 EIRP	: 49.8 dBw/ch
アップリンク伝播損失	: 199.3 dB
アップリンク [C/T]	: -165.6 dBw/K
衛星送信 EIRP	: -8.9 dBw/ch
ダウンリンク伝播損失	: 195.8 dB
地球局受信 [G/T]	: 31.7 dB/K
ダウンリンク [C/T]	: -173.0 dBw/K
熱雑音総合 [C/T]	: -173.7 dBw/K
熱雑音総合 [C/N]	: 10.4 dB
(28 kHz 帯域幅)	
熱雑音総合 [S/N]	: 33.8 dB
干渉雑音 [S/N]	: 55.5 dB
総合 [S/N]	: 33.3 dB
コンパング改善度	: 18.0 dB
コンパング付総合 [S/N]	: 51.3 dB
スレッシュホールド マージン	: 4.0 dB

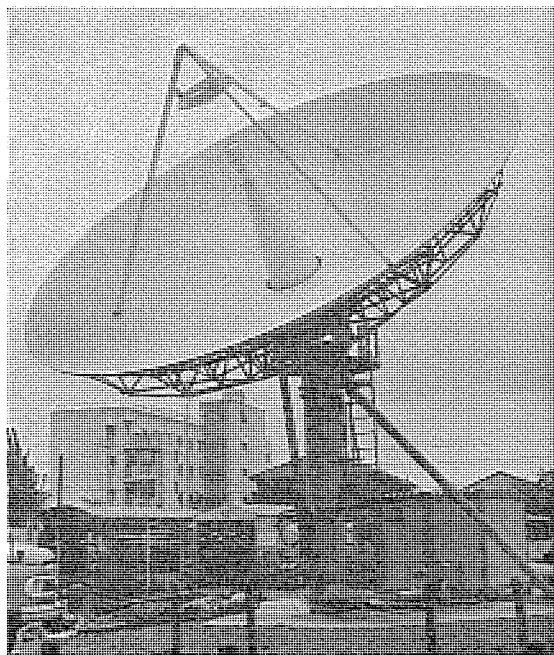


図 2. 小形地球局外観

レビジョン番組中継も行うことができる。

この地球局をインテルサットの Standard-B 局として用いた場合の標準回線諸元の 1 例を表 3. に、また Domsat 局として用いた場合の標準回線諸元の 1 例を表 4. に示す。

この地球局で採用した SCPC 伝送方式は小容量回線用として最も優れた特長を有しており、国際通信用として用いられる SCPC-PCM-PSK 方式は高品質回線に、国内通信用として主として考えられている SCPC-FM は経済的回線にそれぞれ適している。

4. 構成機器

4.1 アンテナ

インテルサット標準B局仕様の G/T 比 31.7 dB/K を確保するために、直径 11 m のカセグレンアンテナを採用した。1 次放射器にはコルゲートホーンを用いて、利得、雑音温度、広角放射特性及び交差偏波特性を

表 5. 小形アンテナの主要性能

1. アンテナ直径	: 11 m
2. マウント方式	: Azimuth-Elevation マウント
3. 周波数帯域	送 信 : 5,925~6,425 MHz 受 信 : 3,700~4,200 MHz
4. 偏波, 軸比	: 円偏波, ≤ 1.4
5. 利 得	送 信 : 55.1 dB (6.0 GHz)* 受 信 : 51.8 dB (4.0 GHz)*
6. 送信サイドロープレベル図	: 図 3. のとおり
7. VSWR	: 1:1.3 以下
8. 送, 受信アイソレーション	: ≥ 75 dB
9. 受信 G/T	: ≥ 31.7 dB/K* (仰角 5 度) (55 K LNA と組合せて測定)
10. 耐電力	: ≥ 3 kW (CW)
11. 駆動範囲	EL 軸 : 0~90° 連続 AZ 軸 : $\pm 10^\circ$ 連続, 最大 180° 可動
12. 駆動方式, 速度	: ジャッキスクリュー, AC モータ, 0.01°/秒*
13. 耐風速	非 破 壊 : 最大 60 m/秒 運用可能 : 最大 20 m/秒
14. 衛星追尾方式	: ビーコン又は SCPC パイロット信号による ヒルクラムーステップ追尾方式
15. 追尾精度	: 0.05° rms 以下*
16. 総重量	: 9 トン以下*

* は実測値を示す

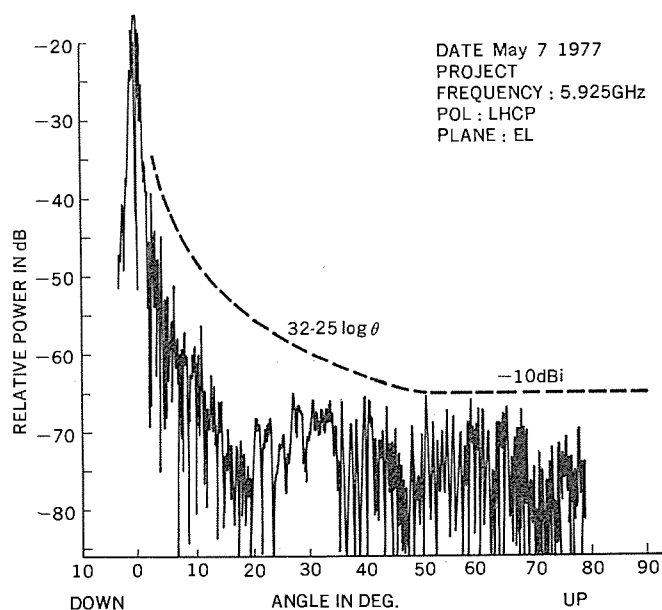
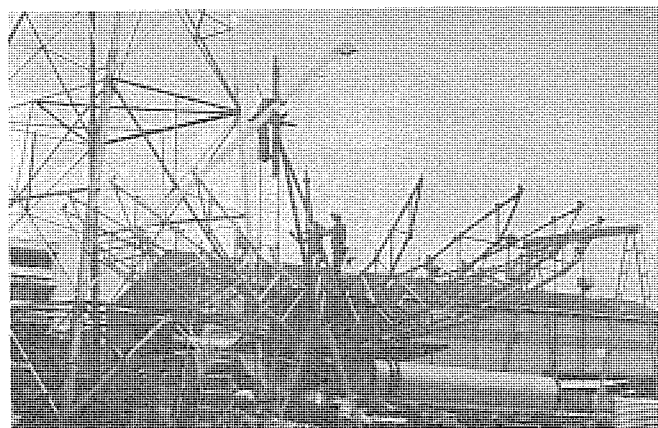


図 3. 小形アンテナ送信系広角放射特性

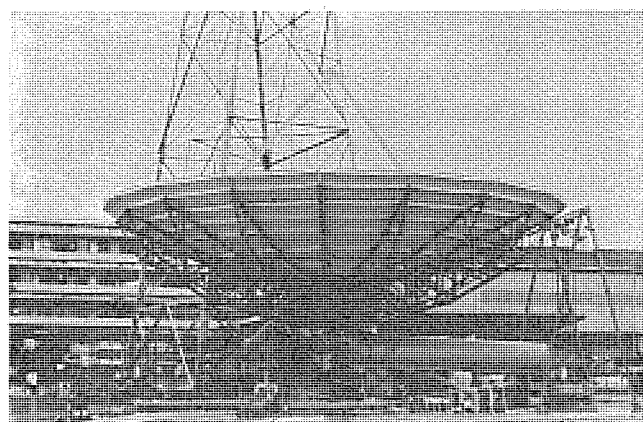
改善した。アンテナの性能と実測値を表 5. 及び図 3. に示す。給電分波器は通常のもののほか、インテルサット V 号衛星で導入される周波数再利用に対処するために、軸比 1.06 のものをオプションとして用意している。アンテナの機構上の特長は次のようである。

(1) 主反射鏡パネル及び背面構造を高精度化し、組立後無調整で所要の鏡面精度が確保し得る。

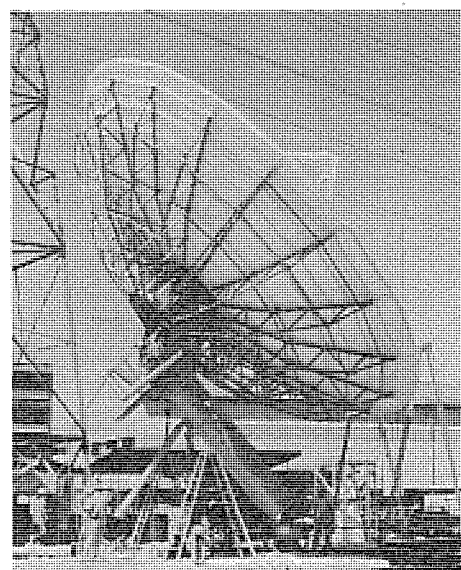
(2) 組立では特別なクレーンを必要とせず 5 人 5 日の短期で可能である。(図 4. 参照)



(a)



(b)



(c)

図 4. 小形アンテナ組立手順

(3) マウントは AZ-EL 方式で駆動部は地上から保守点検可能であり、AZ 軸は最大 180 度回転可能で、異なる地域の衛星（例えば大西洋衛星と印度洋衛星）間の切換え (Repositioning) ができるので運用上の融通性が高い。

衛星の追尾は、ビーコン信号あるいは SCPC パイロット信号を用いたステッパ追尾方式を用いている。

4.2 低雑音増幅器 (LNA)

常温動作パラメトリック増幅器と FET 増幅器により、55 K 以下の雑音温度、利得 60 dB を得ている。この LNA はアンテナ主反射鏡中心のフィードコーン内に設置することを考慮し、0~45°C の広い周囲温度範囲で安定に動作するように電子温度制御している。パラメトリック増幅器には、当社研究所で開発したカットオフ周波数 600 GHz 以上のバラクタダイオードを使用し、ポンピング源には 60 GHz 帯のガン発振器を用いた。LNA の外観を図 5. に示す。

4.3 電力増幅器 (HPA)

SCPC 方式では送信機の終段の電力増幅器には混交調の少ない特性をもつことが望まれるので、TWT よりも特性の優れたクライストロンを採用し、SCPC-PCM-PSK で 24 ch 以上、また、SCPC-FM で 120 ch 以上の伝送能力を得るために飽和出力 750 W のものを用いた。クライストロン電源は小形軽量化及び高効率化のために DC-DC コンバータ方式のものを用いている。

この 750 W クライストロン HPA は、Domsat 局の場合に時として要求のある TV 信号の送信にも使用することができる。

HPA の外観を図 6. に、またその主要性能を表 6. に示す。

4.4 周波数変換器

送信及び受信周波数変換器のいずれも、瞬時帯域幅 40 MHz 以上かつ 500 MHz を局部水晶発振器の取換えだけでカバーすることのできる 2 重周波数変換方式を採用して、再同調による調整の不完全さの発生を防いでいる。また送信周波数変換器は原振に高安定水晶発振器を用い、これに位相同期した位相同期形局部発振器を用いて、送信周波数を高安定にすると同時に位相雑音を低減している。SCPC-PCM-PSK では端末装置に AFC 機能を有するので、受信周波数変換器は衛星で主として生じる定常的周波数誤差を補正しなくてよいが、SCPC-FM では経済性の観点より、第 2 局部発振器の原振に VCXO を用いて、パイロット信号の周波数誤差を帰還する AFC 機能を周波数変換器内部に有するようにした。

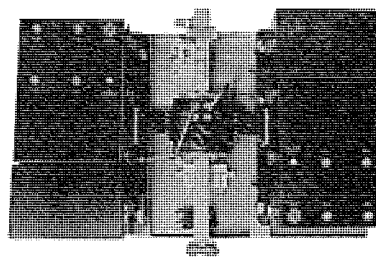


図 5. 低雑音増幅器 (LNA)

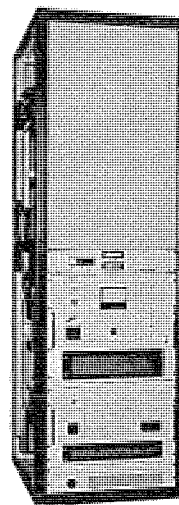


図 6. 750 W クライストロン電力増幅器 (HPA)

表 6. 750 W クライストロン電力増幅器の主要性能

周波数帯	: 5,925~6,425 MHz
瞬時周波数帯域幅	: ≥ 40 MHz (1 dB 帯域)
最大出力 (HPA 出力フラジにて)	: ≥ 640 W
使用クライストロン	: バリアン社 VA-936 N
最大利得	: ≥ 72 dB (ドライバ込みにて)
利得可変幅	: 20 dB 連続可変
帯域内利得偏差	: ≤ 0.02 dB/MHz
AM/PM 変換係数	: $\leq 4^\circ/\text{dB}$ (100 W 出力時)
残留 AM 成分	
4 kHz 以下	: ≤ -32 dBc
4~500 kHz	: ≤ -20 (1+10lg f) dBc
500 kHz 以上	: ≤ -74 dBc
3 次 2 信号混交調特性	: ≤ -37 dBc (8 dB の出力バックオフにて)
スプリアス出力	: ≤ -65 dBw/4 kHz
利得安定度	: $\leq \pm 0.25$ dB/日
1 次消費電力	: ≤ 9 kVA (2 重化構成時)

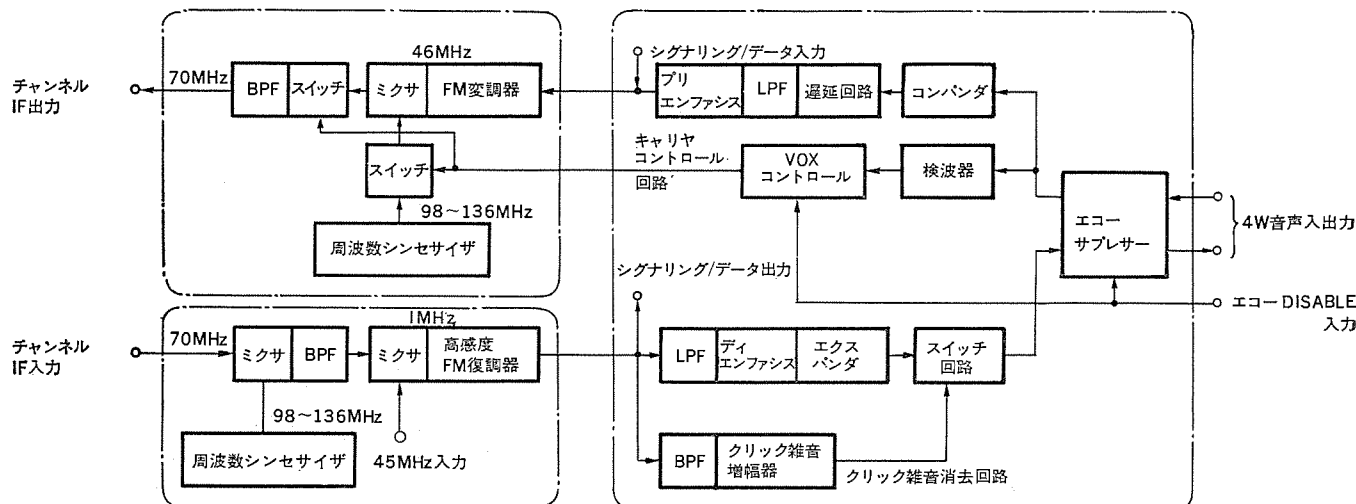


図 7. SCPC-FM 端末装置 ブロック図

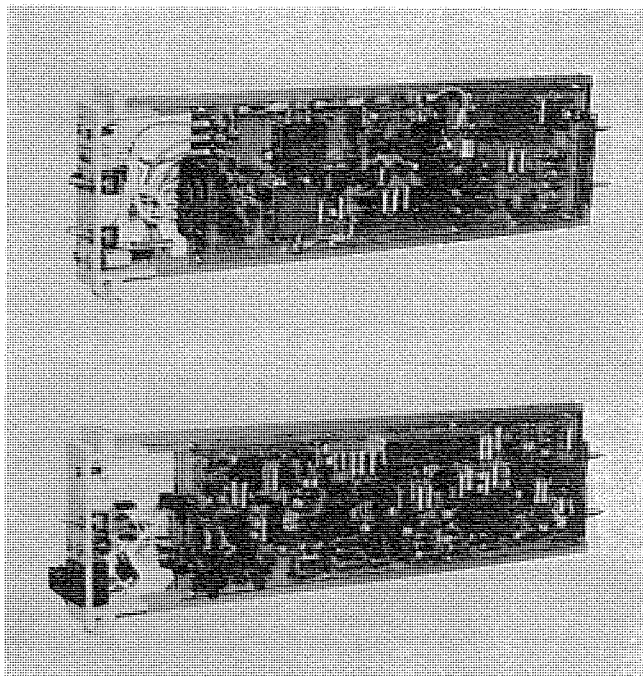


図 8. SCPC-FM 端末装置 チャンネルユニット

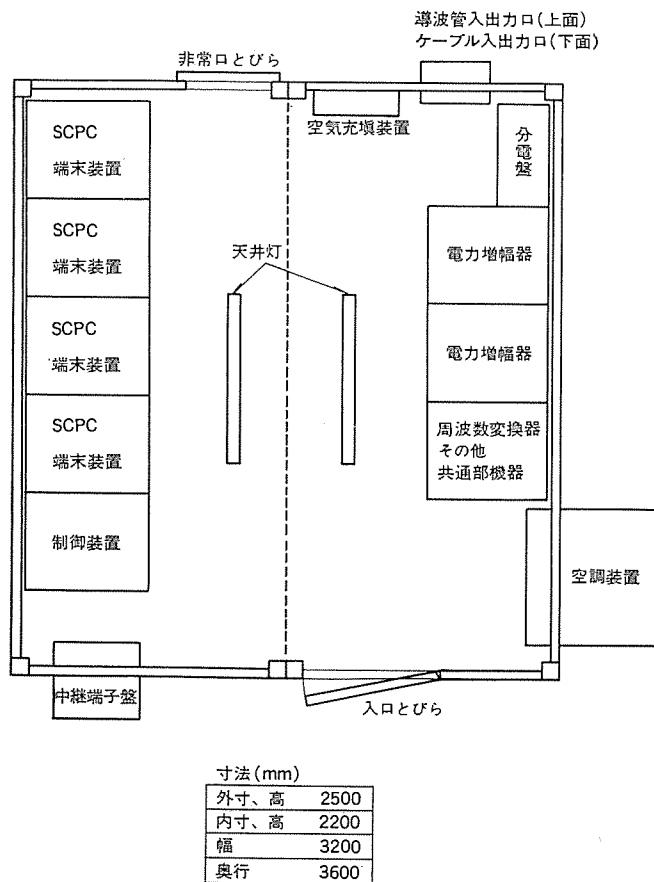


図 9. シェルタ 配置図

4.6 SCPC 端末装置

Standard-B 局用 SCPC-PCM-PSK 端末装置は インテルサットの標準

仕様 BG-9-21 E (Rev. 2) を満足するものである。共通部の中間周波部、基準周波数信号供給部、電源部は冗長構成であり、これに PCM 符号復号器、シンクロナイザ、PSK 変復調器、周波数シンセサイザからなるチャンネルユニットが接続されている。

Domsat 局用の SCPC-FM 端末装置は上記 PCM-PSK に比べて経済性、保守性に利点を有することから採用されたものであり、特に圧伸器を用いて S/N 比の改善を行うことにより、衛星の所要 EIRP (実効放射電力) が PCM-PSK の場合よりも著しく小さくてよいということが最大の利点である。SCPC-FM 端末装置のブロック図を図 7. に、また構成ユニットを図 8. に示す。この方式の端末装置は寸法上も小形としたため PCM-PSK に比べて約 2 倍の実装効率が得られ反響阻止装置を含めて 1 架に 32 チャンネル分を実装することができる。

4.6 通信機シェルタ

通信機シェルタの標準機器配置図を図 9. に示す。このシェルタは 2 分割して各分割単位が DC-8-F 型級の航空機で運搬することができる寸法となっている。またクライストロンなどの特別なものを除いて、各機器は実装したまま運搬することができる。この 2 分割方式の採用により、天井高 2,200 mm が確保できて、分割しないものに比べて居住性が著しく改善され保守運用が便利となった。また機器収容能力としては SCPC-PCM-PSK 端末装置は 48 チャンネルまで、SCPC-FM 端末装置は 120 チャンネルまで収容することができる。

5. む す び

以上、今回開発した衛星通信用小形地球局の特長・構成・性能を中心に紹介した。今後、現在のインテルサット系商用衛星通信をはじめとし、各国で通信容量の増大、通信方式の多様化が進むにつれて、この種の小形地球局に対する要求が高まると考えられる。また、諸性能及び経済性の両面から一層使いやすく信頼性の高い地球局が要求されるし、また新しい通信方式の導入あるいは新しい周波数帯への移行が既に始まっている。ここに紹介した小形地球局は、これらのすべての要求を満足するものではないが、従来の大形局の既成より大幅に飛躍した設計、製作方式をとり入れたもので、基本的考え方としてはこれらの動向に十分耐えうるものであると思うが、筆者らは最近の急速な要求の変化に対応して、この地球局を一層改良発展させたいと考えるものである。

参 考 文 献

- (1) A. Baire (P. T. T. Algeria) and J. Leonhard (G. T. E.): IEEE (1975) 12-23~27.
- (2) A. Kawakami: Third International Conference on Digital Satellite Communications, I-3.
- (3) L. Cuccia and C. Hellman: (1975) Microwave Systems News.
- (4) INTELSAT BG-19-48 E W/1/76 (Rev. 1)
- (5) INTELSAT BG-9-21 E H/5/74 (Rev. 2)

運転免許証発行システム

小 畑 甫*・由留部政則*・小 川 勇*・山 田 吉 彦**

1. ま え が き

計算機が単なる数値計算にとどまらず，“文字情報”の取扱いが可能となり，その利用分野は飛躍的に増大した。

我が国においても，計算機1号機が導入されて以来30年足らずで，そのか(稼)動台数が世界第2位の約35万台（昭和51年3月現在）にも及ぶ急テンポな普及振りをみせたのも，計算機による“仮名文字情報”の処理が可能になったことに，その一因はある。しかし，日常的な情報伝達媒体として“漢字仮名交じり文”を使用する我が国においては，真の情報処理に“漢字情報”を除外しては考えられない。

千数百年前に中国より渡来した漢字は，日本独特の“訓読み”と“仮名文字”を追加して，長い歴史の中で常に言語活動の主役として今日に及んでいる。情報のidentificationに漢字の果たす役割は大きく，同音異義語，及び同義異音語の識別が漢字でなされ，また公文書の中には漢字情報でしか，その有効性が認められていないものもある。また，漢字には“訓読み”で定義される表意文字としての性格があり，読めなくともその意味を解することができる。更に，漢字は人間のパターン認識力を巧みに利用でき，解読速度において，欧米などの表音文字に比して優れているといわれる。

英数仮名の表音文字しか処理し得ない従来の計算機では，その出力情報が漢字表現に慣れた日本人に読みづらい上，公文書としての有効性に欠ける。しかし，最も重要なことは，日本語特有の数多い同音異義語，同義異音語の処理が適確にできないことにあり，情報処理の根本である情報のidentificationが取れないことにある。この意味で，計算機が“漢字情報”を取扱えることは，計算機が我が国の情報処理の中核となるべき必ず(須)条件であり，我が国の情報化社会への一道程であるといえる。

従来，漢字情報処理関連の開発は，漢字を不可欠とする新聞社・印刷業界において，新聞及び刊行物の制作自動化を中心に進められてきたが，ここ数年来，住所・姓名を扱う業務，例えば，大量の顧客管理，あて名印刷等を要する金融・証券・保険・百貨店等に導入がみられるようになり，文字種の豊富さ・字形の複雑さに問題点を持っていた漢字情報処理も，ようやく実用期に入ったと考えられる。

今後に続く需要に，官公庁・地方自治体・学校等における現場作業の省力化，住民サービスの充実を目的としたものが見込まれ，現実に各所で導入の計画が進められている。地方自治体における漢字情報処理の1例として，以下に“運転免許証即日発行システム”を報告する。このシステムは1昨年富山県警より受注し，昨年7月以来順調な稼働を続けている。

2. 免許証発行業務の概要

免許証の誕生から消滅に至るまでの免許証一切の管理と，運転免許に関する各種行政指導とを目的に，各都道府県の警察本部運転免許課の運転者管理業務の一環として実施される。この運転者管理は

表 1. 免許証発行業務及びその付随業務

処 理 業 務		業 務 内 容
免許証発行業務	運転免許証更新業務	3年ごとの免許証書換え業務であり，大部分の県で警察署で申請を受け，運転免許課（又は試験場）で免許証を作成，警察署での交付である
	運転免許証新規登録業務	はじめて免許証を交付する業務であり，申請・受け付け，免許証作成を運転免許課（又は試験場）で行うが，交付については警察署である
	運転免許証記載事項変更業務	免許証記載事項に変更が生じた時に，警察署に申請，備考らんで処理する。免許証の作成は不要である
	運転免許証再交付業務	免許証の紛失・破損時に申請により免許証の作成・交付を行う業務である
免許証発行業務に付随した業務	警察庁への情報登録業務	全国運転免許者の情報を警察庁で集中管理しており，日々の免許証発行業務の情報を紙テープとして，資料電送室を経由して警察庁にバッチ電送する
	警察署への情報通報業務	各警察署は免許証管理の末端機関であり，管理対象の運転免許保持者の情報を送付書・通知書という形で通報される
	各種統計資料の作成	日，月，半年，年単位で各種統計資料が，行政管理用，報告用として種々の角度から統計が取られる
	台帳の整備	免許照会に依ずるため，あらゆる情報は台帳上に反映させておく必要があり，記録として台帳整備が必要となる

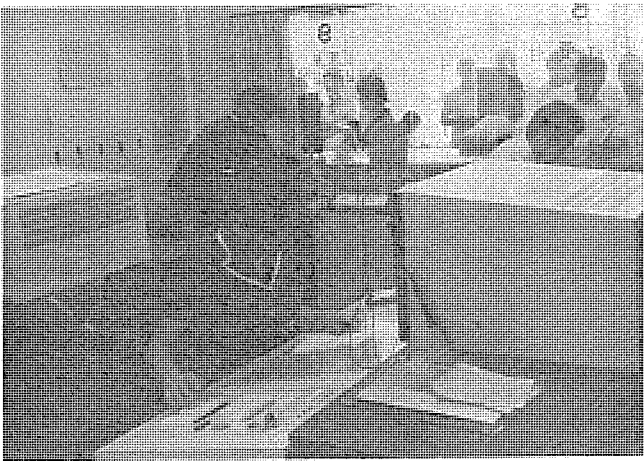


図 1. 免許証発行業務受付窓口

表 1. に細分した免許証発行業務関連の業務の外に，県内外の警察署・派出所・パトロールカー等からの免許照会，免許証の取消し・停止等の行政処分及び違反の管理，免許認定のための各種試験・講習等が実施されている。

さて，免許証発行業務は，地方自治体の業務の中でも，住民票・戸籍等を扱う住民管理業務と同様，住民との接点である窓口業務を持っており，住民サービスの観点から，作業の省力化・能率化による処理速度の向上が望まれる業務である。現在，免許証交付申請書を窓口で受理してから申請者に免許証が交付されるまでの期間は2週間程度を要するのが一般である。更に免許人口の増加による処理量の増大，自動車の運行台数増加に伴う道路行政の複雑化は，ますます免許証の交付期間を遅延させる傾向にある。当社では《MELCO M》70 ミニコンピュータに漢字ディスプレイ，漢字プリンタを組合せ，漢字情報処理システムとして，表 1. にある免許証発行業務及びその付随

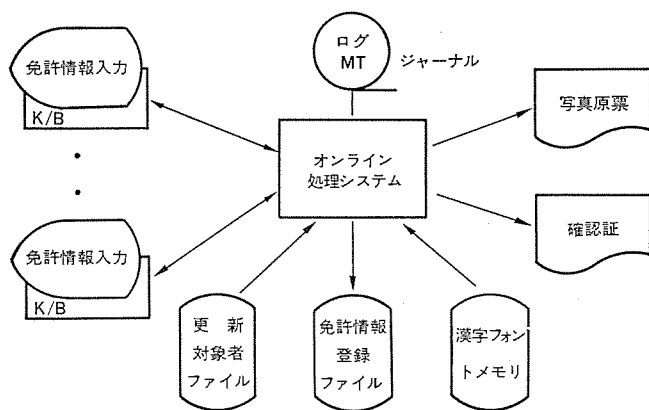


図 3. オンライン 機能処理図

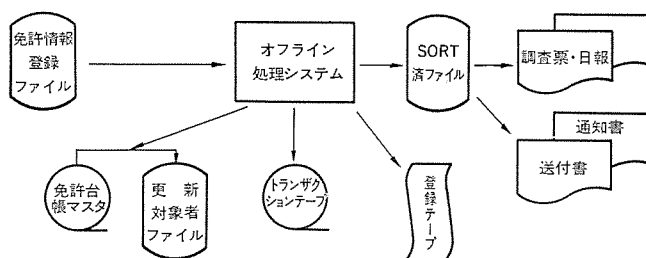


図 4. オフライン 機能処理図

登録データ作成等を防ぐため、漢字ディスプレイから情報入力時、詳細なチェックを行う。エラーを検出すると、その項目が赤色でブリンクし即修正が可能である。

(5) データの自動発生機能

限られた時間内に大量の免許申請登録、写真原票の発行を可能とするためにはオペレータの負荷を最小限にする必要がある。このシステムでは一定の免許情報について、システムがその情報（例えば、新規免許証番号、免許交付日、有効年、取得年月日等）を自動発生させている。

5. システムの構成

5.1 概要

このシステムは運転免許証即日発行業務のうち、申請書受付入力から免許証原票作成までの作業を《MELCOM》70 を使用し、即時処理する漢字システムである。ミニコンピュータ《MELCOM》70 を中央処理装置とし、漢字ディスプレイ装置、漢字プリンタ装置、大容量カートリッジディスク装置、磁気テープ装置、ラインプリンタ装置等によりシステムが構成され、処理時間の短縮、障害発生時のシステムリカバリを完ぺきにするとともに、容易な操作が可能なるよう操作性を十分考慮し、また将来の処理件数が増大しても十分対処できるシステムである。

5.2 ハードウェア構成

免許証発行システムのハードウェア構成は図 5. に示す。申請書受付窓口を設置されている漢字ディスプレイから生年月日・免許証番号などキー情報を入力することで、大容量ファイルから該当する免許証情報が漢字ディスプレイ上に表示され、申請書との照合確認ののち、エンターキーによりデータの登録と免許証原票が漢字プリンタにより出力される。

このシステムの入出力の中心となる漢字ディスプレイ、漢字プリンタについて特長を以下に述べる。

漢字ディスプレイはオペレータインタフェースを良好にするため、幾つか

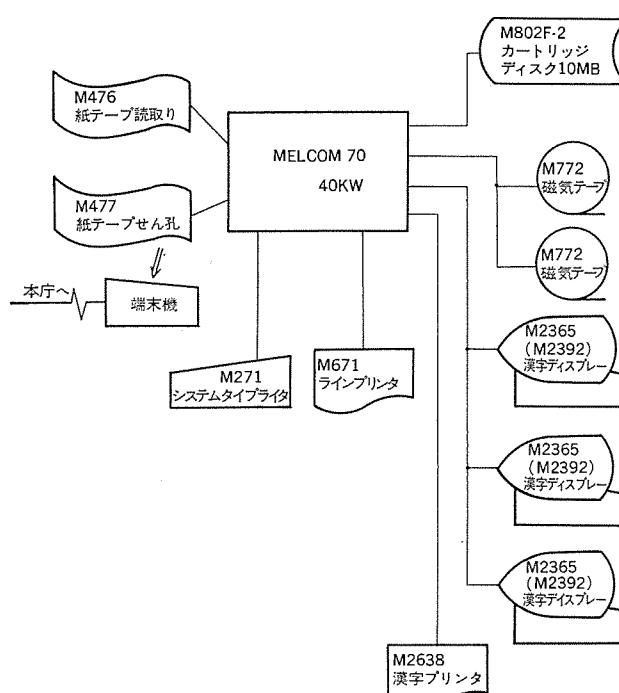


図 5. 免許証発行システムのハードウェア構成

の特長を持っている。

(1) 見やすい画面

- (a) 入力項目と入力エリアをけい線で囲み、入力エリアが一目で分かるようにする。
- (b) カラー表示により、固定項目と入力項目の区別、緊急情報、エラー情報を通常情報と区別する。
- (c) 表示文字は読みやすいゴシック体になっている。
- (d) 画面の反射は、文字を見にくくしたり、目の疲労の原因になるが、これを防ぐため画面に反射防止処理をする。

(2) 容易な操作

- (a) ワンタッチキーにより、町村名を選択することで、県名・郡名・市名・町村名を自動的に表示し、オペレータ入力操作の省力化を図る。
- (b) 入力データの正当性チェックを即時に行い、すばやくエラーをオペレータに知らせる。

漢字プリンタは静電記録方式のノンインパクトプリンタであるので、低騒音・高線密度の特長があり、良好な漢字印字出力を提供している。このシステムの漢字フォント数は約 4,000 字種で、ディスク装置に記憶してある。漢字プリンタで免許証原票を出力するとき 4,000 字種になり、いわゆる外字の処理はプログラムにより欠字である旨を免許証原票の欄外に印字し、オペレータが手書きで処理する形式をとっている。

このシステムに使用した漢字ディスプレイ、漢字プリンタの基本仕様を表 2.、表 3. に示す。

5.3 ソフトウェア構成

このシステムのソフトウェア構成は、システム運用に即してオンライン系とオフライン系により構成されている。以下に各ソフトウェアの機能概要を述べる。

(1) リアルタイムディスクオペレーティングシステム

ソフトウェアシステムの中核となる制御プログラムで、16 個のタスク管理、割込制御、入出力機器制御、コア及びディスクの待行列管理、そしてファイルアクセスマクロ処理等の機能をもつ中形機並みのオペレーティングシ

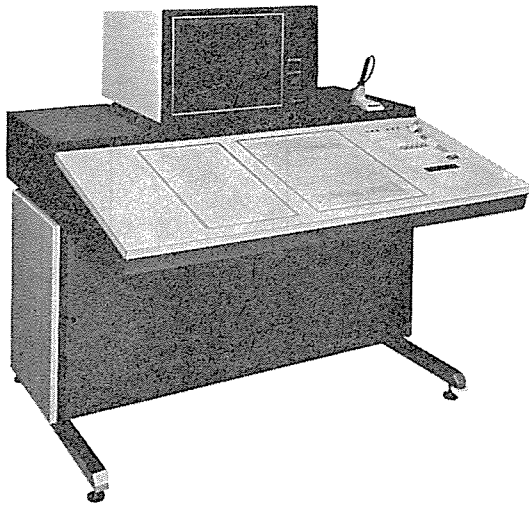


図 6. 漢字 ディスプレー 装置

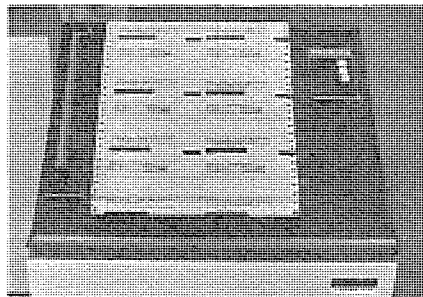


図 7. 漢字 プリンタ 装置

表 2. 漢字 ディスプレー の基本仕様

項	目	仕	様
表 示 部	使用ディスプレイ	14 インチ高分解能長残光ブラウン管	
	画面の大きさ	横 210×縦 130 mm	
	文字の大きさ	漢 字 横 6.2×縦 9.0 mm HSP 文字* 横 2.9×縦 4.8 mm	
	表示文字容量	漢 字 384 文字 32 文字×12 行 (横書き) 12 文字×32 行 (縦書き) HSP 文字 768 文字 64 文字×12 行 (横書き)	
	表示色	3 色 (赤, 緑, 白)	
	文字表示方式	漢 字 横 15×縦 30 ドットマトリクス HSP 文字 横 7×縦 16 ドットマトリクス	
	走査方式	ラスタ・スキャン 1/2 インタレース方式	
	特殊表示	けい線 (実, 破線), プリント (2 種)	
キ ー ボ ー ド	入力方式	ライトペン・ピックアップ+ストローク S/W	
	形状	デスク形	
	入力文字数	標 準	2,816 字
		付 加	1,024 字
	単語入力	256 単語	
	外字入力	可	
	テンキー	14 コ	
操 作 キ ー	制 御 キ ー	48 コ	
	フォーマットコントロールキー	14 コ	
	カーソル制御キー	10	
	フォーマット制御キー	10	
	編集キー	4	
	処理キー	3	
	リセットキー	3	
	その他キー	4	

*) HSP (High SPeed) 文字とは、通常の漢字 1 文字表示エリアに 2 文字表示可能な横幅の小さい英・数・仮名・及び若干の記号のことである

表 3. 漢字 プリンタ の基本仕様

項	目	仕	様
印 字 速 度	漢 字	300 行/分	
印 字 文 字 数		66 字/行	
文 字 の 大 き さ	漢 字	4 mm×4 mm	
印 字 用 紙		静 電 記 録 紙	
用 紙 幅		11 インチ	
印 字 方 式		32×32 ドットマトリクス	

ステムである。

(2) 漢字表示・編集処理 ソフトウェア パッケージ

漢字 ディスプレー 装置の基本機能処理、すなわち、漢字、A/N、単語 キーボードからライトペンにより入力指令された文字の表示処理、画面編集処理、カーソル制御等の機能のほか、ディスクに格納されている固定画面の表示処理、制御ランプのコントロール、エラー表示等の機能をもつ漢字情報処理 システム の基本 ソフトウェア パッケージ である。

(3) 運転免許証写真原票印刷 プログラム

新規・併記・更新・再交付の登録免許 データをもとにディスク上に格納されている対応する漢字フォントパターンを読み出し、4 種類の字体に編集して漢字 プリンタに写真原票を印刷する プログラム である。

(4) 入力免許情報管理 プログラム

オペレータ入力データの論理チェック、免許情報の自動発生、入力画面制御、及び更新免許証情報についてはディスク上の更新対象者ファイルより該当免許情報を探し、表示処理等の機能をもつ プログラム である。

(5) 障害管理 プログラム

オンライン システム 運転中万一の事故にそなえ、磁気テープに登録済

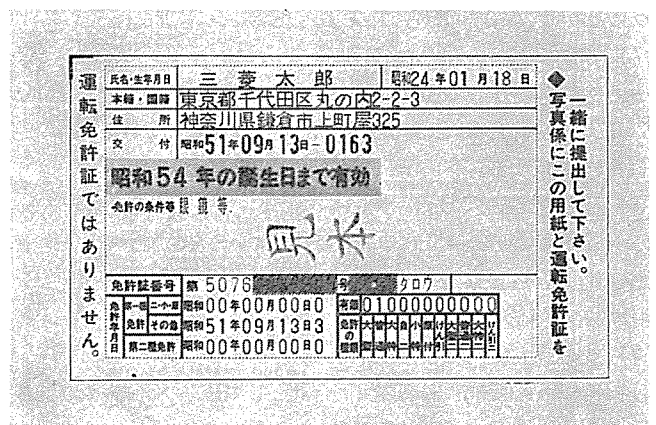


図 8. 免許証写真原票 サンプル



図 9. 漢字 ディスプレー 表示例

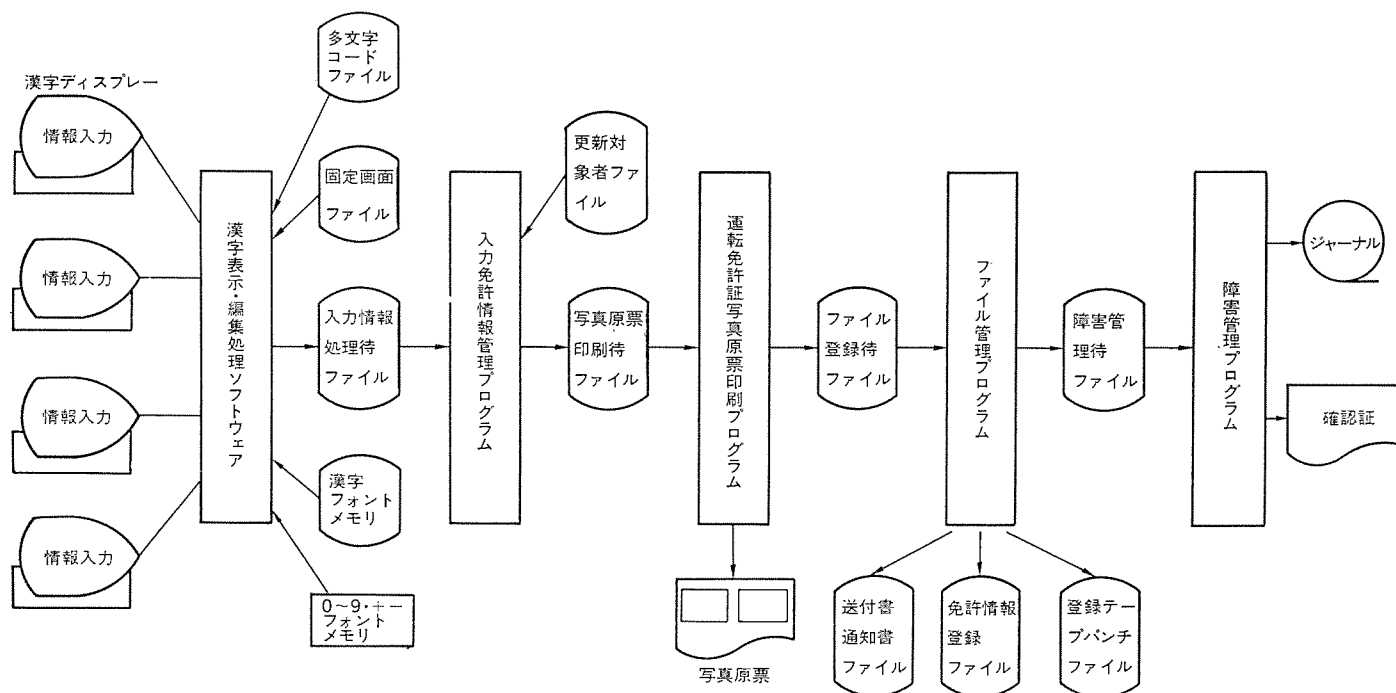


図 10. オンライン ソフトウェア システム

免許情報のジャーナルをとり、障害発生時、そのジャーナル情報をディスクに再登録するとともにオペレータにリカバリポイントを指令し、回復処理を行う。

(6) ディスクファイル管理プログラム

免許証更新申請は、有効期限の1カ月前から受付けられ、そのために1カ月と5日分の更新対象者ファイルを持ち、日次業務で免許台帳マスタとの間で保守・管理、及びオンラインファイル管理を行う。

(7) 免許台帳マスタ保守・管理プログラム

トランザクションテープに収録されている申請登録された免許情報を1カ月単位で、免許台帳マスタと照合し、更新・削除・登録を行い新免許台帳を生成する。

(8) 日次業務処理プログラムパッケージ

オンライン処理でディスク上に申請登録されている免許情報をもとに管理資料作成、各警察署への通知資料作成、警察庁への登録・照会資料作成等のプログラムより構成されている。

(9) 月次業務処理プログラムパッケージ

免許台帳マスタ保守、日報の月間合計として月報の作成、及び記載事項変更(生年月日訂正統計を含む)統計作成プログラムにより構成されている。

(10) 半年次業務処理プログラム

転出者、記載事項変更統計中、上半期の累計を出力する。

(11) 年次業務処理プログラムパッケージ

転出者、記載事項変更統計中の年報出力、カレンダー入力処理プログラムにより構成されている。

6. む す び

このシステムによる主要な効果としては次のものがあげられる。

- (1) 更新免許証の即日交付による住民サービスの向上。
- (2) 免許情報の集約化による免許行政の一元化。
- (3) 省力化・能率化による免許事務増大への対応。
- (4) 取扱い情報の正確性。

今後、このシステムは、免許証発行業務に限らず、免許照会、違反情報の蓄積・管理、試験採点業務等の運転者管理全業務を吸収・発展させてゆくと考えられる。また、システム規模も運転免許課だけに限ったものでなく、免許照会等が組込まれると各警察署等に端末を接続された県下全域に渡るシステムへの発展の可能性がある。

このシステムの課題は2つある。まずその1つは、免許証の即日発行と申請書受付窓口の分散化はいずれも住民サービス向上のポイントであるが、技術的には相反する面があり、その融合をいかに図るかである。次に、県ごとに免許人口、地理的条件、生活環境が異なっており、システム規模、システム構成をハードウェア/ソフトウェアいずれにも十分な融通性を持たせる必要がある。

最後にこのシステムの構築並びに本稿の発表にあたり種々指導いただいた富山県警本部の皆様へ深謝する次第である。

最近の大容量ディーゼル発電機

阿野忠美*・小西和成*

1. ま え が き

近年ディーゼルエンジンの高速大容量化が進み 400 rpm 程度で 10,000 kW 以上も製作可能となっている。したがってディーゼル駆動の発電機も大容量化が促進され、自家発電設備や原子力発電所向けの非常用電源と用途を広めてきた。表 1. に当社の最近のディーゼル発電機納入実績を示す。このような大容量化、用途の拡大につれ機械の重要性も増し、発電機も軸、スパイダ等回転部分の機械強度の信頼性、あるいはコイルの絶縁の信頼性が要求されつつある。

以下、最近の大容量ディーゼル発電機構造の概要と機械強度上の問題点及びその対策について述べる。

表 1. 大容量ディーゼル発電機製作実績

(3,000 kVA 以上 1973 年以降)

納 入 先	台数	容 量 (kVA)	電 圧 (V)	周波数 (Hz)	回転数 (rpm)	製作年度
東京都下水道局	1	3,250	6,300	50	375	1973
九州電力(玄海)	2	4,500	6,900	60	400	1973
関西電力(高浜)	2	4,875	6,900	60	400	1973
日商岩井産業(マムート鉱山)	4	6,250	6,300	50	428	1974
太平洋金属(八戸)	7	6,450	11,000	50	428	1974
アンタム(インドネシア)	5	6,450	6,600	50	428	1974
関西電力(美浜)	2	4,875	6,900	60	400	1974
四国電力(伊方)	2	4,500	6,900	60	400	1975
関西電力(大飯)	2	6,875	6,900	60	400	1976
"(〃)	2	6,875	6,900	60	400	1976
日本道路公団	1	3,000	6,600	60	600	1975
大阪ガス(第二泉北)	1	3,000	3'450	60	720	1976
東京都下水道局	1	5,250	6,300	50	500	1976
横浜市下水道局	1	5,625	3,300	50	428	1977
三菱軽金属	1	7,250	3,450	50	428	1977
九州電力(豊玉)	1	7,500	6,900	60	514	1977
沖縄電力(宮古)	1	5,000	6,600	60	450	製作中
業 所	1	3,000	6,600	60	720	"
"	1	3,250	6,900	60	600	"
"	1	5,000	3,300	50	428	"

2. 大容量ディーゼル発電機の構造

2.1 外被形式・保護形式

大容量ディーゼル発電機に用いられる通風方式は主として開放保護形と開放管通風形である。開放保護形は図 1. (a) に示すように室内の空気を吸い込むのでディーゼルエンジンのオイルミストが発電機内部に付着しやすい。非常用発電機では使用ひん度が少ないのであまり問題

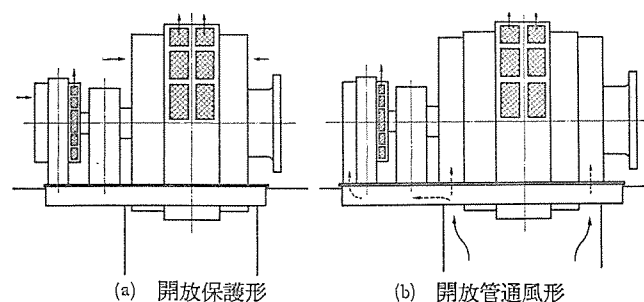


図 1. 大容量ディーゼル発電機の通風方式

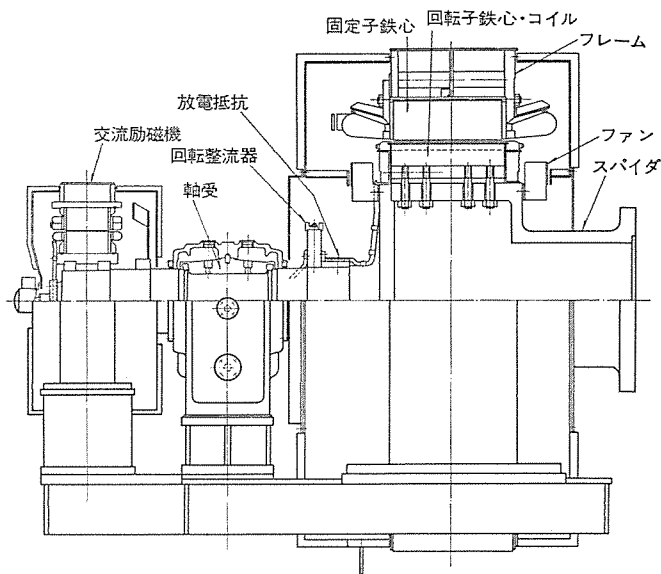


図 2. 開放保護形ディーゼル発電機組立図

とはならないが、常用発電機の場合、発電機の吸入口にエアフィルタを設けオイルミストの侵入を防ぐか、室内の通風、換気に注意し発電機を清浄な空気で包み込むことが望ましい。開放管通風形は図 1. (b) のように発電機基礎下のダクトを通して屋外の空気を発電機内に送り込み室内に排気する方式である。ダクトが長くなる場合は発電機の内部ファンだけでは必要風量が得られないので途中にファンを設置する。通常ダクト入口にはエアフィルタが設けられており、この通風方式は常用の低速大容量ディーゼル発電機に最も適している。

2.2 発電機の内部通風

開放保護形発電機の断面を図 2. に示す。大容量機は鉄心長が長く冷却表面積が多い割にファン圧が低いので両吸込式となる。発電機内部に吸い込まれた風の一部は固定子コイル端を冷却し、固定子鉄心背部を通して外部へ吹き出され、他の一部は回転子鉄心間を通り、回転子コイルを冷却した後、固定子鉄心内のダクトを通して外部へ吹き出される。

2.3 固定子

固定子フレームは軟鋼板を溶接して作られており、短絡事故時の大きな衝撃トルクに耐えうるよう設計されている。固定子鉄心には高級けい素鋼板を扇形に打抜き、鉄損を減少させるためワニス絶縁し積層している。固定子鉄心端部は非磁性の歯形押さえを当て均一に鉄心を締め付けるとともに漏れ磁束による漂逸損の減少をはかっている。固定子コイルの絶縁は数多くの実績に裏づけられた当社独特のダイヤラスティック絶縁を採用しており B 種、F 種いずれも製作可能である。また端子電圧が 6,600 V 以上の場合は、固定子コイルのスロット部分ないしスロット出口部分にコロナ防止処理を施している。

固定子コイル端部は短絡事故時の大電流による電磁力が作用してもコイルの変形や絶縁破壊が発生しないようコイル間に間隔片を入れ

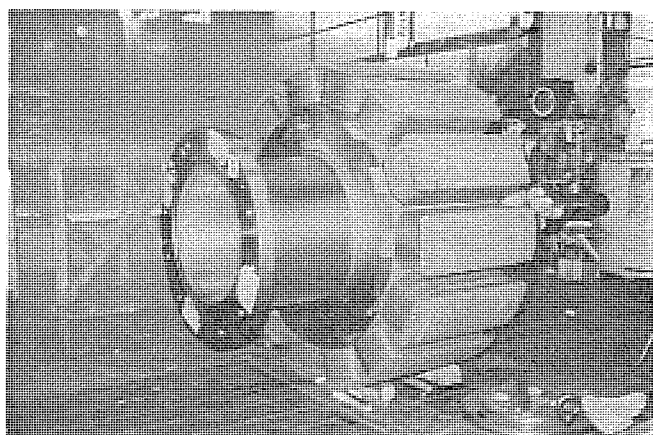


図 3. 組立中の回転子

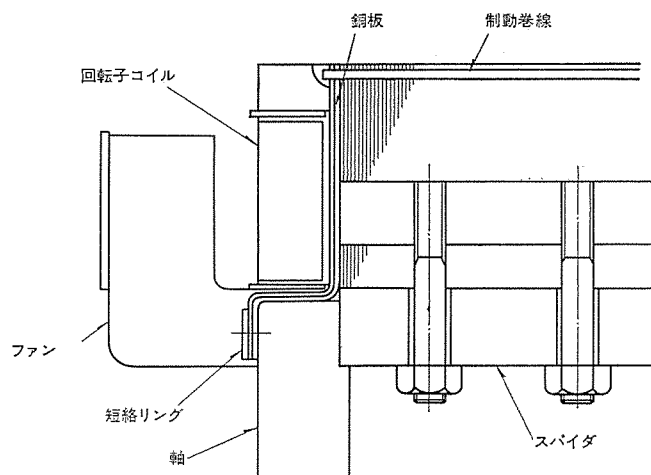


図 4. 回転子磁極端部

非磁性支え輪を用いて強固に固定している。

2. 4 回転子

スパイダは重量が少なく、ねじり剛性の大きいスキンスレス形が標準である。低速機では厚鋼板の溶接構造とし、回転子磁極をボルトによりスパイダに固定する。またボルトでは強度上十分な信頼性が得られない回転数の発電機では、磁極取付部にダブテールみぞを設け磁極のダブテールをキーとライナにより固定する。

最近の破壊力学の発展により、厚鋼板の溶接部疲労強度は溶接のど厚ではなく、不溶着部長さに大きく依存することが判明してきた。したがってこのスパイダの溶接はすべて完全溶け込みとし、裏はつりにより不溶着部を除去している。また使用材料は成分分析と超音波探傷により十分検査を行い、溶接部はカラーチェック、X線撮影により有害な欠陥や層割れの無いことを確認している。図 3. に組立中の回転子を示す。

軸は一般に炭素鋼鍛鋼品を使用している。軸端は大きなフランジ状となっており、スパイダとはボルトにより結合される。このフランジは軸と一体で鍛造される場合と厚鋼板を軸に溶接する場合とがあり、フランジ部の応力値により区分されている。スパイダと接触する面はフレッチング防止のため均一で十分な面圧を必要とする。このためボルトは合金鋼製とし適当な間隔で配置し正確な締付力が得られるようトルク管理されている。

大容量機の回転子コイルは、断面積の大きな導体が必要なので厚さ数 mm で幅数 10 mm の平角銅線を使用したいわゆる平打巻コイルを採用している。このコイルは表面が外気に直接露出しているので冷却効果がよく、また単層巻きのためコイル内の温度差がほとんどないという利点がある。しかし外部が露出しているため、ほこりやガスの多いふんい気で長時間運転すると吸湿によりメグ低下をひき起こすおそれがある。この対策として当社では界磁コイルの露出部分に特殊絶縁処理を施し、メグ低下を防止している。

大容量ディーゼル発電機はすべて制動巻線及び短絡リングを備えている。図 4. に示すように磁極頭部に銅棒を埋め込み、回転子鉄心の両端面に設けた銅板にろう付けし、銅板より下部に引き出したリード線を短絡リングで接続し、強力な制動巻線を形成している。

2. 5 軸受まわり

軸受は鋳鉄製の裏金を使用し、高級ホワイトメタルを注入したスリーブ軸受を採用している。給油方式はジャーナル部の周速によりオイルリングによる自己給油方式とオイルリングを併用した強制給油方式の 2 種類に区分される。軸受と軸受台との接触部は球面とし、軸のたわみ

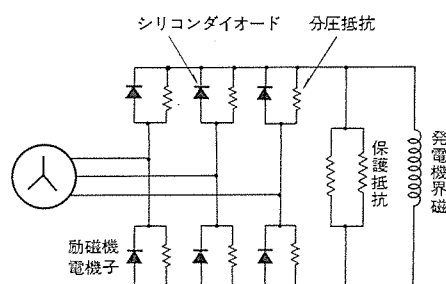


図 5. ブラシレス励磁回路

に対しなじみやすい構造となっている。

固定子鉄心は軸電流が発生しないようなセグメント数になっているが、更に万全を期し、軸電流の回路が形成されないよう、軸受台の下を絶縁している。

2. 6 回転整流器

回転整流器は平形ダイオードを回転リングに取付ける構造で、取換えが容易に行え、機械的にも電氣的にもがんじょうな構造になっている。ダイオードは図 5. に示すような接続となっており、界磁電流が大きい場合 2 コ並列とし、十分な余裕をもたせている。また、非同期投入、3 相突発短絡などの過渡状態により生じるダイオードの損傷を防止するため界磁コイルと並列に保護抵抗を接続している。

2. 7 交流励磁機

交流励磁機は回転電機子形の 3 相同期発電機で、その出力・電圧は発電機の最大励磁電流によって決定する。回転子及び固定子コイルは絶縁被覆された丸線を使用し、鉄心のみぞに納められている。

回転子コイルエンド部は、エポキシ樹脂を含浸させたガラステープでバンドされ、遠心力による変形を防いでいる。

3. ねじり振動

ディーゼル発電機の機械強度を問題にする場合、まず第 1 に取り上げるのはディーゼルエンジンの発生する脈動トルクによるねじり振動であろう。当社ではこのねじり振動を解析するため、電子計算機による解析プログラムを開発したので、その概要とねじり振動による諸問題点及び対策について述べる。

3. 1 プログラムの機能

このプログラムにより次の解析が可能である。

- (1) 軸系のねじり固有振動数及び振動モード
- (2) 共振状態での定常応答計算

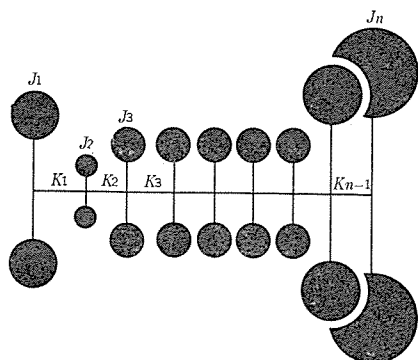


図 6. ねじり振動計算モデル

(3) 任意の回転数における応答計算

(4) 始動時などの共振域通過時の応答計算

3.2 軸系の運動方程式

通常のディーゼル発電機軸系は発電機、フライホイール、エンジンクランクダンパより成り立っている。この軸系をモデル化すると図 6. のようになり、ねじり振動に関する運動方程式は次の形に表される。

$$\left. \begin{aligned} J_1 \frac{d^2 \theta_1}{dt^2} + k_1 (\theta_1 - \theta_2) + C_1 \left(\frac{d\theta_1}{dt} - \frac{d\theta_2}{dt} \right) &= T_1(t) \\ J_2 \frac{d^2 \theta_2}{dt^2} - k_1 (\theta_1 - \theta_2) + k_2 (\theta_2 - \theta_3) - C_1 \left(\frac{d\theta_1}{dt} - \frac{d\theta_2}{dt} \right) + C_2 \left(\frac{d\theta_2}{dt} - \frac{d\theta_3}{dt} \right) &= T_2(t) \\ \dots\dots\dots \\ J_n \frac{d^2 \theta_n}{dt^2} - k_{n-1} (\theta_{n-1} - \theta_n) - C_{n-1} \left(\frac{d\theta_{n-1}}{dt} - \frac{d\theta_n}{dt} \right) &= T_n(t) \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

ここに

- J_i : i 番目の質量の慣性モーメント ($\text{kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$)
- k_i : i 番目の軸のばね定数 ($\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{rad}$)
- θ_i : i 番目の質量の変位 (rad)
- C_i : i 番目の軸の減衰係数 ($\text{kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}/\text{rad}$)
- T_i : i 番目の質量の負荷又は発生トルク ($\text{kg} \cdot \text{cm}$)

3.3 減衰係数

ディーゼル発電機軸系における減衰作用としては軸系のヒステリシス減衰、エンジン内の粘性減衰、空気抵抗損による減衰がある。これらの減衰作用については文献⁽¹⁾などに説明されているので参照願いたい。このプログラムでは式(1)より分かるように軸材のヒステリシス減衰を等価粘性減衰に置き換えた形で組込まれており、実際の計算に際してはヒステリシス減衰の全減衰に占める割合を想定し、減衰係数を補正する方法を用いている。

3.4 エンジンの脈動トルク

脈動トルクはシリンダ内のガス圧によるトルクとピストンやクランクの慣性によるトルクである。ガス圧によるトルクは4サイクルエンジンでは2回転に1周期であるから、1次を回転数 (rpm) とすれば、0.5次、1次、1.5次……にフーリエ級数展開できる。通常各シリンダは等間隔着火なので、これらの脈動トルク成分は互いに打ち消し合い、次式で表される成分のみ残る。なおV形エンジンの場合はV角度が関係するので式(2)とは異なる。

$$i = \frac{n}{2} \times k \dots\dots\dots (2)$$

ここに

i : 脈動トルクの次数

n : シリンダ数

k : 1, 2, 3……

(2)式で示される次数のトルクはすべてのシリンダが同位相同振幅で発生する脈動トルクであり、軸系の固有振動数と一致すると非常に大きな振動や軸トルクが発生する。もちろん、他の次数の成分に関しても共振現象は起こり、始動時に非常にゆっくりと軸系の共振点を通り過ぎた場合に検出される。この現象は各ピストンの振動振幅の差により発生するが、軸を破損させる程大きな軸トルクを発生することはない。

4. 計算値と実測値の比較

4.1 軸系、固有振動数固有モード

図 7. に実測した軸系の3節までの固有振動モードを示す。

軸系の固有振動数は

1 節固有振動数 24 Hz

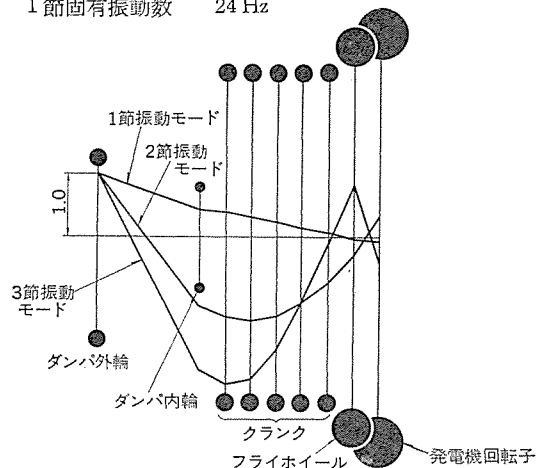
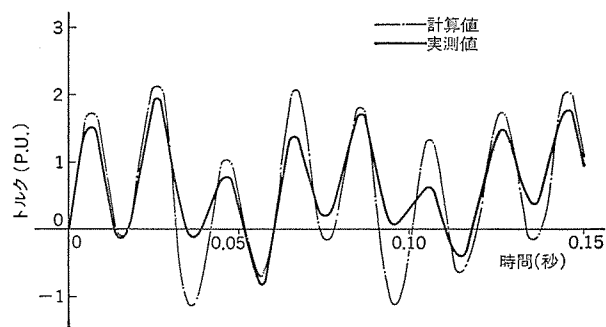
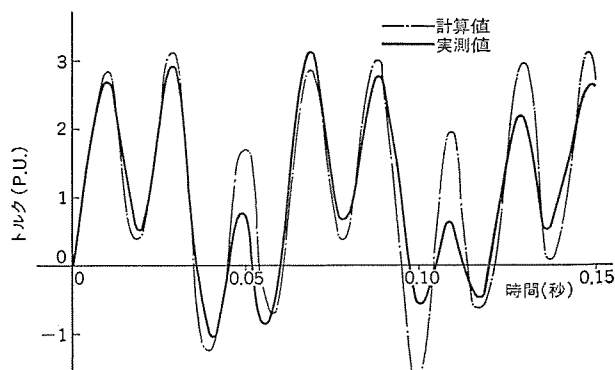


図 7. ねじり固有振動モード



(a) 1/2 負荷時



(b) 全負荷時

図 8. 発電機軸トルク

2 節固有振動数	46.8 Hz
3 節固有振動数	56.8 Hz

4. 2 脈動トルク

全負荷時の合成トルク線図を周波数分析した結果、式(2)で示される脈動トルク次数は2.5の整数倍であった。定格回転数は400 rpmなので、2.5次は16.7 Hz、5次は33.3 Hz、7.5次は50 Hzとなる。

4. 3 運転時の軸トルク

発電機軸にストレインゲージを張り、FMテレメータにより発電機とフライホイール間の軸トルクを測定した。 $\frac{1}{2}$ 負荷時と全負荷時の軸トルク実測値と計算値を図8に示す。

実測値と計算値とはよく一致しており、発電機軸には2.5次と7.5次の変動トルクが発生しているのが分かる。2.5次はエンジンが発生しているトルクがそのまま軸トルクとして伝達されたものであり、7.5次は2節あるいは3節固有振動数に近い増幅されたものと考えられる。

4. 4 ねじり振動による諸問題点

ディーゼルエンジンと直結する発電機がエンジンの発生する脈動トルクの影響を受け、共振あるいは共振に近い状態にある場合、発電機軸に大きな軸トルクが発生することを4.3節に示した。したがって軸系の設計にはエンジンメカと綿密な打合せを必要とする。

更に発電機回転子部品もこのねじり振動の影響下におかれているので、細心の注意を払って設計しなければならない。

4. 4. 1 スパイダ

スパイダに関しては3.1節で説明したプログラムにより、発電機軸系の固有振動数や軸トルクを計算し、ねじり疲労に対し十分な安全率を有するよう設計する。

4. 4. 2 ファン

図9は前述の発電機回転子の角加速度である。この図より、発電機回転子は定格回転数において軸トルクと同じく7.5次(50 Hz)で振動していることが分かる。したがって、ファンの固有振動数が50 Hz近傍に存在していれば共振現象により大きな応力がファンに発生する可能性があるため、ファンの固有振動数の選定は設計上の重要なポイントである。低速大容量機に使用されるファンの代表的な形状を図10に示す。このようなファンは3次元薄板構造物のため、固有振動数の計算が極めて困難であり、図10.(b)のように羽根が傾斜している場合、手計算では不可能に近い。このような構造物の解析方法として有限要素法による数値解析と、ねじり加振器による実験解析とがある。有限要素法では振動モードや全体の応力分布が求められるが、要素分割数や境界条件等の計算モデルと実物の差、といった仮定あるいは誤差が含まれるという欠点がある。図11.は有

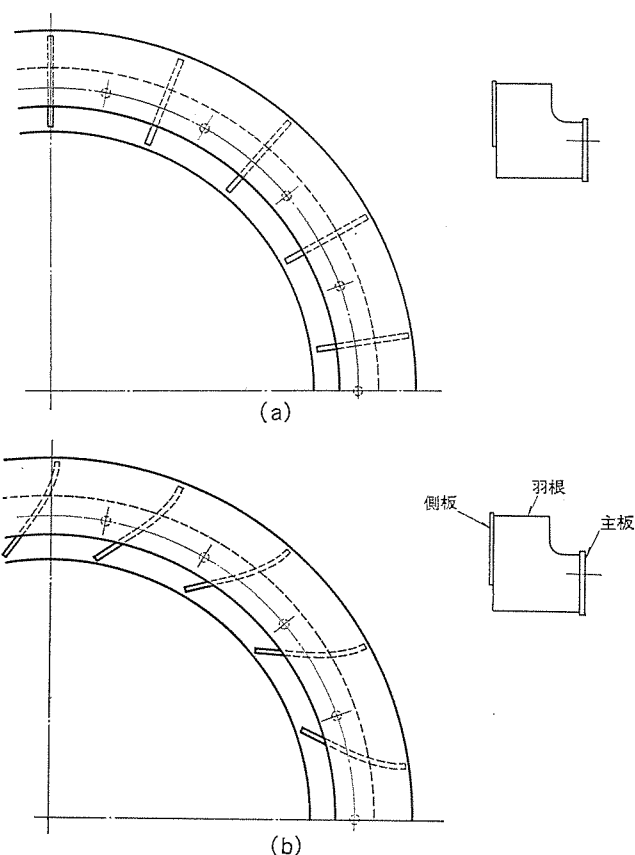


図 10. ファン構造図

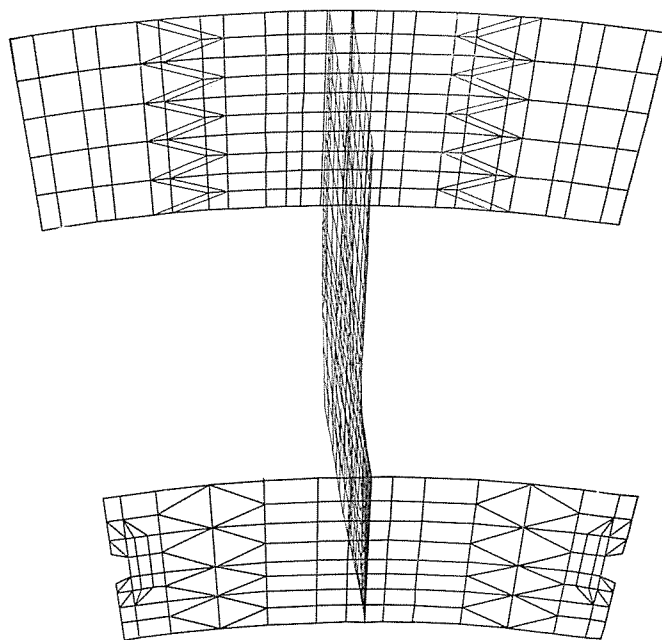


図 11. 有限要素法によるファン固有振動モード

限要素法による図10.(a)のファンの1次固有振動モード図で、側板が円周方向に振動するモードを示す。一方、ねじり加振器による方法では固有振動数や溶接部の応力集中は羽根に取付けられたストレインゲージにより正確に求められる。

1次、あるいは2次の共振だけ注目すればよい場合、この実験解析のほうが有限要素法による解析より簡単に答が得られる。図12.に加振器による試験中のファンを示す。

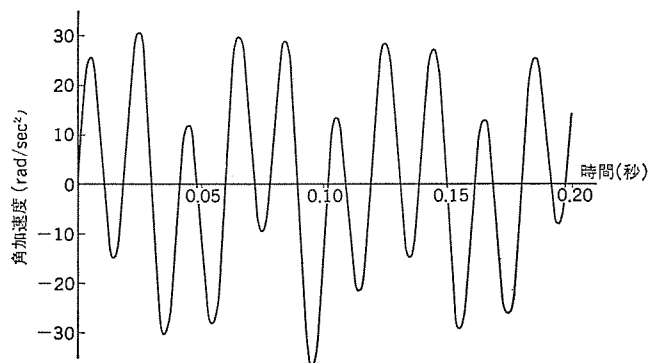


図 9. 発電機回転子角加速度

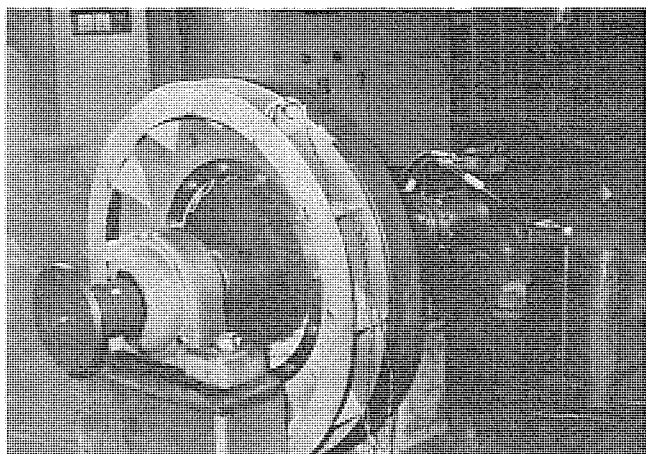


図 12. ねじり加振試験中のファン

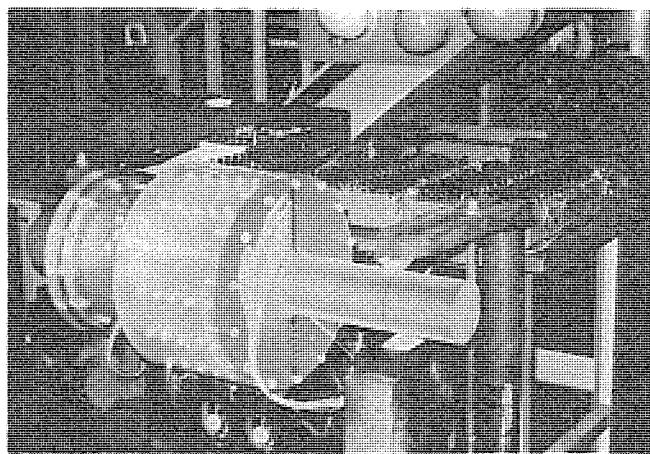


図 14. プラスチック 模型による応力測定

4. 4. 3 ロータコイル, コア

ねじり振動による回転子の振動により回転子コイルや鉄心に次式で示される慣性力が作用する

$$F_{\max} = mR\ddot{\theta}_{\max} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに

F_{\max} : 最大慣性力 (kg)

m : 回転子コイル及び鉄心の質量 ($\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{mm}$)

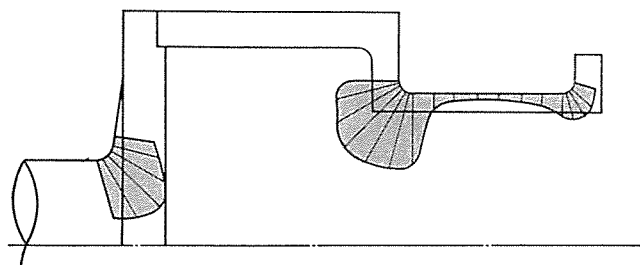
R : 回転子コイル及び鉄心の重心半径 (mm)

$\ddot{\theta}_{\max}$: 最大角加速度 (rad/s^2)

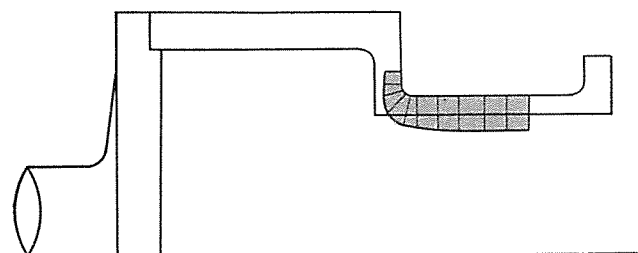
回転子鉄心をボルトでスパイダに固定している構造では、このボルトに曲げモーメントが作用しないよう十分な締付力を与え、また回転子コイルと鉄心間には適当なスペーサをそう(挿)入し、コイルが動いて、極間接続線の断線や絶縁の破損等を防止しなければならない。

5. 曲げ疲労強度

スキンストレス 形構造は極断面係数が非常に大きく、定格トルクの 20 倍



(a) 自重による曲げモーメントが作用したときの回転子曲げ応力分布



(b) 定格トルクが作用したときのせん断応力分布

図 13. プラスチック 模型による回転子応力測定結果

以上もの繰返しトルクに耐えうる。また回転数も低く、始動停止回数も限られているので遠心力に対しても十分安全である。したがってこの構造では繰返し曲げ疲労強度が主問題点となる。

発電機軸は全体的に大きな段落があり、エンジン側では溶接部とこの段落による応力集中部が近接しているため、この部分の応力は計算や実測により十分低い値に抑えている。また反エンジン側では、軸がフランジ状となっており、根元付近の応力集中もかなり大きくなる。この種のフランジ部は曲げモーメントが零になるよう、アライメントで調整するが、この構造ではエンジンとのカップリング部が基準となるため、このフランジ部には曲げモーメントが作用する。この部分の構造は種々考えられるが、自重による曲げの外に、地盤沈下や磁気吸引力等により予想値より大きな曲げモーメントが作用する可能性があるため、当社ではこの部分を最もがんにょうで計算も容易な軸と一体化したフランジ構造としている。更にフランジ部はわずかな円すい(錐)状とし応力値を低下させている。

このような曲げによる軸各部の応力をプラスチック模型及び実機を用いて測定し、回転子の強度を確認した。

図 13. (a) は自重による曲げ応力分布を示す。エンジン側の段落部と反エンジン側のフランジ部根元に応力集中の影響が認められるが、その値は溶接部疲労強度あるいは素材疲労強度に比べ十分に低い値であった。図 13. (b) はねじりモーメントを作用させた場合の応力分布を示す。この図よりねじりの応力集中は極めて小さいことが分かる。

6. む す び

以上、大容量ディーゼル発電機の構造を概説し、更にねじり振動による回転子強度を主体に、機械強度上の問題点とその対策について述べた。最近の大容量化に伴いディーゼル発電機の信頼性はますます要求されつつある。当社は今後ともいろいろな面において研究改良に努め、より優れたディーゼル発電機を製作するよう努力したいと考えている。なおこの拙文が多少なりともディーゼル発電機を理解する上においてご参考となれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 丸山：ディーゼル機関のねじり振動，山海堂
- (2) 富山：内燃機関のねじり振動と疲れ強さ，コロナ社

サイリスタモータ系の特性解析プログラム

熊野 昌義*・寺野 義夫*

1. ま え が き

近年サイリスタモータ系は種々の方式が開発され、その構成・動作も複雑になってきている。装置を設計する場合には、設計裕度の切りつめやシステム特性の向上が要求され、厳密な動作解析の重要度が高まっている。

従来はインバータ部のみ・モータ部をみの個別解析や各スイッチング動作モードごとに分けた方法が行われていたが、動作モードが複雑なため解析に多大の労力を要し、短期間での完成が難しかった。このため実用的なデジタルシミュレーションプログラムの開発が必要とされ、近年コンピュータ向きのアルゴリズムが報告されている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

著者らも、スイッチ・回転機を含む回路網の解析手法を確立し、実用的プログラム(SCAPM)を作成したので報告する。

このプログラムは、過渡解析を主体としたシミュレーションプログラムであり、サイリスタモータを始めとする電力・制御機器を扱う。これらのシステムは、サイリスタ等の半導体・回転機・回転機の機械負荷・電源・抵抗・コンデンサ・リアクトルなどで構成されている。過渡解析を行う場合、これら異種の要素の数学モデルを作成し、それぞれの要素の接続状態などにより回路網方程式を導出し、この方程式を解くことにより解が得られる。半導体は、スイッチ作用をもつものに限定しオン・オフの2つの状態をもつ理想スイッチとして扱い、また回転機は、同期機・誘導機を標準とし、多相モータ等の特殊な回転機をも扱っている。このように各要素をモデル化することにより、おのおのの要素を2端子網表現することができ、グラフ理論を用いると回路網方程式が容易に導出でき数値積分も簡単になる。

次に、このプログラムの特長を列記する。

(1) 使用者は回路網を構成しているおのおのの要素の接続状態・特性値・初期値、数値積分の条件、出力様式の指定を与えることにより、解析結果が得られる。

(2) 回路網を構成する要素は、大別して次の5種類である。

- (a) 電源要素
- (b) 線形RLC要素
- (c) 非線形リアクトル要素
- (d) スイッチ要素
- (e) 回転機要素

(3) スイッチ要素は、理想化し計算時間の短縮を図るとともに、これに伴う状態の不連続・スイッチの2次変化・オフスイッチに基づく非連結などの特殊処理機能を有する。

(4) 回転機の電気側・機械側を共に2端子網表現を用い、RLC要素と同様に扱う。機械系は、角速度—電圧、トルク—電流が対応し電気系と等価に扱う。

(5) 使用者が自由に作成できるサブルーチン設け、サイリスタのゲート回路・多相モータ等の機能が定義できる。またこれらのサブルーチンで使用頻度の高い要素は、内蔵関数として準備している。

(6) デジタルコンピュータに生ずるモードのハンチングや発散現象に対し、

順序処理・誤差処理により防止している。はん(汎)用プログラムとして豊富なエラーチェックやメッセージを有する。

2. 要素の数学モデル

2.1 電源・RLC要素の数学モデル

電源要素は、電圧源・電流源・関数源を示し、R及びC要素は線形とし相互性を考慮せず、L要素は線形及び非線形とし相互性を考慮する要素とする。

関数電源要素は、使用者がサブルーチンで任意に電圧源・電流源の値を定義する要素である。

非線形リアクトル要素は、図1の飽和特性を有する要素として定義する。オーム則は式(1)となる。

$$v = L(i) \cdot \frac{di}{dt} = \left(L^*(i) + i \cdot \frac{dL^*(i)}{di} \right) \cdot \frac{di}{dt} \quad (1)$$

飽和特性の定義は、だ(楕)円近似の標準形式と使用者が任意に定義する関数形式がある。

2.2 スイッチ要素の数学モデル

サイリスタ・ダイオード等の半導体スイッチ、ナフスイッチリレー等のコンタクタ要素をスイッチ要素と称し、次のように理想化する。

(1) オン・オフのいずれかのスイッチ状態をもつ。

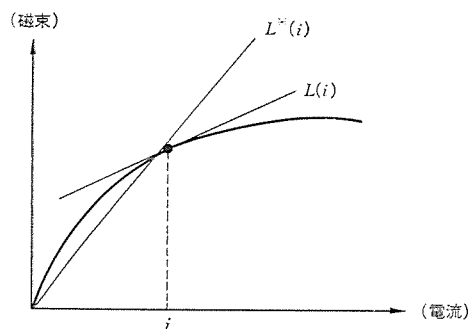


図1. 非線形リアクトル要素の飽和特性

表1. スイッチ状態決定の論理式

スイッチ要素	スイッチ状態の決定	
	オンからオフへ	オフからオンへ
サイリスタ要素	$(G=-1)$, OR, $(is \leq I_n)$	$(v_s > 0)$, AND, $\{(T_{ss} < T_{off})$, OR, $(G=1)\}$
コンタクタ要素	$(G=-1)$, OR, $(G=0)$	$(G=1)$
ダイオード要素	$(is \leq I_n)$	$(v_s > 0)$

ここで v_s : スイッチの両端電圧 G : ゲート状態
 is : スイッチの電流 T_{ss} : ターンオフタイム
 I_n : 保持電流 T_{off} : オフしている期間

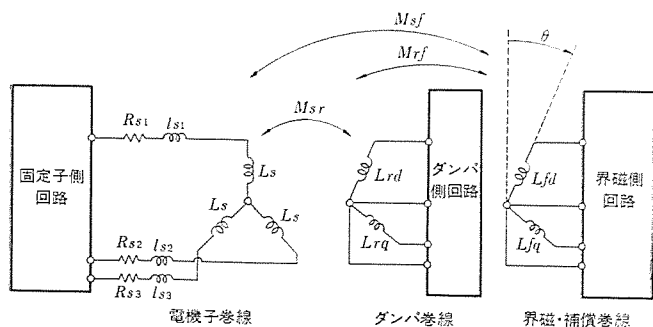


図 2. 同期機の等価回路

(2) ω の場合は $0[\text{V}]$ の電圧源, ω' の場合は $0[\text{A}]$ の電流源に等価である。

(3) オンからオフへ、オフからオンへの移行時間が 0. [sec] である。

(4) スイッチ状態は、そのスイッチの両端電圧・電流・ゲート状態等で表 1. の論理式により決定される。

ここでゲート状態は、1 (オンゲート)、-1 (オフゲート)、0 (ゲートなし) の3つの状態のいずれかとする。サイリスタ要素で $G = -1$ の判定によりゲートターンオフサイリスタとしての作用もできる。ゲート状態の定義は、時刻だけによる場合を標準形式とし、他に使用者が制御回路等をサブルーチンで構成することもできる。

2.3 回転機要素の数学モデル

回転機要素は、同期機・誘導機・関数回転機の3種類であり、おのおのの回転機に合ったモデルを導出している。各相を基準にしたモデルを採用しており、固定子側・回転子側及び機械側に大別される。回転機の特性は、電圧方程式と発生トルク式で表され、この式が外部の回路と接続され回路網方程式となる。

2.3.1 同期機要素

固定子側は 3 相対称構造とし、回転子側は界磁巻線・補償巻線及び d - q ダンプ巻線構造とする。図 2. に等価回路を示し、式 (2) に電圧方程式、式 (3) に発生トルクの式を示す。

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} v_{s1} \\ v_{s2} \\ v_{s3} \\ v_{rd} \\ v_{rq} \\ v_{fd} \\ v_{fq} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} l_{s1} & & & & & & \\ & l_{s2} & & & & & \\ & & l_{s3} & & & & \\ & & & l_{rd} & & & \\ & & & & l_{rq} & & \\ & & & & & l_{fd} & \\ & & & & & & l_{fq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \\ i_{s3} \\ i_{rd} \\ i_{rq} \\ i_{fd} \\ i_{fq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_s & M \\ \vdots & \vdots \\ M^t & L_{r \cdot f} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \\ i_{s3} \\ i_{rd} \\ i_{rq} \\ i_{fd} \\ i_{fq} \end{bmatrix} \\
+ \begin{bmatrix} R_{s1} & & & & & & \\ & R_{s2} & & & & & \\ & & R_{s3} & & & & \\ & & & R_{rd} & & & \\ & & & & R_{rq} & & \\ & & & & & R_{fd} & \\ & & & & & & R_{fq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \\ i_{s3} \\ i_{rd} \\ i_{rq} \\ i_{fd} \\ i_{fq} \end{bmatrix} - \dot{\theta} \begin{bmatrix} 2L_s^\nabla & M^\nabla \\ \vdots & \vdots \\ M^{\nabla t} & O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \\ i_{s3} \\ i_{rd} \\ i_{rq} \\ i_{fd} \\ i_{fq} \end{bmatrix} \dots \dots (2) \\
\tau_p = -P(i_{s1} \ i_{s2} \ i_{s3}) \begin{bmatrix} L_s^\nabla & M^\nabla \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \\ i_{s3} \\ i_{rd} \\ i_{rq} \\ i_{fd} \\ i_{fq} \end{bmatrix} \dots \dots (3)
\end{aligned}$$

$$L_s = \frac{L_{sd} + L_{sq}}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} + \frac{L_{sd} - L_{sq}}{3} \cdot \begin{bmatrix} C_0^\vee C_4^\vee C_2^\vee \\ C_4^\vee C_2^\vee C_0^\vee \\ C_2^\vee C_0^\vee C_4^\vee \end{bmatrix}$$

$$M = \left[\begin{matrix} M_{srd} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_4 \\ C_2 \end{bmatrix}, M_{srq} \begin{bmatrix} -S_0 \\ -S_4 \\ -S_2 \end{bmatrix}, M_{sfd} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_4 \\ C_2 \end{bmatrix}, M_{sfq} \begin{bmatrix} -S_0 \\ -S_4 \\ -S_2 \end{bmatrix} \right]$$

$$L_s^\nabla = \frac{L_{sd} - L_{sq}}{3} \cdot \begin{bmatrix} S_0^\nabla & S_4^\nabla & S_2^\nabla \\ S_4^\nabla & S_2^\nabla & S_0^\nabla \\ S_2^\nabla & S_0^\nabla & S_4^\nabla \end{bmatrix}$$

$$M^{\mathbf{v}} = \left[\begin{array}{c} M_{srd} \begin{bmatrix} S_0 \\ S_4 \\ S_2 \end{bmatrix}, M_{srq} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_4 \\ C_2 \end{bmatrix}, M_{sfd} \begin{bmatrix} S_0 \\ S_4 \\ S_2 \end{bmatrix}, M_{sfq} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_4 \\ C_2 \end{bmatrix} \end{array} \right]$$

$$C_0 = \cos(\theta) \quad C_0^\nabla = \cos(2\theta)$$

$$C_2 = \cos(\theta + \frac{2}{3}\pi) \quad C_2^\nabla = \cos(2\theta + \frac{2}{3}\pi)$$

$$C_4 = \cos(\theta + \frac{4}{3}\pi) \quad C_4^\nabla = \cos(2\theta + \frac{4}{3}\pi)$$

$$S_0 = \sin(\theta) \quad S_0^\nabla = \sin(2\theta)$$

$$S_2 = \sin \left(\theta + \frac{2}{3}\pi \right) \quad S_2^\nabla = \sin \left(2\theta + \frac{2}{3}\pi \right)$$

$$S_4 = \sin\left(\theta + \frac{4}{3}\pi\right) \quad S_4^\nabla = \sin\left(2\theta + \frac{4}{3}\pi\right)$$

 v : 各相の両端電圧 [V] l : 各相のもれインダクタンス [H]

i : 各相の電流 [A]

R : 各相の抵抗 $[\Omega]$

 τ_P : 発生トルク [N-m]

L : 各相の自己 インダクタンス [H]

θ : 回転子の位置 (電気角) [rad] M : 固定子・回転子間の

最大相互 インダクタンス [H]

最大相互 インダクタンス [H]

添字 s : 固定子側, s_1, s_2, s_3 は, 各相を示す。

r : ダンパ側, rd, rq は, d 軸, q 軸を示す。

f : 界磁・補償側, fd, fq は d 軸, q 軸を示す。

L_{sd}, L_{sq} は L_s より求められ, $L_{sd} \neq L_{sq}$ と入力することもできる。

2.3.2 誘導機要素

誘導機は 3 相対称構造とする。図 3. に等価回路を示す。電圧方程式及び発生トルクの式は同期機要素と同様に求められる。

回転子側の回路が簡単な場合は、回転子側を $d-q$ 変換し簡略化したモデル⁽⁴⁾を導出し計算時間の短縮を図っている。3相構造は Δ , Y, オープン Δ 等に結線できる。

2.3.3 関数回転機要素

各相を基準にしたモデルで、前記同期機・誘導機要素以外の多相モータ等の回転機を定義できる。使用者が式(2)、式(3)のような電圧方程式・発生トルク式を作成しサブルーチンで構成する。

2.3.4 機械側要素

電気側からの発生トルク τ_P が電源となり，機械負荷に伝達される。

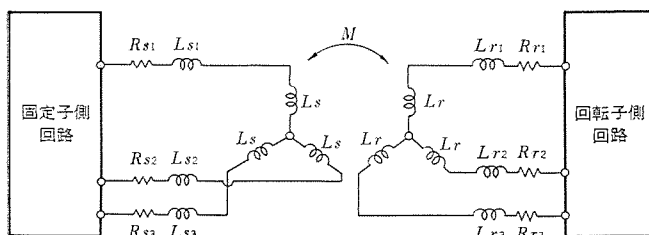


図 3. 誘導機の等価回路

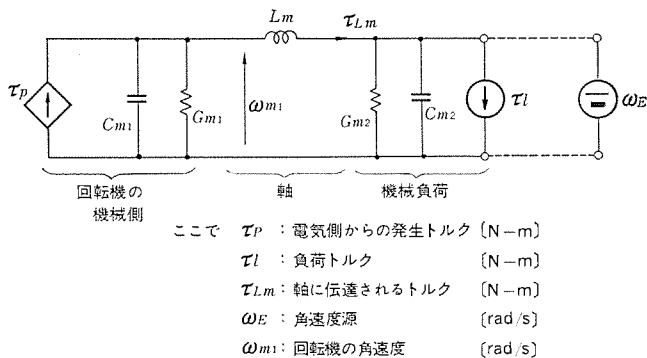


図 4. 機械系の等価回路

表 2. 電気系と機械系の等価表現

電 気 系	機 械 系
v	ω : 角速度 [rad/s]
C	C_m : 慣性モーメント [kgm ²]
$G=1/R$	G_m : 摩擦係数 [N-m·s/rad]
L	L_m : れじれ要素 [rad/N-m]
i	τ : トルク [N-m]

回転機の機械側・機械負荷及びその結合となる軸をモデル化すると図 4. となる。

機械系の要素は、電気系の要素と等価表現される。負荷トルク τ_l は、直流源又は関数源で与える。一定回転数又はある関数で回転させたい場合には、角速度源 ω_E を接続することもできる。

3. 回路解析

おのおのの要素の特性値・初期値及び接続状態から回路網方程式を導出し、数値積分することにより解が得られる。

3.1 F 行列の導出

回路網方程式の基本となる各要素の接続状態を 1 次独立に定義する基本接続行列 (F 行列) を求める。回路網を構成する要素は次の 9 種類である。

- E : 電圧源
- V_P : 回転機の誘起起電圧項
- C : コンデンサ
- R : 抵抗
- L_L : 線形リアクトル
- L_N : 非線形リアクトル
- L_M : 回転機のリアクトル項
- J : 電流源
- S : スイッチ

各要素を枝・各要素間の接続点を節点として、枝にフローを定め、節点-枝による回路接続行列 A_a を定義する。

1 次独立な回路網方程式を導出するために、木の概念を導入する。木枝を見つける手順を次に示す。

(1) 個々の枝に、 $S_{on} \cdot E \cdot V_P \cdot C \cdot R \cdot L_L \cdot L_N \cdot L_M \cdot J \cdot S_{off}$ の順に番号をつける。ここで S_{on} は オン 状態、 S_{off} は オフ 状態のスイッチ要素を示す。

(2) 枝の番号順に、その枝が木枝だけの閉路を構成する場合は補木枝とし、閉路を構成しなければ木枝とする。

各要素を木枝・補木枝に分ける。添字 t : 木枝、 l : 補木枝

木枝: $S_{on} \cdot E \cdot C_t \cdot R_t \cdot L_t \cdot S_{t off}$

補木枝: $C_l \cdot R_l \cdot L_l \cdot J \cdot S_{l off}$

$S_{l on}$, E_t , J_t は物理的に無意味なため省略する。 $S_{t off}$ は初期動作や断続動作で生ずる。

A_a より適当な 1 行 (この節点が基準節点となる) を除き、枝を木枝・補木枝に分け回路接続行列 A を定義する。

$$A = [A_t A_l] \quad (4)$$

次に A よりカットセット及び閉路の概念を用いて F 行列を導出する。基本カットセット行列 C ・基本閉路行列 B は、次式となる。

$$C = [1 \ C_0], B = [B_0 \ 1] \quad (5)$$

A_a , B , C の行列には、次の関係がある。

$$A \times B^t = 0, C \times B^t = 0 \quad (6)$$

式(4), 式(5), 式(6)から、 C_0 を F 行列として定義する。

$$C_0 = -B_0^t = A_t^{-1} \times A_l = F \quad (7)$$

F 行列を各要素を用い詳細に表すと、次式となる。

$$F = \begin{matrix} & (C_t) & (R_t) & (L_t) & (J) & (S_{t off}) \\ \begin{pmatrix} S_{on} \\ E \\ C_t \\ R_t \\ L_t \\ S_{t off} \end{pmatrix} & \begin{bmatrix} F_{SC} & F_{SR} & F_{SL} & F_{SJ} & F_{SS} \\ F_{EC} & F_{ER} & F_{EL} & F_{EJ} & F_{ES} \\ F_{CC} & F_{CR} & F_{CL} & F_{CJ} & F_{CS} \\ 0 & F_{RR} & F_{RL} & F_{RJ} & F_{RS} \\ 0 & 0 & F_{LL} & F_{LJ} & F_{LS} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & F_{off} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

キルヒホフ則 $B \times v_b = 0$, $C \times i_b = 0$ は、 F 行列で表現でき式(9)となる。添字 b : 枝、 t : 木枝、 l : 補木枝。

$$\begin{bmatrix} v_t \\ i_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F^t & 0 \\ 0 & -F \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} v_l \\ i_l \end{bmatrix} \quad (9)$$

基準節点よりの節点電圧 v_n は、 A_t , v_t から求まる。

$$v_n = [A_t^t]^{-1} \times v_t \quad (10)$$

3.2 状態方程式・観測方程式の導出

回路網方程式は、状態方程式と観測方程式であり、電気系の状態変数 X は v_{Cl} , i_{Ll} が対応する。

CRL 要素の オーム 則は、次式となる。

$$\begin{bmatrix} i_{Cl} \\ i_{Cl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_t \\ C_l \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{v}_{Cl} \\ v_{Cl} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} v_{Rl} \\ v_{Rl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_t \\ R_l \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_{Rl} \\ i_{Rl} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} v_{Ll} \\ v_{Ll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{tl} & L_{tl} \\ L_{ll} & L_{ll} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{i}_{Ll} \\ i_{Ll} \end{bmatrix}$$

CRL は各要素の枝特性値である。式(9), 式(11)から、 \dot{v}_{Cl} , \dot{i}_{Ll} についてまとめれば、状態方程式が得られる。

$$\begin{bmatrix} \dot{v}_{Cl} \\ \dot{i}_{Ll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{tt} & \beta_{tt} \end{bmatrix} \left\{ \begin{bmatrix} \alpha_{tl} & F_{EC}^t & 0 \\ 0 & -\beta_{tl} F_{LJ} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_E \\ i_J \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -F_{CR}^t & -F_{CL}^t & -F_{CJ}^t \\ F_{EL}^t & F_{CL}^t & F_{RL}^t & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_E \\ v_{Cl} \\ v_{Rl} \\ i_{Rl} \\ i_{Ll} \\ i_J \end{bmatrix} \right\} \quad (12)$$

ここで

$$\begin{bmatrix} i_{Rl} \\ v_{Rl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{tl} & \gamma_{tl} \\ \gamma_{tl} & \gamma_{tl} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{ER}^t & F_{CR}^t & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -F_{RL} & -F_{RJ} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_E \\ v_{Cl} \\ v_{Rl} \\ i_{Ll} \\ i_J \end{bmatrix}$$

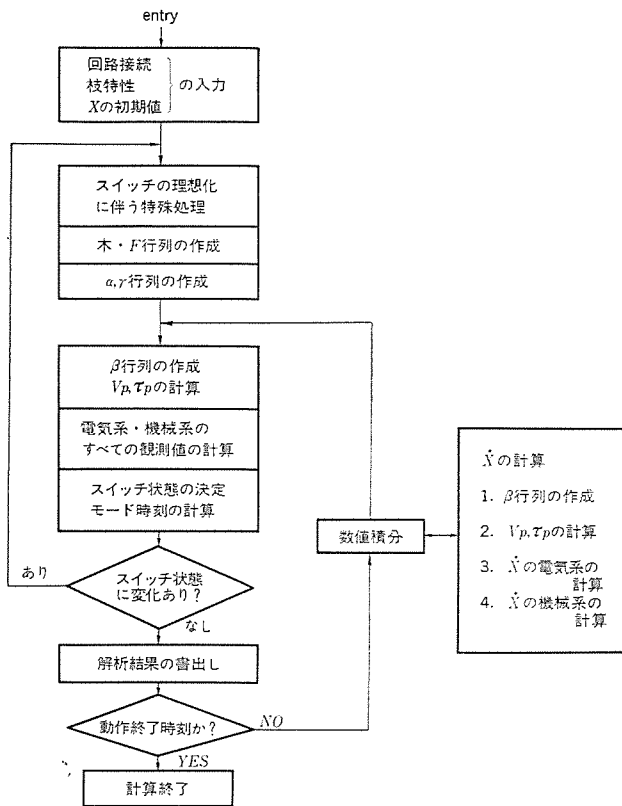


図 5. フローチャート

$$\begin{aligned}
 a_{li} &= C_i \\
 a_{li} &= C_i F_{ci} \\
 a_{li} &= (C_i + F_{ci} a_{li})^{-1} \\
 a_{li} &= -F_{ci} C_i \\
 \beta_{li} &= (L_{li} - F_{LL}^i L_{li} + \beta_{li} F_{LL})^{-1} \\
 \beta_{li} &= -L_{li} + F_{LL}^i L_{li} \\
 \beta_{li} &= L_{li} \\
 \beta_{li} &= L_{li} - L_{li} F_{LL}
 \end{aligned}$$

次に、すべての枝の電圧・電流を求める観測方程式を導出する。

$v_E, v_{Ci}, v_{Ri}, i_{Ri}, i_{Li}, i_j$ は、式 (12) から求められ、 v_{Li}, i_{Ci} は、式 (9)、式 (11) から求められる。

$$\begin{bmatrix} i_{Ci} \\ v_{Li} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{li} F_{ci} & a_{li} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{li} & -\beta_{li} F_{LL} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_E \\ v_{Ci} \\ i_{Ri} \\ i_{Li} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (13)$$

v_i, i_i は式 (9) から求められる。

回路網方程式は、あるスイッチ状態における方程式であり、数値積分を行って、途中でスイッチ状態の変化があれば、再度回路網方程式が導出される。

機械系においても、図 4. の回路網から状態方程式・観測方程式（省略）が導出される。状態変数 X は、 $\theta, \omega_{m1}, \omega_{m2}, \tau_{Lm}$ となる。

$$\begin{cases} \dot{\theta}_m = \omega_{m1} \\ \dot{\omega}_{m1} = (\tau_p - G_{m1} \omega_{m1} - \tau_{Lm}) / C_{m1} \\ \dot{\omega}_{m2} = (\tau_{Lm} - G_{m2} \omega_{m2} - \tau_{LJ}) / C_{m2} \\ \dot{\tau}_{Lm} = (\omega_{m1} - \omega_{m2}) / L_m \end{cases} \dots\dots\dots (14)$$

解析手順を図示すれば、図 5. となる。

表 3. スイッチの理想化に伴う特殊処理

名 称	処 理 内 容
スイッチの 2 次変化	他のスイッチ状態を変化させる。
状態の 2 次変化	コンデンサの電圧又はリアクトルの電流に分担させる。
	回路構成上、 $i_s(-)$ 、 $N_s(-)$ を無視する。

3.3 スイッチの理想化に伴う特殊処理

スイッチ要素を理想化しているため、オンからオフへ、オフからオンへスイッチ状態が移行する場合、そのモード変化時刻において

(1) 前のモードのオンのスイッチ電流 $i_{s(-)}$ は、後のモードで急に $i_{s(+)} = 0$ となり、

(2) 前のモードのオフのスイッチの電圧 $v_{s(-)}$ は、後のモードで急に $v_{s(+)} = 0$ となる。

このため、前のモードで $i_{s(-)} \neq 0$ 、 $v_{s(-)} \neq 0$ の場合には、表 3. で示す処理を必要とする。

更に、スイッチの理想化に伴う処理として非連結処理がある。オフスイッチだけのカットセットが生じた場合、回路網が電氣的に 2 つ以上に分離され、これらのオフスイッチ両端電圧が不安となる。それぞれの回路網は別々に解析される。これらの回路を連結状態にする処理である。

3.4 数値積分

状態方程式を解くための数値積分は、Runge Kutta Gill 法を採用している。数値積分の計算時間を短縮するには、きざみ幅の設定が重要となる。スイッチ状態の変化により固有値が変動しても、可変きざみ幅手法を用いて、最適なきざみ幅に自動的に設定している。スイッチ状態が変化する時刻は正確に計算している。

4. ミル用サイリスタモータへの適用

現在、当社で開発中のミル用 WM 形サイリスタモータ⁽⁵⁾ のシミュレーションを行った。このシステムは 2 組の順・逆コンバータを巧みに組合せて常に電源転流を行いつつ同期電動機に正弦波の電流を供給しトルクリップルを除去するとともに補償巻線により効率 1 近傍で運転できる方式である。構成図を図 6. に示す。

図 7. の i_{d1} 、 i_{d2} の電流が流れる場合、相電流 i_u は正弦波となるが実際には直流リアクトルや電動機のリアクタンス・コンバータにおける位相制御整流のための時間遅れなどの作用により、モータ周波数が高くなるにつれ i_{d1} 、 i_{d2} のパターンより遅れたりひずんだりする。この結

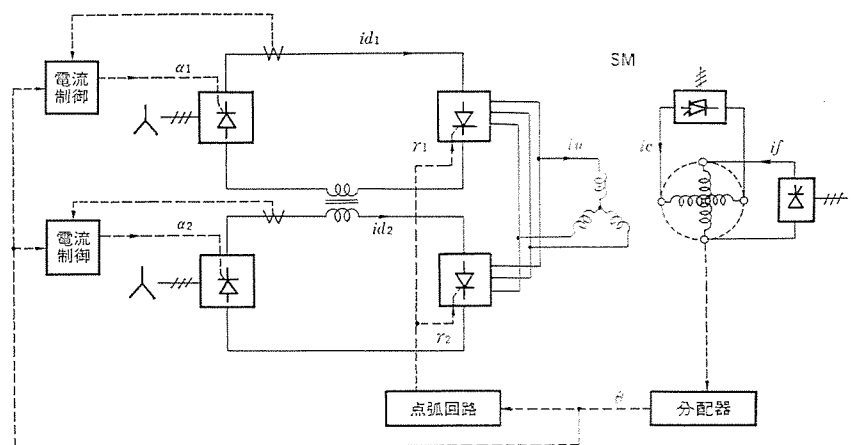


図 6. WM 形サイリスタモータ回路図

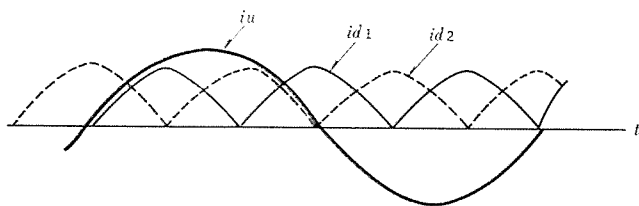


図 7. 電流波形理想パターン

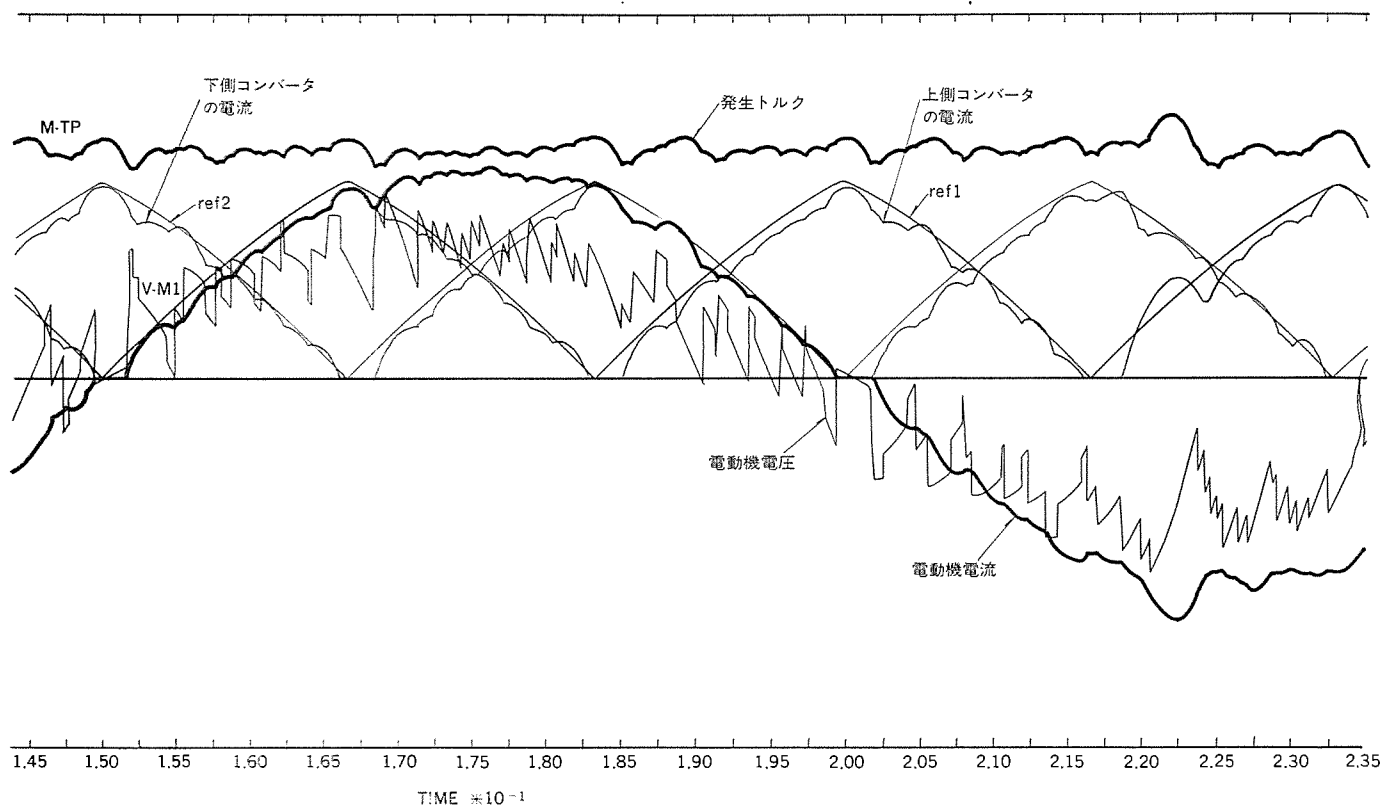


図 8. シミュレーション結果

果、力率や出力の低下・発生トルクの脈動等が生ずるおそれがある。この問題の場合モータ周波数と電源周波数が比較的近接しており、また動作範囲が広くサイリスタの制御特性の非線形性が無視できないなどにより、従来のマクロ的な近似解析では特性を表し得なかったが、このプログラムを用いることにより良好な結果を得ることができ設計に大いに役立っている。図 8. に電動機を 10 Hz で駆動した場合のシミュレーション結果を示す。

5. む す び

スイッチ及び回転機を含む RLC 回路網の実用的な過渡解析プログラムの概要とこれを用いたミル用サイリスタモータ特性解析例を示した。

このプログラムは、サイリスタ等のスイッチ要素、RLC 要素、電源要素、回転機及び回転機の負荷系等の異種の要素から構成される回路網の接続状態と特性から自動的に回路網方程式を導出し、これを数値計算するもので、設計者は任意にサイリスタ回路や制御回路を作成しそれぞれの要素の接続状態及びモータの巻線定数等の特性を入力

するだけで、始動から定常に至るまでのスイッチ要素とモータの電流・電圧波形の変化やトルク変動等がコンピュータのアウトプットとして得ることができる。

この結果、回転機制御装置の研究手段として、また比較的大規模システムにおけるシステム性能向上や設計裕度の低減に活用されている。(昭和 52-10-20 受付)

参 考 文 献

- (1) 村上ほか：回路とシステム理論研究会資料，CT 71-4 (昭 46)
- (2) 大附，渡部：信学会論文誌，51-A, No. 12 (昭 43)
- (3) 熊野，寺野：パワーエレクトロニクス研究会資料，No. 2 (昭 49)
- (4) 熊野，寺野，江藤：昭和 50 年度電気関係学会関西支部連合大会，G 3-46 (昭 50)
- (5) 甲木ほか：昭和 52 年度電気学会全国大会論文集，No. 888 (昭 52)

ホットメルト接着剤の適用評価

島本幸三*・宮尾国彦*・檜垣孝志*・原賀康介**

1. ま え が き

現在、数多くの電気機器が製造され、そのほとんどすべての機器に接着剤が使用されている。接着剤の使用量は他の材料に比べると少量ではあるが、使用法いかんによっては機器の生命を左右する重要な役割を果たすことが多い。したがって、接着剤の選定には十分な考慮を払わなければならない。特に家電機器では、対象となる被着物が金属・木材・プラスチック・紙・セラミックなど多種多様にわたるので、用いる接着剤の種類もおおのの使用条件に合わせて必然的に多くなっている。したがって、これらの多種多様の接着剤の中から対象機種に合った適切なものを選定するための研究は欠かすことができない。また、家電機器においては量産性を重視することから、設計の簡略化・製造プロセスの省力化・自動化などが重要な課題となってくる。筆者らはこのような観点から、速硬化形・省力形・無公害形接着剤として最近脚光を浴びてきたホットメルト接着剤について、テレビやスピーカーのキャビネットなどの木材への適用の可能性を検討したので報告する。

2. ホットメルト接着剤とは

ホットメルト接着剤（以下 HMA と略す）は主に熱可塑性高分子をベースポリマとし、これに各種の粘着付与剤・可塑剤・酸化防止剤などをブレンドしたもので、常温では固形状の無溶剤形接着剤である。HMA はアプリケーションと称する塗布装置で加熱溶融後、被着剤に塗布されて圧着・冷却されることにより、瞬間的に接着が完了する。したがって、ホットメルト接着方式は、従来の溶剤希釈形・反応形の接着剤では困難とされていた接着工程の合理化・高速化・省力化更には無公害化などを一挙に解決することができる。

HMA はそのベースポリマの組成から分類すると図 1. のようになる。このうち実際には（汎）用に供されているのは、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）が約 80 % と主流を占めており、その外ポリアミド樹脂・ポリエステル樹脂などが特殊な用途に用いられている⁽¹⁾。HMA はこれらのベースポリマにおおの表 1. に示すような改質材をブレンドしてあり⁽²⁾、その共通の特徴は次のとおりである。

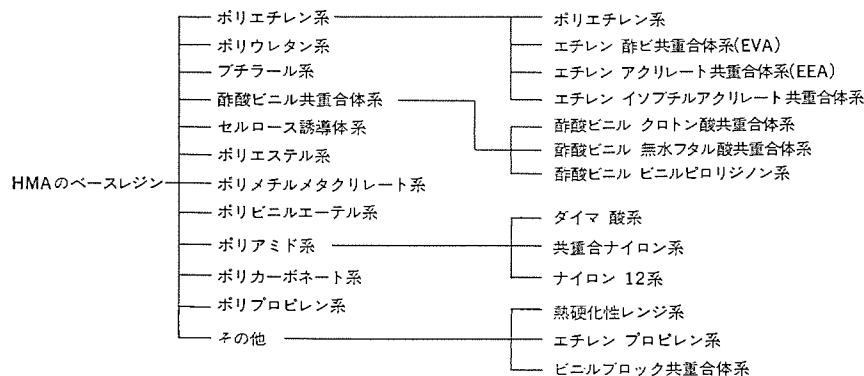


図 1. HMA の組成による分類

表 1. 副資材の種類とその役割

副資材	種 類	役 割
ワ ッ ク ス	パラフィンワックス マイクロクリスタリンワックス 低分子ポリエチレン など	(1) 溶融温度と粘度を低下させる。 (2) 被着体表面の濡れをよくする。 (3) 過度の粘着性の減少、ブロッキング防止 (4) コストの低減
可 塑 剤	DOP DBP TCP BBP など	(1) 溶融を容易にし可塑性を与える。 (2) 被着体表面の浸透性を高める。 (3) 耐衝撃性を改良する。
粘着性付与剤	ロ ジ ン ジ ス テ ル フェ ノ ール 樹脂 など	(1) 初期粘着性・残留粘着性を改良する。
充 填 剤	ク レ ー タ ル ク 炭 酸 カ ル シ ウ ム など	(1) コストの低減 (2) 収縮率の低下 (3) ブロッキング防止 (4) 過度の浸透性防止
酸化防止剤	パラフェニルフェノール など	(1) 加熱溶融時の酸化や分解の防止

- 長所：(1) 接着が瞬間的に完了する。
(2) 用途が広い。(ほとんどあらゆるものが接着可能)
(3) 再接着が可能である。
(4) 無溶剤・無公害形である。
(5) 作業性に優れ自動化しやすい。

- 短所：(1) 耐熱性に劣る。
(2) 高度の接着力を持たない。
(3) 外的条件（作業環境）によって接着力が異なる。
(4) 始動するまでに時間がかかる。
(5) アプリケータが必要である。

このような特徴を有する HMA の接着方式自体はとりわけ新しいものではなく、にかわ・アスファルトなどの天然高分子系のものが 18 世紀に既に使用されていた。

しかし、今日のように HMA が工業的に広範囲に使用され、接着剤の一分野を占めるようになったのは、優れた HMA 素材やアプリケーション*の開発及び社会的要請などに適合したためであろう。現在、

HMA は製本・包装・木工・合板・製靴など各分野で応用されてかなりの実績を積んでいるが、電気機器などへの適用はその緒についたばかりであり、現在各方面への応用が盛んに検討されている⁽³⁾。

(*アプリケーション：HMA は一般の接着剤のように、塗布だけで接着を完了することはできず、必ず HMA を加熱溶融する装置とこれを塗布する装置を使用しなければならない。この加熱溶融塗布装置をアプリケーションと称し、HMA にとってはアプリケーションの性能が接着剤自体の性能に劣らぬほど重要である⁽⁴⁾。)

3. 実 験

3.1 試 料

数多くのHMAが市販されているが、そのうち電気機器に適用可能と考えられる高性能のものを選んで評価した。

その供試接着剤を表2に示す。なお、この実験に使用した被着材は衝撃試験・L形圧縮試験がパーティクルボードである外はすべて合板(塩ビ化粧3プライ合板:5.5t)を用いた。

試料H, Iは溶剤形ゴム系と酢ビエマルジョン系の接着剤で、木材関係で多用されて実績もあるので比較・参考のために加えた。

3.2 試験片及び評価試験方法

各試験片の寸法形状は図2に示すとおりであり、各評価試験方法を以下に示す。

(1) 引張りせん断試験

測定温度:室温, 引張り速度:5 mm/min

(2) 曲げ試験

測定温度:室温, 曲げ速度:10 mm/min, 支点間距離:38 mm, 支点先端半径:4 mm

(3) L形圧縮試験

測定温度:室温, 圧縮速度:10 mm/min, 試験片先端とジグの間には、摩擦を少なくするためにテフロンシートを使用した。

表2. 試 料

試 料	内 容	軟 化 点	溶融塗布温度
A	EVA ベース, 低粘度タイプ	90~96°C	160~180°C
B	EVA ベース, 高粘度タイプ	100~106°C	180~220°C
C	EVA ベース, 高粘度タイプ	95~105°C	200~220°C
D	EVA ベース, 低粘度タイプ	90°C	160~180°C
E	EVA ベース, 低粘度タイプ		160~180°C
F	ポリアミドベース, 低粘度タイプ	165~180°C	180~200°C
G	反応タイプ	70°C	110~120°C
H	クロロブレンゴム溶剤タイプ	不揮発分 20%	—
I	酢ビエマルジョンタイプ	不揮発分 55%	—

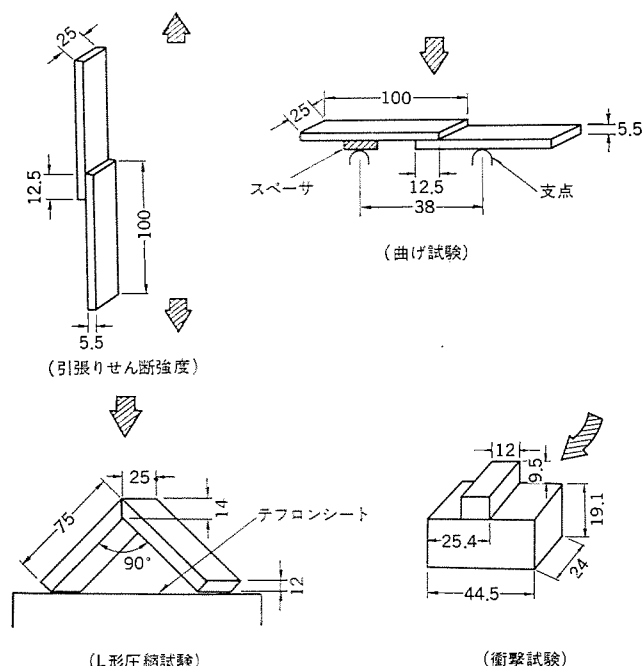


図2. 試験片形状と試験法

(4) 衝撃試験

測定温度:室温, 衝撃速度:3.3 m/sec

3.3 結果と考察

3.3.1 作業性(接着条件)

HMAは常温で固形であり、加熱溶融して被着剤に塗布し、素早く張り合わせて冷却するという接着方法であるため、その作業環境条件・最適接着条件をは(把)握しなければ、所期の接着強度を得ることはできない。HMAの接着強度に関与する要因には、接着剤の溶融温度・溶融粘度・オープンタイム(オープントイム)・被着材温度・圧縮圧力・塗布量などがあり、これらが互いに関連し合って複雑に影響する。そこでこれらの関係を明らかにするため以下の検討を行った。

(1) 溶融粘度の温度依存性

代表的なHMAの3種(A, B, F)について、粘度~温度変化をB形粘度計で測定し、その結果を図3に示した。図から分かるように、低粘度EVAタイプ(A)は160°Cを超えると粘度変化が比較的少なくなるが、高粘度EVAタイプ(B)は測定温度全域にわたってわずかな温度変化でも粘度は大きく変化する。また、ポリアミド系HMA(F)は160°Cでは溶融しないが、それを超えると急激に溶けはじめ低粘度EVAタイプとほとんど同じ傾向を示す。このように温度に敏感で鋭い軟化点を有するものは低分子量のポリアミドに見られ⁽⁵⁾、被着材に対する濡れは良好で硬化が速い。しかし、後述するようにややもろい性質であり、オープントイムの影響も受けやすい。

HMAの温度管理・アプリケーションの使いやすさやコストの観点からは低融点・低粘度のものが有利であるが、適用に当たっては各種の物性や温度~粘度特性などを考慮してHMAとアプリケーションを選定しなければならない。

(2) オープンタイム・圧縮圧力・溶融温度

HMAは接着が完了するまでの時間が秒単位で、従来の接着剤に比

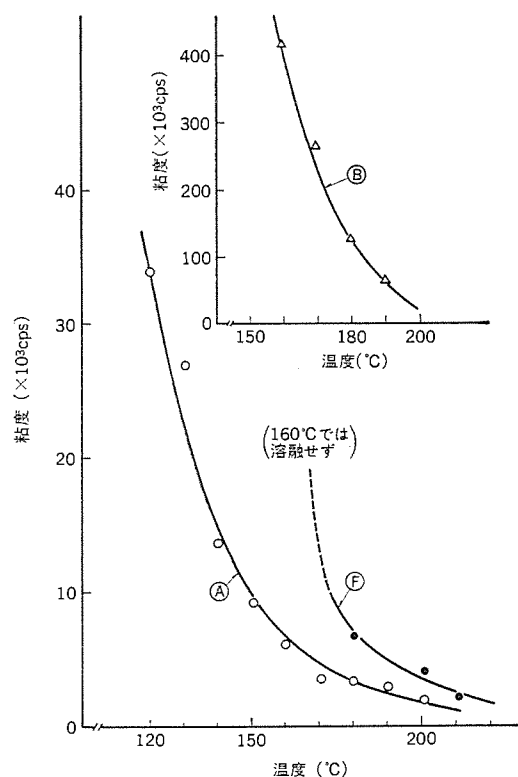


図3. 溶融粘度の温度依存性

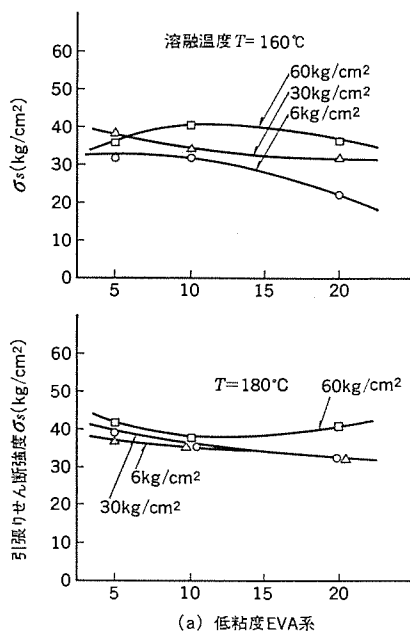


図 4. HMA の作業性

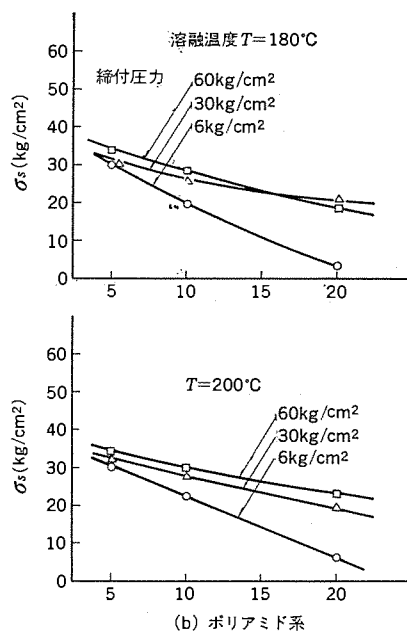


図 5. 接着条件と接着剤厚さ (試料⑤)

べ著しく短いことを特長としているが、あまり早すぎると接着作業が不可能となる。そこで、適度なオープンタイムを有するものが要求される。オープンタイムはラインの接着スピード・塗布から圧着工程までの距離を決定するもので、HMA を使用するラインでは最も重要な項目である。オープンタイムに関連する要因は種々あるが、その内の圧縮圧力・溶融温度の引張りせん断強度に与える影響について得た結果を図 4. に示す。(高粘度 EVA の図は省略) 高粘度 EVA (B)・低粘度 EVA (A) とともに各条件で 20 秒程度のオープンタイムでは強度の低下も少なく十分な強度を保持している。ポリアミドタイプはオープンタイムが 5 秒程度であると他の条件に関係なく 30 kg/cm² の強度を示すが、オープンタイムが長くなると強度はかなり低下し、溶融温度・圧縮圧力を増しても強度の低下は免れない。また、ポリアミド系 HMA の各接着条件における接着剤厚さをプロットすると図 5. のようになり、オープンタイムが長くなるに従って接着剤の厚さが急激に増加しており、接着条件が悪くなっていることが分かる。この接着剤厚さと強度の関係を図 6. に示したが、接着剤厚さが 0.3 mm を超えるような条件では急激に強度が低下している。このように、接着条件によって強度が変化することは HMA の欠点の 1 つであり、実用に際してはその条件を厳しく管理しなければならない。

(3) オープンタイム・塗布量・被着材温度

冬期と夏期では工場内の作業ふい気温度はかなり変化し、被着材の温度も異なることから接着強度の変化が懸念される。そこで、オープンタイム・被着材温度・塗布量の接着強度に与える影響について試料⑩、⑪を用いて検討した。その結果の一部を図 7. に示した。この結果から、HMA の塗布量が最もせん断強度に影響を及ぼし、次いでオープンタイムであり、被着材の温度はほとんど影響しないことが分かった。また、例えばラインスピードからオープンタイムが 30~40 秒、その時のせん断強度が 30 kg/cm² 以上という要求特性を想定して作業性と接着強度の関係を示したものが図 8. である。試料⑩は塗布量が少なくても満足な接着強度・オープンタイムが得られるが、⑪は⑩の 1.5~2 倍の塗布量を必要とし、コスト的にも不利となることが分かる。また、破壊の状態を調べると、塗布量が少なくオープンタイムが長い場合は⑩、⑪いずれも界面破壊を生じるが、一方、塗布量が多

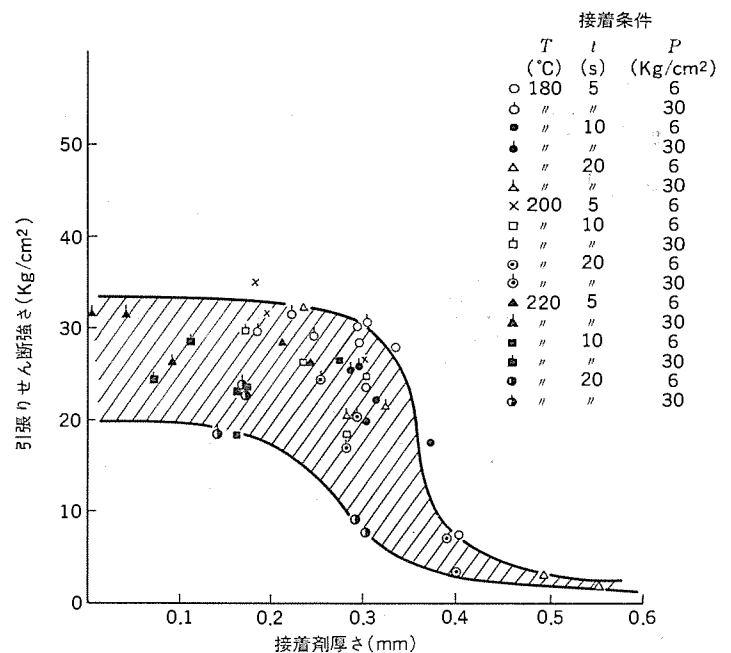


図 6. 接着剤厚さと引張りせん断強度 (試料⑤)

くオープンタイムが短い場合、⑩は材破で⑪は凝集破壊となる。

3. 3. 2 HMA の初期特性

前項では接着作業 (接着条件) における諸要因の接着強度に与える影響を明らかにしたが、ここでは各接着剤を最適条件で接着した場合の初期特性を調べた。接着条件を表 3. に、初期特性を表 4. に示す。また、接着条件は多少初期特性の場合と異なるが、引張りせん断強度の温度依存性を図 9. に示した。HMA の常温での諸特性を酢ビエマルジョン・ゴム系接着剤と比較すると、引張りせん断・曲げ強度は酢ビエマルジョン系とほぼ同等であり、ゴム系より高く、その破壊の状態はほとんど材破であった。衝撃強度では高粘度 EVA タイプの B, C がゴム系より優れているが、他の HMA はゴム系より劣っていた。一方、酢ビエマルジョン系と比べるとすべての HMA が優れていることが分かる。また HMA を合板製キャビネットへ適用する場合、キャビネットの構造・外力のかかり方などから考えると比較的事

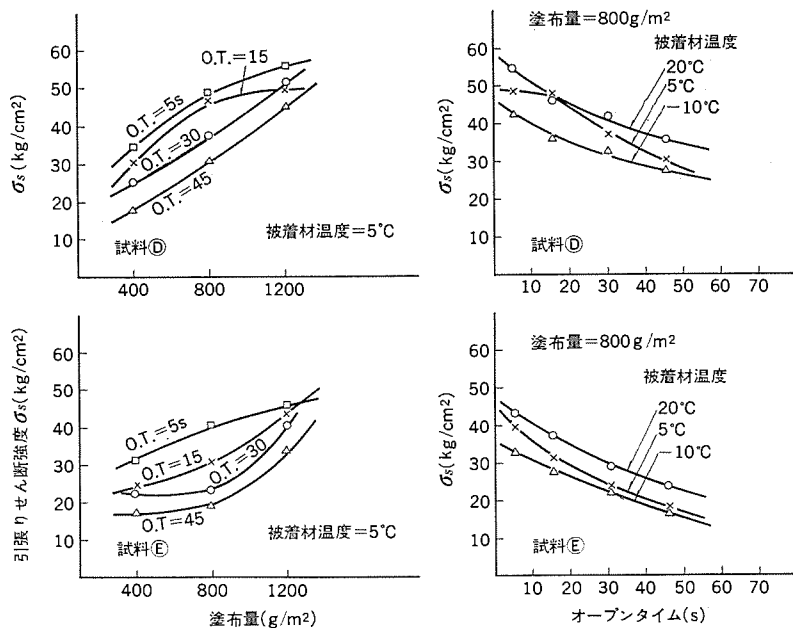


図 7. 低粘度 EVA タイプの作業性 (試料D・E)

表 3. 接着条件

条件	試料 A	試料 B	試料 C	試料 F	試料 G	試料 H	試料 I
溶融・塗布温度	200°C	210°C	210°C	210°C	110°C	室温	室温
塗布方法	アプリケーションター用*	アプリケーションター	アプリケーションター	アプリケーションター	ガラス棒にて塗布	スプレー	ガラス棒にて塗布
オープンタイム	3~5 秒	3~5 秒	3~5 秒	3~5 秒	3~5 秒	30 秒	—
圧縮方法/時間	指圧/10秒	指圧/10秒	指圧/10秒	指圧/10秒	指圧/10秒	指圧/10秒	クランプ/24時間

* アプリケーター：高粘度 HMA 用に開発されたもので、ノズル式・直接加熱方式である Nordson XII 形を用いた。

表 4. 各 HMA の初期接着強度特性

項目	引張りせん断強度		曲げ強度		衝撃強度		L 形圧縮強度	
	kg/cm²	破断状態*	kg/cm²	破断状態	kg·cm/cm²	破断状態	kg/25mm	破断状態
試料 A	46.0±4.3	B+A	9.6±1.9	B	3.9±1.3	C+B	27.4±1.0	B
試料 B	58.5±5.9	B+A	9.4±1.6	B	7.6±1.3	C+B	28.4±2.2	B
試料 C	44.0±12.5	B+A	9.5±1.9	B	19.2±1.4	B	23.3±2.6	B
試料 F	52.5±3.1	C	10.6±3.5	B	0.9±0.4	C	24.5±3.7	C
試料 G	62.7±5.4	B+C	8.8±0.9	B	1.9±0.3	A+C	13.1±2.7	C
試料 H	20.3±4.7	C	7.3±1.9	B	6.1±1.6	C	13.9±3.1	C
試料 I	54.8±18.6	B	9.3±1.2	B	2.9±0.3	B	16.7±2.2	B+C

* A：界面破壊，B：被着材破壊，C：凝集破壊を示す。

用状態に近いのが L 形圧縮強度である。この強度については反応形 HMA (G) 以外はいずれもゴム系・酢ビ系より優れていた。

このように常温における HMA の強度は衝撃強度が従来のゴム系・酢ビ系と比較して若干劣るものもあるが、ほぼ満足できる。

図 9. には温度特性を示した。HMA に限らずすべての供試接着剤は温度の上昇に伴って強度は急激に低下するが、特に EVA ベースのものは 60°C で 3~5 kg/cm² に低下した。ポリアミド系・反応形の HMA は 60°C で 15~20 kg/cm² の強度をもっており、酢ビ・ゴム系と同程度の耐熱性を有していた。前者に比べ後者のほうが耐熱性に優れている。

3. 3. 3 HMA の耐久性 (耐環境性)

HMA の耐久性に関しては研究例が少なく、不明の点が多い。そこ

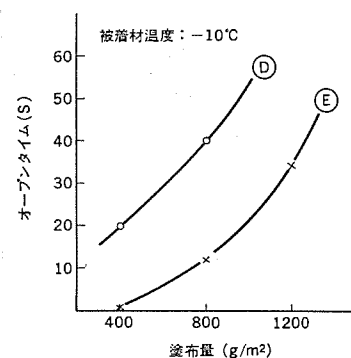


図 8. 30 kg/cm² 以上の強度が得られる接着条件

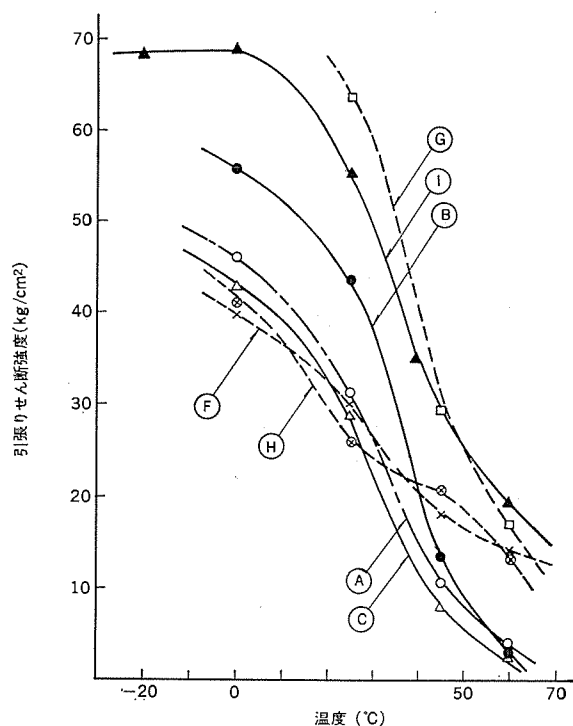


図 9. 各 HMA の温度特性

で我々は各種の環境条件における HMA の劣化挙動を把握するため、以下の実験を行ってゴム系・酢ビ系接着剤と比較し、その信頼性について検討した。

環境条件

(a) 耐湿試験

60°C/90 % RH のふい気中に試験片を 7 日、20 日暴露した後、室温にとりだして 1 日放置し、室温にて接着強度を測定した。

(b) 乾湿くり返し試験

50°C/dry/16 h ⇌ 60°C/90 % RH/8 h を 1 サイクルとし、5・10 サイクルのくり返しを与えた後、室温にとりだして 1 日放置し、室温にて接着強度を測定した。

(c) 冷熱衝撃試験

-40°C/dry/2 h ⇌ 室温 (20±2°C/55~65 % RH/1 min ⇌ 60°C/dry/2 h) を 1 サイクルとし、10・20 サイクルのくり返し冷熱衝撃を与えた後、室温にとりだして 1 日放置し、室温にて接着強度を測定した。

以上の環境条件で暴露したものについて、引張りせん断強度・曲げ強度・L 形圧縮強度・衝撃強度の変化を測定した。それらの結果の

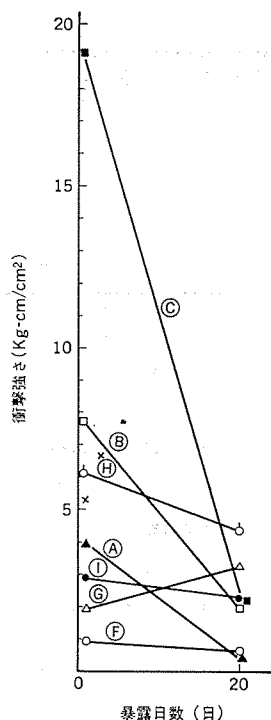


図 10. 耐湿性～衝撃強度

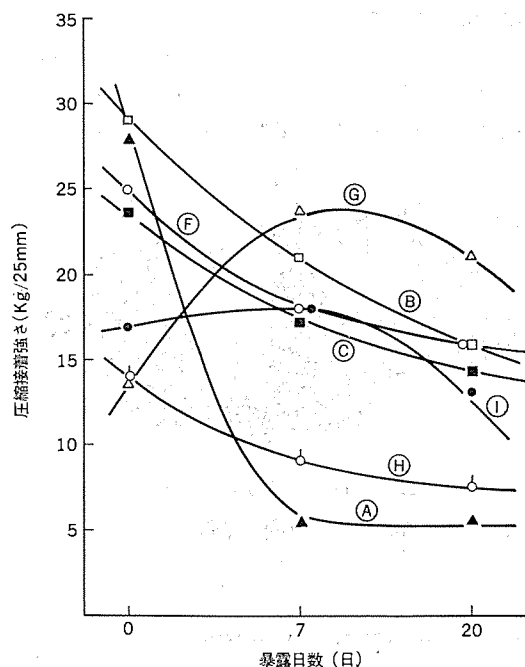


図 11. 耐湿性～L形圧縮強度

一部を 図 10., 図 11. に示した。これらの耐久性の結果をまとめると次のようである。

(1) 低粘度 EVA 系 HMA

すべての暴露条件で強度低下が激しく、特に乾湿くり返し・耐湿試験における L 形圧縮強度・衝撃強度の低下が著しい。また、破壊状態も強度の低下に伴って材破から凝集破壊に変わっており、湿度や熱によって接着剤の凝集力が著しく低下するものと考えられる。この原因は、接着剤の軟化点が低い (90～96℃) ことや粘度低下を目

的にワックスが多く配合されているためであろう。

(2) 高粘度 EVA 系 HMA

試料⑧・⑨は共によく似た劣化傾向を示し、耐湿試験での衝撃強度の低下が著しい。しかし初期値が高いので、劣化後も酢ビ系と同等の強度を保持する。圧縮強度・曲げ強度も低下はするが、劣化後も破壊状態は材破であることから、接着力は十分保持していると考えられる。

(3) ポリアミド系 HMA

各環境条件で L 形圧縮強度に低下が見られるが、引張りせん断・曲げ・衝撃強度はほとんど低下せず、耐久性に優れていることが分かる。しかし、衝撃強度は初期値があまりにも低いので実用上問題となるであろう。一般に、脂肪族ポリアミドの機械的強度は、くり返し単位のメチレン基濃度に対するアミド基濃度が高い程大きくなり、逆にアミド基濃度が低い程吸湿性は小さく、ふんい気湿度の影響を受けにくい⁽⁶⁾。この実験では低分子量タイプについて評価を行ってきたが、耐久性の結果から判断して、アミド基濃度は小さいものであろう。

(4) 反応形 HMA

今回評価した内では最も高い接着力と優れた耐久性を示し、各劣化環境下で逆に強度が上昇している。これはこの HMA が反応形であるため、各環境に暴露中に湿気と熱によって硬化反応が更に進んで凝集力が増加したためであろう。この HMA に限り、硬化を十分進めるために試験開始まで 8 日間室温 (23±3℃/55～60 % RH) に放置したが、反応は完全に進んでおらず、高湿度下では更に硬化反応が進行することが分かった。

以上、いろいろな環境下における HMA の耐久性を評価した結果、いずれの接着剤とも冷熱サイクルの影響はほとんど受けないが、耐久性は湿度に大きく左右されることが分かった。また、多湿環境下で最も影響を受けるのは衝撃特性であり、強度低下が著しい。このような耐久特性を十分考慮して、適用対象機種の外力のかかり方、使用環境条件などにそれぞれ適した HMA を選定することが肝要である。

4. む す び

木材への適用を対象として、HMA の諸特性について検討した。その結果、従来から多用されている酢ビエマルジョン系・ゴム系接着剤に代わって HMA は十分適用可能であることを示した。今後更に高性能な HMA の開発とアプリケーションの発達とあいまって、HMA の採用による接着工程の合理化・無公害化が進むものと思われる。また、その他電気機器分野への応用も増加していくであろう。本文がそのために多少とも参考となれば幸甚である。

参 考 文 献

- (1) 朝田：高分子加工，24，増刊，83 (昭 50)
- (2) 清野：高分子加工，24，増刊，135 (昭 50)
- (3) 坂野ほか：National Technical Report, 23, No. 3, 415 (昭 52)
- (4) 内田：日本接着協会誌，8，No. 3, 29 (昭 47)
- (5) 千葉：日本接着協会誌，8，No. 4, 17 (昭 47)
- (6) 井上ほか：日本接着協会誌，13，No. 6, 24 (昭 52)

新形NBブレーキモートル

松谷 英治*・井藤 博*・池田 洋一*

1. ま え が き

ブレーキモートルは、広く一般産業機械の駆動源として使用されているが、最近の産業機械は生産性向上、自動化・省力化などに対応し、ますます高速化・高能率化の傾向にある。これら高速化・高能率化が進むにつれて、機械の急停止、位置決め等の動作を行い、しかも高ひん度、高エネルギーの使用に耐え、機械的な信頼性が高く、かつ保守・調整が容易な安全ブレーキの要求が次第に多くなってきた。

新形NBブレーキモートルは、これらの目的を達成するために製作されたブレーキモートルであり、以下その仕様・特長・構造・動作的解析、ブレーキ特性等について述べる。

2. 仕様及び特長

2.1 仕様

新形NBブレーキモートルの標準仕様を表1.に示すが、出力0.75～15kWまで種々の形式のモートル（全閉外扇形、防滴保護形、フランジ取付形、立形など）に適用可能である。

2.2 特長

- (1) ブレーキ操作用として、3相交流電磁石を採用しているので動作が極めて迅速で、正確な急停止が得られる。
- (2) ブレーキ動作時の激しい衝撃力にも十分耐えるように、特殊ボルト、緩衝用ばね等の採用により機械的信頼性が向上した。
- (3) 構造が簡単で、しかもブレーキライニング摩耗時のギャップ調整、制動トルク調整、ブレーキの手動解放等の操作が外部より容易にできる。
- (4) ブレーキライニング接触部に亜鉛皮膜処理を施し、防せい(錆)性能を強化した。

表 1. 新形 NB ブレーキモートル 標準仕様

モ ー ト ル	外 被 保 護 構 造	全閉外扇形（足取付形） 防滴保護形（足取付形）
	時 間 定 格	連 続
	絶 縁 種	E 種
	電 圧、周 波 数	200/200/220 V, 50/60/60 Hz
ブ レ ー キ	出 力 範 囲	4 P : 0.75～15 kW, 6 P : 0.4～11 kW
	制 動 方 式	無励磁制動形（スプリング制動形）
	制 動 ト ル ク	0.8～15 kgm
	電 圧、周 波 数	200/200/220 V, 50/60/60 Hz
	絶 縁 種	E 種

3. 構造及び動作原理

3.1 構造及び動作原理

図1.に外観を示す。図に示すように、モートルの反負荷側に3相交流電磁ブレーキを取付けたもので、ブレーキはスプリング力により制動し、電磁力により解放する無励磁制動形（スプリング制動形）である。

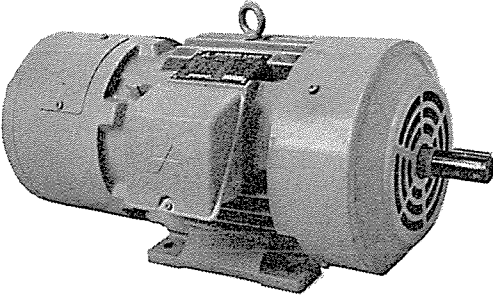


図 1. 新形 NB ブレーキモートル

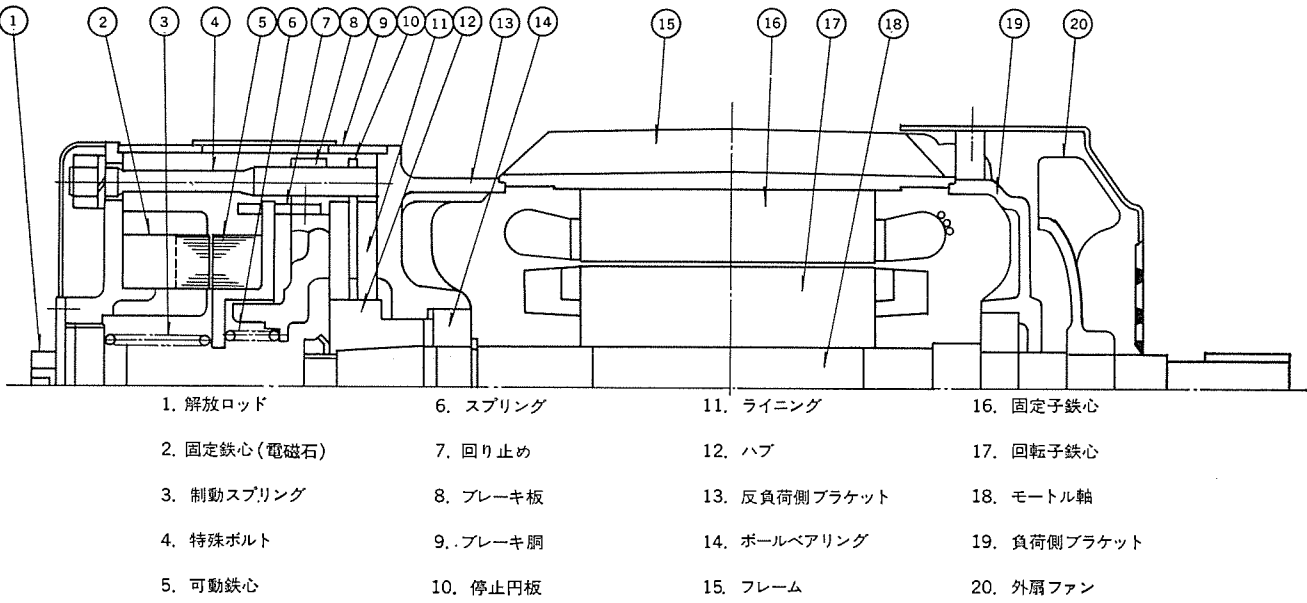


図 2. 構造断面図

図 2. はその構造断面図である。

ブレーキ電源を入れ、ブレーキコイルを励磁すると、電磁石の磁気吸引力がスプリング力に打ち勝って可動鉄心を吸引する。可動鉄心にはブレーキ板が一体となっており(螺)合されており、ブレーキ板に押し付けられていたライニングが解放され、モートル軸は回転可能となる。制動動作は、ブレーキ電源を切ると磁気吸引力が消失し、スプリング力によりブレーキ板は回転しているライニングを押し付ける。ブレーキ板及び停止円板はライニングとつれ回りしようとするが、ブレーキ板及び停止円板は特殊ボルトを案内として軸方向には移動するが、回転方向には若干のすきままで支持されているため、モートル軸より伝達された摩擦トルクは特殊ボルトで分担し、モートル軸は急停止する。

3. 2 ギャップ調整

長期間使用するとブレーキライニングが摩耗し、電磁石のギャップが大きくなるが、ギャップが大きくなると吸引不能になり、コイル焼損の危険性があるので、ブレーキ胴上のふた及び回り止めを取り除き、可動鉄心を回転させることによりギャップ調整が簡単にできる。

3. 3 制動トルク調整及び手動解放

制動トルクの調整は、解放ロッドを外側より回転させ制動スプリングの押し付け力を変化させることにより、簡単に調整できる。

また、ブレーキの電源を入れないで手動でブレーキ解放する場合は、前記解放ハンドルを制動スプリングの自由長になるまで緩めることにより可能である。

4. 衝撃トルク及び衝撃力

ブレーキにおいては、吸引時及び制動時に可動鉄心が電磁石あるいはライニングに衝突するので、ブレーキ部材に過大な衝撃トルク及び衝撃力が発生する。このためこれらの値を十分には(把)握し、特殊ボルトやブレーキ板の応力などブレーキ部材の強度を検討する必要がある。

4. 1 衝撃トルク

制動時生ずる衝撃トルクを求めるため、可動鉄心の運動エネルギー、スプリングのポテンシャルエネルギーから Lagrange の運動方程式をたて、制動時の可動鉄心動作速度 V_{0r} を求めると次式のようになる。

$$V_{0r}^2 = \frac{k_1}{m_1} (2\delta_0 x - x^2) + \frac{2}{m_1} \int_0^x f(x) dx \quad \dots\dots\dots (1)$$

$f(x)$: 可動鉄心に作用する電磁吸引力

m_1 : 可動鉄心の質量

k_1 : 制動スプリングのばね定数

δ_0 : 制動スプリングの初期たわみ

x : 可動鉄心の変位

また、制動時ライニングに作用する動的押し付け力 $F(t)$ は次式のようになる。

$$F(t) = k_2 \left\{ \frac{V_{0r}}{\omega_2} \sin \omega_2 t + \frac{k_1(\delta_0 - c)}{k_1 + k_2} \right\} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{ただし } \omega_2^2 = \frac{k_1 + k_2}{m_1}$$

k_2 : ライニングのばね定数

c : 電磁石のギャップ

t : 時間

したがって、モートル軸に作用する衝撃トルクはブレーキモートルを図 3. のようにモデル化して考え、制動面数を 4 とすれば次式のようになる。

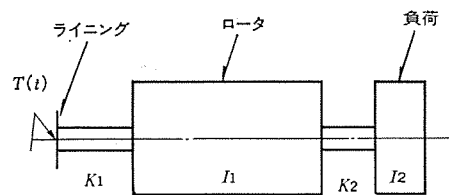


図 3. ブレーキモートルの力学的モデル

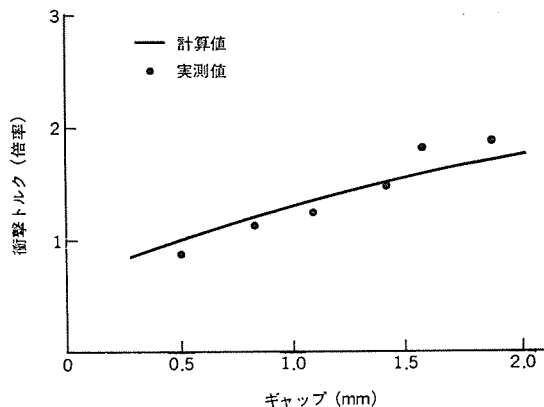


図 4. 衝撃トルクとギャップの関係

$$T_{\max} = 4 \mu r_e \left[\frac{1 - \frac{I_2}{K_2} \omega_2^2}{\frac{K_2}{K_1} - \left(1 + \frac{K_2}{K_1} - \frac{I_1}{K_1} \omega_2^2\right) \left(1 - \frac{I_2}{K_1} \omega_2^2\right)} \right] \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{k_2 V_{0r}}{\omega_2} + \frac{k_1 k_2 (\delta_0 - c)}{k_1 + k_2}$$

I_1 : ロータの慣性モーメント

I_2 : 負荷の慣性モーメント

K_1 : ブレーキ部とロータ間の軸のねじりばね定数

K_2 : ロータと負荷間の軸のねじりばね定数

ζ_1 : ロータのねじれ角

ζ_2 : 負荷のねじれ角

r_e : ライニング半径

図 4. に、式 (3) を用いて計算した衝撃トルクとギャップの関係及び実測値を示す。同図は定格ギャップ時の衝撃トルクを 1 として倍率で表してある。

4. 2 衝撃力

一方、吸引時に生ずる衝撃力を求めるため、吸引時の可動鉄心動作速度を求めると次式のようになる。

$$V_{0p}^2 = -\frac{k_1}{m_1} (c - x) \{ 2\delta_0 + (c + x) \} + \frac{2}{m_1} \int_0^x f(x) dx \quad \dots\dots\dots (4)$$

可動鉄心が式 (4) で求められる衝突速度で衝突後、可動鉄心及び電磁石は一体に運動すると仮定すれば、衝突後の両者の速度 v は運動量保存則より次式で求められる。

$$v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} V_{0p} \quad \dots\dots\dots (5)$$

したがって、図 5. のようなモデルで考えると可動鉄心が衝突した後、電磁石に使用する衝撃力は次式のようになる。

$$F_{\max} = k_3 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k_0}} v \quad \dots\dots\dots (6)$$

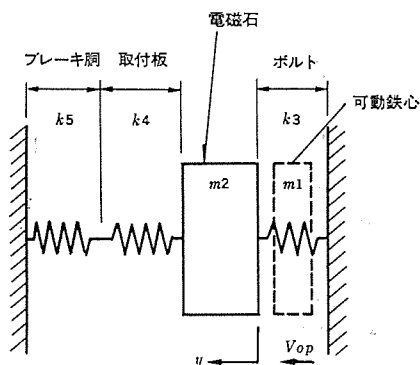


図 5. 電磁石取付部の運動モデル

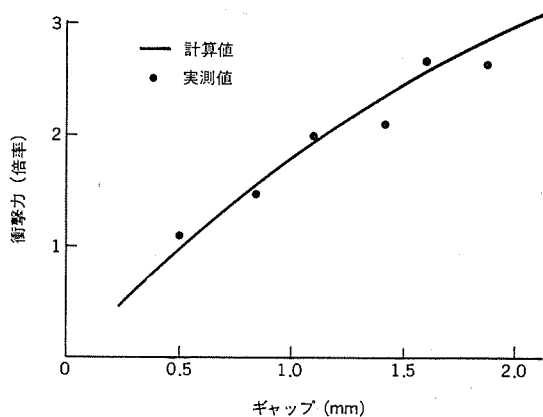


図 6. 衝撃力とギャップの関係

k_3 : 特殊ボルトのばね定数

k_0 : 系のばね定数 $k_0 = \frac{1}{\frac{1}{k_4} + \frac{1}{k_5}}$

図 6. に、計算結果及び実測値を定格ギャップ時の衝撃力を 1 とし、て倍率で表してある。

5. ブレーキ部材

5.1 特殊ボルト

図 7. (a) に示した細首ボルトに式(3)、式(6)で表される衝撃トルク及び衝撃力が作用したとき、ボルトに生ずる応力を導出する。衝撃トルクに対する曲げ変形モデルを図 7. (b) のごとく設定し、衝撃トルクは図中ボルト左端から l_1 の距離に作用するものとする。

式(3)で表される衝撃トルクが、制動時 1 本の特殊ボルトに作用するとすれば、図 7. (a) に示されたボルトの左端、左端から距離 l_0 の位置にある細首部終端、ボルト右端にそれぞれ生ずる最大曲げ応力 σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{b3} はおの次の式で与えられる。

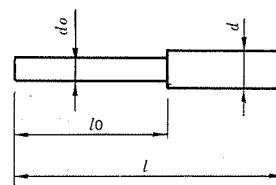
$$\sigma_{b1} = \frac{24}{\pi d^3} \frac{T_{\max}}{e} \frac{l_1 l_2^2}{l^2} \left(\frac{d}{d_0}\right)^3 \quad (7)$$

$$\sigma_{b2} = \frac{24}{\pi d^3} \frac{T_{\max}}{e} \frac{l_1 l_2^2}{l^2} \left\{ 1 - \frac{(l+2l_1)l_0}{el_1} \right\} \left(\frac{d}{d_0}\right)^3 \quad (8)$$

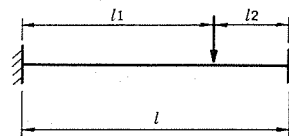
$$\sigma_{b3} = \frac{24}{\pi d^3} \frac{T_{\max}}{e} \frac{l_1^2 l_2}{l^2} \quad (9)$$

e : モートル軸と特殊ボルトの中心間距離

また、式(6)で表される衝撃力が n 本の特殊ボルトに均等に作用すると考えれば、図 7. (a) で示されるボルトの細首部に生ずる最大引張り応力は次式で与えられる。



(a) ボルト形状



(b) ボルトの曲げ変形モデル

図 7. ボルト形状と曲げ変形モデル

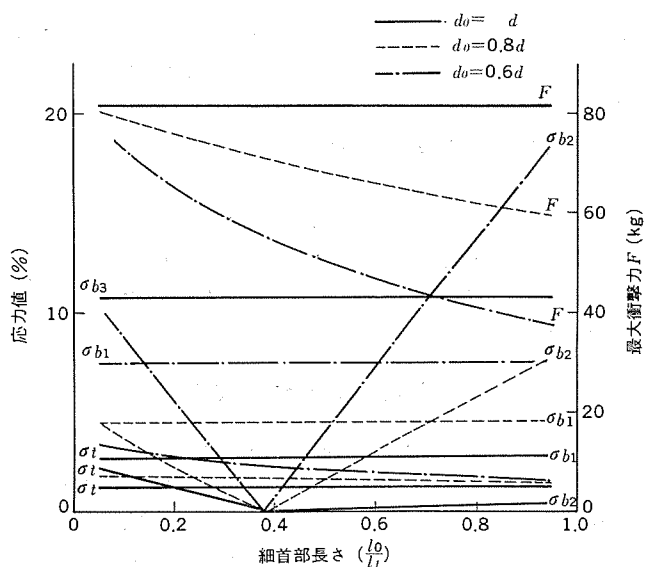


図 8. ボルト形状と応力及び衝撃力の関係

$$\sigma_t = k_3 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k_0}} v \frac{4}{\pi d_0^2} \quad (10)$$

図 8. はボルト形状と応力及び最大衝撃力の関係を計算した結果である。図中の応力値はボルト材の引張り強さを 1 としている。図に示すように、細首部径を細くすることにより σ_{b1} , σ_{b2} , σ_t は増大し、細首部長さを長くすることにより σ_t は減少する。一般にブレーキモートルにおいては、ボルトに生ずる曲げ応力は引張り応力に比べ十分大きい。したがって、ブレーキの構造、電磁石特性、ボルトの長さ l 、及び径 d により一義的に決まる曲げ応力 σ_{b3} を超えない範囲で適切な細首径 d_0 、細首部長を l_0 を選ぶことにより、電磁石に作用する最大衝撃力を十分に減少させることができ、相対的にブレーキ各部の機械的強度を向上させることができる。

5.2 ブレーキ板

ブレーキ板は可動鉄心とねじで結合されている。このため、前述のように可動鉄心吸引時には過大な衝撃応力が発生する。このような条件下において 100 万回以上の長期使用に耐えるよう、材質を普通鋳鉄より特殊鋳鉄に変更し、応力集中を緩和させるような形状とし、かつねじ結合部の遊びをなくするため、可動鉄心とブレーキ板の間にスプリングをそう(挿)入した。以上により機械的寿命が著しく向上した。

5.3 ブレーキライニング

5.3.1 角穴強度

図 9. に実験より求めたブレーキライニングとハブの初期クリアランス、及

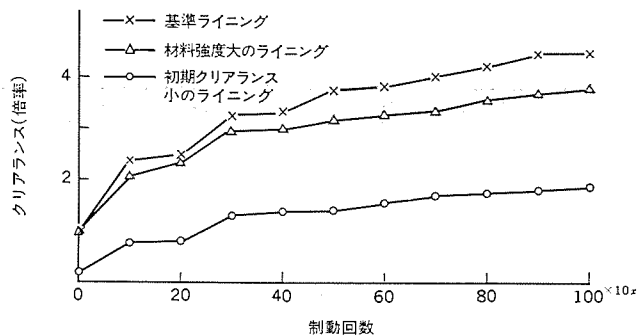


図 9. 初期クリアランスとライニング材料強度による制動回数とクリアランスの関係

表 2. ライニング防錆実験結果

番号	ライニング処理方法	亜硫酸ガスサイクルテスト R. N.	屋外放置テスト R. N.
1	無処理	1	3
2	亜鉛皮膜処理	9	10
3	樹脂皮膜処理	6	7
4	無処理 (ただし、ブレーキ板、ブラケットは亜鉛めっき処理)	10	10

R. N. (レーティングナンバー) は JIS D 0201 による

びライニング材の材料強度の違いによる制動回数とクリアランスの関係を示す。図中のクリアランスは基準ライニングの初期クリアランスを1とし、倍率で示してある。同図に示すように制動回数を重ねるごとにクリアランスは増大するが、初期クリアランスが小さく、またライニング材の材料強度(耐圧強度、衝撃強度、曲げ強度)の大きいライニングを使用することにより、ライニング角穴部の強度を向上させることができた。

5.3.2 防錆処理

ブレーキライニングの主成分であるアスベストは吸湿性の高い材料であり、吸湿すると鋳物接触面で発錆固着する。表2.に防錆実験結果の1例を示す。結果より明らかなようにライニングに関しては、樹脂あるいは亜鉛表面皮膜の形成が発錆に対して有効であることが分かった。新形NBブレーキでは、この結果を織込み防錆性能を強化している。

5.4 ブレーキ操作用交流電磁石

電磁石はけい素鋼板製の巻鉄心で、図11.に示すように固定鉄心部は6等分したコイルみぞ(溝)を設け、その中にブレーキコイルをそう入し、6個の磁極を形成し、樹脂で一体にモールドされており、機械的振動・衝撃・電氣的絶縁に対して高い信頼性を有している。

また、電磁石は最大ギャップにおいて定格電圧の-15%電圧で支障なく動作するよう吸引力に余裕をもたせ、結線は図12.に示すように同一コイルの内部結線替えにより簡単に倍電圧、異電圧用に対応可能となっている。

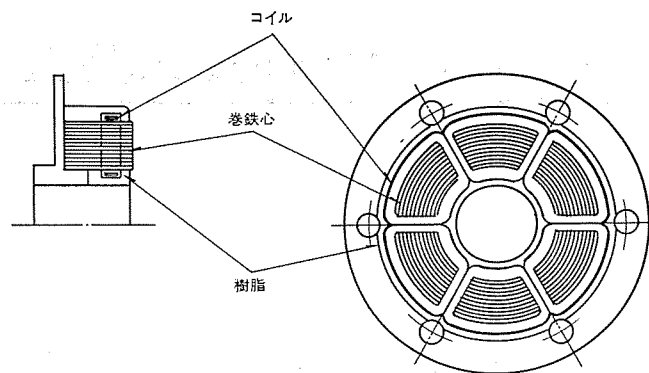


図 10. 巻鉄心構造

電圧	200V	220V	346V	380V	400V	415V	440V
結線	# Δ		# Y		Δ		

図 11. 電圧別の結線方法

6. ブレーキ特性

新形NBブレーキの特性を表3.に示す。

表中の定格ブレーキトルクは、JEM 1240 (1970) 6.6- (2) による低速付近(停止寸前)における動摩擦トルクで表し、ブレーキ形番は定格ブレーキトルクを示している。標準品のブレーキトルクはモートル定格トルクの150%以上に設定してある。

また、ライニングの許容制動仕事量は、使用摩擦材であるアスベスト系レジンモールドの摩擦特性より、摩擦面温度が100 deg となるときの仕事量で決めている。

表 3. 新形NBブレーキ特性一覧

形番	定格 ブレーキ トルク (kg・m)	ライニング 許容 制動仕事量 (kgm/min)	ライニング 許容 摩耗量 (mm)	電磁石特性*		電磁石 ストローク		動作時間		ブレーキ 単体 重量 (kg)
				入力 (W)	電流 (A)	初回 (mm)	調整 限界 (mm)	同切 り時 (sec)	別切り (sec)	
NB-0.8C	0.8	220	4	11	0.28	0.5	1.5	0.09	0.026	6.5
				7	0.14			0.07	0.026	
NB-1.5C	1.5	350	6	11	0.28	0.5	1.5	0.13	0.022	9.5
				7	0.14			0.11	0.022	
NB-2.2C	2.2	600	6	15.5	0.35	0.5	1.5	0.17	0.027	15
				11.5	0.22			0.15	0.027	
NB-4C	4	850	7	22.5	0.62	0.5	1.5	0.17	0.027	17.5
				15.5	0.38			0.15	0.027	
NB-7.5C	7.5	1,100	7	28	0.63	0.5	1.5	0.24	0.036	36
				20	0.38			0.16	0.036	
NB-15C	15	1,300	7	59.5	1.15	0.5	1.5	0.23	0.025	44
				49	0.68			0.15	0.025	

* : 上段 200 V 50 Hz 下段 200 V 60 Hz

7. む す び

以上、新形NBブレーキについて概要を説明したが、更に研究を進め、より合理的・経済的な製品の製作に努力したい。

なお、この論文では紹介できなかった詳細なブレーキ選定、あるいは応用例などは別の機会に述べることとしたい。

ミシンの新形布押さえ装置

井上登志夫*・成田 正夫*・堀 本 耕 一**

1. ま え が き

最近の縫製業界は、経済界全般の大量消費時代から安定成長時代への移行に伴い、より一層の省力化、設備の合理化を要求されている。更に製品の付加価値を高める必要上、高級品指向に移行しており、省力機械や自動機械導入への関心はいよいよ高まってきた。しかし縫製業界全体を見ると、大規模な省力機械や自動機械を導入できる企業はごく限られており、現状では簡単な自動機械やミシン本体の性能向上でこれを解決していかなければならない状態に置かれている。

一方、近年化学繊維の発達は著しく、種々の特徴を持つ素材が開発されている。薄く、やわらかく、伸縮性に富み、着ごちのよい、ファッション性の高いニットはその代表的なものである。これらの新しい高級衣料素材の出現に伴って縫製上に新しい問題が生じてきた。

この縫製時の問題点の1つにシームパッキングがある。シームパッキングとは縫製時に発生する縫じわ、縫ずれ、縫ちぢみ等のことである。これらが、縫製品の品質判定上重要なポイントとなる衣料の外観を著しく損なうため、シームパッキングが少ないミシンの開発がミシン製造メーカーに要望されている。

この論文では、このシームパッキングの発生を少なくする新形布押さえ装置について述べる。

2. 構造と動作

2.1 ミシンの布送り構造

現在最も一般的な下送りミシンの構造を図1.に示す。下送りミシンでは送り歯と布との間に摩擦力を発生させ、これによって布送りを行う。図1.で明らかに、上軸が回転するとその運動は送りカム、送りロッド、送り軸を介して送り台に伝えられる。送り台に取付けられた送り歯は、図2.(a)に示すように、上軸1回転ごとに針板面から上昇して布送りを行い、沈下して元の位置に復帰する(楕円運動を繰り返す)。また摩擦力を発生させる押さえ装置では押さえ棒、布押さえ、押さえ棒の回り止め用の押さえ棒だき、縫糸案内の上糸案内が一体となって運動する。これを押さえばねで下方に押し付けて、ミシン運転時針板面より上昇した送り歯との間に布をはさみ、送り歯と布間に摩擦力を発生させて布を送る。また送り歯沈下時には布を針板面に押し付けて保持し、縫製に必要な間欠送りが行われる。

2.2 従来形布押さえ装置の問題点

従来形布押さえ装置には次のような構造上の問題がある。

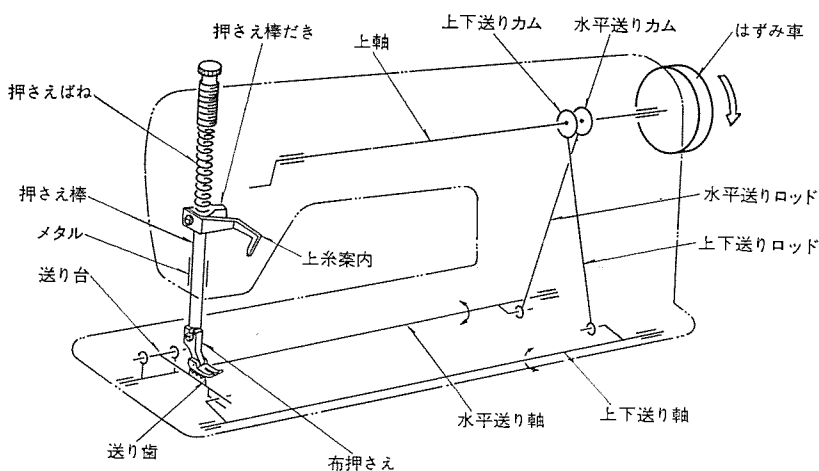
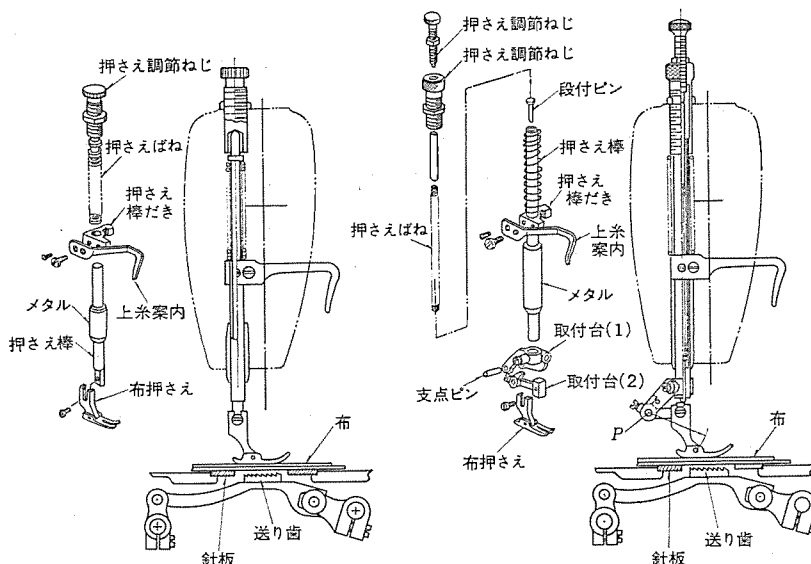


図1. 下送りミシンの構造



(a) 従来形布押さえ装置

(b) 新形布押さえ装置

図2. 従来形布押さえ装置と新形布押さえ装置の構造

(1) 2.1節で説明したとおり、送り歯とともに布押さえ、押さえ棒、押さえ棒だき、上糸案内が一体となって上下に運動する。現在当社が標準形ミシンに採用している従来形布押さえ装置の動作部重量は約75gで、慣性が大い。

(2) 押さえ棒だきがアームのみぞにかん(嵌)合して回り止めをしているので、布押さえ動作時この部分で摩擦力が発生しやすい。

(3) 布送り方向に対して押さえの運動が垂直方向であるため、押さえ棒案内穴とのこじれが発生しやすい。

シームパッキングの発生を少なくするには許せる限り低い初期押さえばね力で縫製することが好ましいとされる。しかし高速運転時には運動部品の慣性や摩擦、こじれ等によって布押さえ追従性能が低下してジャンピング現象を起こすため、あまり初期押さえ力を小さく

できなかった。また小さい初期押さえ力で縫製する場合はミシンを低速で使用する必要があった。

2.3 新形布押さえ装置

以上の欠点を改良する目的で図2.(b)の新形布押さえを考案した。押さえ棒の下端に取付台(1)を固定し、支点Pに取付台(2)を取付け、その先に布押さえを取付けている。押さえ力は中空の押さえ棒内に押さえばねを配し、取付ピンを介して布押さえに与える。かくして、送り歯が上昇しても押さえ棒は動かず、布押さえは支点Pを軸に回転する。この場合の動作部品重量は26.5gである。このような新形布押さえ装置は従来形に比べて

- (1) 動作部品の質量が小さく、運転時の慣性力が小さい。
- (2) 摩擦部分が少なく、摩擦力、こじれ力の発生が少ない。

などの特長があるので、高速運転時の布押さえ性能が改善されると予想される。以下に解析と実験により、性能が改善されることを実証する。

3. 解析

ここでは、送り歯が1周期運動するあいだの布押さえに作用する押さえ力を計算する。計算にあたって

- (1) 布押さえ踏面と布の間以外に摩擦力は発生しない。
- (2) 布押さえは送り歯の上下運動に追従して離れることはない。
- (3) 各構成部品は剛体として動き、それらの弾性変形は無視できる。

と仮定する。

新形の布押さへの計算モデルを図3.に示す。これは段付ピン、取付台(2)と布押さえ上部が一体となったもの、及び布押さえ下部の3個の部品からなる。それぞれの重心を G_1 , G_2 , G_3 とし、取付台(2)の支点をP、布押さえ上部と下部のピン結合点をQ、段付ピンと取付台(1)の接触点をRとする。図3.(a)のように x , y 座標をとり、それぞれの点の位置を (x_{G1}, y_{G1}) , (x_P, y_P) , ...のように x , y にこれらの点の記号を添字として付けて表す。送り歯の位置を針板面からの高さ h と傾き角 θ で表すと、幾何学的関係からこれらはすべて h と θ で表すことができる。すなわち次のような形の式を得る。

$$\left. \begin{aligned} x_{G1} &= f_1(h, \theta), y_{G1} = f_2(h, \theta) \\ x_Q &= f_3(h, \theta), y_Q = f_4(h, \theta) \\ y_R &= f_5(h, \theta) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

f_1, f_2, \dots の具体的内容をここでは省略する。図3(b)に示すように各力とモーメントを定義する。送り歯の押し上げ力及び布と押さえ踏面間の摩擦力を、 G_3 に集中して作用する力 F_{3x} , F_{3y} とモーメント M_3 で代表させると、これらは次のような連立1次方程式の解として与えられることができる。

$$A\{F_R, F_{Qx}, F_{Qy}, F_{3x}, F_{3y}, M_3\}^T = B \dots\dots (2)$$

Aは6行6列マトリクスでその各要素は x_Q, y_Q, x_{G3}, y_{G3} 及び押さえ踏面摩擦係数 μ で表すことができる。Bは6次元ベクトルでその各要素は x_Q, y_Q, x_{G3}, y_{G3} 及びこれらの加速度で表される。式(1)により、A, Bは最終的には h と θ

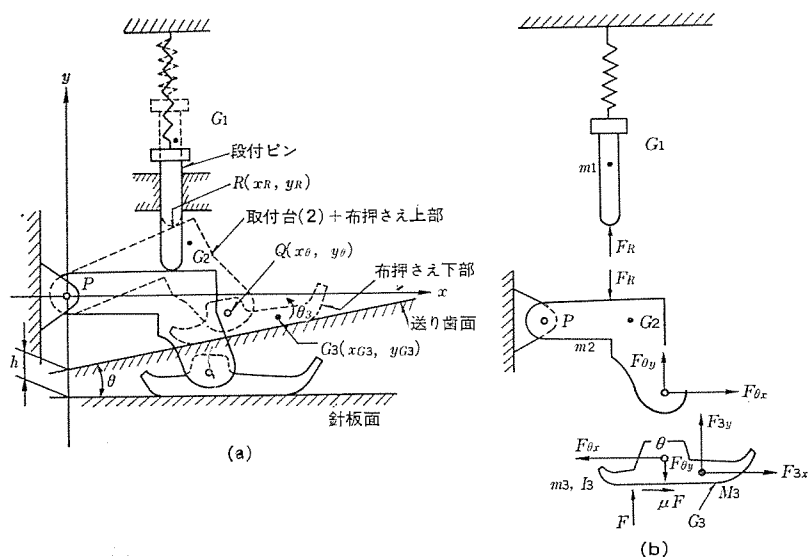


図3. 新形布押さえ装置の計算モデル

及びこれらの加速度に依存する。記号 T は縦長のベクトルを横長に書いたことを意味する。時間 t に対する時々刻々の h, θ のデータを与えれば式(1)によって各時刻ごとの各変数値が得られ、更に式(2)によって力、モーメントが計算される。 F_{3y} を押さえ踏面の布押さえ力とみなすことにする。

従来形布押さえ装置についても図3.と同様な単純化した計算モデルを考え、式(1), 式(2)に対応する式を得る。新形布押さえ装置の計算と共通の h, θ のデータを与え、 F_{3y} を計算して両者を比較する。

4. 計算結果

以上の解析式を用いて数値計算を行った。 h には上軸回転角10度ごとの実測値を与え、 θ は微小なので常に θ_0 とおいた。式(1)によって得た10度ごとの各変数値を2次曲線でつなぎ、それらを時間で2回微分して加速度とした。

図4.に従来形布押さえ計算結果を示す。図中 θ_A は送り歯が針板

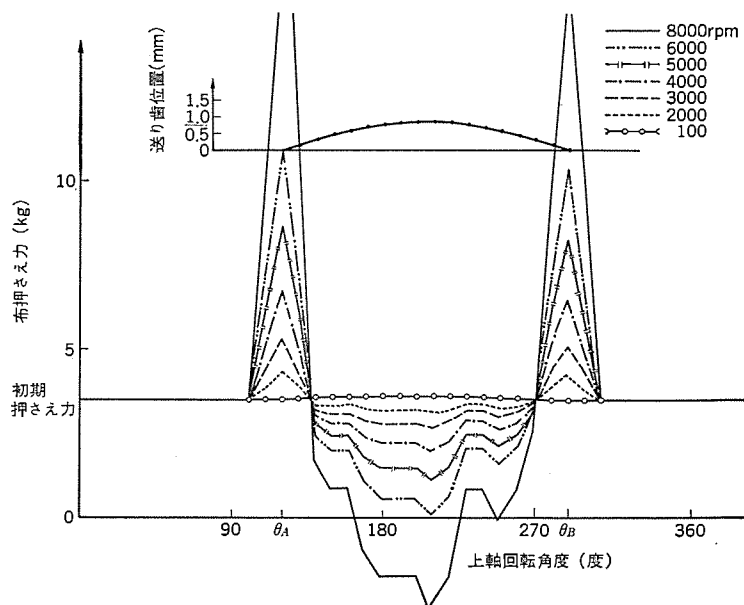


図4. 従来形布押さへの押さえ力計算結果

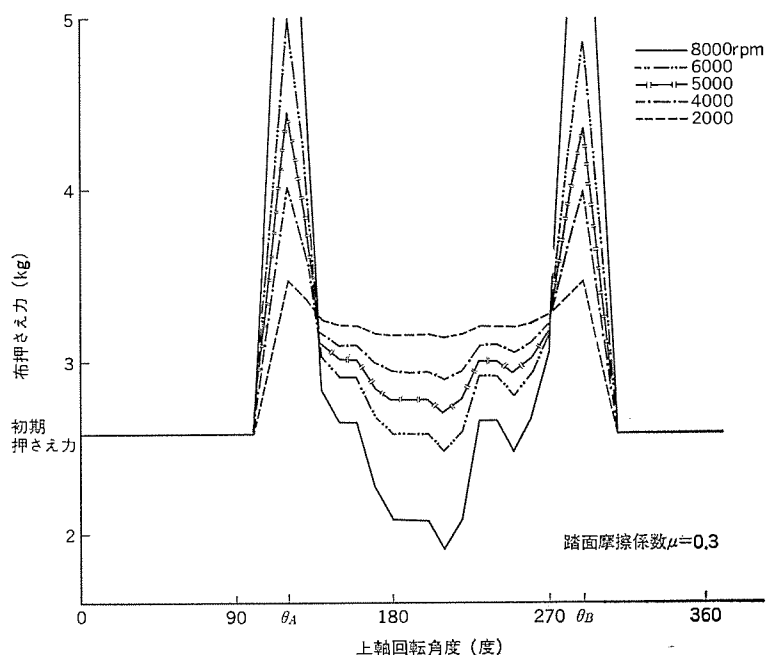


図 5. 新形布押さえの押さえ力計算結果

面より上に出る瞬間、 θ_B は下へ隠れる瞬間で布押さえ速度が不連続に変化するために大きな衝撃力が発生する。図中上部に計算に使用した h の測定値を示す。上軸回転速度 100 rpm 以下では慣性力がばね力より小さいため、押さえ力は上にとつ(凸)となっている。2,000 rpm では慣性力がばね力に勝って押さえ力は初期力 3.5 kg より減少している。更に回転速度が上昇すると、8,000 rpm ではついに押さえ力が負になる。すなわち実際の布押さえは送り歯の動きに追従できずに離れる瞬間のあることが分かる。

図 5. に新形布押さえの計算結果を示す。 h の値及び θ_A 、 θ_B などの意味は図 4. と同様である。従来形と比べて上軸回転速度 8,000 rpm の場合にも押さえ力はゼロに対して十分余裕があり、送り歯に対する追従性はずっとよく改善されていることが分かる。また、速度を落としていくと、従来形では初期押さえ力 (3.5 kg) のレベルに収束して行くのに対し、新形では初期押さえ力 (2.5 kg) よりもずっと高いレベルに収束するのが見られる。これは、押さえ踏面摩擦力が押さえ力に影響を及ぼしてそれを増加させるため、詳細は後述する。

5. 実 験

図 6. のように押さえ支柱の両面に半導体ひずみゲージ A~D を張り、そこに作用する押さえ力と曲げモーメントを測定した。

図 7.~図 9. に実験結果の例を示す。各図中には測定波形の外に上軸 1 回転に 1 個の パルス 信号を入れてあり、これは送り歯がほぼ最高位置に達した瞬間に発生するように調節した。記号 θ_A 、 θ_B の意味は図 4.、図 5. と同様で、それぞれ布押さえが送り歯と衝突する瞬間及び布押さえが針板面と衝突する瞬間である。 θ_A から θ_B までの間が布送り作業で、 θ_B から θ_A までの間では布押さえと布は静止して針縫作業が行われる。

図 7. は新形布押さえの押さえ力変化、図 8. は従来形布押さえの押さえ力変化である。新形の押さえ力変動幅は約 2 kg であるのに対して従来形のそれは約 15 kg と非常に大きくなっており、特に θ_A 、 θ_B の瞬間の衝撃力が大きい。これは従来形布押さえ装置の可

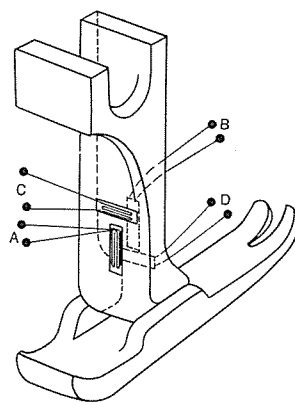


図 6. ひずみゲージの位置

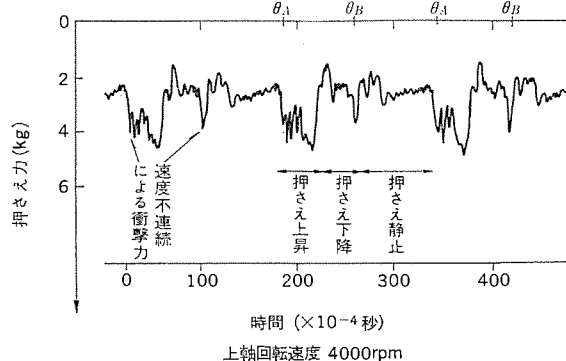
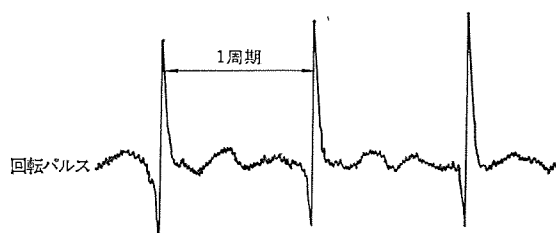


図 7. 新形布押さえの押さえ力実験結果

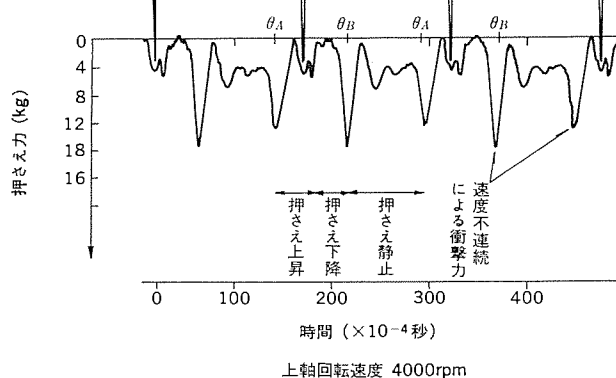
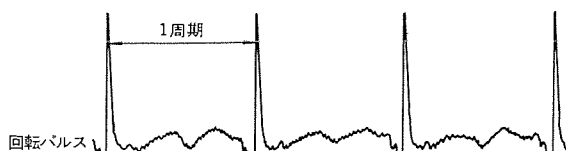


図 8. 従来形布押さえの押さえ力実験結果

動部分の質量が新形のそれに比べて非常に大きいことに原因している。また、従来形では、計算結果にも現れているとおり、 θ_A から θ_B の間の布押さえ動作中の押さえ力が静止中の押さえ力よりも減少しているのが見られる。これも質量の大きいことが原因であり、

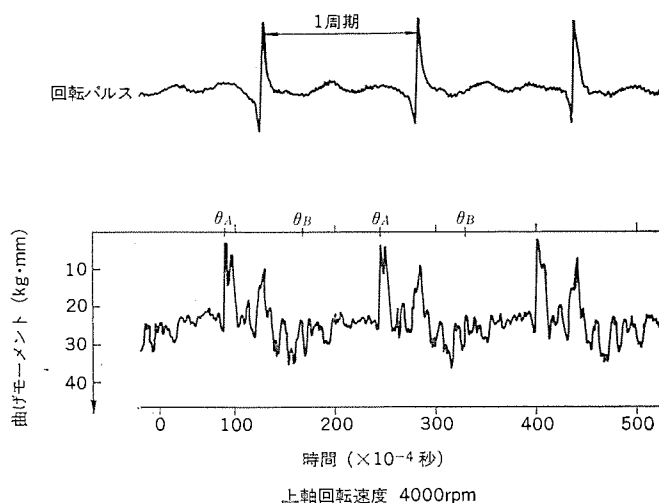


図 9. 新形布押さえの曲げ モーメント 実験結果

高速になると布押さえが送り歯の動きに十分追従できなくなっていることを示す。ここには示さなかったが、更に高速運転をすると新形と従来形の傾向の差はもっと著しくなり、従来形の押さえ力はついにゼロになって布から離れる可能性があることが分かった。図 7. 及び図 8. の波形は慣性力のほかに、機械各部件の相対すべり運動によって発生する摩擦力の影響を受けている。したがって実験と計算は完全には一致しない。この点については後で触れる。

図 9. は新形布押さえ装置の曲げ モーメント 測定値の 1 例である。ここには示さなかったが、従来形布押さえ装置の曲げ モーメント 変動量は図 9. に比べてはるかに大きく、ひずみ計信号が飽和して正確な波形の測定は不可能であった。

新形布押さえ装置は従来形よりその押さえ力、曲げ モーメント 共に変動量が少なく、布送り力にむらが生じないので結果的にシームパッキングが起りにくいと推測できる。

6. 押さえ力波形の定性的な意味

計算及び実験で得られた布押さえ力の波形は、以下のように考えることによってその定性的な意味をとらえることができる。

まず従来形・新形を問わず両形式布押さえ装置の動きを上下方向運動とみなして図 10. のようにモデル化する。送り歯による強制変位を $x_0(t)$ 、押さえばねのセット時初期たわみを Δl とすれば押さえ力 F は摩擦を無視して

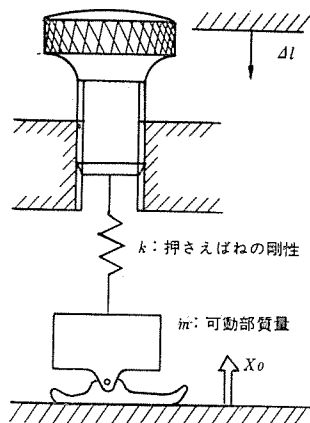


図 10. 布押さえ装置の単純化 モデル

$$F = md^2x_0/dt^2 + k(x_0 + \Delta l) \quad \dots\dots\dots (3)$$

で与えられる。送り歯の上下動はほぼ正弦関数で近似できるので、その運動の上側半分だけが針板面より上側に来るとすると、布押さえの上下動は図 12. の正弦半波になる。したがって発生する押さえ力 F は正弦波の振幅を a 、角速度を ω とすると式 (3) より

$$F = \begin{cases} am(\omega_0^2 - \omega^2) \sin \omega t + k\Delta l & (\text{押さえ作動中}) \\ k\Delta l & (\text{押さえ静止中}) \\ +\infty & (\text{動作から静止へ、静止から動作へ移行する瞬間}) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。ただし $\omega_0^2 = k/m$ でこれは布押さえの固有角振動数である。

次に新形布押さえ装置の運動について、慣性を無視し、その支点まわりの回転運動に着目すると、これは図 11. のようにモデル化できる。布押さえ踏面と布間の動摩擦係数 μ によって図中に矢印で示した方向に摩擦力が発生する。図中 f は押さえばねの押さえ力、 θ は布押さえの傾き角である。支点 P まわりのモーメントのつり合い式をたて、この式を F について整理すると

$$F = f / (1 \mp \mu \tan \theta) \quad \dots\dots\dots (5)$$

となることが分かる。式 (5) の複号は上が前進送り、下が逆送りの場合を表している。

式 (4) と式 (5) より押さえ力波形の定形的な形は図 12. 下部に示したようになる。すなわち、式 (4) より押さえ動作中は上軸回転角速度 ω が ω_0 以下であるか以上であるかによって上に又は下に凸となる。押さえばねの初期押さえ力 $k\Delta l$ が小さいか、あるいは質

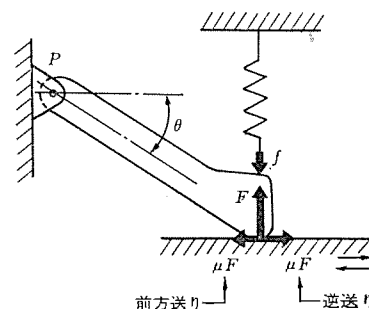


図 11. 新形布押さえ装置の単純化 モデル

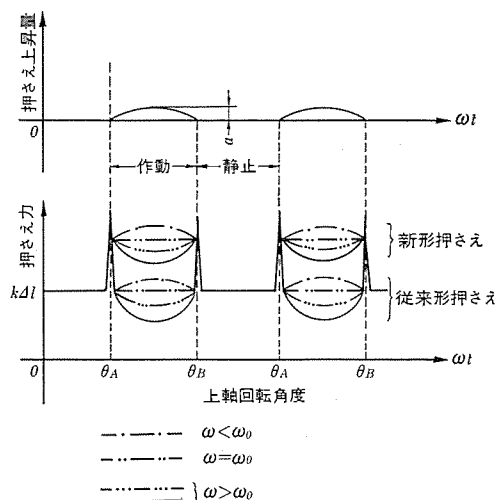


図 12. 布押さえ力の定形的波形

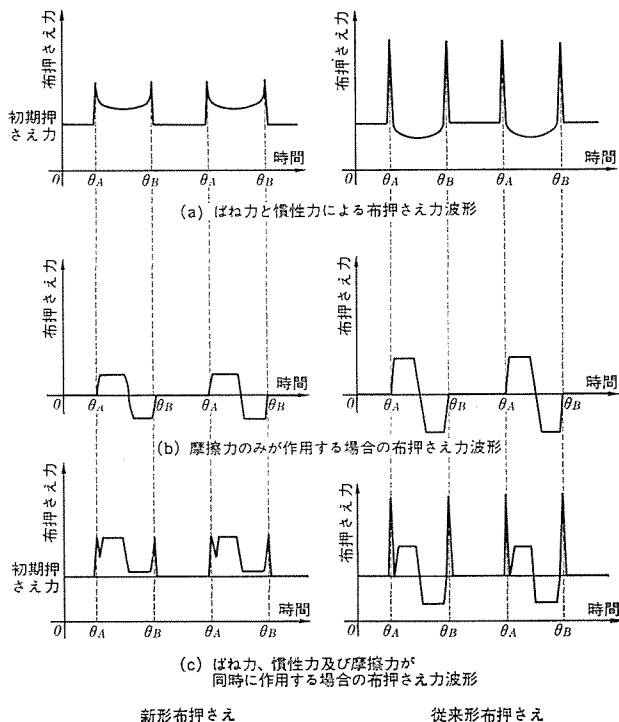


図 13. 布押さえ力の基本波形

量 m 、振幅 a が大きい場合に共振周波数を超えて運転すると押さえ力が負になる可能性があることも分かる。 $\omega=\omega_0$ の場合、従来形では動作中押さえ力は初期押さえ力 $k\Delta l$ に等しいが、式(5)より明らかなように、新形で前進送りの場合、摩擦力の影響で押さえ力は $k\Delta l$ よりも大きくなる。したがって、新形布押さえ装置を高速で運転しても動作中の押さえ力の減少が補償され、布送り送り歯の動きに追従できなくなる懸念が緩和される。すなわち押さえばねの初期押さえ力を小さくしても、布押さえが布の上でジャンプすることなく高速運転ができる。

押さえ力の実測波形は、以上のばね力と慣性力の外に、装置各部品間の相対すべり運動によって生ずる摩擦力が加わったものと見ることができる。図 13. (a) はばね力、慣性力のみが働くとした場合、図 13. (b) は部品相互間に摩擦力のみが働くとした場合の推測図で、布押さえの上昇時と下降時にはそれぞれの運動を妨げる方向に働く。図 13. (c) は (a) と (b) を合成した波形で、これは実験結果と傾向がよく一致している。すなわち、実際の布押さえ装置では慣性力、ばね力及び摩擦力が合成されて作用している、と見ることができる。図 7.、図 8. からこの摩擦力を読みとれば、新形ではこの変動量は約 2 kg であるのに対し、従来形では 4 kg 以上にもなっており、摩擦力の観点からも新形のほうが優れていることが分かる。2 章にも述べたとおり、従来形では構造的に摩擦及びこじれが発生しやすく、円滑な運動が妨げられる原因となっている。

7. 縫製実験

以上の計算と実験の結果、新形布押さえ装置が従来形布押さえ装置に比べて高速運転時の安定性が高く、またミシンを同じ速度で使用するならば、新形押さえ装置のほうが低いばね初期押さえ力で布送

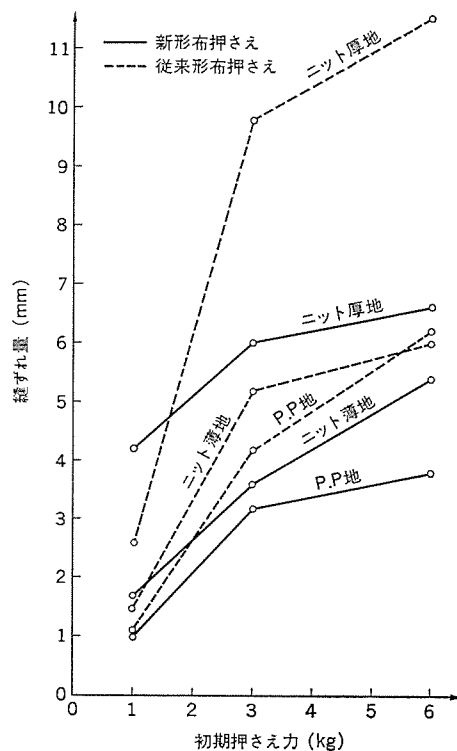


図 14. 縫ずれ量と押さえばね初期押さえ力の関係

りの目的を達成できることが分かった。ばね初期押さえ力と縫ずれの関係を実験で調べた結果を報告する。

図 14. は、同一ミシンで同一縫製条件のもとに、布押さえ装置だけを新形と従来形に取替えて実験したものである。縫ずれ発生要因として、縫い合わす布の種類や重ね枚数、使用ミシンの種類、縫速¹度、使用者の技術等が挙げられるが、この図より新形のほうが一般に縫ずれ量が少なく、また新形・従来形を問わず初期押さえ力が大きくなるほど、縫ずれが大きくなる傾向にあることが分かる。この結果より、縫ずれを防止するには押さえばねの初期押さえ力を小さくしたほうが有利といえる。初期押さえ力が小さければ送り歯による製品の損傷も少なくなる。

8. むすび

これまで述べたことを要約すると次のとおりである。

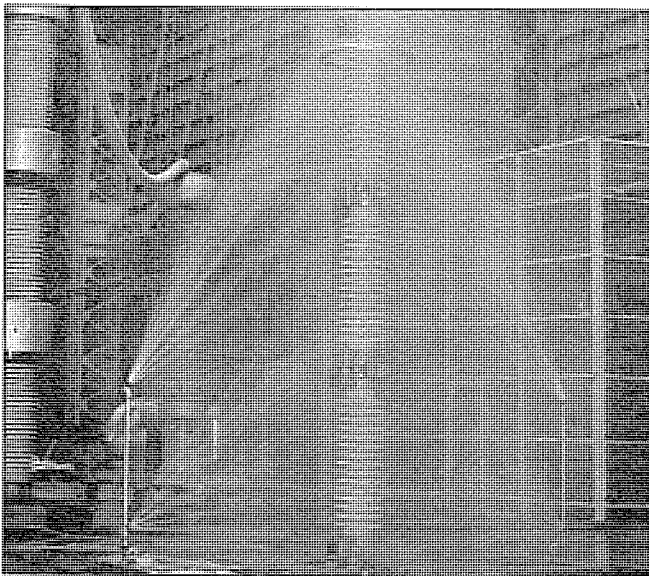
- (1) 新形布押さえ装置は、従来形と比較して慣性のはるかに小さいため押さえ力の変動が少なく、送り歯の動きに対して安定した追従性能を有する。
- (2) 新形布押さえ装置は、その構造上摩擦部分が少ないので摩擦による押さえ力の変動も従来形より小さく、この意味においても安定した追従性能を有する。
- (3) 新形布押さえ装置は、従来形に比較して曲げモーメントの変動も小さい。
- (4) (1)～(3)の結果、新形布押さえのほうが布送り力のむらが少ないため、シームパッカリングは発生しにくくなる。

なお、この論文で紹介した新形布押さえ装置は、当社の DB-189 形工業用ミシンにフローティングフット付ミシンとして採用され、好評を博している。(昭和 52-11-16 受付)

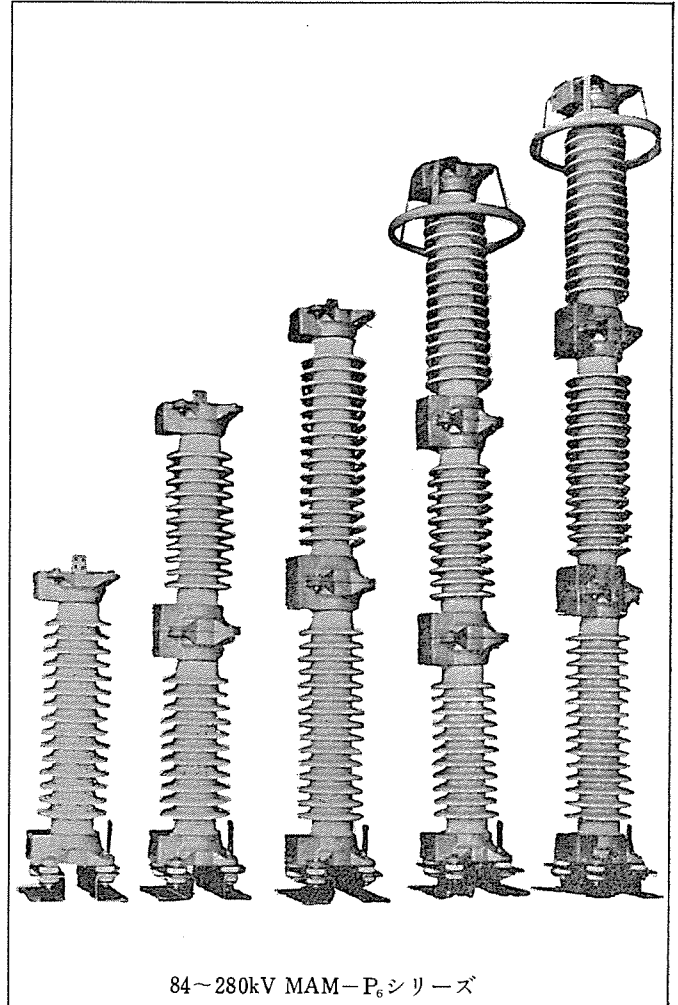
三菱電機はソリッドステートタイプの新形電力用避雷器シリーズを完成し、このたび公開形式試験を好評のうちに終了しました。この避雷器は従来形の避雷器と異なり、直列ギャップなしで特性要素を積重ねて構成します。これは、特性要素として理想的な極めて優れた非直線性の電圧-電流特性(系統の定格電圧では絶縁物と考えられる程度の電流しか流れない)をもつ酸化亜鉛(ZnO)を主成分にした焼結体を採用したことで実現したものです。この避雷器は下記のような特長をもち、今後の電力用避雷器の主流になるものとして注目を集めています。なお、当社では500kV用重責務酸化亜鉛式避雷器も近く完成の予定です。

特長

- 特性要素だけで構成できるため軽量で、従来形と比べて内部要素の容積比も $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}$ と大幅に小形化でき、ガス絶縁変電所(GIS)用避雷器として最適です。
- 直列ギャップがないために急峻波過電圧に対して応答遅れがありません。
- 続流がないため、避雷器で処理するエネルギーが小さくなり、多重重責務にも問題なく使用できます。
- がいし形構成の場合には汚損による特性上の変化がないため耐汚損形・活線洗浄形が容易に実現できます。
- 三菱酸化亜鉛素子には開閉サージ動作責務静電容量のクラスごとに大形素子を適用しますから、構造が簡単になり、高い信頼性が得られます。



280kV MAM-P₆汚損試験状況



84~280kV MAM-P₆シリーズ

仕様

適用規格 JEC156およびJEC156改訂案(JEC203)

公称放電電流 10kA

(1) 開閉サージ動作責務静電容量25 μ Fシリーズ

がいし形 28~140kV標準形(形名MAL-P₁)

耐汚損形(形名MAL-P₆)

タンク形(GIS用)

84~140kV単相形(形名MAL-T)

三相一括形(形名MAL-Y)

(2) 開閉サージ動作責務静電容量50 μ Fシリーズ

がいし形 84~280kV標準形(形名MAM-P₁)

耐汚損形(形名MAM-P₆)

タンク形(GIS用)

84~280kV単相形(形名MAM-T)

三相一括形(形名MAM-Y)

スポットライト

水道メータ用
ステップモータ3線式

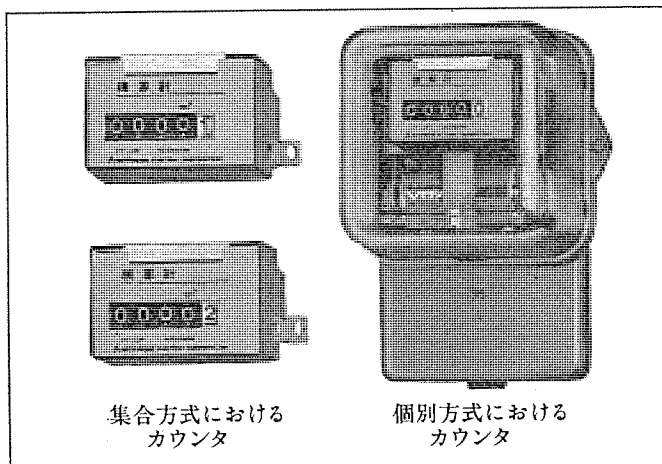
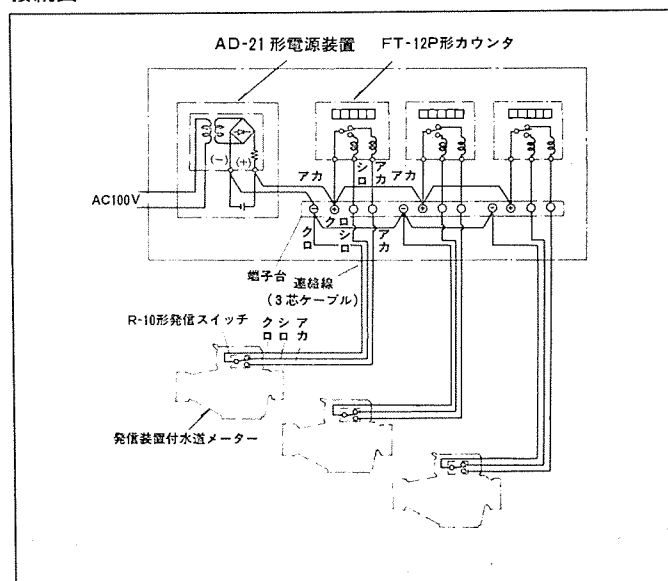
三菱遠隔表示カウンタ

三菱電機は水道の検針業務の能率を向上する遠隔表示カウンタシステムにモータ3線式を採用し、既に約60万台の納入実績を持っています。この程、その駆動源にステップモータを採用して、信頼性、耐久性をさらに高めました。

特長

- 耐環境性に優れています。
隔測カウンタ専用開発した整流子・ブラシのないステップモータを採用していますから、ガス・湿気などに強く作動が確実です。
- 耐久性を向上しました。
モータ回転数が1パルスあたり1/4回転と少なく、また整流子・ブラシなどしゅう動接触部がありません。
- 作動が安定しています。
振動・衝撃・雷サージなどにも誤作動しません。また取付方向の制約もありません。
- 電力消費は少なくてすみます。
作動時間が0.1秒以下と短いため消費電力量が1パルスあたり10mA sec以下(当社従来品は100mA sec)と少なく、停電補償時間が大幅に長くなりました。
- 高い有収率が確保できます。
リードスイッチと永久磁石による無接触方式の発信機構ですから、水道メータへの負担が軽く、性能も損ないませんから、高い有収率が確保できます。
- 信頼性の高い発信器です。
接点数が2個という単純構造で、高い信頼性を持っています。
- 工事が簡単です。
配線は信号線(3線)だけで済み、呼出し線、制御線は一切いりません。
- 既設のモータ3線式と互換性があります。
外形寸法・取付寸法とも従来品(当社)と同一で、発信スイッチ・配線電線も既設品がそのまま使えます。

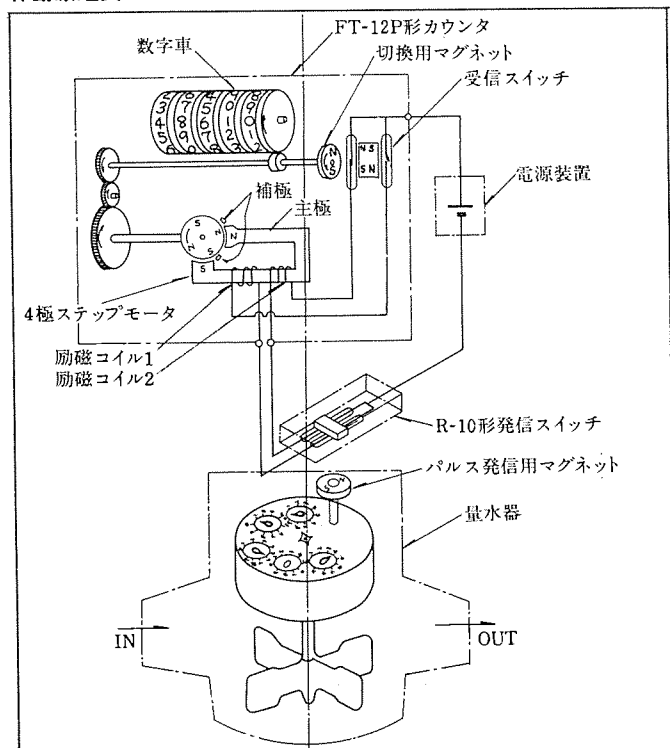
接続図



カウンタの種類と仕様

形名	FT-12P	FT-12PA	FT-13P	FT-13PA	FT-13PZ
用途	集合方式 電源は内蔵せず、表示部のみとしたものです。集合検針盤への組込みに適したコンパクトな形状です。		個別方式 水道メータの指示値を検針容易な場所に表示するもので、乾電池をカウンタに収納したものです。		
電流	DC1.4V	DC2.8V	単一乾電池	リチウム乾電池(単2型)	AC100V±10% 50/60Hz
伝送線路抵抗	3Ω以下	12Ω以下	3Ω以下	12Ω以下	3Ω以下
表示部	現示形 5桁表示 数字合せ機能あり				
計量単位/pulse	50ℓ、100ℓ、500ℓ、1m³、5m³、10m³				

作動原理図



スポットライト

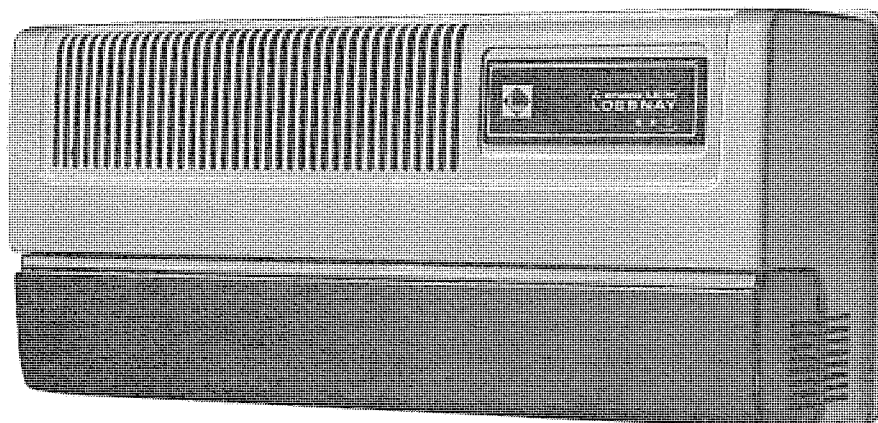
冷暖房時代の省エネルギー換気扇 三菱ロスナイ VL-1400形

最近の家屋構造の気密化と共に冷暖房の保温効果は大きくなっていますが、その反面、換気もますます必要になってきました。しかし、この換気は保温と相反関係にあり、折角の保温効果を大幅に低減してしまいます。この換気と保温効果を両立させるものが、換排気の熱エネルギーを換吸気に回収する熱交換器方式の換気扇です。三菱ロスナイは紙のもつ透湿透湿性を利用した全熱交換器により高い回収効率で好評を得ておりすでに家庭用や、設備用(換気システムの熱交換ユニットとして供給)を発売していますが、このたび新たに取付簡易

形の家庭用スタンダードタイプを発売しました。

特長

- 少い電力消費で、空調熱を高効率で回収でき、冷暖房維持費が節約できます。
- 直径90mmの穴2コ開けるだけで取付けられますから既設の建物への設置も容易です。
- 運転音は30ホン(50Hz)および41ホン(60Hz)としずかです。また、外部騒音に対しては20dB以上の遮音効果があります。
- 住宅・事務所・病院などにもマッチするデザインです。

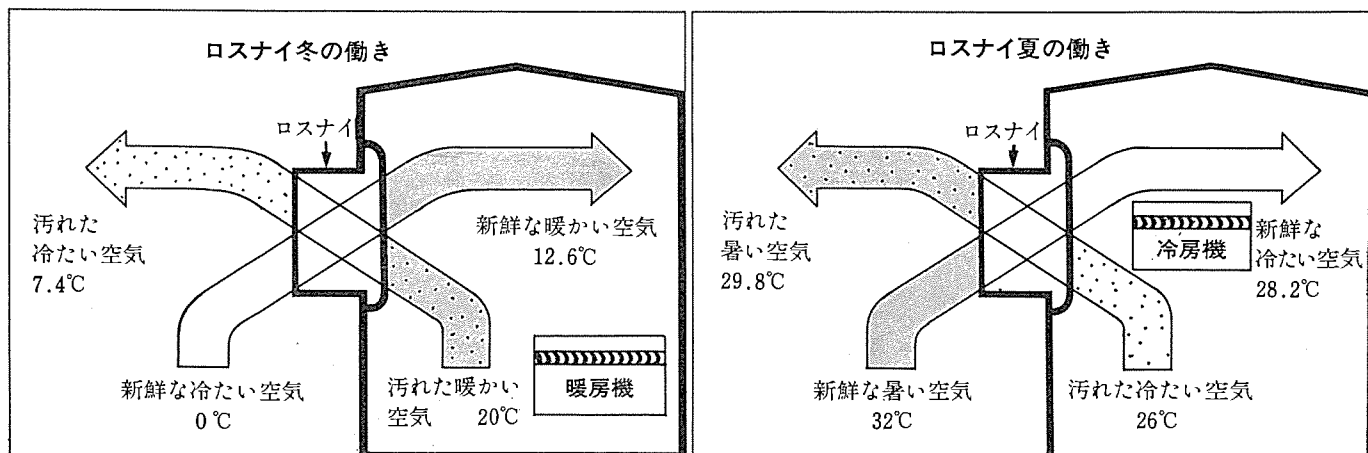


VL-1400形
標準価格 ¥26,800(取付部品一式付)

仕様

電 源	100V 50/60Hz
消 費 電 力	33/35W (強・弱2段切換)
換 気 方 式	強制同時給排気
風 量	80/92m ³ /h (4.5~8畳、3~5人用)
熱 交 換 効 率	63/61%
製 品 重 量	8.5kg

ロスナイ夏と冬の動作



登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1131149	液体加熱器の通気装置	高橋恒夫・長沢英治	1131170	乾燥剤交換型デシケーター	松井文夫・峯崎登仁三
1131150	液体加熱器の通気装置	高橋恒夫・長沢英治	1131171	気泡発生器の調節装置	川合輝一・小池利男
1131151	温水器の給水装置	桜井信捷・藤田喜助	1131172	給茶機	辻本忠司・山野隆男
1131152	パルス発生装置	熊谷健司	1131173	気泡発生装置	川合輝一・小池利男
1131153	電気温水器	桜井信捷・日比野浩一	1131174	蓄熱式冷房または暖房装置	岩崎善彦
1131154	エアー・ポンプの送気量調整装置	川合輝一	1131175	蓄熱式冷房または暖房装置	岩崎善彦
1131155	電気温水器	桜井信捷・日比野浩一	1131176	内燃機関用点火時期調整装置	斎藤実
1131156	熱交換装置	笠置 紘・大槻明義	1131177	空調機等の水切り装置	茨城光政・望月勝美
1131157	内燃機関点火用配電器	今田 裕	1131178	リベットによる締結装置	小泉 鉄一
1131158	天井パネルの吊具	閑歳弘通・鈴木 実	1131179	角根ボルトの抜け止め装置	久保田 弘
1131159	放射線源着脱装置	三富至道	1131180	沸騰冷却装置	藺田幸男
1131160	銅線の誘導加熱装置	上田時芳	1131181	線形粒子加速器用加速管	{ 入江浩一・美濃和芳文 沢田 進
1131161	照明器具	藤原三男・浅田三郎	1131182	炊飯器	{ 高橋正晨・大沢和夫 石井寛夫・鶴谷嘉正
1131162	トースタの反射板取付装置	岡部 勇	1131183	サイクロトロンを中心磁極片の軸受装置	川口武男・長田大三郎
1131163	トースタの反射板取付装置	岡部 勇	1131184	サイクロトロンの高周波伝送回路接続装置	高田正志・長田大三郎
1131164	内燃機関点火用断続装置	斎藤 実	1131185	埋込形白熱灯器具	今井 将
1131165	遠心脱水機用回転容器	藤沢正人			
1131166	冷蔵庫の冷却器取付装置	中島 勇・内藤 勲			
1131167	外装用段ボール箱	木村善昭			
1131168	吸排気用2重管器	牛越 諒			
1131169	器具取付装置	後藤 学			

訂 正

Vol. 52, No. 1, 26 ページ右上「MRM形負荷時タップ切換器」の写真が天地逆になっています。お詫びして訂正します。

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 52 No. 3 コンピュータ特集

特集論文

- 《MELCOM-COSMO》500 システム
- 《MELCOM-COSMO》500 販売管理システム
- 《MELCOM-COSMO》500 計測システム
- 《MELCOM-COSMO》500 生産管理システム
- 《MELCOM》350-50 工業用計算機システム
- 《MELCOM》350-50 の工業用計算機高位言語システム
- ソフトウェア生産性と《MELCOM》350-50 ソフトウェアシステム

普通論文

- MRM 形負荷時タップ切換器
- 新スタックガスモニタの開発
- 車載用 CB トランシーバの技術動向
- 新形 AS モートルと制御装置
- 小形直流高速度シャ断器
- 転炉副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50 の適用
- COBOL 変換の新ツール

三菱電機技報編集委員				三菱電機技報 52 巻 2 号	
委員長	榎本俊弥	常任委員	久保田伸夫	(無断転載を禁ず)	
副委員長	浦徳太郎		平林庄司		
	後藤正之	委 員	遠藤裕男	昭和 53 年 2 月 22 日 印刷 昭和 53 年 2 月 25 日 発行	
常任委員	佐々木二郎		村上卓弥		
	荒川信雄		神谷友清	編集兼発行人 本 間 吉 夫	
	葛野信一		橋爪 基		
	武藤 正		吉田太郎	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	
	奈川敏雄		土井貞春		
	三矢周夫		松村長延	発 行 所 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100) 三菱電機エンジニアリング株式会社内	
	高橋広光		小野勝啓		
	忍足 博	幹 事	本間吉夫	発 売 元 「三菱電機技報」 Tel. (03) 243 局 1785 東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 100)	
	武田克己		三田村和夫		
	清田 浩	2 号特集担当	室田 慎	株式会社 オーム社書店 Tel. (03) 291 局 0811, 振替口座 東京 20018	
	榎家 章				
				定 価	1 部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5,200 円)

スポットライト

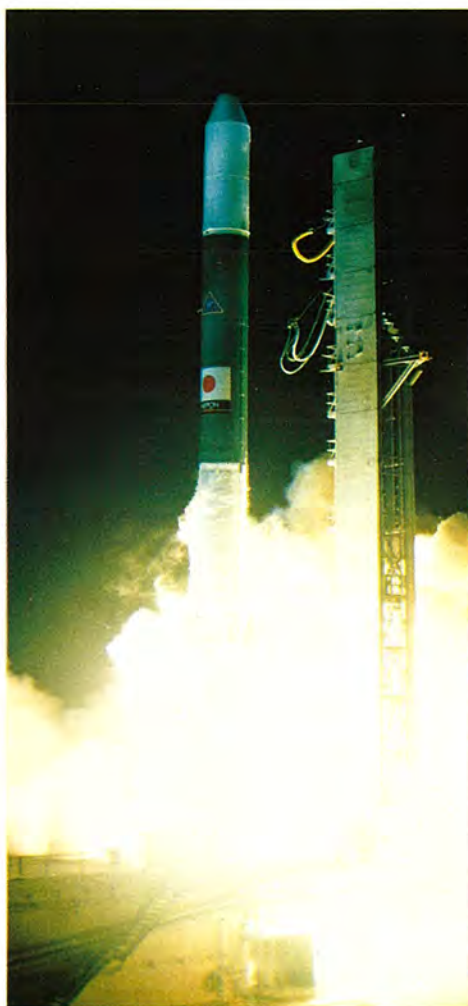
実験用中容量静止衛星「さくら」 打上げ

国内衛星通信システムの技術の確立をめざす実験用中容量静止通信衛星(CS)は、昭和52年12月15日米国東部打上げ射場(ETR)からデルタロケットによって打上げられ、その後アポジーモータの点火、および数次にわたるガスジェット・軌道姿勢制御などを経て昭和52年12月24日東経135°の赤道上高度約35,800kmの位置に静止させることに成功した。

「さくら」は直径2.18m、高さ3.52m(アンテナを含む)、打上げ時重量約670kg、静止衛星軌道上重量約340kg(初期)の円筒型スピン衛星で、宇宙開発事業団から三菱電機が主契約者と

して受注し、そのご指導のもとに副契約者のフォード・エアロスペース&コミュニケーションズ社と共に製作したものである。今回の「さくら」の打上げは将来における国内通信需要の増加と通信形態の多様化に対処するため、衛星システムを用いた世界初の準ミリ波帯等の周波数による通信実験と、衛星通信システムの運用技術の確立を図ること等を目的とするもので、我国における衛星通信の実用化に重要な役割を果たすものと期待されている。

写真は「さくら」と「衛星から撮影した地球」との組合せ



1977-12-14 19時47分03秒(米国東部標準時)
〔日本時間 12-15 09時47分03秒〕
ケープカナベラル ケネディー宇宙センタ
ランチ・コンプレックス 17-Bより
CSを搭載した2914型ロケットソアデルタ
第137号機がリフト・オフ(打上げ)した瞬
間 (宇宙開発事業団ご提供)

