

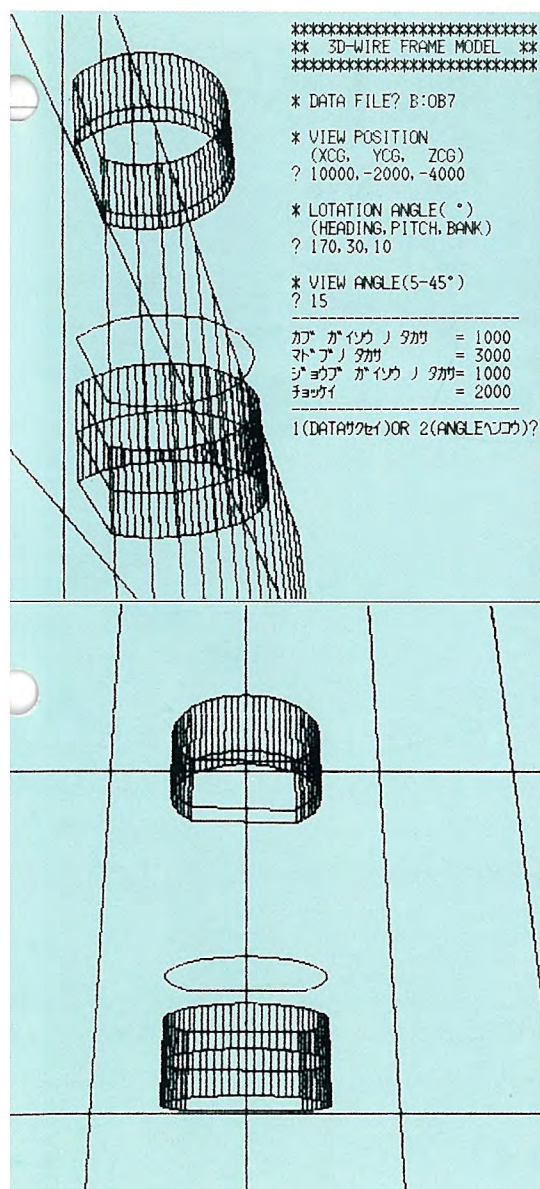
MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.61 No.11

11
1987

昇降機及びビル管理システム特集



昇降機及びビル管理システム特集

目次

特集論文

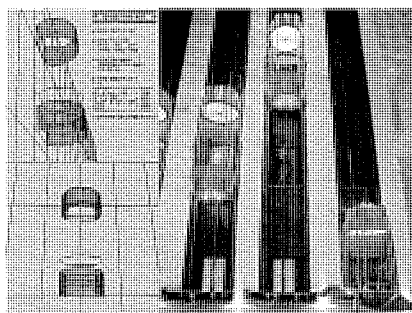
巻頭言.....	1
尾島俊雄	
昇降機技術の展望.....	2
松倉欣孝・渡辺英紀	
VVVF制御方式エレベーターの最近の動向.....	5
野村正実・棚橋 徹	
電子化油圧エレベーター.....	9
山本友一郎・三宅立郎・神谷代詞男	
個入住宅用エレベーター.....	13
吉川 博・杉山美樹・青井隆明・山本和美・中西光明	
展望用エレベーターの形式とかご外装デザイン.....	17
牧野克己・徳田泰弘・森沢龍夫・田村耕一	
高性能乗用エレベーター	
《アクセルVF》インテリジェント オプションシリーズ.....	21
市岡洋一・笹尾勇夫・辻 伸太郎・氏原英世・吉田研治	
エレベーターのトラクション技術.....	27
本田武信・新川 実・岡田克己・榎本順三	
高速エレベーター用はすば歯車技術.....	31
山崎真治・吉岡純夫・熊沢道夫	
Jシリーズエスカレーター.....	35
横田 達・谷口諄次・金森 修・北村茂治	
マンショントータル管理システム《メルセントリーM》.....	39
水庫 功・小野木幹夫・増本 昭	
自動検針システム.....	45
山崎清熊・小山康仁	
カラスマプラザ21ビル向けインテリジェントビルシステム.....	51
保里康一・小林俊治・内藤 修・戸根川寿志・諸星芳彦・江田 攻	
東京興産(株)向けビル群管理システム《インベリアルネットシステム》.....	55
大橋直樹・井上証策・岡野 勝・向井文章・菅野和敏	

表紙

展望用エレベーター

表紙はSINGAPORE MARINA SQUARE殿納めの展望用エレベーターである。広いアトリウム内に親しみやすいフォルムとイルミネーションのかご4台が配置され、見る人の心をなごませている。この三次元曲面のかご外装は、FRP樹脂と合わせガラスとで構成している。

当社が納入した昇降機は、展望用エレベーター18台、一般エレベーター35台、エスカレーター52台であり、62年春より稼働している。



普通論文

太陽光発電利用のトンネル照明システム.....	59
寺内博一・熊野昌義・湯川元信・中井良雄	
超高速可変速電動機システム《MELDRIVEシリーズ》.....	63
沖田哲夫・池田雅博・西 祥男・増田博之・阪部茂一	
オリジナル高機能CMOS 16ビット1チップマイクロコントローラ.....	69
梅木恒憲・中川博雅・相川雅俊・山田 朗・大野多喜夫	
液晶光スイッチ.....	73
笠原久美雄・中村 猛・伊東 尚	
金型の制御による高精度U曲げ加工.....	77
川口憲治・吉田章男・小林裕昭・馬場利靖	

特許と新案

熱交換装置、整流子の製作方法.....	83
冷却器.....	84

スポットライト

電子化電話機の専用IC.....	81
マイクロプロセッサ・周辺LSI小形パッケージ(SOP)シリーズ.....	82
大画面・高画質・高音質カラーテレビCZシリーズ	
37C-CZ1, 33C-CZ1, 29C-CZ1.....	85
三菱中容量CVC装置MELUPS-8400, 8400T.....	86
三菱乗用エレベーターACCEL-VF待時間表示システム.....	(表3)

アブストラクト

昇降機技術の展望

松倉欣孝・渡辺英紀

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P2～4

我が国は世界有数の昇降機生産国であり、技術をリードする立場にある。ここ十年余の昇降機発展の状況を概観した。高速化、エレクトロニクス化が技術的挑戦課題であり、VVVF制御の出現はエレベーターの歴史に残る革新であった。スパイラル エスカレーターなどの新機種も用途の多様化の波によって生まれた。今後一層のエレクトロニクス化と、かご室などの意匠・機種の多様化などが進むと予想される。

高性能乗用エレベーター

《アクセルVF》インテリジェント オプションシリーズ

市岡洋一・笹尾勇夫・辻 伸太郎・氏原英世・吉田研治

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P21～26

このたび、当社はさきに製品化を行った高性能乗用エレベーター《アクセルVF》を高度情報化社会のビルにふさわしいものとするため、効率と使いやすさの向上を図る幾つかの新しい機能を《アクセルVF》インテリジェント オプションシリーズとして製品化した。本稿ではその機能の構成と、それを実現しているシステムの構成と動作及びシステムの組合せにつき特長を述べる。

VVVF制御方式エレベーターの最近の動向

野村正実・棚橋 徹

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P5～8

当社は昭和57年に世界で初めてVVVF制御方式による高速エレベーターを発売して以来、各速度・容量に適したVVVF制御システムを開発し、乗用エレベーターのすべての領域にわたりVVVF制御方式を導入してきた。本稿では当社VVVF制御方式エレベーターの駆動システムの構成及び適用範囲の拡大や新しい制御方式（回生電力を電動機内で消費させる制動方式、入力電流の高調波成分を低減するトランジスタコンバータ）の内容について述べる。

エレベーターのトラクション技術

本田武信・新川 実・岡田克巳・榎本順三

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P27～30

トラクション式エレベーターは、巻上ロープと駆動シープの間でクリープを伴い、摩擦によって駆動力を伝達する機構である。このクリープに伴うロープとシープの摩耗抑制と摩擦伝達力の向上は、エレベーター機械室の省スペース・かご軽量化による負担荷重低減等を実現するに際して重要な課題である。本稿では、ロープとシープ間の摩擦・摩耗機構並びに摩擦伝達力を大幅に向上できる新ロープの評価試験結果を述べる。

電子化油圧エレベーター

山本友一郎・三宅立郎・神谷代詞男

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P9～12

近年、油圧エレベーターは日照権により、高さの制約を受ける建物などにマッチするものとして著しい需要の伸びを示している。今回、市場の要求にこたえ、マイコンを使用した電子化制御盤、良好な運転性能を実現する新型制御バルブ等の開発により制御機能の向上、運転走行時間の短縮、省エネルギー、機械室機器の縮小等を図った電子化油圧エレベーターを開発した。

本稿では、このエレベーターの特長と主要機器の構成を紹介する。

高速エレベーター用はすば歯車技術

山崎真治・吉岡純夫・熊沢道夫

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P31～34

当社では、はすば歯車式巻上機とVVVF制御・駆動方式を組み合わせた新方式の高速エレベーターを開発・実用化した。この巻上機の開発に際し、巻上機の重要部品である歯車について、その強度と信頼性、耐久性、品質の安定性などについて、長期にわたり検討した。また、巻上機の振動・騒音についても検討し、低振動・低騒音化を図った。ここでは、エレベーター用はすば歯車の技術課題についての基本的考え方や開発成果の概要を紹介する。

個人住宅用エレベーター

吉川 博・杉山美樹・青井隆明・山本和美・中西光明

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P13～16

最近、宅地供給の停滞に伴う住宅の立体化や、高齢者人口の急速な増加を背景として、個人住宅へのエレベーターの設置が望まれている。そこで、個人住宅用エレベーターのあるべき姿を検討し、製品開発を行った。

本稿では、このエレベーターの必要性についての検討結果やコンセプトを示すとともに、具体例として積水ハウス(株)枚方住宅展示場に納入した個人住宅用エレベーターの概要を紹介する。

Jシリーズエスカレーター

横田 達・谷口諄次・金森 修・北村茂治

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P35～38

エスカレーターの省エネルギー化、省スペース化は、ここ数年急速に進んできた。最近では、エスカレーターも様々な建築空間にいかにか調和するかを問われる時代になりつつある。このたび当社は、この市場ニーズにこたえるべく、意匠の完成度向上とワイドバリエーション化を図ったJシリーズエスカレーターを開発した。このエスカレーターの特長を意匠面を中心に、主要機器の構造の合理化、性能の向上とともに紹介する。

展望用エレベーターの形式とかご外装デザイン

牧野克己・徳田泰弘・森沢龍夫・田村耕一

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P17～20

展望用エレベーターは、建物へのレイアウトの仕方で昇降路や、かごが特有な構造になり、かごの外装デザインは建物のデザインや周辺の景観にマッチさせる必要がある。

レイアウトの形式ごとの特徴と、それを生かすかご外装デザインの留意点を解説する。更に、選定された外装デザインが、見る位置によってどう変わるか、コンピュータによる三次元ビジュアル シミュレーションによって検討する方法を紹介する。

マンショントータル管理システム《メルセントリー M》

水庫 功・小野木幹夫・増本 昭

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P39～44

インテリジェントビルに代表される都市の情報化の波は、利便性、合理性及び快適性を求めて、個人の住空間にも浸透しつつある。これらの背景から、集合住宅における各住戸の監視・制御（ホームオートメーション）と共用設備の監視・制御を一括管理する管理システム《メルセントリーM》を開発した。本稿では、このシステムの構成、機能、特長を紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 21 ~ 26 (1987)

The Options High-Performance Passenger Elevators for Intelligent-Buildings

by Yoichi Ichioka, Isao Sasao, Shintaro Tsuji, Hideyo Ujihara & Kenji Yoshida

To improve elevator efficiency and convenience, Mitsubishi Electric has developed new functional options for «ACCEL VF» high performance passenger elevators which are already developed in intelligent buildings. The article introduces these new functions, describes the feature of the hardware and software through which they are implemented, and summarizes the features of combination of the options.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 2 ~ 4 (1987)

Progress in Elevator and Escalator Engineering

by Yoshitaka Matsukura & Eiki Watanabe

The article surveys advances in elevator and escalator technology over the last decade with the focus on developments in Japan, which has become one of the world's leading manufacturer nations. The application of variable-voltage variable-frequency power control technology to vertical-transportation systems has brought dramatic advances in speed and sophistication. The varied requirements of modern architecture have led Mitsubishi Electric to develop a wide selection of products, including unique spiral escalators. Further applications of electronics and car-design technology are expected to yield an even greater variety of designs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 27 ~ 30 (1987)

Traction Technology for Elevators

by Takenobu Honda, Minoru Niikawa, Katsumi Okada & Junzo Enomoto

In traction elevators, the hoist rope creeps past a traction sheave as power is transmitted by the friction between them. The article reports on tests of a new rope that dramatically increases friction between the rope and sheave and boosts the power-transmission capacity while reducing wear of the rope and sheave. These fundamental improvements will enable constructions of elevators using smaller machine rooms, lighter cars, and lower-capacity motors than their predecessors.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 5 ~ 8 (1987)

Recent Trends in Mitsubishi VVVF-Controlled Elevators

by Masami Nomura & Toru Tanahashi

Since developing the world's first high-speed variable-voltage variable-frequency (VVVF) inverter-controlled passenger elevator in 1982, Mitsubishi Electric has adopted VVVF technology in all of its passenger elevators, including a wide range of operating speeds and capacities. The article outlines the drive system of VVVF-controlled elevators and surveys their broadening applications. Also examined are an energy-saving system that reuses the electricity produced by regenerative braking, and a transistor-converter system that reduces the harmonic components of the input current.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 31 ~ 34 (1987)

Helical-Gear Technology for High-Speed Elevators

by Shinji Yamasaki, Sumio Yoshioka & Michio Kumasawa

The Corporation has developed and implemented high-speed elevators combining helical-gear traction machines and variable-voltage variable-frequency inverters-control systems. Long-term testing of helical gears was undertaken to develop uniformly strong, reliable, and gears that offer durability and stable quality. Additional studies were successfully aimed at minimizing traction-machine noise and vibration. The article discusses basic design theories of helical gears for elevators and reports on the Corporation's developments.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 9 ~ 12 (1987)

Computerized Hydraulic Elevators

by Tomochiro Yamamoto, Tatsuro Miyake & Yoshio Kamiya

Recent construction regulations in Japan restrict the height of new buildings to prevent them from blocking the sunlight to surrounding areas. This has made it necessary to develop hydraulic elevators which eliminate roof-mounted machine rooms. Mitsubishi Electric has responded to this and other market needs by developing hydraulic elevators with computerized control panels and new high-performance control valves. These advances allow the elevators to run faster and smoother, save energy, and reduce the size of the machine rooms. The article introduces the features and equipment configuration of the new elevators.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 35 ~ 38 (1987)

J Series Escalators

by Satoru Yokota, Junji Taniguchi, Osamu Kanamori & Shigeharu Kitamura

Recent years have seen dramatic reductions in the power consumption and space requirements of escalators, with increasing emphasis on their harmonious integration in building environments. Following this trend, the Corporation has developed a complete line of escalators that feature refined electrical, mechanical, and esthetic design. The article reports on the principal design features of the new J Series escalators, including the integrated mechanical design and performance enhancements.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 13 ~ 16 (1987)

Elevators for Private Residences

by Hiroshi Yoshikawa, Yoshiki Sugiyama, Takaaki Aoi, Kazumi Yamamoto & Mitsuaki Nakanishi

Limited space and the shortage of housing have encouraged the construction of multistory private residences. As the elderly constitute a large and growing proportion of Japan's population, the use of elevators in these structures has become desirable. Mitsubishi Electric has conducted market research and developed a line of multistory residential elevators. The article explains the need for such elevators, introduces the basic design concepts, and examines private-residence elevators delivered for use in model residences constructed by Sekisui House, Ltd.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 39 ~ 44 (1987)

MELSENTRY-M, an Apartment-House Remote Monitoring System

by Isao Mizukura, Mikio Onoki & Akira Masumoto

Information technology, such as in automated building-control systems, has increased the convenience, organization, and comfort of urban life, and is gradually being incorporated into residential buildings. MELSENTRY-M is a remote monitoring system for apartment houses that brings the benefits of home automation to each residential unit, and implements central monitoring and control of common areas and facilities. The article reports on the configuration, functions, and features of this multipurpose system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 17 ~ 20 (1987)

The Layout and Design of Observation Elevators

by Katsumi Makino, Yasuhiro Tokuda, Tatsuo Morisawa & Koichi Tamura

Since observation elevator cars and tracks comprise a visible part of a building's architecture, they must be designed and finished to match the esthetics of the buildings where they are installed. The article discusses the features and finishing options of each type of such elevator in the Mitsubishi line. To assist the process of elevator selection, Mitsubishi Electric uses a three-dimensional computer simulation to show the external appearance of the elevators viewed from different angles.

アブストラクト

自動検針システム

山崎清熊・小山康仁

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P45～50

自動検針装置《MICAM-AM300》は、中小規模ビル・集合住宅の最大300点までの検針を行う装置である。この装置は、中継伝送器（最大30台）、中央装置及び2心伝送線で構成し、単に検針のみならず、①使用量算出、②料金計算、③各テナントごとの料金集計、④メータ異動処理、⑤各種管理台帳出力などの機能を備え、メータの管理も行える。また、上位計算機などへの出力も行え、大規模システムへの移行も簡単に実現できる。

超高速可変速電動機システム《MELDRIVEシリーズ》

沖田哲夫・池田雅博・西 祥男・増田博之・阪部茂一

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P63～68

大容量トランジスタインバータ、GTOインバータとかご形誘導電動機を組み合わせた超高速可変速駆動システム《MELDRIVE 2000, 4000》を開発した。これにより、小容量から大容量までの高速回転機械を電動機によって直接超高速可変速駆動することが可能となり、システム全体の効率が向上するとともに、寸法・重量が低減され、機器の据付け面積が1/2～1/3に縮小する。最高回転数は12,000rpm、最大出力は5,000kWである。

カラスマプラザ21ビル向けインテリジェントビルシステム

保里康一・小林俊治・内藤 修・戸根川寿志・諸星芳彦・江田 攻

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P51～54

京都のメインストリート烏丸通りに誕生したカラスマプラザ21ビルのインテリジェントビルシステム《MIBASS》を紹介する。このシステムは、ディジタル電子交換機《MELSTAR》を情報通信の核としてビル管理システム《MELBAS-D》、セキュリティシステムを中心に、エレベーター、POSシステム、出退勤管理システムなどの各システムをインテグレーション（統合化）させた本格的かつ実用的なインテリジェントビルシステムである。

オリジナル高機能CMOS16ビット1チップマイクロコントローラ

梅木恒憲・中川博雅・相川雅俊・山田 朗・大野多喜夫

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P69～72

各種OA機器及び制御機器の制御部に応用できる16ビット1チップマイクロコントローラの概略、マイクロプログラムコントロール回路の実現方法、利用したCADシステムについて述べる。この製品の技術的特長は、①3段のパイプライン処理、②RALU部に3組の内部バス、③広いアドレス空間をサポートする豊富なアドレッシングモードなどである。152KTrを集積したこのLSIのチップサイズは8.06mm×8.43mm(CMOS 2.0μm)である。

東京興産(株)向けビル群管理システム「インペリアルネットシステム」

大橋直樹・井上証策・岡野 勝・向井文章・菅野和敏

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P55～58

このシステムは情報化マンションシステムとして、日本で初めての本格的なマンション群管理システムである。通常の群管理システムと違い、静止画伝送装置・放送装置を連動した侵入監視システムも導入している。ビル管理システムのグラフィックCRTから侵入監視システムも含め、すべての操作ができるようシステムの統合を図っている。また、システムの異常、管理マンションの設備異常に対しては、365日・24時間のサービス体制を確立している。

液晶光スイッチ

笠原久美雄・中村 猛・伊東 尚

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P73～76

LANなどで用いるバイパス光スイッチの寿命、消費電力、実装性を改善するため、液晶をスイッチング媒質とし、電子的に光路を切り換える多モードファイバ用光スイッチを開発した。開発したモデルは、2×2クロスバ型とモニタ端子付きの選択型の2種類である。いずれも波長0.83～0.87μmの光に対し、温度0～50℃の範囲で、切替時間15ms以下、漏話量-20dB以下であり、挿入損失はクロスバ型で1.5dB以下、選択型で4.5dB以下である。

太陽光発電利用のトンネル照明システム

寺内博一・熊野昌義・湯川元信・中井良雄

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P59～62

太陽光発電利用のトンネル照明システムを、宮崎県の夫婦浦トンネルに建設した。トンネル内は外界の明るさに応じた照明が望ましく、調光制御することによって太陽光発電の発電特性と照明負荷特性を近づけることができ、高効率でかつ蓄電池容量を極めて少なくした経済設計ができる。また、トンネルは山間へき地に多く電力網から遠く離れている場合が多いので、配電線のいらない太陽光発電に適している。

金型の制御による高精度U曲げ加工

川口憲治・吉田章男・小林裕昭・馬場利靖

三菱電機技報 Vol.61・No.11・P77～80

板材のU曲げ加工において、素材の板厚のばらつきにかかわらず高精度な製品を得るため、金型を制御する新しいシステムを開発した。

プレス機上で素材の板厚を計測し、この信号に基づいてダイスを開閉し、パンチとダイスのクリアランスを板厚に一致させるとともに、加工条件の一つである背圧を板厚に応じて制御する。このシステムにより、3±0.2mmの鋼板の場合、±50μm以下の寸法精度が得られ、従来法の1/10以下が達成できた。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 63 ~ 68 (1987)

MELDRIVE Series Variable-Speed Motor-Drive Systems with High Maximum Speeds

by Tetsuo Ukita, Masahiro Ikeda, Yoshio Nishi, Hiroyuki Masuda & Shigekazu Sakabe

Mitsubishi Electric has developed MELDRIVE 2000 and MELDRIVE 4000 variable-speed motor-drive systems based on high-power transistor and GTO-thyristor inverters, and squirrel-cage induction motors. The systems are both compact and efficient for a wide range of rotary equipment. The maximum available motor speed is 12,000rpm, the maximum power 5,000kW. The systems can be installed in one-third to one-half of the area required by previous equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 45 ~ 50 (1987)

An Automatic Metering System

by Seiguma Yamazaki & Yasuhito Koyama

The Corporation has developed an automatic metering system that can monitor up to 300 meters in small-to-medium size buildings or apartment houses. The system consists of a main unit that is connected to the counting and transmitting units (CTUs) by pair cables. To cover longer monitoring distances, up to 30 CTUs may be inserted in the lines. The system provides five main functions:

- Calculates usage quantity.
- Calculates usage fee.
- Maintains separate totals for each tenant.
- Calculates usage quantities and fees for tenants who are moving.
- Generates reports for various types of ledgers.

The system can be easily linked to a mainframe system to meet expansion requirements.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 69 ~ 72 (1987)

The M31600M2-XXXFP: An Original High-Performance CMOS 16-bit Single-Chip Microcontroller

by Tsunenori Umeki, Hiromasa Nakagawa, Masatoshi Aikawa, Akira Yamada & Takio Ono

The article reports on this microcontroller, the implementation of its microprogram control circuit, and the CAD system used in its design. The technical features of the new controller include: three-stage pipeline processing, an RALU (real arithmetic logic unit) with three internal data buses, and versatile addressing modes allowing large data-address spaces. This microcontroller was designed using $2\mu\text{m}$ -rule CMOS technology, and houses 152,000 transistors in an 8.06×8.43 die area.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 51 ~ 54 (1987)

An Intelligent Building System for the Karasuma Plaza 21 Building

by Koichi Hori, Toshiharu Kobayashi, Osamu Naito, Hisashi Tonegawa, Yoshihiko Morohoshi & Osamu Eda

The article introduces an intelligent building system developed for the Karasuma Plaza 21 Building located in downtown Kyoto. At the core of the system is an electronic digital exchange (MELSTAR) that integrates a building-management system (MELBAS-D), a security system, an elevator-control system, a point-of-sales system, and an employee-timecard system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 73 ~ 76 (1987)

Two Liquid-Crystal Optical Switches

by Kumio Kasahara, Takeshi Nakamura, & Sho Ito

The Corporation has developed two liquid-crystal optical switches for multi-mode optical fiber to meet the reliability, power, and mounting requirements of LANs. The electronically activated switches are available in a 2×2 cross-bar configuration or a selective configuration with a monitoring terminal. Within the $0.83 \sim 0.87\mu\text{m}$ wavelength range and $0 \sim 50^\circ\text{C}$ temperature range, the switching time is less than 15ms and the crosstalk less than -20dB . Insertion losses are less than 1.5dB for the crossbar type, and less than 4.5dB for the selective type.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 55 ~ 58 (1987)

The Imperial Net System: A Centralized Building-Management System for the Tokyo Kosan Co. Ltd.

by Naoki Ohashi, Shosaku Inoue, Masaru Okano, Fumiaki Mukai & Kazutoshi Sugano

The Corporation has released the first system in Japan's domestic market to provide integrated management and security functions for apartment complexes. Unlike previous systems, the new system includes security functions linked with security-related still-image transmission and broadcast units. All functions, including the security functions, can be controlled at the main graphic-display monitor and console of the building-management system. The system is supported in Japan by a 24-hour, 365-day service staff for handling malfunctions in the central unit or the peripheral equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 77 ~ 80 (1987)

The Development of a High-Accuracy U-Bend Forming System Using Die Control

by Kenji Kawaguchi, Akio Yoshida, Hiroaki Kobayashi & Toshiyasu Baba

The system obtains high-accuracy products without scattering in sheet-metal thickness. A workpiece thickness is measured on a press machine, clearances between the punch and dies are set to match the measured thickness, and the optimum back pressure for the thickness is set automatically for U-bend forming. Dimensional accuracies under $50\mu\text{m}$ —more than ten times better than in conventional processes—are obtained in the case of steel sheets $3 \pm 0.2\text{mm}$ thick.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 61, No. 11, pp. 59 ~ 62 (1987)

A Photovoltaic Tunnel-Illumination System

by Hirokazu Terauchi, Masayoshi Kumano, Motonobu Yukawa & Yoshio Nakai

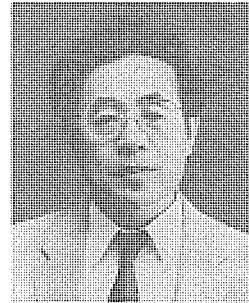
The Corporation has installed a photovoltaic tunnel-illumination system in the Meotoura Tunnel in Miyazaki Prefecture, Japan. Since it is desirable for the tunnel illumination level to vary in accordance with changes in the outdoor brightness level, the system has a dimmer control. Thanks to this design, the power consumed by the tunnel lights closely matches the daily rise and fall in the power generated by the photovoltaic modules. Consequently, the system has an economical design with rather small storage batteries. Many tunnels are far away from commercial power grids, making solar-powered illumination systems highly attractive.

21 世紀は P&P エレベーターの時代

北山杉の風景は、そのまま日本画の世界である。古来、人間が造った建造物は周囲の自然になじむかなじまぬかによって、その寿命が決ってくる。勿論、なじみの良い場合には、自然と同様に悠久の生命が与えられる。数千年の歴史を持つ建築技術が、常に保守的であるのは、形の面でも素材の面でも、あくまで自然に似せてつくること、しかも、ゴミ（誰も所有しないもの、捨てられたもの）になっても美しくありたいと願う場合には、周囲の自然な素材を用いることが、建築物を造る上での原論であり、今日の教育も又、この域を脱しないばかりか、増々、この問題が大切になってきた。

さて、北山杉の姿は、日本に超高層建築群を創り出すことの必然性を促して1,000年になる。新宿に超高層ビル群が出来、超高層マンションが随所に建てられ、土地代に比べて、建築費が5～10パーセントの今日、日本の土地に建つ建物は超高層でしかあり得なくなってきた。勿論、土地代の異常に高価な都心においての話であるが、日本の都市の風景は、北山杉の林のように、手入れのゆきとどいたすがすがしい超高層建築群になるであろうが、この時、問題になるのはエレベーターと地震のことである。1,000メートルの超高層は、エレベーターと柱壁で下層部分は埋まってしまう、経済的には全く成立しないという常識に支配されている。

しかし、こうした常識は造らないための弁解であって、若し、造らなければならぬとなれば、全く違ってくる。先ず、エレベーターや階段や廊下や電気、ガス、上下水道、通信、冷暖房、ゴミ処理等々の全ての公共公益的施設を分離し、超高層建築物の占有空間にからむ私的負担費を少なくする。ユーティリティタワーを公共的社会資本とするのである。現在の国道や公道のように、水平方向に拡散した都市から垂直方向に発展する都市へのステップとして、高さ100メートル以上の建築物のユーティリティタワーは、全て公共施設にすることによって、地表面を少しでも解放し、風通しを良くすると日本的風景の町並みが生まれるのである。



早稲田大学建築学科教授
工学博士 尾島俊雄

都心部の本格的再開発のインフラストラクチャーとして、水平から垂直交通手段のソフト、ハード面の抜本的改革が望まれる由縁である。Public Elevatorの普及あつての絵になる日本の都市である。

次の大テーマは、Personal Elevatorの普及である。木造三階建の住宅が許可されたのが1987年。外圧によっての建築規制緩和の第一段で、次は内圧によって、地下室居住の解放が行なわれるのが1989年頃か。これに一種住専や二種住専地域の容積緩和が重なる時、地上3階、地下1階の戸建住宅が激増する。3世代同居の大家族方式も進み、長寿化社会の定着で、20坪×4階＝80坪という日本の町屋風住宅街が急増する。すでに、私の家は、事実上、このような建築様式で10年程、生活している。地階相当の物置に3階は接客空間で、1～2階は常時利用空間である。月に数回の学生や外国の客人を迎えての3階でのパーティーは大変である。物置から3階までの垂直運搬は、年令を重ねる程に苦痛になる。山登りを趣味とする我が身でありながら、自宅の上下移動の面倒さは格別である。両親や子供達の意見で、エレベーターをつけろという。しかし、こんな簡単な要求が、何故か大変に困難なのである。昨年、スペインのオリンピックスタジアムの設計を手伝うためバルセロナへ行った時、徹夜で仕事をして早朝4時頃、乗ったエレベーターが3.5階で止ってしまった。1時間程、わめいてみると、3階の住人が起きてきて、手動で3階まで降してくれた。何十年か前の油圧式らしいが、この程度でも良いから、これからの日本の狭くて高い住宅には、安くて手軽で面倒見のよいパーソナルエレベーターが欲しいと思った。

今日の自動車以上に、都市生活者にとって、こうしたパブリックレベルのエレベーターとパーソナルレベルのエレベーターの要望は、欧米には見られない日本社会の特性である。

エレベーターあつてニューヨークのマンハッタンが生まれたように、パブリックとパーソナルのエレベーターの普及あつて初めて日本的風景にマッチした日本らしき都市が生まれる。

昇降機技術の展望

松倉欣孝*
渡辺英紀**

1. ま え が き

我が国は世界で有数のエレベーター・エスカレーター生産国である。また、我が国のエレベーター・エスカレーターの技術は、ここ十年余で他のハイテク産業同様、確実に世界をリードするに至った。

当然ながらエレベーター・エスカレーター、すなわち昇降機業界の繁栄は建築業界の動向に左右される。また、昇降機の技術指向も建築の変化に敏感に反応する。このような状況を踏まえ、ここ十年余の昇降機の市場動向と技術動向を概観し、あわせて今後のすう勢を予測する。

2. 昇降機の市場動向

2.1 市場規模の変遷

図1に我が国の建築工事着工棟数と昇降機の生産台数を示す⁽¹⁾。昇降機は比較的大きく高いビルに設置されるので、ここでは3階以上のビルに限定した。棟数は昭和49、50年の石油ショックで減少したものの、全体としては増加の傾向にあり、特にここ数年は石油ショック以前を上回っている。

エレベーターの生産台数の推移は、建築着工棟数のそれと類似している。輸出比率は昭和47年に約10%であったが、年ごとに増加傾向で58年に35%に達した。輸出比率は国内景気が低調なときに比較的高いが、比率そのものは低くエレベーター業界は内需主導型産業と言える。一方、エスカレーターの生産台数は約2千台で横ばいである。昭和45年ころ、エスカレーターはエレベーターの生産台数の15%強を占めていたが、最近では10%を割った。エスカレーターの需要先は主にスーパーやショッピングセンターで、この分野は現在も大店舗規制法の制約下にあり、エスカレーターの大幅な伸びはむずかしい。当社はこの間、

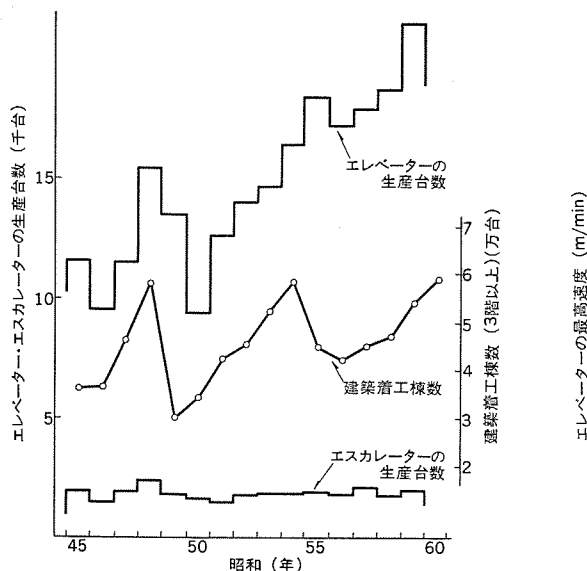


図1. 我が国の建築着工棟数と昇降機生産台数

エレベーターで35%、エスカレーターで40%前後のマーケットシェアを保持してきた。

2.2 エレベーターの高速化

昭和38年に建築基準法が改定され、我が国の建築の高層化が始まった。本格的な高層ビルは昭和43年に完成した霞ヶ関ビルが最初で、その後図2に示すように数年ごとに高層ビルの高さ記録が書き替えられた。エレベーター走行速度も、ビルの高さの記録とともに速くなり、昭和42年しゅん工の名鉄グランドホテル(名古屋)では240m/minであったが、10年後のサンシャイン60ビル(東京)で、2.5倍の600m/minとなり、当社のこの記録は現在も世界最高である。この間、エレベーター業界では、エレベーターを高速走行させることが最大の技術的挑戦課題で、大容量巻上装置の実現、高精度制御系の実現などが前述の超高速エレベーターを成功に導いた⁽²⁾。

図2に高層率の推移を示す。ここで言う高層率とは、3階以上のビルに占める16階以上の高層ビルの比率である。第1次石油ショック以降、高層率は0.08%から0.02%のレベルへと低落し、サンシャイン60ビル以降高層ビルの記録も塗り替えられず、ここに建築の高層化のすう勢が一段落した。エレベーターの高速化への挑戦もこの時期で一応の終息を見、これ以降、次の技術課題に取り組むことになる。

3. エレクトロニクス化の波

ここ十年間の半導体技術の進歩には目を見張るものがある。新機能を備えた半導体素子が次々に開発され、その機能をフルに活用した工業用、事務用、家庭用製品が続々と出現し、我々の生活は大きく変化した。このエレクトロニクス化の波が、エレベーターに及ぼした影響は大きく、かつ多様であった。第一はサイリスタ、パワートランジスタなどのパワー素子、第二はマイクロプロセッサに代表される情報処理素子で、以下、エレベーター技術がこれらの半導体素子から受けた影響について述べる。

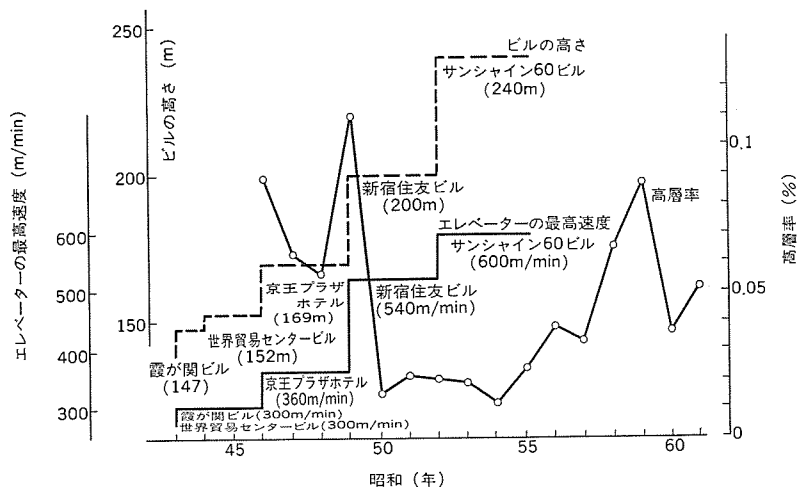


図2. ビルの高さ と エレベーターの最高速度

3.1 エレベーターの省エネルギーと乗り心地改善

石油ショック以来、我が国のすべての分野で省エネルギーが求められ、昇降機も例外ではなかった。また、滑らかで快適な乗り心地は、どの時代でも変わらぬ我が国特有のきめ細かさを求める市場要望である。エレクトロニクス化は省エネルギーと乗り心地改善に大きな役割を果たすが、影響の及ぼし方は、高速・高級エレベーターと低速・規格型エレベーターの分野とで異なった様相を示す。

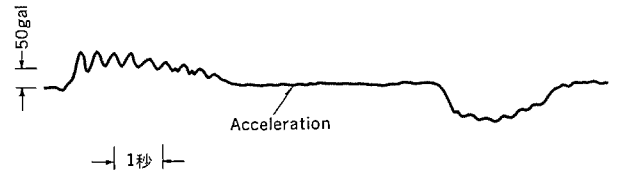
3.1.1 高速エレベーター（120 m/min 以上）分野

昭和40年代まで使用されてきたMGワードレオナード駆動の直流ギヤレスエレベーターでは、MGセツトなど駆動部分で60%、リレーなど制御管制器で30%、照明などで10%の電力を消費していた。昭和50年代前半にMGセツトを廃止してサイリスタレオナード方式が採用され、またリレーが消費電力の少ないマイクロプロセッサなどに置き換えられて、約40%の省エネルギーが達成された。この間の省エネルギーの経緯を図3に示す。

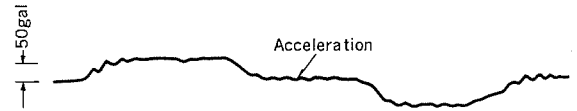
その後、サイリスタよりも制御性能の優れたパワートランジスタが出現し、これを利用した交流可変電圧可変周波数（VVVF）制御方式の技術が急速に進歩した。当社は世界に先駆けてエレベーター用のVVVF制御技術を開発し、昭和58年実用化に成功した⁽³⁾。VVVF制御方式は省エネルギーに加え電源効率を改善する特性を備え、結局5~10%の省エネルギーと、約20%のビル電源設備容量の低減が図れた。VVVF制御方式は交流モータを使うが、エレベーターが実用化されて以来、高速エレベーターの分野では直流モータが常識で、直流モータ故に高級であるかのように考えられたこともある。しかし、VVVF制御の優れた制御性能により乗り心地など、交流モータで直流モータと同等の性能が実現でき、VVVF制御方式の導入はエレベーター駆動史を書き替えるほどの革新であった。

3.1.2 低速エレベーター（105 m/min 以下）分野

昭和40年代後半に、従来使用されてきた直流ギヤード及び交流二段速制御方式に代わって、サイリスタを用いてモータの一次電圧を制御する交流帰還制御方式が実用化された。この方式では定格速度以下の低速走行時のモータ効率が低く、リレーのマイクロプロセッサ化を含め



(a) 交流帰還制御方式



(b) VVVF 制御方式

図4. 乗り心地改善の一例（加速度波形、定格負荷上昇運転時）

ても省エネルギーは20%程度であった。速度制御に際し、従来方式ではモータの一次側を不連続に投入・遮断するので、衝撃が大きく乗り心地も悪かったが、交流帰還制御方式では速度がおおむね連続的に制御され、乗り心地はかなり改善された。

昭和59年当社は高速エレベーターに引き続き、低速エレベーターの分野へもVVVF制御方式を導入し⁽⁴⁾、今日までに約8千台のVVVF制御エレベーターを出荷した。この方式では低速でもモータ効率が高いままで運転できるので、図3に示すように交流帰還制御方式に比べ約50%の省エネルギーが達成できた。また、前述のとおり交流モータが直流モータに匹敵する性能で運転でき、したがって従来直流モータで実現していた高級エレベーター並みの乗り心地が、低速・規格型エレベーターでも実現できるようになった。乗り心地改善の一例を図4に示す。

3.2 エレベーターの運転効率の向上

3.2.1 群管理性能の向上

当社の群管理方式の変遷を図5に示す。昭和40年代前半までは、循環式群管理方式をリレー回路で構成していた。40年代後半にはゾーン割当方式が、次いで53年には個別割当方式が導入された。この間、最適かごの選定に要する計算量は激増し、ゾーン割当方式にはICが、個別割当方式にはマイクロプロセッサが応用でき、ここで初めて

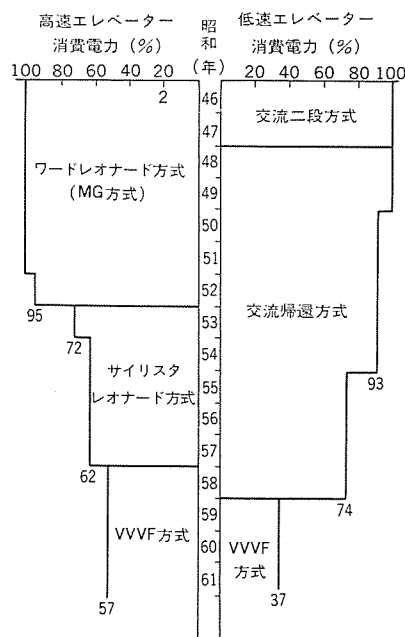


図3. エレベーターの駆動方式と省エネルギー

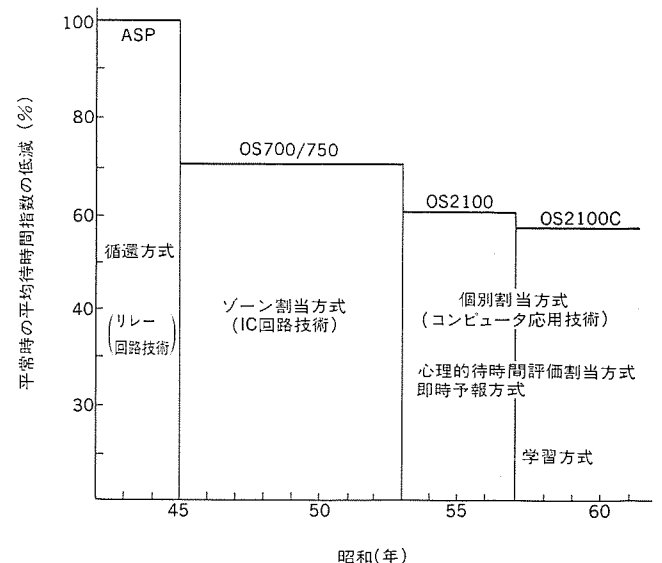


図5. 群管理方式の変遷

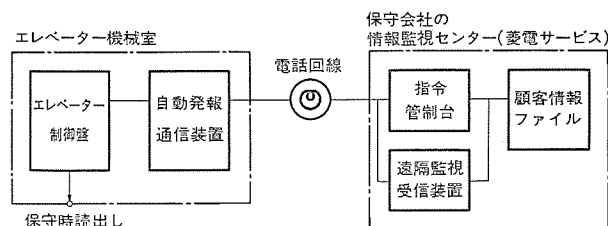


図 6. エレベーターの情報管理システム

高級群管理が実現できた。当社の場合 OS 2100 システムに心理的待時間評価割当方式や学習方式を採用して、一層の運転効率向上を図っている⁽⁶⁾。この結果、平常時の平均待時間は昭和 40 年代前半に比べ 60～70% に短縮できた。

3. 2. 2 信頼性の向上

エレベーターの運転効率を高く保つ方法として、エレベーター自体を故障させないこと、不幸にして故障した場合にはなるべく早く修復することが挙げられる。エレクトロニクス化により、機械可動部分が減少し、また製造段階での品質管理が行き届くため、エレクトロニクス化は一般に故障率低下に有効と言われる。故障頻度を表す指標の一つである CBS 率 (Call Back Service Rate) は、予防保全など他の品質改善活動の成果も効いているが、エレクトロニクス化を推進した昭和 50 年代前半から数十% 低下した。

図 6. にエレベーターの情報管理システムを示す。保守時にエレベーターの運転履歴を読み出し、予防保全の質を向上させている。万一故障した場合、①故障を自動的に保守担当の三菱サービス情報センターへ通報する、②顧客情報管理ファイルに基づき故障エレベーターの履歴を保守員に連絡する、などして故障対応時間の短縮を図っている⁽⁶⁾。この情報センターは、エレベーターの故障監視から拡張して、三菱ビル遠隔監視システム《メルセントリー》のセンター機能をも果たしている。以上のように、通信システムの発達で、エレベーターの故障復旧に重要な役割を果たすとともに、エレベーターを中心とした新しいビルインテリジェント化の事業へと発展しつつある。

4. 多様化への対応

4. 1 エレベーター

現代は個性化の時代と言われる。最近ではガラス、プラスチック、電子制御式ディスプレイ器具などの種類が豊富になり照明も多彩になったため、個性化にふさわしくエレベーターのかご意匠、乗場意匠は色、形状ともますます豪華に美しく多様になってきた⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁷⁾。特にホテル、ショッピングセンターでは展望用エレベーターが頻繁に使用されるようになった。

一方、使われ方も多様化している。油圧エレベーターは、①屋上にベントハウスが不要で、建築の高さ規制内でビル容積が大きくとれる、②建物の屋上はりに荷重がかからない、などの特色が見直され用途が広がってきた。全エレベーターに占める油圧エレベーターの生産台数の割合は、6% (昭和 56 年) から 10% (59 年) に伸びている。最近油圧エレベーターの制御部分が電子化され、運転性能が向上し省エネルギーも進んだので、今一層の生産台数の増加が予想される。また、坂道を登る斜行エレベーター⁽⁸⁾、4 人乗りの三菱小型昇降機《コンパクト 4》⁽⁹⁾なども実用化され、当社ではここ数年で約 30 台の斜行エレベーター、約千台の《コンパクト 4》を出荷した。

4. 2 エスカレーター

エスカレーターは、機械技術に基盤をおく製品であり、エレクトロニクス技術大躍進の影響を受けにくい。当社は昭和 54 年に A 型エスカレーターを市場に投入し、約 30% の省エネルギーと 10% 強 (1200 型、階高 4 m) の省スペースを実現した⁽¹⁰⁾。これ以降、省エネルギー型エスカレーターは我が国の主流になった。エスカレーターの多様化も着実に進んでいる。優雅にらせん状に昇降するスパイラルエスカレーター⁽¹¹⁾、身障者の方々の移動を助ける車いす用エスカレーター⁽¹²⁾、輸送力を増強した幅広ステップの 1600 型トラベーター (動く歩道) など、用途に即した機種が次々生まれている。

5. むすび

ここ十余年の昇降機発展の状況を概観した。昭和 50 年代前半は高速化、引き続いてエレクトロニクス化に触発された省エネルギー化、乗り心地向上、最近では意匠、又は用途面での機種の多様化が主流であった。特に VVVF 駆動の採用は、エレベーターの歴史に特筆されるべき革新であった。

エレクトロニクス化の波は、今後昇降機へより深く浸透していこう。電子部品はカスタム LSI 化など更に集積度が上がり、制御盤はより小型になろう。高性能のマイクロプロセッサが制御盤の中核に採用され、VVVF 制御はより洗練され、モータは一層滑らかに駆動されよう。また、群管理ソフトウェアには AI 技術が導入され、インテリジェントエレベーターが実現されるだろう。

一方、昇降機は使われ方も含め、今後一層多様化するだろう。現代の都市生活において、昇降機は、単にビル内に留まらず航空機、鉄道、自動車などの交通システムへの近距離アクセスとして、まさに市民の足となっている。交通網が更に複雑に入りくむにつれ、お互いの連携を深めるために昇降機市場が拡大し、また前述の幅広トラベーター (動く歩道) など新機種の需要も創出されよう。一方個人住宅も多様化する。現在、21 世紀の日本社会を予見した高齢者住宅、土地問題と関連した 3 階建て住宅、これらに向けた新しいホームエレベーターが生まれつつある。また、個性化のすう勢に従い、新照明技術、新材料を活用したエレベーターのかご室、エスカレーターの欄干意匠は更に多様化してきている。このように昇降機は、公共面、個人面ともともに一層の発展が期待され、当社はこの P&P の風潮をしつかりと受けとめ、従来同様最新の技術で優れた昇降機をつくり (創) り、顧客の要求にこたえていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 例えば、エレベーター界, 84, p. 18 (昭 61)
- (2) 三矢: 機械学会誌, 82, No. 723, p. 169 (昭 54)
- (3) 渡辺ほか: 三菱電機技報, 57, No. 11, p. 739 (昭 58)
- (4) 花木ほか: 三菱電機技報, 58, No. 11, p. 772 (昭 59)
- (5) 梅田ほか: 三菱電機技報, 56, No. 9, p. 689 (昭 57)
- (6) 高野ほか: 三菱電機技報, 57, No. 11, p. 767 (昭 58)
- (7) 例えば、中谷ほか: 三菱電機技報, 59, No. 4, p. 313 (昭 60)
- (8) 稲毛ほか: 三菱電機技報, 57, No. 11, p. 748 (昭 58)
- (9) 篠田ほか: 三菱電機技報, 57, No. 11, p. 753 (昭 58)
- (10) 吉川ほか: 三菱電機技報, 57, No. 11, p. 744 (昭 58)
- (11) 鬼頭ほか: 三菱電機技報, 53, No. 8, p. 618 (昭 54)
- (12) 松倉ほか: 機械学会誌, 89, No. 808, p. 255 (昭 61)
- (13) 石田ほか: 三菱電機技報, 59, No. 4, p. 317 (昭 60)

VVVF制御方式エレベーターの最近の動向

野村正実*
棚橋 徹*

1. ま え が き

昭和57年に世界で初めて、VVVF制御方式による高速エレベーターを発売し、第1号機を東京の五反田NNビルに納入して以来4年、当社は各速度・容量に適したVVVF制御方式を開発・実用化し、乗用エレベーターのすべての領域にわたってこの制御方式を導入してきた。また、当社は現在までに国内・外をあわせ、高速エレベーターでは約600台、低速エレベーターでは約8,000台の納入実績を持ち、エレベーター分野におけるVVVF化のけん引車としての役割を果たしてきた。この間、国内のエレベーター業界では、既にこの方式がエレベーター用電動機制御の主流となっており、海外でも急速にVVVF化が進められようとしている。ここでは、三菱VVVF制御方式エレベーターの各速度・容量に対応した駆動システムの構成及び適用拡大の方向、新しく開発した制御方式等、最近の動向について述べる。

2. エレベーター駆動システムの構成⁽¹⁾

表1. にエレベーターの速度に対応した駆動システムの構成を示す。減速機として、105 m/min以下の低速エレベーターには、減速比を大きくとることができ、従来から実績のあるウォーム減速機を、120～240 m/minの高速エレベーターには、扱う電力量が大きいので効率の高いヘリカル減速機を用いている。300 m/min以上の高速エレベーターでは減速比が小さくなり、小型軽量化という減速機を使う長所がい

表 1. エレベーター駆動システムの構成

定格速度 (m/min)	減速機	VVVF 制御装置			モータ出力 (kW)
		コンバータ部	回生電力 処理方法	インバータ部	
300以上	なし	可逆式 コンバータ	電源へ回生	トランジスタ インバータ	42～
120～240	ヘリカル	非可逆式 コンバータ	抵抗で消費 モータで消費	(非干渉制御 PWM方式)	18～55
45～105	ウォーム				3.7～37
45～60					3.7～5.5

表 2. 消費電力の比較

		例 1		例 2	
		モダンゼーション前	モダンゼーション後	モダンゼーション前	モダンゼーション後
エレベーター仕様	機種	DC-GD	VVVF	AC-2	VVVF
	速度 (m/min)	90	105	60	90
	容量 (kg)	1,000 (15名)	同 左	850 (13名)	同 左
	電動機 (kW)	15	15	11	13
	停止数	1, 3-10 階 (9 停止)	同 左	B, 1-7 階 (8 停止)	同 左
測定条件	測定時間帯	8:00～18:00	8:00～18:00	8:00～18:00	8:00～18:00
	起動回数 (回)	1,345	1,502	1,341	1,239
	走行時間 (h)	4.36	4.32	4.85	3.70
	走行距離 (m)	15,188	15,795	12,356	13,029
測定結果	消費電力				
	合計 (kWh)	50.4	17.2	35.5	13.2
	1 起動当たり (Wh)	37.5	11.6	26.5	10.7
	1 m 走行当たり (Wh)	3.3	1.2	2.8	1.0
	節電効果	DC-GD に比べ 65% 減		AC-2 に比べ 63% 減	

かせないので、減速機を使わないで直接かごを駆動する方式を採用している。

VVVF 制御装置のコンバータ部には、低速エレベーターでは回生エネルギーが比較的小さいので回生電力を電源に返さないダイオードコンバータを、回生エネルギーが大きい 120 m/min 以上の高速エレベーターでは、省エネルギーの観点から回生電力を電源に返すことができる可逆式コンバータを採用している。回生電力を電源に返さない方式を採用している低速エレベーターは、回生電力を速度・容量に応じて、抵抗で消費させる方式と電動機の内部で消費させる方式を使い分けている。VVVF 制御装置のインバータ部には、全速度領域にわたりパワートランジスタによる PWM 方式インバータを採用している。インバータの制御には高性能マイコンによる誘導電動機の非干渉制御方式を採用し、電動機の制御性能を高め滑らかな乗り心地と精密な着床精度を実現している。

3. 低速エレベーターにおける動向

3.1 適用拡大

低速エレベーターにおける VVVF 制御方式の適用拡大の方向としては、大容量領域への適用拡大と、既設の旧式エレベーターを最新の機種に取り替えるモダンゼーションへの適用拡大がある。

(1) 大容量領域への適用

従来の低速エレベーター用電動機制御方式として主に採用されていた一次電圧制御方式は、加減速時の電動機の効率と力率が悪いいため電流が大きくなり、電源設備容量や電動機の温度上昇の点から、かごの容量は 1,600 kg 以下に制限されていた。これを超えるかご容量のエレベーターでは駆動方式として旧式の減速機付き直流機制御(DC-GD)方式、又は交流2段速度制御(AC-2)方式が採用されていた。しかし、VVVF 制御方式は加減速時の電動機の効率と力率が大幅に向上するのでこの領域にも適用可能であり、これによって省エネルギーと省電源設備をはじめとした乗り心地の向上、信頼性の向上をも図ることができた。

(2) モダンゼーションへの適用

モダンゼーションの一例として、昇降路のピット深さをそのままにして、駆動システムを最新の制御方式に変更し、かごの速度をもとの機種より上げる場合があるが、建築基準法施行令により終端階の一つ手前の階では強制的に速度を下げなければならない。このような場合にも、VVVF 制御方式は一次電圧制御方式と違って、電動機に熱的な負担をかけることなく低速運転ができ、速度制御も精度良くできるので、モダンゼーションにも最適な方式となっている。また、モダンゼーションの特長として、取替え前後の機種間の性能差がはっきりと現れるので、乗り心地の向上、電力消費の低減など、VVVF 制御方式の優れた点が顕著に認識され、高い評価を得ている。表2. に実際のモダンゼーションに際し、取替え前後に測定した電力消費のデータを示す。これによると VVVF 制御方式は、旧機種である DC-GD や AC-2 に比べ、速度を上げたにもかかわらず電力消費は 60% 以

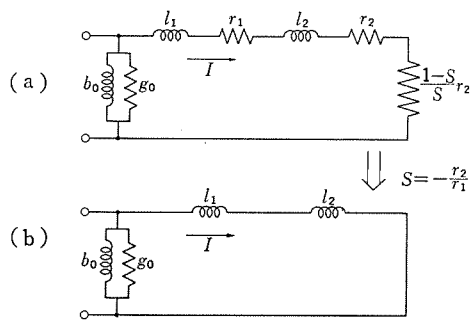


図 1. 誘導電動機の等価回路

上も低減されていることが分かる。

3.2 VVVF 制御装置のコンパクト化

低速エレベーター、特に小容量のエレベーターの機械室はできるだけ小さく、また機械室レイアウトもできるだけ自由度を持たせることが望ましい。制御装置のコンパクト化は、レイアウトを容易にすることができ、低速エレベーターにとっては重要な課題であった。当社は、600 kg-60 m/min 以下のエレベーター用として新しい VVVF 制御方式を独自に開発し、容積が従来の 1/5 の超小型の制御盤を実用化した。

3.2.1 新しい VVVF 制御方式⁽²⁾

エレベーターでは減速時及びかご釣合いおもりのどちらか重い方向に運転するとき、電動機を制動運転させなければならない。低速エレベーターのうち、大容量又は 90~105 m/min 用 VVVF 制御方式では電動機を回生制動領域で運転させ、回生エネルギーを抵抗で消費させる方式を採用している。しかし、この方式は発熱体（抵抗）を制御装置に実装しなければならないので、装置の大幅な小型化は困難である。当社が低速・小容量用に独自に開発した新しい VVVF 制御方式は、誘導電動機が回生制動時に発生する回生電力をすべて電動機内で消費させようとするものである。これは、制動時に誘導電動機のスリップを一定に保って制御する方式であり、臨界制動方式と呼んでいる。

この臨界制動方式の原理を、図 1. に示す誘導電動機の等価回路により説明する。図中 r_1 , r_2 は電動機の一、二次の巻線抵抗、 l_1 , l_2 は同じく一、二次の漏れインダクタンス、 g_0 , b_0 は同じく励磁コンダクタンスとサセプタンス、 S はスリップであり、 $(1-S) \cdot r_2/S$ は等価負荷抵抗で電動機の機械入出力を表す項である。図 1. (a) において、 $S = -r_2/r_1$ とおくと等価負荷抵抗の項は、 $(-r_1-r_2)$ となり、電動機の一、二次の巻線抵抗とちょうど相殺され、等価回路は図 1. (b) のようになる。このことは、機械入力がかご電動機の一、

二次の巻線で消費されることを意味する。また、図 1. (b) から、励磁コンダクタンスを除けばこの等価回路はすべてインダクタンスのみとなり、無効電力だけが供給され有効電力の授受が行われないことが分かる。

スリップ S を $-r_2/r_1$ とおき、極対数を p 、相数を m 、電流の振幅を I 、電動機の角速度を ω_r とすると、角周波数指令 ω_0^* 、機械入力 P_m 、及び制動トルク T_b は、それぞれ、

$$\omega_0^* = p \cdot \omega_r \cdot r_1 / (r_1 + r_2) \quad (1)$$

$$P_m = (r_1 + r_2) \cdot I^2 \quad (2)$$

$$T_b = m \cdot p \cdot r_1 \cdot I^2 / \omega_0^* \quad (3)$$

と表される。したがって、所要トルク T_b に対し次式を満足するように電流 I を制御することにより制動トルクが制御できる。

$$I = \sqrt{T_b \cdot \omega / (r \cdot m \cdot p)} \quad (4)$$

3.2.2 具体的な制御方式

制動時における具体的な制御方式を図 2. のブロック図で示す。図中、 ω_r^* はエレベーターの起動から停止に至る速度指令に対応した角速度指令である。トルク指令 T_b^* は角速度指令 ω_r^* と実際の電動機の角速度 ω_r の偏差に対応して演算され、角周波数指令 ω_0^* は実際の電動機の角速度 ω_r から式 (1) によって求められる。また、電流の振幅指令 I^* は式 (4) によって求められる。したがって、電流の瞬時指令値 i^* は、その振幅指令と角周波数指令から次式で求められる。

$$i^* = I^* \cdot \sin(\omega_0^* t + \theta) \quad (5)$$

ただし、 t は時間、 θ は位相角である。

これらの演算は高性能 16 ビットマイクロプロセッサによって高速演算される。

3.2.3 運転特性及び特長

臨界制動方式を採用したエレベーターの運転特性を図 3. に示す。角周波数指令は臨界制動時に式 (1) を満たす値になるので、電動機電流の周波数は制動運転に入ると急に低くなっていることが分かる。かご内加速度波形は、正弦波に近く滑らかな乗り心地であることを示している。速度指令に対する実際の速度の追従性が良く、制御性も良いことを示している。この方式の特長としては、次の 3 点が挙げられる。

(1) コンパクト化

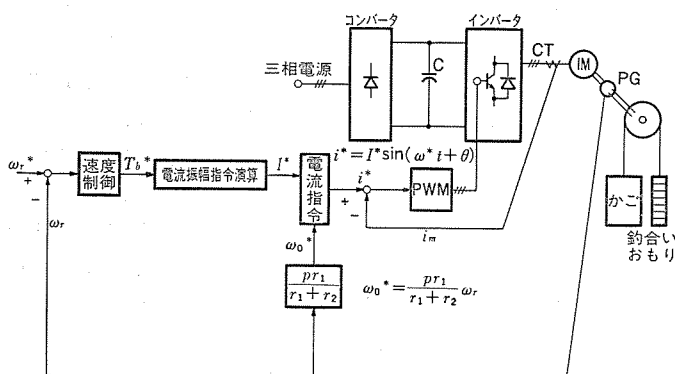
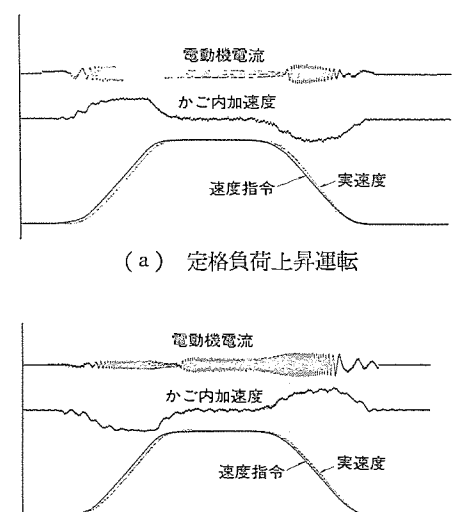


図 2. 臨界制動時の制御ブロック図



(a) 定格負荷上昇運転

(b) 定格負荷下降運転

図 3. 臨界制動方式の運転特性

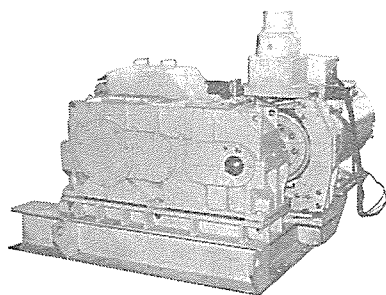


図 4. 大型ヘリカル減速機付き巻上機

制御盤内の抵抗で消費させていた回生電力を熱容量が大きく、しかも回転中は風冷効果もあるモータの内部で消費させて、制御盤内の発熱を低く抑えることができるので、制御盤の実装密度を上げてコンパクト化を図ることができる。

(2) 騒音低減

この方式は角周波数を大幅に下げて制御するため、結果的には弱め界磁となるので騒音レベルは下がる。

(3) 信頼性向上

回生電力を消費させる抵抗を廃止できるので、主回路が単純化され信頼性も向上する。

このように、臨界制動方式はエレベーターの駆動方式として大きなメリットを持ち、この方式を採用したエレベーターの納入実績も既に1,000台を超えている。

4. 高速エレベーターにおける動向

4.1 適用拡大

高速エレベーターは、従来、かご容量1,600kg以下のエレベーターにVVVF制御方式を適用してきたが、このたび、かご容量1,600kgを超える領域に適用するためにヘリカル減速機付き大型巻上機を開発した。この大型巻上機の開発に際しては、シミュレーションによる振動解析結果を用いて非共振設計を行い、更に歯車の研削精度の向上を図ることにより、振動・騒音は実使用上問題のないレベルに低減した。この大型巻上機の開発により、高速エレベーターのほとんどの領域でVVVF制御方式エレベーターの適用が可能になった。図4.に大型ヘリカル巻上機の写真を示す。

この大型巻上機を駆動するインバータは、大容量のトランジスタモジュールを並列接続して構成している。この並列接続されたトランジスタモジュール間の電流アンバランスは、次の方法で小さくしている。

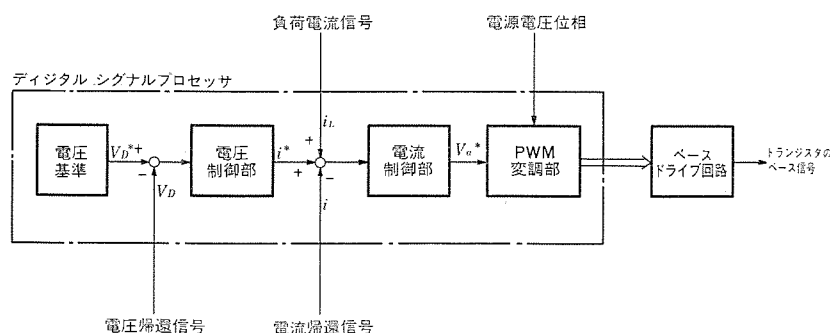


図 6. コンバータの制御演算ブロック図

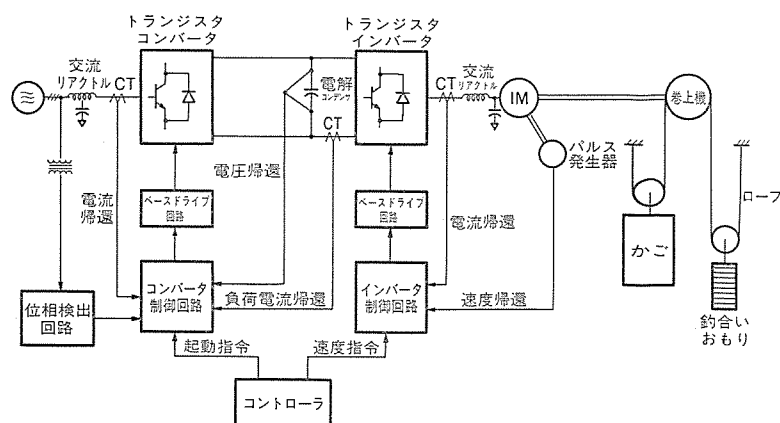


図 5. 高速エレベーター用VVVF制御装置

- (1) トランジスタの h_{FE} の特性をそろえる。
- (2) ベース端子を並列接続し、スイッチングタイムのばらつきを抑える。
- (3) 各トランジスタモジュールへのインピーダンスが等しくなるようにブスターを配線する。

4.2 制御装置の高性能化

当社では、制御演算に適した高性能なデジタルシグナルプロセッサを用い、高度の制御演算と新しいPWM変調方式を導入し、制御性能の向上と入力電流に含まれる高調波成分を大幅に低減する高速エレベーター用VVVF制御装置を開発した。以下にこのVVVF制御装置について説明する。

4.2.1 制御装置の構成

図5.は新しい高速エレベーター用VVVF制御装置の構成を示したもので、三相交流電圧は、トランジスタコンバータとその入力側に設けられた交流リアクトルとの働きにより一度直流電圧に変換され、トランジスタインバータで再び可変電圧可変周波数の三相交流電圧に変換されて駆動用誘導電動機に給電される。コンバータとインバータには、高耐圧大容量のパワートランジスタモジュールを使用し、正弦波出力PWM変調(パルス幅変調)によって、入力電流と出力電流が正弦波となるように制御される。

4.2.2 コンバータの制御方式

図6.はコンバータ制御回路の演算を示すブロック図である。コンバータの制御回路には制御演算に適した高性能のデジタルシグナルプロセッサを用い、従来、汎用マイコンとディスクリート回路で構成していた制御回路を小型化するとともに、演算サイクルを短くし応答速度を速くすることにより制御性能を向上させた。

コンバータの電圧制御にはコンバータの出力電圧を帰還信号とするフィ

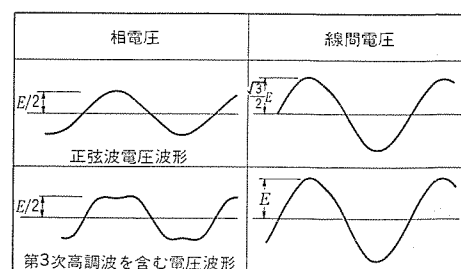


図 7. 相電圧と線間電圧の関係

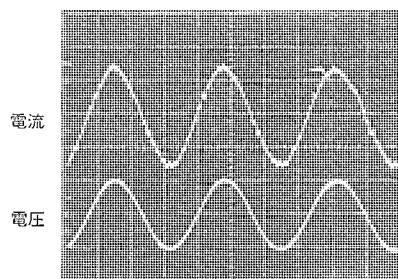


図 8. 電源電圧波形と電流波形

ードバック制御方式を用い、更に安定な制御を行うために入力電流を帰還信号とする電流マイナーループを設けている。また、交流電源位相検出回路によって検出された電源電圧の位相に基づき、入力電源の力率が、力行時は1、回生時には-1となるようにPWM変調部でPWM信号が生成され、ベースドライブ回路へ出力される。

ところで、図5.の回路においてインバータの負荷が急変すると電解コンデンサから流れ出る電流が急変し、電解コンデンサの電圧が大きく変動してインバータの制御が不安定になるという問題があった。そこで、図6.のようにコンバータの負荷電流を検出し、その負荷電流信号 i_L をフィードバック信号として電流指令信号 i^* に加えるように構成し、インバータの負荷が急変したときの電解コンデンサの電圧変動を小さくした。

更に、入力電流に含まれる高調波成分を、次の(1)~(3)項の方法を用いて低減している。

(1) 第3次高調波を含む入力電圧波形の採用

コンバータの直流出力電圧は、コンバータに使用するパワー transistor と電解コンデンサの耐圧によって規制されあまり高くはできない。一方、PWM変調のコンバータの電圧の波高値は、直流出力電圧より高くすることはできない。したがって、電源側に降圧トランスを用いて電源電圧を下げることで交流入力電圧を下げないと、入力電圧波形がひずみ、入力電流に高調波電流が流れることになる。そこで、コンバータの交流入力電圧を高くするために、相電圧指令に第3次高調波を含む電圧波形を採用し、入力電圧波形に第3次高調波が含まれるようにした。図7.は相電圧と線間電圧の関係を示したもので、相電圧波形に第3次高調波を含む電圧波形を用いると、第3次高調波成分は各相とも同位相になるので線間電圧には現れず、しかも線間電圧の波高値を最大直流電圧 E まで大きくできる。したがって、相電圧に第3次高調波を含む電圧波形は、正弦波電圧波形に比べ約15%も線間電圧を増加することができる。この方式によって、入力電圧に余裕がでる降圧トランスを不要にしている。

(2) デッドタイムの補正

transistor のターンオフタイムによって、コンバータの各相の短絡が発生するのを防止するため、各相の上下のtransistorのオン信号の間には、上下のtransistorがどちらも点弧しない時間、いわゆるデッドタイムが設けられている。このデッドタイムは、電圧外乱として作用し低次の高調波電流発生の原因となるので、デッドタイムによる電圧外乱を打ち消すような補正信号を加え高調波電流が流れるのを防止している。

(3) 高調波フィルタの挿入

PWM変調によって生じる高調波電流は、周波数が高いので電源とコンバータの間に設けられている交流リアクトルにコンデンサを組み合わせてフィルタ回路を構成することによって、大幅に低減されている。

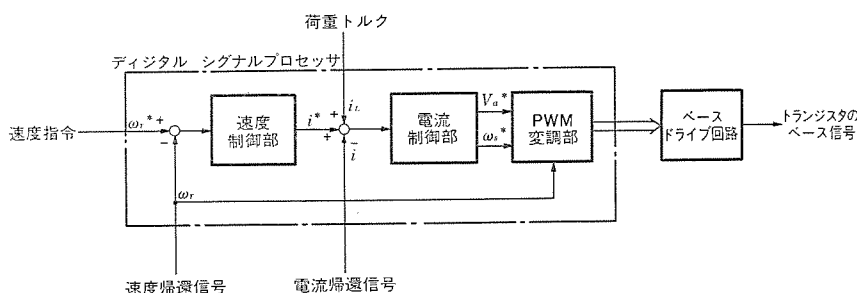


図 9. インバータの制御演算ブロック図

図8.は力行運転時の電源電圧波形と電流波形であり、上記(1)~(3)項の方法により入力電流の高調波含有率は、従来のサイリスタレオナード方式の1/5以下となった。

4.2.3 インバータの制御方式

インバータにもPWM変調transistorインバータを使用し、PWMの変調周波数を高くすることにより、滑らかな正弦波出力電圧を駆動用電動機に供給し、精度の高い制御を行っている。更に、インバータの出力と電動機の間には、交流リアクトルとコンデンサで構成される騒音低減用フィルタを設け、電動機からPWM変調によって発生する磁気音を低くしている。

インバータの制御にもコンバータと同様に高性能のデジタルシグナルプロセッサを使用し、従来の方式に比べて制御回路を大幅に小型化するとともに制御性能を向上させた。図9.はインバータの制御演算のブロック図である。電動機の速制御には、電動機に取り付けられたパルス発生器の出力信号を帰還信号とするフィードバック制御方式を用い、更に安定な制御を行うために、インバータの出力電流を帰還信号とする電流マイナーループを設けている。PWM変調部は、制御演算の結果得られた電圧指令 V_a^* と、すべり角周波数信号 ω_s^* と角速度帰還信号 ω_r から得られる電圧の位相角指令を基にPWM信号が生成され、ベースドライブ回路へ出力される。

エレベーターの駆動システムは、長いロープを介してかごと釣合おもりがつるべ状に結ばれており、機械的な振動を引き起こしやすい構成となっている。そこで、次の方法により振動の発生を防止している。

- (1) 機械的な振動を抑制する高速応答の制御ループをもうける。
- (2) ホール素子を用いた直流電流検出器の出力電圧をエレベーターが停止中に測定し、このときの値を使ってオフセット電圧を補正する回路を設け、インバータの出力電流に直流成分が含まれるのを防止している。

5. む す び

以上、当社のVVVF制御方式エレベーターの最近の技術動向について紹介した。VVVF制御方式エレベーターは、従来のエレベーターに比べて多くの利点を持っており、現在、世界のエレベーターの主流になりつつある。今後、パワーデバイスとマイクロエレクトロニクスは大きな発展が期待できるので、これらを駆使して需要家各位のニーズに合ったエレベーター制御方式の開発を更に押し進める所存である。

(原稿受付 昭62-7-28)

参 考 文 献

- (1) 釜池ほか：三菱電機技報，58，No. 12，p. 826 (昭59)
- (2) 野村ほか：電気学会全国大会講演論文集，758 (昭62)

電子化油圧エレベーター

山本友一郎*
三宅 立郎*
神谷代詞男*

1. ま え が き

当社では昭和51年に標準乗用油圧エレベーターを発売⁽¹⁾した。その後、都市部の建物密集地区では日照権を守るために建物の高さが制限され、屋上に機械室を必要とせず、建物の高さを有効に活用できる油圧エレベーターが、時代のニーズにマッチするものとして注目されはじめた。

また、図1.に示すように、油圧パワーユニットと油圧ジャッキを配管で連結すれば、油圧パワーユニットを設置する機械室を自由に配置できる建築設計上の柔軟性がある。更に、建物上部に荷重がかからないため建物強度を軽減することができる。このような特長を持つ油圧エレベーターの設置台数は、図2.に見られるように急激な伸びを示している。

このたび開発した電子化油圧エレベーターは、乗客へのきめ細かなサービスの向上、省エネルギー化と、より一層の安全性、信頼性に配慮したものであり、今後更に増大する市場の要求にこたえるものである。

油圧エレベーターには、かごの駆動方式として間接式と直接式があり、今回の電子化は乗用として定員6～11人、住宅用として定員6～9人、それぞれ速度30、45 m/minの合わせて20機種について行った。以下、この油圧エレベーターの特長と主要機器の構成を紹介する。

2. 特 長

今回開発した電子化油圧エレベーターは、当社の従来型油圧エレベーターと比較して、次に示す優れた特長を持っている。

(1) 制御機能の向上

マイコンを用いて制御回路の電子化及びソフトウェア化を行うことにより、戸開放時間制御や油温の変化に応じた運転制御などのきめ細かい制御が可能となり、制御機能の向上が図れた。

(2) 信頼性の向上及び安全性の確保

マイコンの採用や油温検出装置の電子化などにより、リレーを大幅に削減するとともに、電子化部分は高集積素子の採用等で部品点数を大幅に低減した。これにより信頼性が向上した。また、安全上主要な回路はハードロジック等で構成し、マイコンからの指令をチェックすることで高い安全性が確保できた。

(3) 運転走行時間の短縮

従来油温や負荷（乗客数）の影響を受け変化していた走行特性が、新型制御バルブの採用によりほぼ一定になり、運転走行時間が約25%短縮した。

(4) 省エネルギー

新型制御バルブによる走行時間の短縮で、上昇運転時の消費エネルギーを削減するとともに、制御盤の電子化による制御回路の低消費電力化、マイコンによるかご内の照明の自動消灯などにより約30%の省エネルギーを達成した。

(5) 機械室スペースの縮小

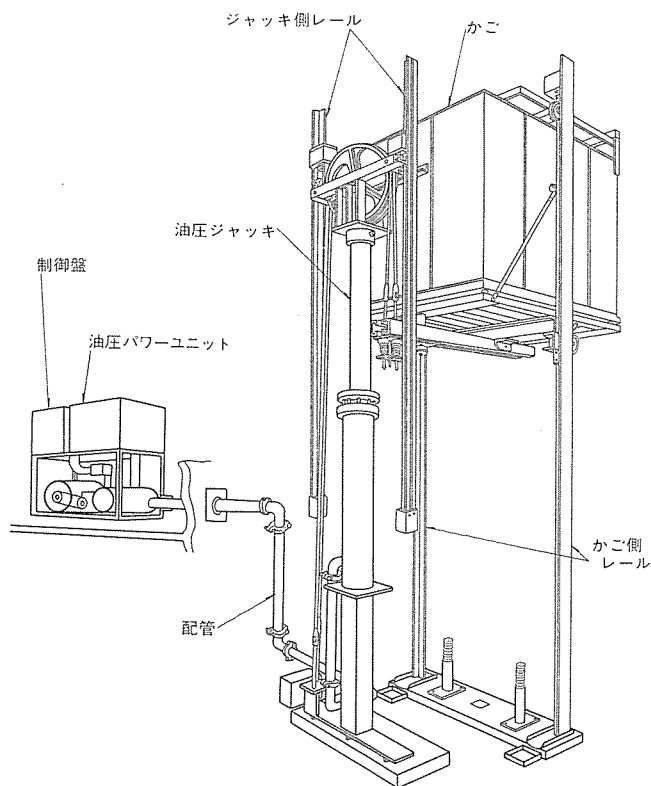


図1. 全体構造

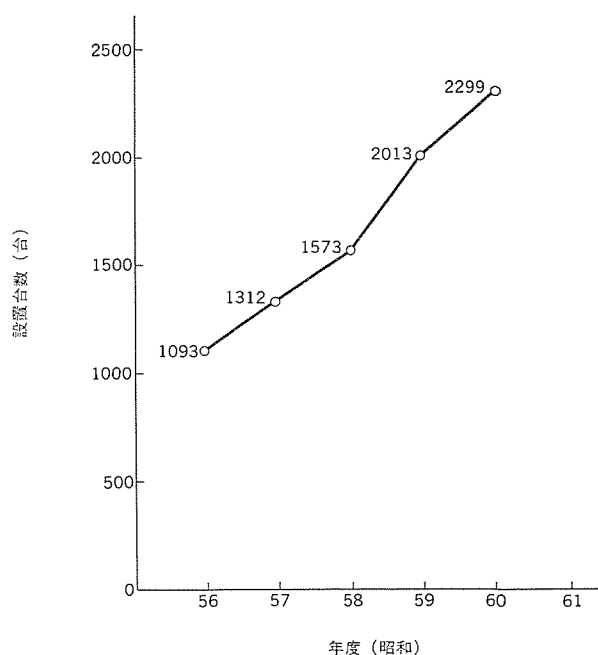


図2. 乗用油圧エレベーターの設置台数の推移（エレベーター協会調査）

制御盤の大幅な小型化や油タンクの縮小などにより、油圧パワーユニットと制御盤の小型一体化ができ、機械室平面スペースが約25%縮小した。

3. 主要機器の構成

今回の開発は図1.に示す油圧エレベーターの全体構造の中でも、特に心臓部に当たる制御盤、制御バルブ、油圧パワーユニットなどの機械室機器を主体に行った。以下に主要な機器の構成を紹介する。

3.1 電子化制御盤

図3.に電子化油圧エレベーターの制御システムの構成を示す。このシステム構成の特長を次に説明する。

(1) マイコンの採用と信号伝送の直列化

従来リレーで構成されていた運転制御回路をマイコンを用いて電子化することにより、乗場やかごの呼びに応じて戸の開いている時間を効率よく制御する戸開放時間制御や、待機時のかご内の照明の自動消灯やファンの休止動作、方向反転時のかご呼び打消動作など、きめ細かな制御が可能となりサービスを向上することができた。また、かごが何らかの原因で階と階との間で停止したときこれを検出し、運転が安全上支障なければ低速でかごを最寄りの階まで走行させ、乗客を救出するセーフティランディング機能などを付加した。これにより、安全性も一層向上した。更に、乗場やかごと機械室との間の呼び信号伝送及びかご内のインジケータへの信号伝送に直列伝送方式⁽²⁾を採用し、この信号伝送の制御にもマイコンを使用してインタフェースの簡略化を図りシステムの信頼性を向上させた。

(2) リレーやハードロジックによる安全回路の構成

運転制御用マイコンからの指令により、制御バルブやモータが駆動されてかごは走行するが、制御バルブへの指令などの重要な信号はインタフェースからの出力を安全回路内のハードロジックでチェックし、マイ

コンの指令と比較照合し、一致しない場合にはリレーにより回路を確実に遮断し運転を阻止する構成とした。これにより高い安全性が確保できた。

(3) 高集積素子、低消費電力論理素子の採用と回路の低電圧化

PLA (Programable Logic Alley) などの高集積素子や低消費電力の高速CMOSの採用で部品点数を大幅に低減し、論理回路部分の電力消費を少なくした。また、制御バルブコイル、安全リレーなどの機器を低電圧化することで、インタフェース回路に耐電圧の低い小型の半導体素子の使用が可能となり、素子の実装密度を上げることができた。これらにより、電子化部分が小型化でき信頼性が向上した。

(4) 油温検出装置の電子化

油圧エレベーターの性能を良好に保つには、油温を所定の範囲に維持することが必要である。油温の検出には、従来液膨脹式油温検出器を用いていたが、今回サーミスタを用いた高い信頼性をもつ油温センサを新たに開発した。この油温センサの出力をデジタル変換し、マイコンにより処理することで油温を常に高精度で検出し管理することが可能となった。これにより、かごの運転頻度や機械室の温度により刻々変わる油温に応じて、運転を制御することができ、信頼性や安全性が一層向上した。

3.2 新型制御バルブ

圧力補償機能をもち、油温の影響を受けにくい新型制御バルブを開発した。これにより、走行時間の短縮による運転効率の向上と省エネルギー化を図るとともに乗り心地を改善した。この新型制御バルブの具体的な機構と走行特性を次に説明する。

(1) 新型制御バルブの油圧制御回路

油圧エレベーターの上昇運転は、ポンプが油圧ジャッキに送油する圧油を上昇弁で流量制御することにより行われる。下降運転は、かごの重量により油圧ジャッキからタンクへ還流される圧油を下降弁で流量

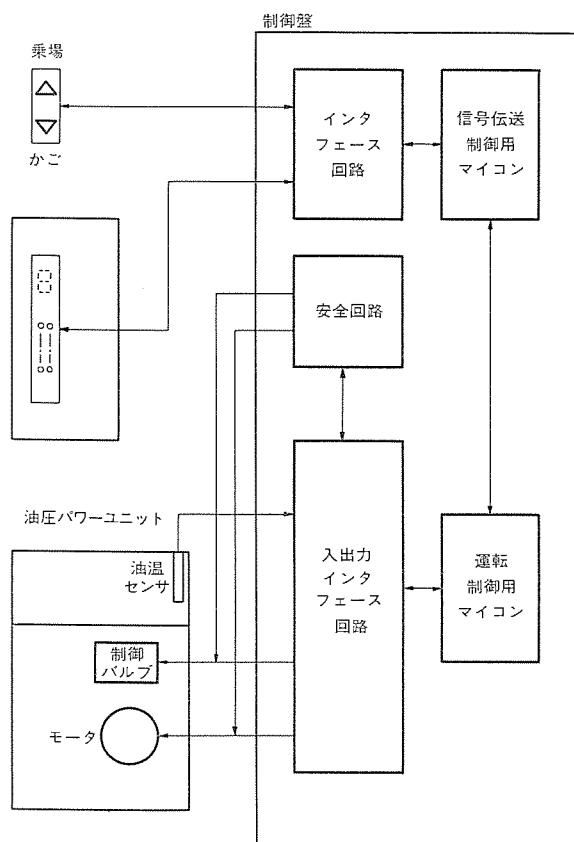


図3. 制御システムの構成図

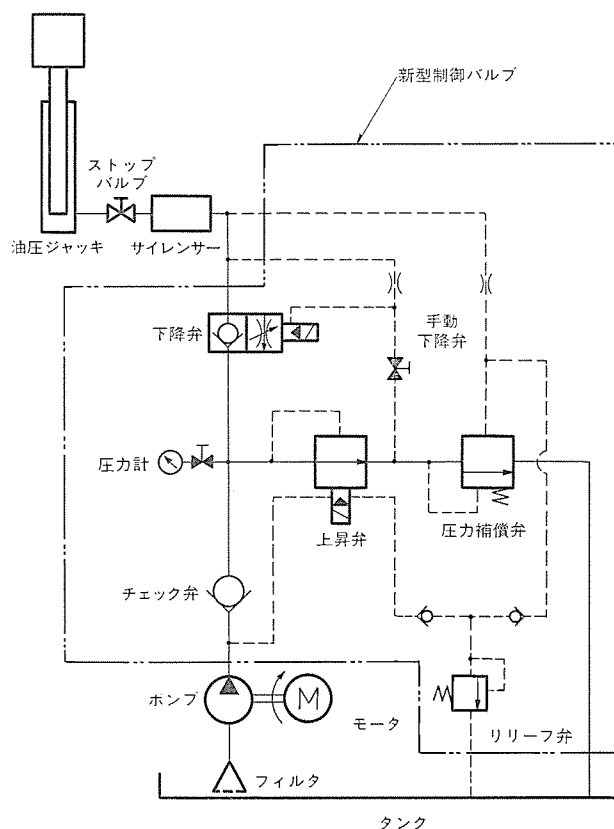


図4. 油圧回路図

制御することにより行われる。図 4. に新型制御バルブの油圧回路図を示す。

上昇弁と下降弁は、パイロット回路の圧油により作動され、主油路の流量を制御する。油圧エレベーターでは、かご内の乗客数が多いと油圧ジャッキの圧力が高くなるとともに、ポンプの吐出圧力も高くなる。従来の制御バルブは上昇弁及び下降弁に設けた流量制御オリフィスの開閉動作時間が上記圧力の影響を受けるため、かごの加速時間、減速時間等の走行特性が変化していた。

今回開発した新型制御バルブの圧力補償機能は、油圧ジャッキの圧力変化に対して、常に一定したかごの走行特性を得るために付加したものである。

図 4. に示したように、圧力補償弁には二つのパイロット回路が連通している。一方のパイロット回路には油圧ジャッキの圧力を、他方には圧力補償弁の上流の圧力を導入している。この圧力を比較した上で、圧力制御オリフィスの開口面積を調節することにより、上記2箇所の圧力差を一定に保っている。つまり、圧力補償弁は油圧ジャッキの圧力変化分だけ圧力補償弁の上流の圧力を変化させる動作を行う。

この圧力条件のもとで、上昇弁とそのパイロット回路が上昇運転を制御し、下降弁とそのパイロット回路が下降運転を制御する。このため、かご内の乗客の人数にかかわらず上昇弁と下降弁が開閉する動作時間と低速走行速度はほぼ一定となる。これが、加速・減速・着床走行などの良好な走行特性を実現した。

(2) 良好な加減速度特性

図 5. に新型制御バルブを用いた油圧エレベーターの加減速度特性の試験結果を示す。この図が示すように、上昇運転と下降運転とも振動が小さく、加減速度の急な変化がない良好な乗り心地を実現した。

また、着床精度は低速走行速度と着床走行時間を一定に制御し、従来どおり十分満足できるものになっている。

(3) 運転走行時間の短縮

新型制御バルブの圧力補償機能

の効果により、かご内の乗客の人数にかかわらず一定した加速時間、減速時間、着床走行時間及び低速走行速度を保つことができ、特に低速走行時間を大幅に短縮することができた。これが、油圧エレベーターを常に最適で、しかも最小の走行時間で運転することを可能にした。図 6. に新型制御バルブと従来型制御バルブの走行時間の比較を示す。

この性能のアップが、2章で述べたように、①乗客がかごに乗ってから到着するまでの時間が短縮され、それだけ早く目的階に着ける、②運転効率がアップした分、より多くの乗客を運ぶことができ、また待ち時間を短縮することができる、③運転走行時間の大幅な短縮は、エネルギーの削減効果をもたらす、など乗客へのサービスの向上や経済性の改善というエレベーターとしての優れたメリットを生み出した。

3.3 油圧パワーユニット

機械室内に設置する油圧パワーユニットは、今回の電子化により更に小型になり、次に示す特長が得られた。図 7. にこの電子化油圧エレベーターの制御盤と油圧パワーユニットの外観を示す。

(1) 機械室機器の設置スペースの縮小

制御盤の大幅な小型化に伴い、油圧パワーユニットの油タンクの平面

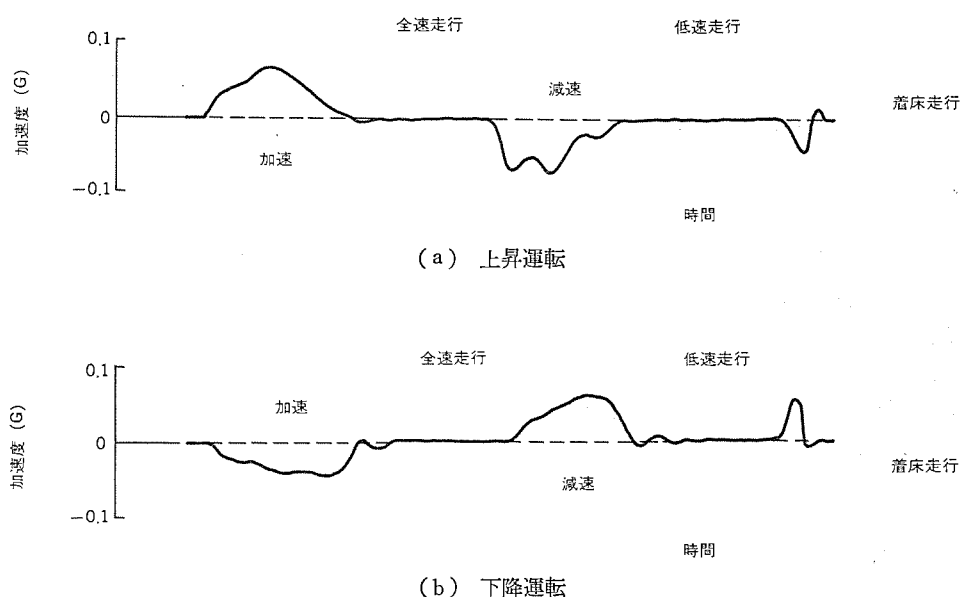


図 5. 新型制御バルブの加減速度特性 (定格負荷)

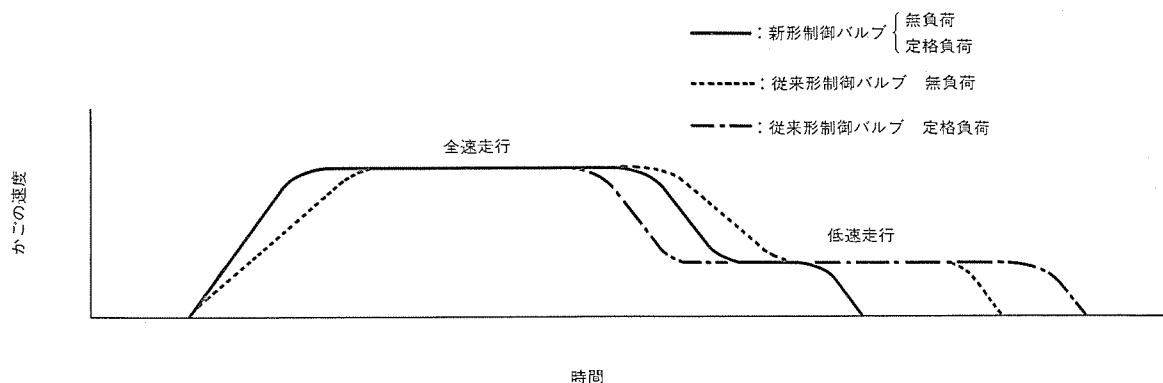


図 6. 走行時間の比較

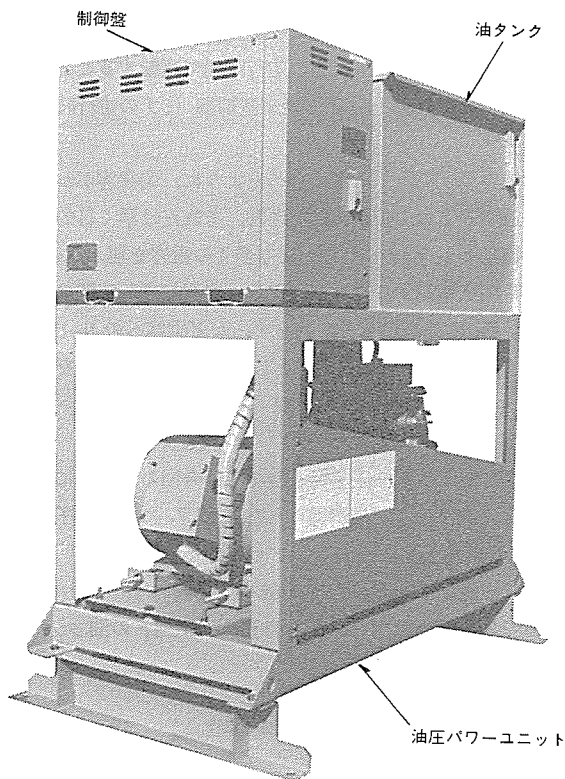


図 7. 制御盤、油圧パワーユニットの外観

積を縮小して、制御盤を油タンクの横に設置した。また、内部機器についても部品の一体化を推進した。これらにより制御盤の体積は従来の約 1/3 に小型化され、油圧パワーユニット（制御盤を含む）の平面積は従来の約 3/4 に、また高さは従来の約 3/4 以下に縮小した。

従来、付加仕様によっては、設置スペースを確保するために広い機械室を建築側に要求していたが、この機器の小型化によりそれを要求する場合が減少した。例えば、油圧エレベーターでは付加率の高い停電時自動着床装置（MELD 盤）を、油圧パワーユニット側面に取り付けることにより、従来のように別置き単独の盤を付ける必要がなくなった。したがって、制御盤と MELD 盤間の渡り線の短縮化による据付けの合理化ができた。また、MELD 盤を取り付けても従来の標準機器設置スペースに収めることが可能になった。

また、油圧パワーユニット（制御盤を含む）の小型化により、据付け時の機械室への搬入を容易にし、据付けの合理化を図った。

(2) 機械室のシンダーレス化

一般に機械室の床は、機器の据え付け後電気配管やダクトなどを埋めるために、シンダーコンクリートで仕上げている。今回の電子化油圧パワーユニットでは、機械室のシンダーレス化にも対応できるようにシンダーコンクリートは、現場状況に応じて打設しなくてもよい機器形状とした。電源の配線は天井からの立ち下げ方式を採用し、昇降路への配線ケーブルは、機械室の上方部にラックを設けて敷設する方式とした。

従来は、機械室の床仕上げ日程により機械室機器を搬入及び固定する日程が左右されていたが、シンダーレス化により建築側との取合が少なくなり、据付け日程の自由度を増すことができた。

(3) 低騒音型油圧パワーユニット

機械室からの空気伝ば（播）音は、主に機械室に隣接する居室で問題となる。これは空気中を音が伝播してゆくため、対策としては騒音源からの放射音の防音、吸音が効果的である。建築側の対策としては、機械室の壁厚を厚くする、防音扉をつける、吸音材を壁面や天井面には（貼）る、吸排気口に吸音ダクトを取り付ける、吸排気用に低騒音型有圧換気扇を採用するなどが有効である。エレベーター側の対策としては、防音カバーが効果的で密閉型と換気型を準備した。前者は吸音材を内張りした鋼板製のカバーで、油圧パワーユニットの側面全周を覆ったものである。後者は吸音材を内張りした鋼板製のカバーと、吸気口及び排気口を備えたダクトで、油圧パワーユニットの側面全周を覆ったものである。その排気口側のダクトには、油圧パワーユニットの内部に滞留したモータ及び制御バルブの熱を、外部に強制的に放出するためのシロッコファンを設置した。密閉型は住居専用ビルのエレベーターに適用し、換気型は事務所ビルなどのエレベーターに適用する。

油圧パワーユニットに防音カバーを取り付けることにより、機械室内の騒音は約 15 dB 低減できる。また、油圧パワーユニットの保守側の防音カバーは、取り外すことなくヒンジにて回動し、工具なしで制御バルブを保守点検できるように改良した。

(4) 防振ベース付き油圧パワーユニット

ポンプ、モータなどは油圧パワーユニット内で防振されているが、機械室に隣接した居室がある場合や、機械室の下部に居室がある場合には、油圧パワーユニット全体を防振し、取付け近辺の機械室床面での振動を数 gal 程度に減衰させ、機械室床からの固体伝播を防止することが効果的である。

4. む す び

以上、電子化油圧エレベーターについて、主な特長と構成を示した。高齢化社会にそなえ、低層建物にもエレベーターの設置が進展してきており、サービスの向上その他多くの特長に加え、かご内操作盤を出入口コーナーに斜めに設置し操作性を向上させ、階床表示をデジタル化し⁽³⁾視認性を向上させたこの油圧エレベーターは、需要家各位の期待にこたえるものと確信する。

今後とも、油圧エレベーターの特性を生かした研究開発を進め、社会のニーズに適合した油圧エレベーターを開発してゆく所存である。

（原稿受付 昭 62-7-28）

参 考 文 献

- (1) 矢田貝ほか：三菱電機技報，51，No. 7，p. 440（昭 52）
- (2) 花木ほか：三菱電機技報，58，No. 11，p. 34（昭 59）
- (3) 吉川ほか：三菱電機技報，61，No. 3，p. 73（昭 62）

個人住宅用エレベーター

吉川 博* 山本和美*
杉山美樹* 中西光明**
青井隆明*

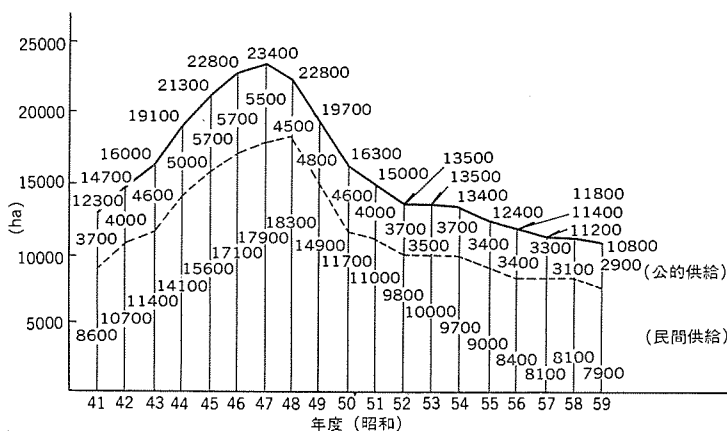
1. ま え が き

当社は数多くの住宅用エレベーターの開発を通じ、住宅におけるエレベーターのあり方を追究してきた。昭和33年には、高層住宅の急増に対応し、日本で初めての公共住宅用規格型エレベーターを開発した。また、昭和58年には3～5階建ての中層住宅での要請にこたえ、中層集合住宅専用エレベーター《コンパクト4》を開発するなど、住宅の変化に適したエレベーターを供給してきた。これらは、いずれも集合住宅用のエレベーターであるが、最近、高齢者の増加や宅地の事情などから、個人の住宅に設置するエレベーターも強く望まれてきた。当社は、個人住宅用エレベーターについても集合住宅用の経験を生かしつつ、以前から研究を進めてきた。その研究の一環として、(社)日本産業機械工業会の“高齢者・身体障害者用昇降システムの開発”⁽¹⁾に参画した。また、工業化住宅のメーカーとの意見交換その他を通じてユーザー側からの要請にも注目し、個人住宅用エレベーターのあるべき姿を探索してきた。

本稿では、これらの検討結果の概要を示すとともに、製品化の具体例として、本年7月に積水ハウス(株)枚方(ひらかた)住宅展示場に納入した個人住宅用エレベーターの特長、構成を紹介する。

2. 個人住宅用エレベーターの必要性

近年、宅地の供給は停滞気味となってきた。図1.に昭和41～59年の宅地供給推移を示す⁽²⁾。昭和40年代後半から急激に減少に転じ、その後は停滞気味に推移している。この主な原因として、土地所有者の根強い土地保有指向を背景に、宅地開発に適した素地取得が困難となったことが考えられる。その結果住宅の立体化が進み、都市部では個人住宅も2階建てから3階建てへと移行する傾向が見られる。また、特定地域において、建物の高さ制限の緩和及び木造3階建ての解禁が検討されるなど、建築基準法も立体化へ対応

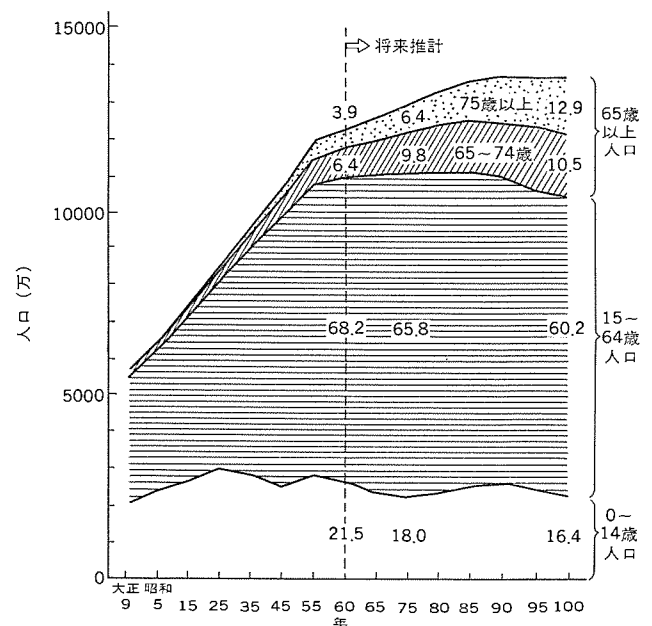


注) 1. 公的供給とは、住宅・都市整備公団、地方公共団体等の公的機関による供給であり、これらの機関の土地区画整理事業による供給を含む。
2. 民間供給とは、民間宅地開発事業者、土地所有者等の民間による供給であり、組合等の土地区画整理事業による供給を含む。

図 1. 宅地供給量の推移⁽²⁾ (建設白書 61 年版による)

しつつある。

一方、最近医療体制の充実その他により、高齢者の人口が急速に増加している。図 2. に各年齢ごとの人口推移を示す⁽³⁾。65 歳以上の老年人口比率は、昭和 60 年の 10.3% から上昇を続け、昭和 96 年には 23.6%、すなわち 4 人に 1 人を老年が占めると予測されている。我が国の高齢化のスピードは、欧米諸国のこれまでの実績と比べて格段に速く、21 世紀前半には世界で最も高齢化の進んだ国になると



資料：総務庁統計局「国勢調査」及び厚生省人口問題研究所「日本の将来推計人口(昭和61年12月推計)」の中心推計による。
(注) 図中の数値は、昭和60、75、100年における各年齢階級別人口の構成割合を示す(単位%)。
(参考) 1. 総人口のピークは、昭和88(2013)年で136030千人に達する。
2. 老年人口のピークは、昭和95(2020)年で31880千人に達する。
3. 高齢化のピークは、昭和96(2021)年で老年人口比率が23.6%に達する。

図 2. 人口の推移⁽³⁾

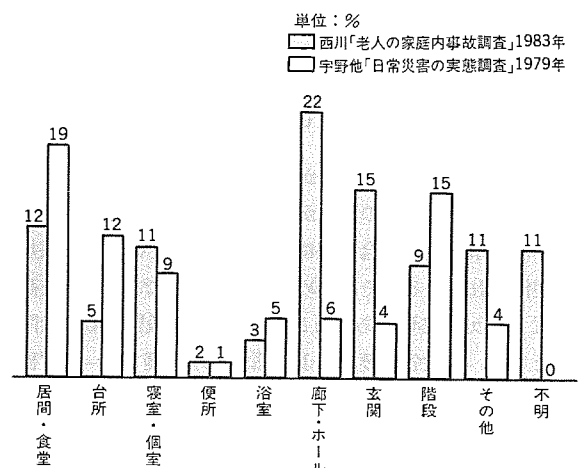


図 3. 家庭内事故の発生箇所⁽⁴⁾

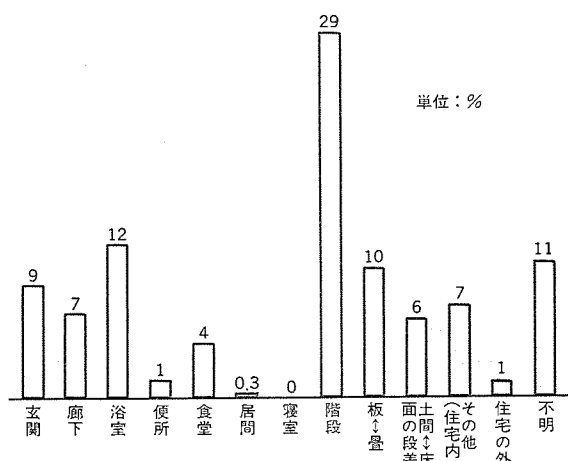


図 4. 老人の指摘する危険箇所⁽⁴⁾(高阪ほか「老人と生活空間」より)

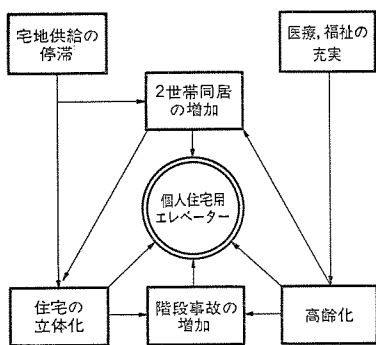


図 5. 個人住宅用エレベーターの必要性

予想されている。このような高齢者の増加は、前記した宅地供給の停滞とあいまって2世帯同居の増加をまねき、住宅の立体化を促進すると考えられる。また、高齢化と住宅の立体化に伴い、住宅内の階段移動が大きな問題となる。高齢者にとって階段の昇降は、大きな負担であると同時に危険を伴うものである。図3.に家庭内事故の発生箇所の調査結果を示す⁽⁴⁾。階段での事故が比較的上位を占めている。また、図4.は老人が指摘する危険箇所についての調査結果である⁽⁴⁾。他の箇所と比べ、階段が圧倒的に危険であると指摘されており、老人にとって階段は大きな障害であることがわかる。

以上の背景から、立体化する住宅における利便性の向上、階段事故防止など安全性の向上、そして高齢者が日当たりの良い上階に安心して居住できるよう、今後ますます個人住宅用エレベーターの必要性が増大すると考えられる。図5.にこれらの関連を示す。

3. 個人住宅用エレベーターの設計指針⁽⁵⁾

前記のような社会的要請にかんがみ、個人住宅へのエレベーターの普及を図るため、法規の改正が進められている。従来の一般用エレベーターは、事務所や集合住宅に設置することを想定した法規に基づいて製作されている。そのため、大型、高速であり、また高価で広い設置スペースが必要であるなど、個人住宅に設置するには問題がある。そこで、建設省の要請により(財)日本建築センターは“個人住宅用エレベーターの設計指針”を昭和62年3月に作成した。この指針は個人住宅に限定して設置されるエレベーターに適用される。そして、この指針は、積載量を200kg以下、速度を12m/min以下に規定し、小型、低速とすることにより、機械室や昇降路の寸法などに対する

規制を緩和している。例えば、従来の法規は駆動装置を昇降路と独立した機械室に設置するよう規定しているが、この設計指針は駆動装置が小型になることから、これを昇降路内に設置することも可としている。また、ピット深さやオーバヘッドなどの寸法についても、低速であることから規制を緩和している。更に、従来の法規はかごに不燃材料を使用するよう規定しているが、個人住宅では建築材料に木材などが用いられることから、この指針は使用材料の規制を緩和している。

以上のような設計指針が作成されたことにより、個人住宅に設置しやすいエレベーターの製作が可能となった。

4. 開発コンセプト

図6.に個人住宅用エレベーターの開発コンセプトを示す。個人住宅用エレベーターの開発では、従来の集合住宅用エレベーターで重視された信頼性、静粛性に加え、次の点に留意すべきと考えられる。

(1) 設置スペースの縮減

狭小な宅地に建つ住宅では、上下、水平いずれにおいても空間を有効活用する必要がある。したがって、設置スペースの縮減が重要である。

(2) 使いやすさ、安全性の重視

高齢者にも使用できるよう、使いやすさと安全性は従来のエレベーター以上に重視する必要がある。

(3) 個人住宅の建築構造への適合

従来のエレベーターが設置される建物の構造は、鉄筋コンクリート造りや鉄骨造りがほとんどである。それに対し、個人住宅の建築構造は木造や軽量鉄骨造が多い、そこで、これらの構造の建物に適用できるよう、建物の負担荷重、振動・騒音についての配慮が必要である。

(4) 個性の尊重

個人の住宅は単なる住み家ではなく、自己表現の場でもある。したがって、エレベーターは住人の個性を反映できるよう考慮すべきである。

(5) プライバシーの尊重

家庭は個人の生活空間であり、保守、点検その他エレベーターに関連して作業員がその生活空間に入り込むことは極力避ける必要があ

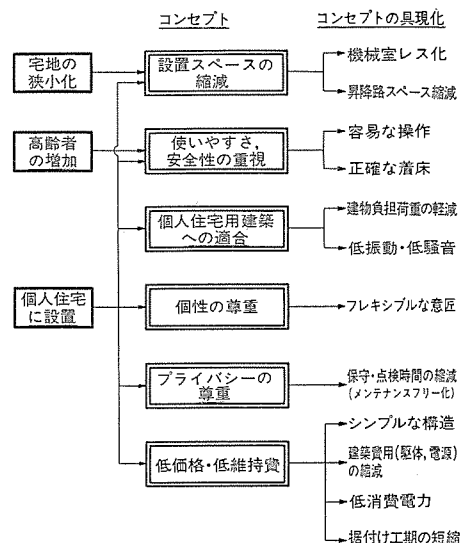


図 6. 個人住宅用エレベーターの開発コンセプト

る。

(6) 低価格、低維持費

従来の住宅用エレベーターの価格、維持費は多数の世帯で分担されるため、各々の世帯にとってあまり大きな負担にはなっていない。しかし、個人住宅の場合は1戸ですべてを負担するため、低価格、低維持費とする必要がある。

5. 製品の具体例

前記のコンセプトを具現化すべく製品開発を行い、第1号機を製作した。以下このエレベーターの概要を示す。

5.1 特長

このエレベーターは個人住宅に適合する次の特長を持っている。

(1) 省スペース

昇降路内上部に駆動装置を設置して機械室を不要にするとともに、

巻胴式駆動方式を用いて釣合いおもりを不要とし、設置スペースを大幅に縮減した。

(2) 建物負担荷重の軽減

駆動装置その他すべての機器をガイドレールに取り付けることにより、鉛直方向荷重をガイドレール自身で支持し、建物はわずかな水平方向荷重のみを負担するようにした。

(3) 単相電源の使用、低消費電力

かごの軽量化や低速化により、家庭内に容易に設置できる単相電源(220V)での運転を可能とし、電気料金は1か月1,000円以下で済むようにした。

(4) 正確な着床

高齢者のつまずき事故の防止、及び車いす利用者への配慮から、従来のエレベーターと同様、高い着床精度を確保した。

5.2 仕様

表1. にこのエレベーターの仕様を示す。主な仕様は前記設計指針に沿って定めた。例えば、設計指針では、積載荷重を床面積1m²につき180kgとして計算した数値以上とし、定員を1人当たり65kgとして計算するよう規定している。今回は床面積が1.1m²のため、積載荷重を200kg、定員を3名とした。また、設計指針では速度を12m/min以下に制限している。このエレベーターではこの上限値とした。

5.3 構成

図7. にこのエレベーターの全体構造を示す。また、図8. に昇降路平面図、図9. に昇降路頂部平面図を示す。以下、全体構成及び主な機器の概要について記す。

(1) 駆動システム及び機器の配置

エレベーターの駆動方式には、巻胴によってロープを巻き取ってかごを昇降させる巻胴式、かごと釣合いおもりをロープやチェーンでつるべ式に上下させるつるべ式、ねじ棒を用いるスクリュース式、その他多くの種類がある。これらの方式にはそれぞれ特長がある。このうち、巻胴式は昇降路の平面スペースを小さくできる特長を持っている。今回は個人住宅に設置することから、設置スペースの縮減を考慮し巻胴式とした。また、巻上機その他の機器の配置は次のような配慮に基づいて定めた。

従来のロープ式エレベーターは、機械室を上部に設けた場合、かごと巻上機の重量による下向き荷重を建物躯体で支持する必要がある。また、機械室を下部に設けた場合は、上部に設けたそれら車を介し

基 本 仕 様	用 途	個人住宅用（車いす用）
	積 載 荷 重	200 kg
	定 員	3 名
	速 度	12 m/min
	動 力 電 源	単相交流 220 V（照明電源は 100 V）60 Hz
	駆 動 ・ 制 御 方 式	巻胴タイプ・交流制御 機械室位置：昇降路頂部
	操 作 方 式	単式自動方式
	か ご 内 の り	間口……800 mm 奥行……1,375 mm
	戸 形 式	手動3枚戸片引き 左勝手
	出 入 口 有 効 寸 法	幅……760 mm 高さ……1,950 mm
か ご 室 仕 様	停 止 箇 所	2 箇所 1, 2 階
	階 高	2,875 mm
	壁	銅板（クロス貼り）
	戸	銅板（フィルム貼り）
	天井・出入口上板	銅板塗装仕上
	床	合板下地（敷物はタイル）
	照 明	乳白色樹脂グローブ照明
	敷 居	ステンレスヘアライン仕上
	か ご 操 作 盤	フェースプレートは銅板塗装仕上
	幅 木	塩ビ ストライプエンボス付き
乗 場 仕 様	出 入 口 柱	ステンレスヘアライン仕上
	三 方 枠	銅板塗装仕上
	戸	銅板塗装仕上
	敷 居	ステンレスヘアライン仕上
乗 場 ボ タ ン	乗 場 ボ タ ン	フェースプレートは銅板塗装仕上

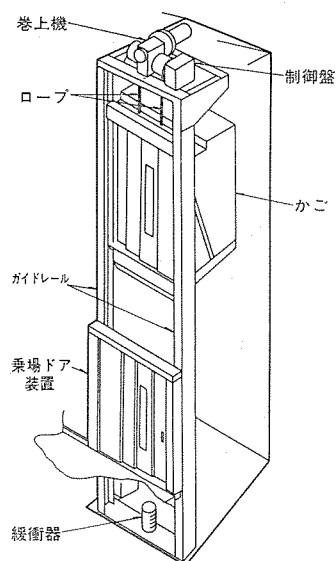


図 7. 全体構造

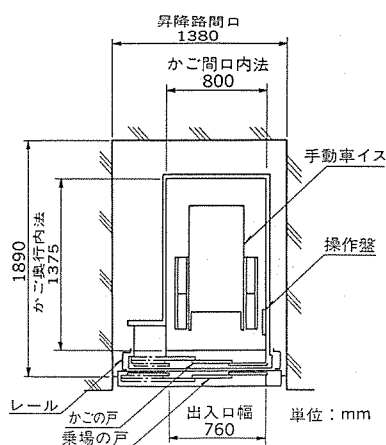


図 8. 昇降路平面図

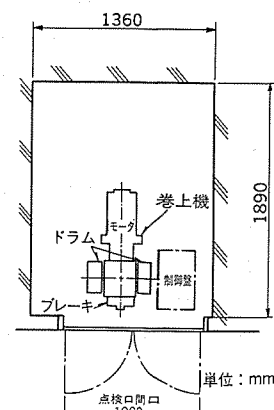


図 9. 昇降路頂部平面図

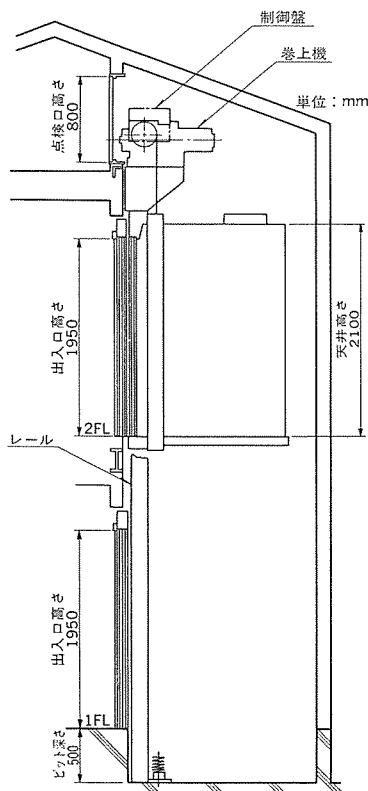


図 10. 昇降路立面図

てかごをつ(吊)り下げるため、巻上機には上向きのロープ張力が加わる。そのため、建物躯体は上向き荷重を負担する必要がある。この荷重の大きさは、最も容量の小さい4人乗の《コンパクト4》でも1,600 kg程度であり、軽量鉄骨その他から成る個人住宅の建物には大きな負担である。そこで今回は、エレベーターのすべての鉛直方向荷重をガイドレールで支持し、建築躯体には鉛直方向荷重を負担させない方式とした。すなわち、図7.に示すように巻上機をガイドレール上部に設置し、更に乗場ドア装置その他すべての機器をガイドレールに取り付けた。

(2) 巻上機及び制御盤

図11.にこのエレベーター用に開発した巻上機の外観を示す。巻上トルクを軽減して小型化を図るため、前記設計指針に基づき、巻胴の直径をロープ径の30倍まで低減した。また、低騒音化のため、巻上機の支持には大きな防振効果を持つ防振ユニットを使用した。更に、メンテナンスフリー化に対しても十分配慮した。例えば、ブレーキライニングには耐摩耗性の高い材料を用い、軸受は長寿命のものにした。制御盤はメンテナンスフリー化と信頼性の向上を図るため、徹底した電子化を行った。なお、巻上機及び制御盤の点検は図9.、図10.に示す点検口から行うこととした。

(3) ドア装置

図12.にドア装置(乗場)の外観を示す。戸の形式は車いす利用者でも操作しやすいように引き戸とした。従来の住宅用エレベーターの戸は通常2枚であるが、今回は広い出入口幅を確保し、かつ昇降路の間口寸法を小さくするため、3枚戸とした。従来の方式では戸を3枚にすると戸を吊り下げてガイドするハンガーレールも3本必要と

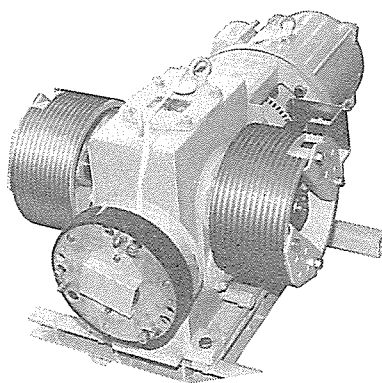


図 11. 巻上機

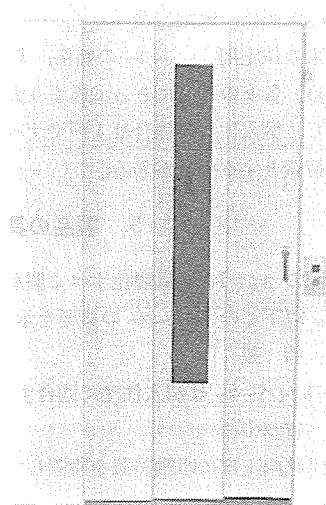


図 12. 乗場ドア装置

なり、奥行方向に広い設置スペースが必要となる。そこで、今回は省スペースのためハンガーローラーの取付ピッチを工夫し、2枚の戸を1本のハンガーレールでガイドできるようにした。

また、乗場の戸とかごの戸が独立していると乗降の都度それぞれの戸を開閉しなければならず、高齢者や身障者にはやや煩雑である。そこで、かごの戸又は乗場の戸のいずれか一方のみを操作して開閉できるよう、両者の戸を連動させる装置を設けた。

(4) ガイドレール及びかご

建物への取付けを昇降路の一面として、昇降路の建築並びにエレベーターの据付けを容易にするため、2本の鋼板成形レールを乗場側に配置し、オーバハングしたかごをガイドローで案内する方式を用いた。

また、据付け工期を短縮するため、かご枠を工場でプリアセンブリできるユニット構造とした。かご室内装は住宅の多様な意匠に適合できるようにクロス貼りとした。

6. む す び

以上、個人住宅用エレベーターについて、その必要性、コンセプト、及び製品的具体例を示した。「居は気を移す」といわれるように、居住空間は人の性格や考え方にまで影響を及ぼすものである。今後ますます進展する住宅の立体化や高齢者の増加に対応し、快適で安全な居住空間を提供すべく、今後ともより良い個人住宅用エレベーターを開発してゆく所存である。(原稿受付 昭62-7-28)

参 考 文 献

- (1) 通商産業省：昭和55～59年度新住宅開発プロジェクト研究開発委託事業研究成果報告書(委託先(社)日本産業機械工業会)(昭55～昭59)
- (2) 建設省：建設白書(昭和61年版)，129(昭62)
- (3) 厚生省：厚生白書(昭和61年版)，5(昭62)
- (4) 高阪ほか：老人と生活空間，ミネルヴァ書房(1984)
- (5) (財)日本建築センター：個人住宅用エレベーターの設計指針(昭62)

展望用エレベーターの形式とかご外装デザイン

牧野克己* 田村耕一*
徳田泰弘*
森沢龍夫*

1. ま え が き

展望用エレベーターは、建物へのレイアウトの仕方で種々の形式がある。各形式によって、昇降路の外観やかごの形は特有なものとなり、エレベーターが建物のインテリアエクステリアとして重要な役割を果たしている。

レイアウトの形式は次の4種類に分類できる。

- (1) インドアオープン型
- (2) インドアエンクローズ型
- (3) アウトドアオープン型
- (4) アウトドアエンクローズ型

エレベーターのかご外装は、これらの形式の特徴をつかんでデザインする必要がある。デザインの選定にあたっては、単体での評価にとどまらず、昇降路はもちろん、それを含む建物全景、更に建物の周辺

を含めた景観の中で検討しなければならない。

本稿では、展望用エレベーターの各レイアウト形式の特徴と設置計画上の留意点、かご外装デザインのポイント、当社が新たに開発したコンピュータによるかご外装のデジタルシミュレーションの利用法を紹介し、設置計画の参考に供する。

2. レイアウト形式の分類とその特徴

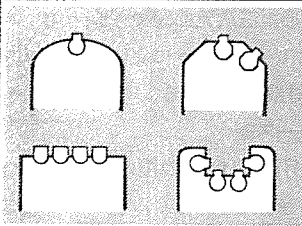
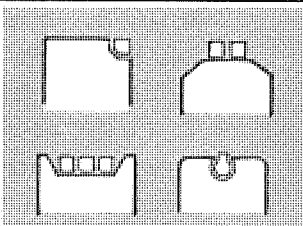
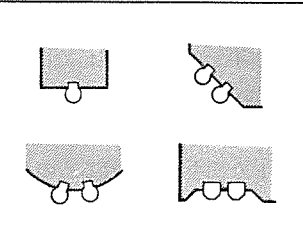
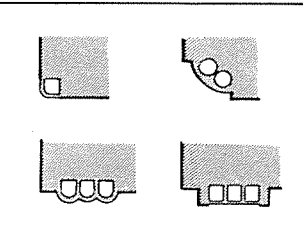
展望用エレベーターの基本レイアウト4種について、レイアウトのバリエーションやデザインのねらい、設置計画上の留意点をまとめ表1.に示す。

3. かご形式の分類とその特徴

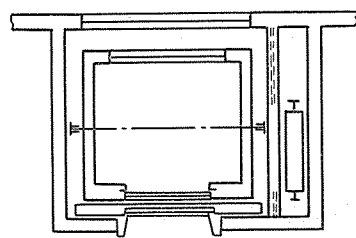
かご形式は平面形状から図1.のように分類できる。

- (1) 角形

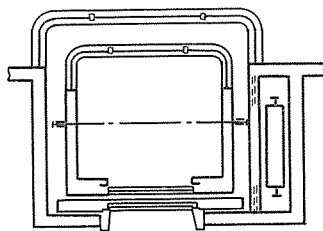
表1. レイアウト形式の分類

	インドアオープン型	インドアエンクローズ型	アウトドアオープン型	アウトドアエンクローズ型
レイアウト	 ・屋内配置で昇降路外面に覆いが ない	 ・屋内配置で昇降路に外面ガラス がある	 ・屋外に面した配置で昇降路外面 に覆いが ない	 ・屋外に面した配置で昇降路外面 にガラスがある
デザインのねらい	・アトリウム内の大型モビール照明としての活用 ・近距離で見せる立体感・質感の表現 ・複数台配置でかご外装フォルム照明の総合デザイン効果	・昇降路ガラス面のミラー効果の活用 （ガラスに映ったアトリウムの照明とかご外装照明の調和）	・展望用エレベーターをビルエクステリアシンボルとして活用 ・昼、夜それぞれの異なったイメージ演出 ・建物を望む距離を考慮したかご外装フォルムイルミネーションの検討	・昇降路ガラス越しのかご外装照明の高輝度化 ・隣接する看板イルミネーションの影響を考慮
設置計画上の留意点	・ビット周辺の安全対策（池、花壇、防護柵） ・昇降路内機器目立たせない配慮	・昇降路ガラスの清掃手段 ・ガラス周辺の安全対策	・ビット周辺の安全対策 ・風対策（ロープ・制御ケーブルのゆれ防止） ・雨水対策（機器、防滴、ビット排水、のりば雨じまい）	・外光による昇降路の温度上昇対策 ・昇降路ガラスがハーフミラーのとき、かごの透視性チェック ・昇降路ガラスの清掃手段 ・ガラス周辺の安全対策

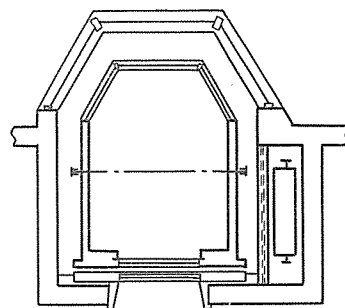
注 * 海外向け



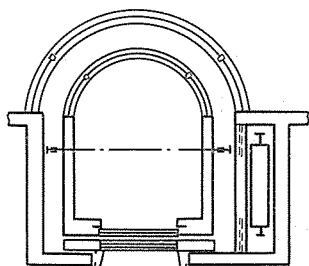
角形



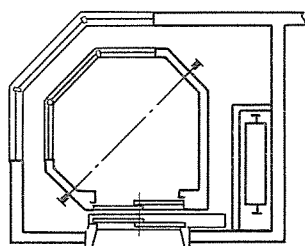
隅丸形



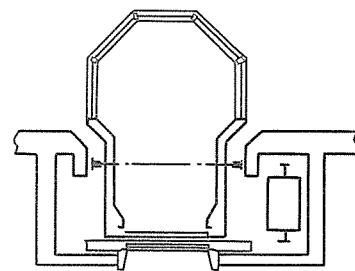
隅切形



後円形



コーナポスト形



キーホール形

図 1. かごの形式

かごは角形で、フラットな窓を1面又は3面設ける。この形は床面を広く利用できるので、小容量のかごに適している。

(2) 隅丸形

かごのコーナ部に丸味を出し、平面で構成されたシンプルでしかもソフトなイメージを出したい場合に適している。

(3) 隅切形

かごのコーナを斜めにカットし、フラットな面を3面設けるもので、外装フォルムは角張った多面体を強調するデザインに適している。

(4) 後円形

かごの後方に半円筒形の窓を設ける。かごが建物から突き出したレイアウトになる。このため、建物のエクステリアをデザインする上で、その特徴を生かすことができる。

(5) コーナポスト形

かごのガイドレールをかご床の対角線に配置し、L形に窓を設けることができる。かご内からの視界が広いので、交差点に面した建物に設置するとよい。

(6) キーホール形

昇降路がガラスに覆われないオープンタイプに適している。展望部分が建物壁面から大きく突き出すため、乗客に広い視界を与える。外装デザインは、かご構造や昇降路内機器の制約を受けることが少なく、デザインに自由度がある。

4. レイアウトから見たデザイン展開

4.1 インディアオープン型

インディアオープン型は、昇降路にガラスの覆いのないのが特徴である。この特徴を生かすには、かごを昇降路から突き出させ、外装フォルムや照明をアトリウムのある視点から効果的に見せることが大切である。また、かご内照明も外装照明と組み合わせることでより立体感を出す。かご形式はキーホール型が最も適している。昇降路内の配色は低

明度とし、目立たないようにする⁽²⁾。

図2. にシンガポール・マリナ・スクウェアに納入した例を示す。かご外装フォルムは、ジャダる形の三次元曲線でデザインされ、外装イルミネーションとかご内照明によりダイナミックに立体効果を演出した。ピット周辺は池で囲い、安全対策をしている。

4.2 インディアエンクローズ型

インディアエンクローズ型は、昇降路ガラスの覆いのあることが特徴である。この特徴を生かして、アトリウムのシャンデリアなどの大型照明を昇降路ガラスに効果的に映すことが考えられる。それにより、アトリウムの豪華さを一層高めることができる。かご外装は昇降路ガラスを透

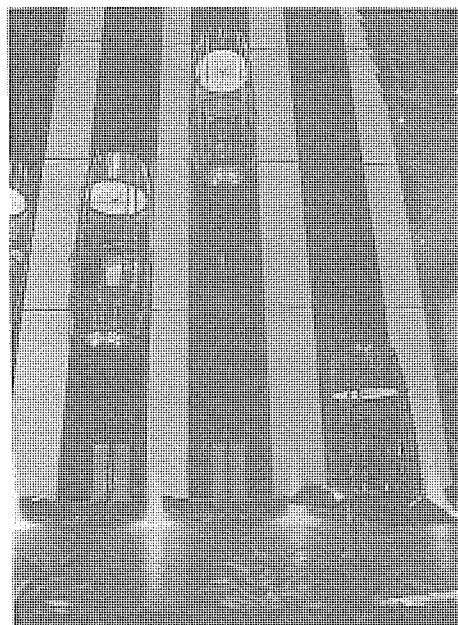


図 2. インディアオープン型の納入例

かして見るので、高輝度でカラフルなイルミネーションを選ぶ。昇降路ガラスの出っ張り寸法は、構造的に制約されるので、かごは窓が大きくとれ、角形や隅切形などが適合する。

図3. は東京新宿のホテル・センチュリー・ハイアットへ納入した例を示す。昇降路ガラスにシャンデリアが映り、そこに動くかごのイルミネーションがラップし、ゴージャスなムードを演出している。

4.3 アウトドア オープン型

アウトドアタイプの中でも特にオープン型は、昇降路ガラスがなく昼夜それぞれに独自のかごイメージが演出でき、展望用エレベーターをビルエクステリアのシンボルとして活用できる。遠距離からの視覚効果を出すために、外装フォルムやイルミネーションは単純な方がよい。かご形式

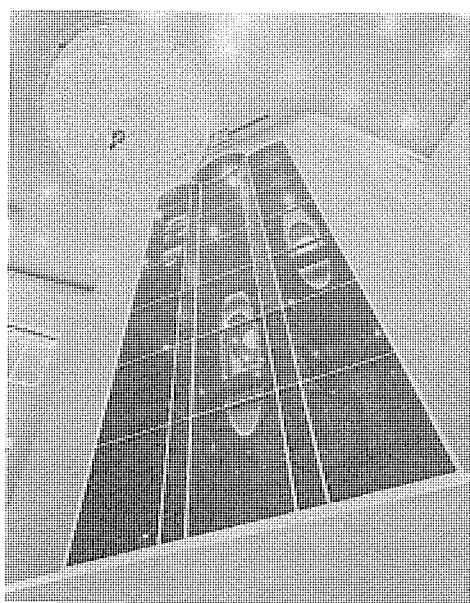


図3. インディア エンクローズ型の納入例

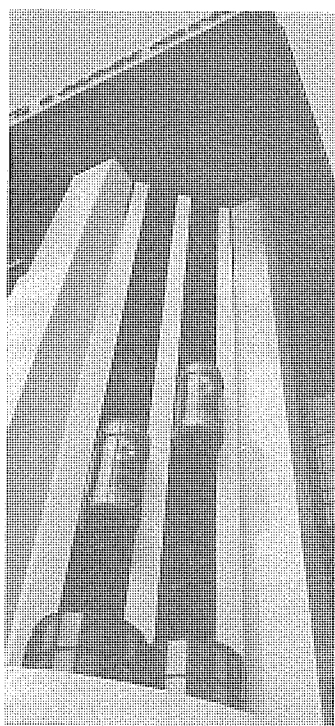


図4. アウトドア オープン型の納入例

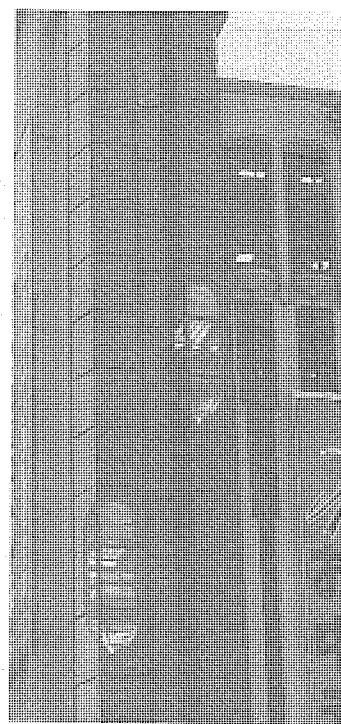


図5. アウトドア エンクローズ型の納入例

は昇降路にガラスの覆いがないことから、キーホール形が適している。また、オープン型は風雨にさらされるため、デザイン上では外装、照明の構造制約があり、設置計画上ではロープ・制御ケーブルの揺れ防止対策が必要である⁽¹⁾。

図4. にシンガポール・クラウン・プリンスホテル納入の例を示す。外装はFRPで形成し、構造を単純化し、雨水対策を施している。風対策はロープを昇降路側面に囲いを設け、揺れ防止をしている。

4.4 アウトドア エンクローズ型

外装照明は昇降路のガラス越しに見えるのでオープン型より高輝度にする。それにより、遠距離から眺めたときのイルミネーションの効果を低下しないよう配慮する。かご形式は昇降路が一般的に歩道に面するため、出っ張りが少なく、かつ外装デザインに変化のつけやすい隅切形が適している。ガラスで覆われた昇降路は、外光により温度上昇するため換気を十分する。

図5. に東京・丸井錦糸町店納めの例を示す。上・下外装照明光源に水銀灯を採用して高輝度にし、夜間のイルミネーション効果を上げている。かご形式は隅切形を採用し、外装の上・下部を階段状の立体感のあるデザインにまとめた例である。

5. かご外装デザインのシミュレーション

前述の観点で選定したかご外装デザインが、建物の周辺の道路やビルからどのように見えるか、を事前に検討しておくことが重要である。当社は、こうした設計段階の検討にコンピュータを利用したビジュアルシミュレーションシステムを開発し効果を上げている。このシステムは、パソコンを使用しワイヤフレームモデルによる三次元グラフィックにより表示するものである。このシステムの特長は、下記ようになる。

- (1) 顧客の希望する外装デザインを、多くの視点からシミュレーションでき、正確な透視図を短時間に得ることができる。
- (2) 外装デザインだけでなく、かご室内装のデザイン、乗場デザイン、監視カメラ視野角検討など、広範囲に利用できる。

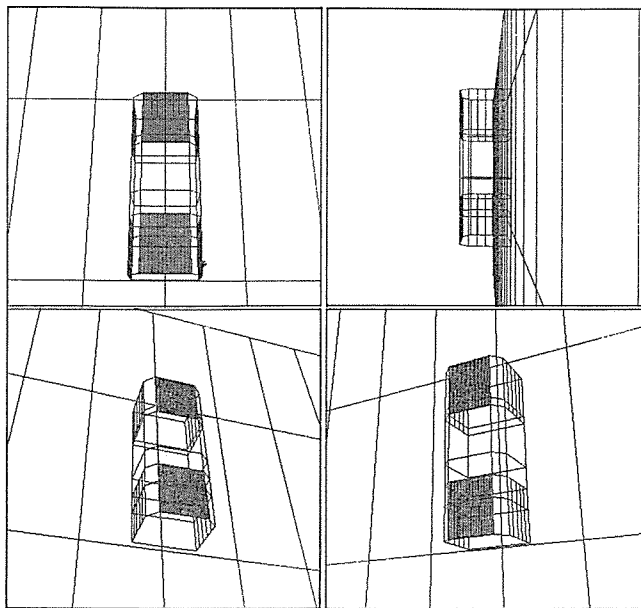


図 6. コンピュータによるかご外装のビジュアルシミュレーションの例

(3) パソコンの基本システムで実行できるので、客先・営業所・代理店・工場など、どこでも容易にデザイン検討を行うことができる。

このシステムを利用したかご外装デザインは、以下の手順で検討している。

- (a) 顧客要求仕様案のかご外装寸法を決定する。
- (b) 外装寸法・外装色を入力する。
- (c) 視点・視角などを入力し、CRT 面上で外装デザインを検討する。
- (d) 必要に応じプロッタ出力、又はハードコピーを取る。
- (e) 繰り返し複数の視点からの外装デザインを検討する。
- (f) 必要に応じて、得られたハードコピーをもとにイラストを作成し、より詳細なデザイン検討を行う。

このビジュアルシミュレーションの適用例を図 6. に、ハードコピーをもとに作成したイラストを図 7. に示す。

6. む す び

展望用エレベーターの形式ごとの特徴と、それを生かすかご外装デザインのポイントについて述べた。展望用エレベーターは、く(軀)体や装備機器が特殊な構造になる箇所が多く、安全性・快適性・保守性など機能面のチェックもプロジェクト計画ごとに行う必要がある。

こうしたデザインと機能両面の整合をとった検討を経て、個性的で建物とよく調和し、かつ完成度の高い設備として仕上げられる。そ

```
*****
** 3D-WIRE FRAME MODEL **
*****

* DATA FILE? B:OMIYA

* VIEW POSITION
(XCG, YCG, ZCG)
? 4000, -10000, -4000

* LOTATION ANGLE(°)
(HEADING, PITCH, BANK)
? 105, 10, 30

* VIEW ANGLE(5-45°)
? 18
カ* カイウ ノ タカ = 1300
ホ* ホ ノ タカ = 1700
ジョウ* カイウ ノ タカ = 1300
バ* ノ スキ*ウ = 2480
オク* ノ スキ*ウ = 2312
スキ* スキ*ウ(バ* ホウカ) = 630
スキ* スキ*ウ(オク* ホウカ) = 630
1(DATファイル)OR 2(ANGLEベクタ)?
```

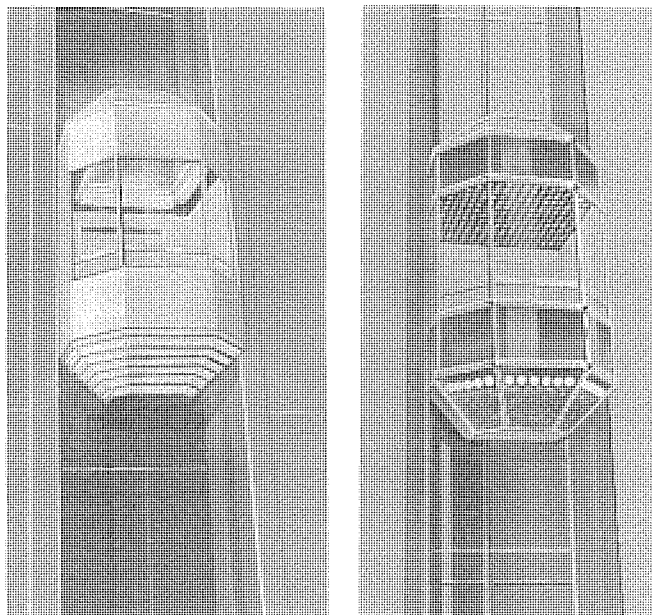
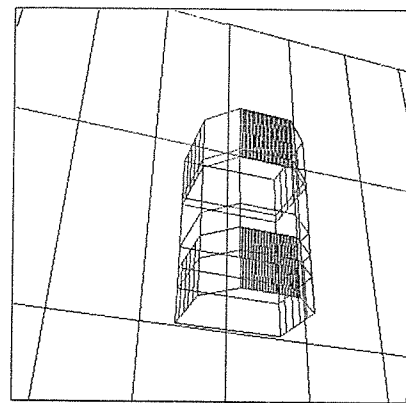


図 7. ハードコピーとイラストの例

こで、展望用エレベーターの設置にあたっては、エレベーター設計者も建築計画の当初から参画し、デザインを含めトータル的に検討してゆくことが望ましい。

当社は豊富な実績データとコンピュータによるデザインシミュレーションとにより、個々のニーズにきめ細かく対応したプランを迅速に提案する体制を整えている。(原稿受付 昭 62-7-28)

参 考 文 献

- (1) 山田：三菱電機技報，46，No. 12，p. 1386 (昭 47)
- (2) Paul. Goldberger：GA Global Architecture No. 28，2 (1980)

高性能乗用エレベーター 《アクセルVF》インテリジェント オプションシリーズ

市岡洋一*
笹尾勇夫*
辻伸太郎*

氏原英世*
吉田研治*

1. ま え が き

高度情報化社会は、インテリジェントオフィス から インテリジェントビル、そして インテリジェントシティ へと インテグレーションの範囲を拡大して進展している。

さきに、当社はこの高度情報化社会の ビルの縦の交通を担う エレベーターとして、パワーエレクトロニクス や コンピュータ 技術を駆使した高性能乗用 エレベーター 《アクセル VF》の製品化を行った⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。このたび、更に当社はエレベーターを高度情報化社会のビルに一層ふさわしいものとするため、効率と使いやすさの向上を図る幾つかの新しい機能を《アクセル VF》インテリジェント オプションシリーズとして製品化した。本稿ではこのシリーズの機能の構成と、それを実現しているシステムの構成と動作、及びシステムの組合せにつき特長を述べる。

2. 機能の構成

エレベーターは、乗客とのインタフェースと乗客が乗降するビルのフロアや構内電話網、管理人室など、いわゆるビルファシリティと呼ばれるものとのインタフェースとを持っている。このシリーズはこれらのインタフェースに幾つかの新しい機能を付加して、エレベーターの運転効率と使いやすさを向上させるとともに、乗客への情報提供やビルのセキュリティの向上を図るものである。以下に、その機能構成の特長を説明する。

(1) 乗客とのインタフェース機能

乗客とのインタフェースは図1.に示す乗場と、図2.に示すかごに存在する。乗客とのインタフェース機能はこの乗場やかごにおいて、乗客とエレベーターの間で密度の高い情報交換を行い、両者の動作の融合一体化を図るものである。

まず、乗客へ情報提供を行う機能を持つシステムを説明する。図

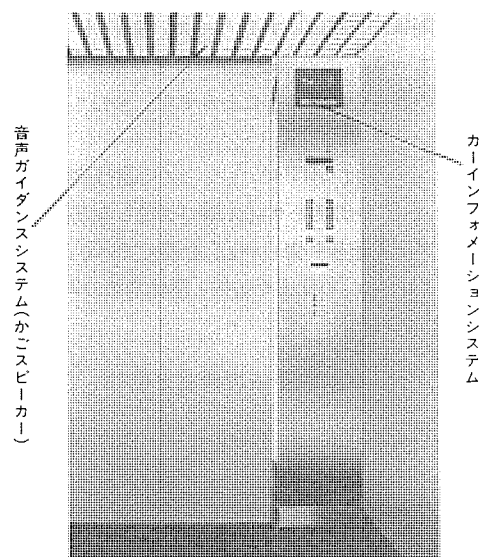


図 2. かご

1. に示す“ホールインフォメーションシステム”と図2.に示す“カーインフォメーションシステム”は、乗場やかごに設けたディスプレイに、エレベーター案内メッセージやビル案内メッセージ、ニュースメッセージなどを表示するものである。乗客はこの表示を見ることにより、エレベーターの適切な利用が可能になるとともに、有益な情報を得ることができる。

また、かごが到着するまでの予測待時間をグラフィックに表示するものが、図1.に示す“待時間表示システム”である。乗客は感覚的にかごが到着するまでの時間を知ることが可能となり、安心して待つことができる。

音声メッセージは人の注意を喚起して情報の伝達を行うことができるものである。この音声メッセージの特性を用いたものが、図1.と図2.に示す“音声ガイダンスシステム”である。これは、乗場やかごに設けたスピーカーから、エレベーターの運転方向や到着階などの案内のほか、エレベーターの利用や操作の際の乗客の戸惑いをなくすガイダンスメッセージを出力するものである。

次に、乗客から情報を取り込み、操作性と運行効率の向上を図る機能を持つシステムを説明する。図1.に示す“行先階予約システム”は、乗場に設けた行先ボタンから乗客の行先階情報を取り込むものである。この行先階情報により、呼びの自動登録を行い、乗客の操作性とともに群管理性能を向上させるものである。

図1.に示す“ホール混雑度モニタシステム”はセンサによって乗客の情報を取り込むものである。これは、乗場に設けたITVカメラで撮像した映像から混雑度を算出し、混雑が検出された乗場に優先的にかごを割り当て、混雑を早期に解消するものである⁽⁴⁾。

(2) ビルファシリティとのインタフェース機能

高度情報化社会のビルにとって、セキュリティは重要な課題である。このシリーズには、コンピュータ室階や役員室階などの特定階の呼びの

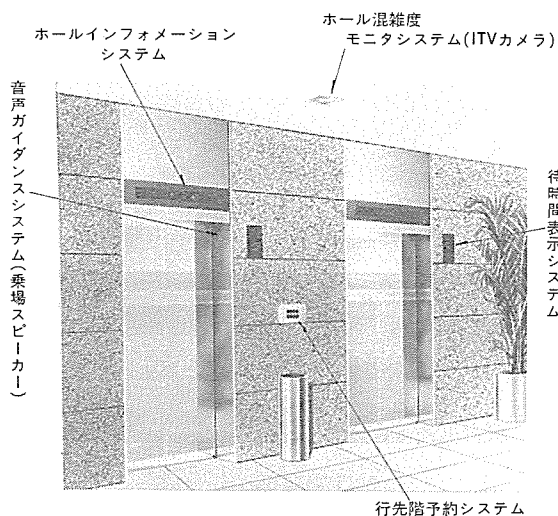


図 1. 乗場

登録は、限定された乗客のみ可能とする“シークレットコールシステム”を用意している。このシークレットコールシステムには、特定階の呼びの登録を行先ボタンから暗証コードを入力して行うものと、カードリーダーにカードを挿入して行うものがある。このシークレットコールシステムの機能により、特定階への交通が限定され、ビルセキュリティの向上を図ることができる。

また、ビル内の構内電話網は、ビルの機能をインテグレーションする重要な役割を担っている。この構内電話網とエレベーターをリンクさせ、電話機から遠隔操作を可能にする“テレホン遠隔操作システム”をこのシリーズは備えている。この機能を用いると、例えば電話機からエレベーターを所定の階に待機させることができ、タイムリーなVIPサービスが可能になる。

更に、このシリーズはCRTにエレベーターの運行状態を表示するとともに、運転モードの切替やサービス階の切放しなどを、タイムスケジュール制御する“CRT監視制御システム”を備えている。このシステムの機能により、エレベーターの確実な監視と運転効率の向上を図ることができる。

3. システムの構成と動作

このシリーズの各機能は、ディスプレイやITVなど各機能特有の機器

と、エレベーターの制御装置や操作・信号機器が連携したシステムによって実現されている。以下に、各システムの構成と動作につき特長を説明する。

3.1 インフォメーションシステム

システム構成を図3.に示す。図4.は乗場ディスプレイで、乗場に近付いてくる乗客にも視認できるよう高輝度3色発光のLEDを使用したものとした。図5.はかごディスプレイで、かご内の乗客が視認しやすいかご操作盤に実装可能なブルーグリーン発光の蛍光表示管を使用したものとした。これらのディスプレイにエレベーター案内メッセージやビル案内メッセージ、ニュースメッセージなどが表示される。

エレベーター案内メッセージは、乗場表示制御コンピュータやかご表示制御コンピュータに記憶したメッセージを、エレベーター制御装置の信号で選択して表示される。エレベーター案内メッセージのうち、災害時運転誘導メッセージなど緊急を要するものの表示は、他のメッセージに優先させている。

一方、ビル案内メッセージやニュースメッセージなどは、管理人室などに置かれたメッセージ入力装置から入力されたものである。このメッセージ入力装置からは、メッセージ文のほか、表示モード（スクロール・画面一括切替・ほか）と表示スケジュール（月日・曜日・時刻）などのメッセージデータの入力が可能である。よって、催物案内メッセージやVIP

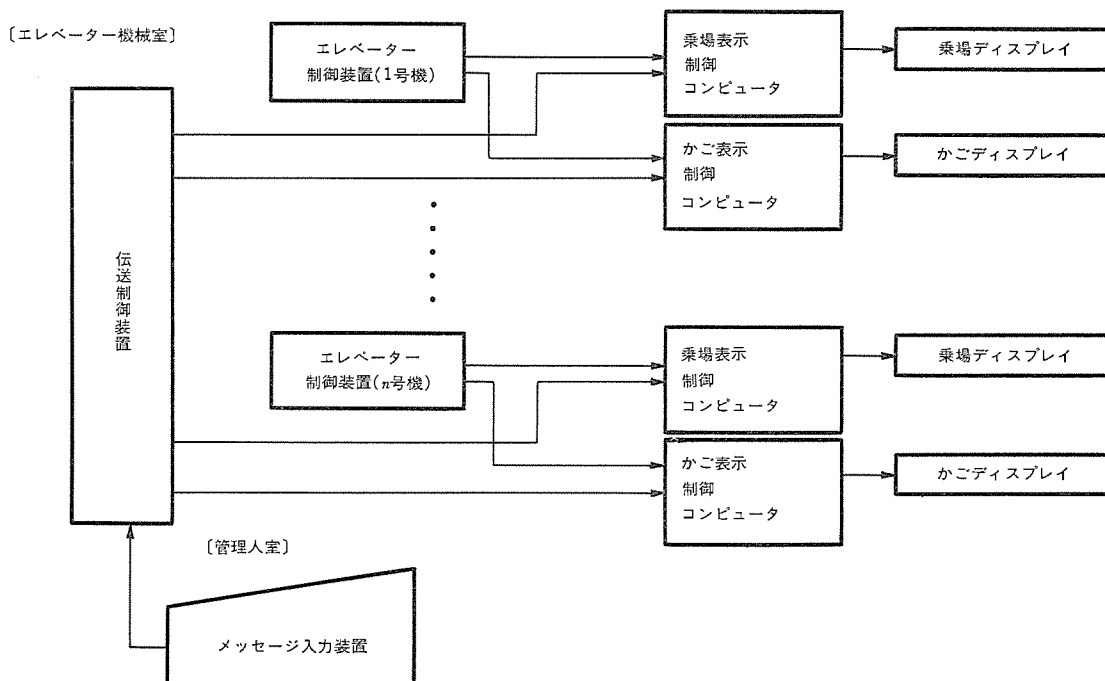


図3. インフォメーションシステムの構成

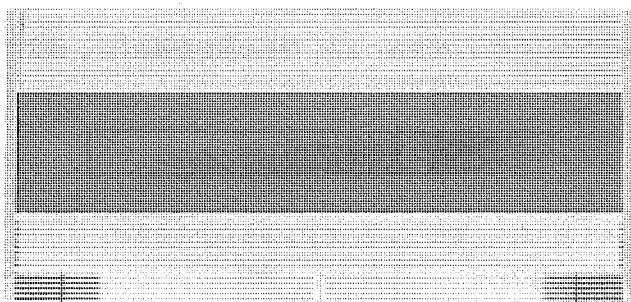


図4. 乗場ディスプレイ

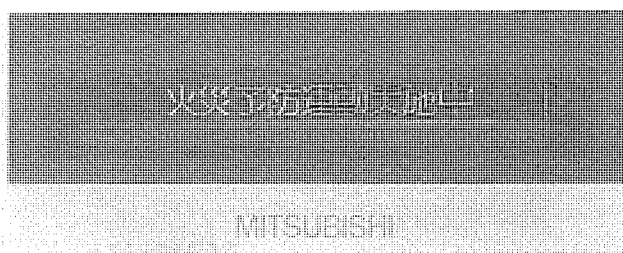


図5. かごディスプレイ

歓迎メッセージなどは、あらかじめ入力しておくことができる。メッセージデータは、エレベーターの機械室の伝送制御装置に送られ、乗場表示制御コンピュータやかご表示制御コンピュータに分配・伝送され、そこに記憶される。各々の表示制御コンピュータは、表示スケジュールと表示モードに従って各々のディスプレイにメッセージ文の表示を行う。なお、メッセージ入力装置は可搬型で、乗場やかごに設けた表示制御コンピュータに直接接続して入力することもできる。

3.2 待時間表示システム

群管理が即時予報方式の OS-2100 C システムの場合に、このシステムは付加される。このシステムは予報されたかごが到着するまでの予測待時間をエレベーターの制御装置で演算し、乗場に設けたグラフィックホールランタンに表示するものである。グラフィックホールランタンは、図 6. に示すように、3色発光の高輝度 LED を砂時計型にデザインしたものである。上端部分と下端部分が各々昇りと降りのホールランタン部分で、中間部分が予測待時間を表示する砂時計部分である。

乗場ボタンが押されると、サービスするエレベーターのグラフィックホールランタンが点灯する。このとき、砂時計部分は予測待時間に対応した量の砂を表示する。以降、時間の経過に伴って砂は落下する。かごが到着すると、ホールランタン部分がフリッカを開始する。そして、砂の落下が完了すると、かごは戸開きを開始する。このように、このシステムは予測待時間の経過を砂時計の砂の落下として常に動きのある表示を行っている。また、昇りのかごの予測待時間は緑色で、降りのそれは赤色で表示をしている。

3.3 音声ガイダンスシステム

このシステムは図 7. に示すように、エレベーター制御装置の信号によって選択した音声メッセージを、乗場やかごに設けたスピーカーから出力する音声合成装置を中心に構成されている。この音声合成装置は、音声メモリから符号化された音声データを順次読み出し、D/A 変換後、ローパスフィルタを介して音声信号を生成するものである。エレベーターの音声メッセージは、周囲の環境から高い音声品質が要求される。

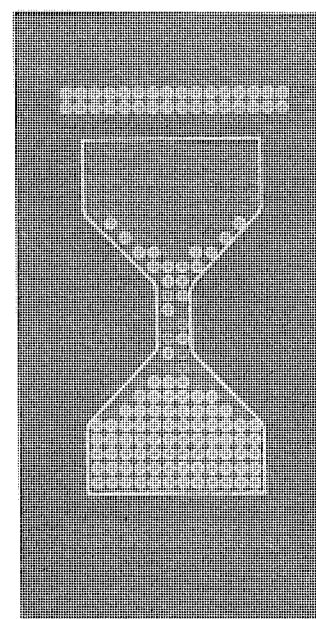


図 6. グラフィックホールランタン

したがって、音声符号化方式としては ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) 方式を採用し、サンプリングレートも一般のものより高くした。音声メッセージとしては運転方向や到着階の案内メッセージのほかに、乗客が利用・操作の際、戸惑いをなくすためのガイダンスメッセージを備えている。ガイダンスメッセージはエレベーターの動作に合わせてタイミングよく出力する必要がある。そのため、エレベーター制御装置は多数の状態信号からメッセージを選択する信号を生成している。

3.4 行先階予約システム

図 8. にシステム構成を示す。このシステムでは、玄関階のように乗客の行先階が分散するフロアの乗場に行先ボタンを設け、その他のフ

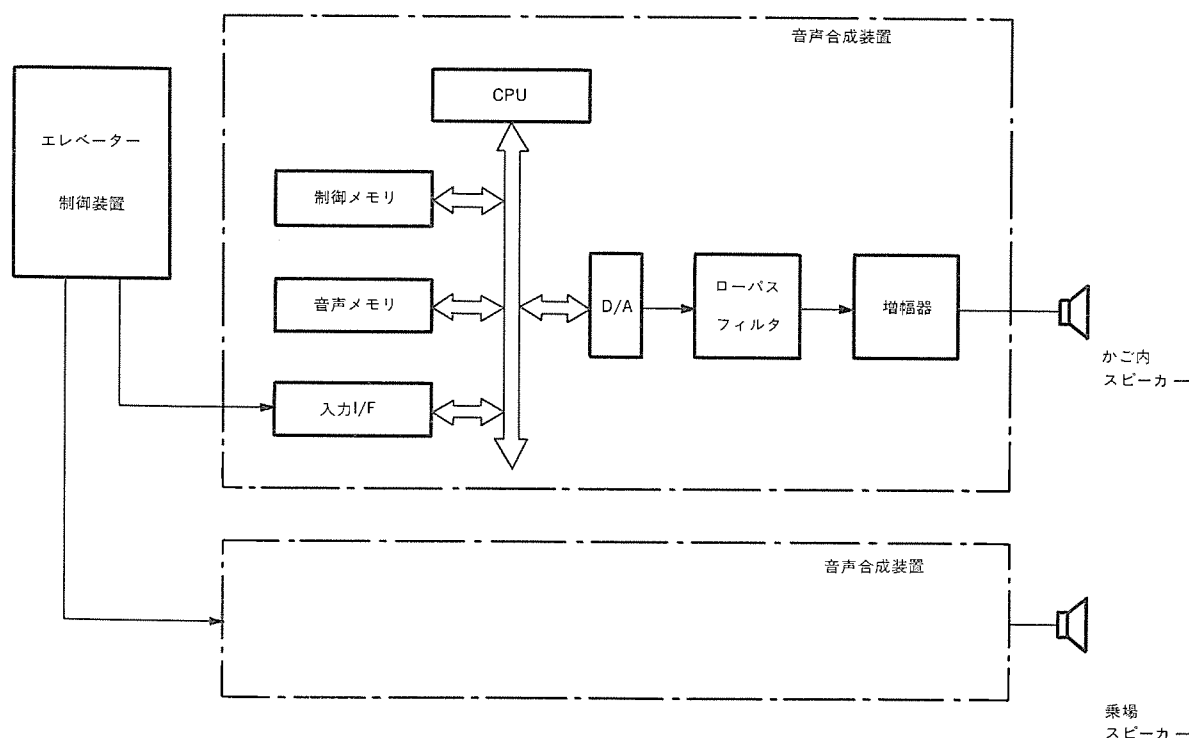


図 7. 音声ガイダンスシステムの構成

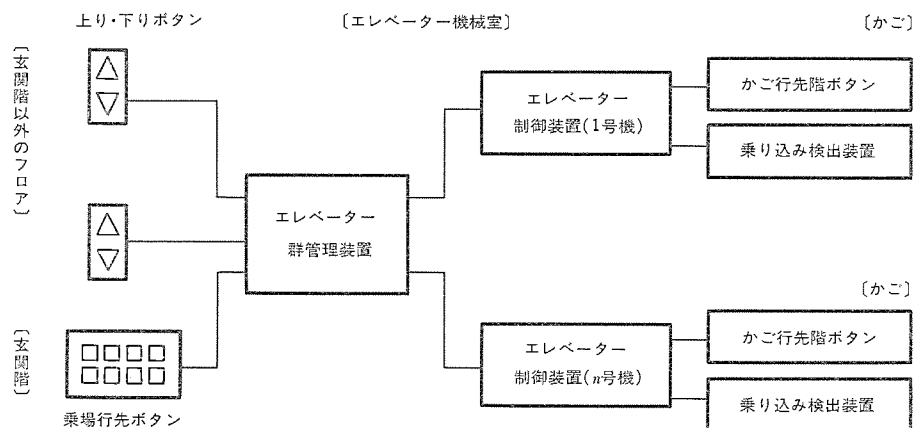


図 8. 行先階予約システムの構成

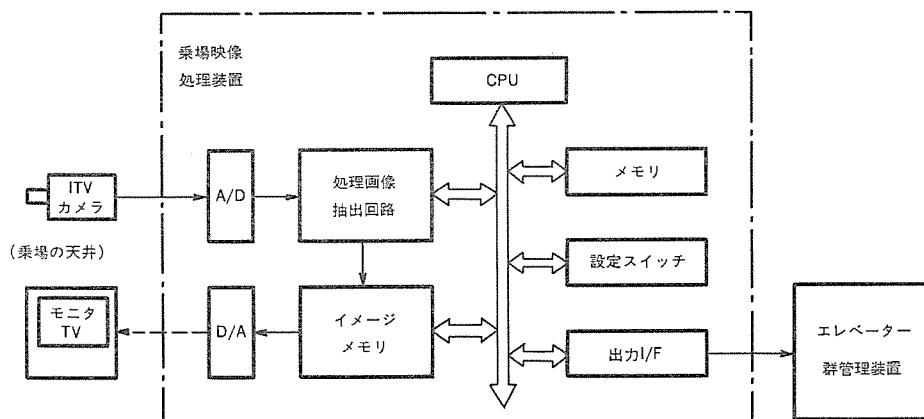


図 9. ホール混雑度モニタシステムの構成

フロアの乗場には昇り・降りボタンを設けている。また、かごにはかり(秤)装置や光電装置を用いた乗客の乗り込み検出装置を設けている。以下に、群管理方式が即時予約方式の OS-2100 C システムの場合の動作と特長を説明する。

乗場の行先ボタンが押されると、群管理装置は行先階を登録し、行先ボタン灯を点灯させる。このシステムでは、このとき群管理装置が行先階情報を考慮した心理的待時間評価によって最適な群管理を行い、サービスするエレベーターを決定する。サービスをするよう指令されたエレベーターの制御装置は、ホールランタンとチャイムにより乗客を誘導する。行先ボタンが設置された乗場にかごが到着すると、かごの運転方向の前方の行先ボタン灯を一括消灯する。そして、かごに乗客が乗り込んだことを乗り込み検出装置が検出すると、エレベーター制御装置は、群管理装置に登録されている行先階のうち、かごの運転方向前方のものを呼びとして一括自動登録し、かご内の行先ボタン灯を点灯する。

このように、このシステムを付加すると、行先ボタンが設けられた乗場の乗客は、行先階へ1回のボタン操作で行くことが可能となり、群管理の性能も向上する。

3.5 ホール混雑度モニタシステム

このシステムは図 9 に示すように、乗場の天井に設けた ITV カメラで乗客を撮像し、その映像信号から乗場映像処理装置がホールの混雑度を検出し、群管理装置に出力するものである。乗場映像処理装置の画像処理はワンチップマイコンで行っている。図 10. にそのフローチャートを示す。まず、電源が投入されると無人状態の乗場背景画

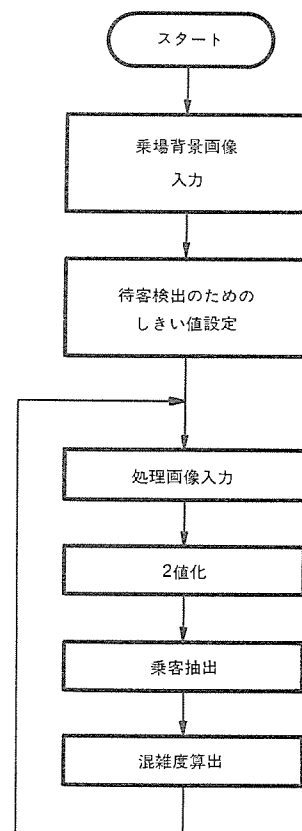


図 10. 混雑度検出処理フローチャート

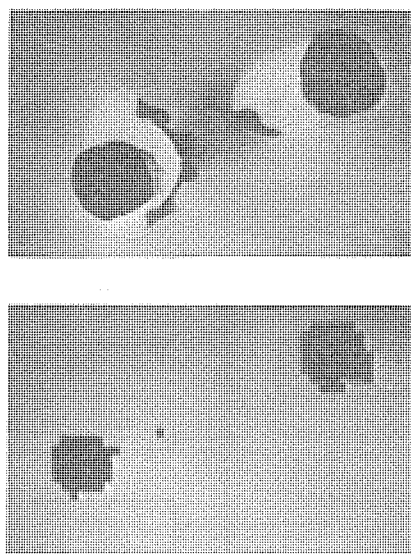


図 11. 乗場映像処理装置のモニター画面

像を入力し、乗客検出のための2値化しきい値を設定する。次に処理すべき乗場の画像を入力する。図 11. の上部がその画像である。更に、この画像データを2値化する。図 11. の下部がその画像である。そして、この2値化画像から乗客を抽出し、乗場の混雑度を算出する。なお、周囲の明るさの変化に応じた背景画像データの自動修正やノイズ除去などの処理も行い、検出精度の向上を図っている。また、乗場の状況に従い複数台のカメラを設置して混雑度を検出す

ることでもある。

この乗場混雑度信号により、エレベーター群管理装置は混雑したフロアへ優先サービスを行い、混雑の早期解消を図るとともに、満員通過を少なくする群管理も行っている。

3.6 シークレットコールシステム

このシステムは特定階への交通を限定するもので、暗証コード式と磁気カード式とがある。ここでは、前者の行先ボタンから暗証コードを入力して、かご呼びの登録を行うシステムを説明する。

特定階の行先ボタンが押されると、エレベーター制御装置はその階の行先ボタン灯を点滅させる。行先ボタン灯が点滅している間（約5秒間）に、行先ボタンを利用して暗証コードを入力すると、エレベーター制御装置はその特定階のかご呼びを登録する。このとき、誤った暗証コードの入力が繰り返されると、ブザーを鳴動して警報を出す。

このようにして、暗証コードを行先ボタンから入力した乗客のみが特定階のかご呼びの登録を行うことが可能で、エレベーターを使ってその特定階へ行くことができる。

特定階や暗証コードは、行先ボタンを操作することにより設定され、エレベーター制御装置のメモリに記憶される。また、暗証コードは他人に知られてしまうこともあり、役員階などの特定階は変更されることもある。このような場合、行先ボタンの操作によりそれらを設定し直すことも可能である。

3.7 テレホン遠隔操作システム

このシステムは秘書室やビル管理人室などに設けられたプッシュ式電話機から遠隔操作指令を入力できるようにしたものである。図12.に構成を示す。

例えば、プッシュ式電話機からエレベーターをVIP運転に切り換える遠隔操作指令を入力すると、それは構内電話交換機を介してエレベーター機械室の遠隔操作制御装置に伝送される。遠隔操作制御装置は遠隔操作指令の解釈を行い、VIP運転に切り換える指令を群管理装置に出力する。群管理装置はグループ運転中の特定の1台をVIP運転に切り換え、乗場のVIPサービス専用灯の点灯をエレベーター制御装置に指令する。エレベーター制御装置は、呼びがなくなると、かごを所定階に戸閉待機させる。その後、専用ボタンが押されると、直ちに戸開してサービスを開始する。

このように、このシステムは遠隔操作制御装置を介してエレベーター群管理装置を構内電話交換機に接続したことにより、どの電話機からでも遠隔操作指令の入力を可能にしている。遠隔操作指令として、サービス階の切放しや休止動作などを入力するシステムも考えられる。また、遠隔操作を行う人の限定が必要な場合には、暗証コードを設定し、それを入力しないと遠隔操作指令を受け付けないようにすることもできる。

3.8 CRT監視制御システム

このシステムはエレベーターの運転状態監視のほ

かに、災害や故障の履歴のプリント記録や、管理人の操作入力による制御機能を備えたものである。図13.にその構成を示す。監視制御コンピュータにはライトペンを備えたCRTとプリンタが接続されている。また、エレベーター制御装置とこの監視制御コンピュータの間は、RS422方式のデータ伝送で結ばれている。

図14.に運行状態監視用のCRT画面の一例を示す。この画面では、かご位置、かごの運転方向、ドアの状態などがカラーシンボルで表示されている。

また、管理人の操作による制御機能には、サービス切放し階の設定・変更、休止させるエレベーターの選定、特殊運転への切換などを入力すると即時に実行するものと、そのタイムスケジュールを入力し、それに従って制御を行うものとを備えている。いずれも、その操作はライトペンを使用して行う。

このシステムの付加により、きめ細かな運行状態監視が可能となり、

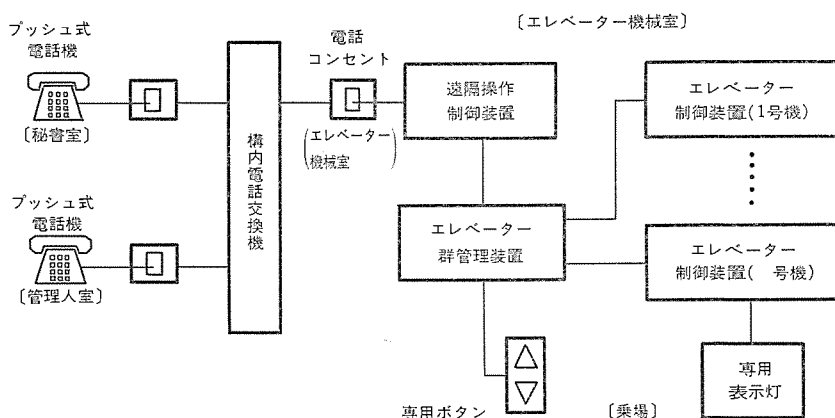


図12. テレホン遠隔操作システムの構成

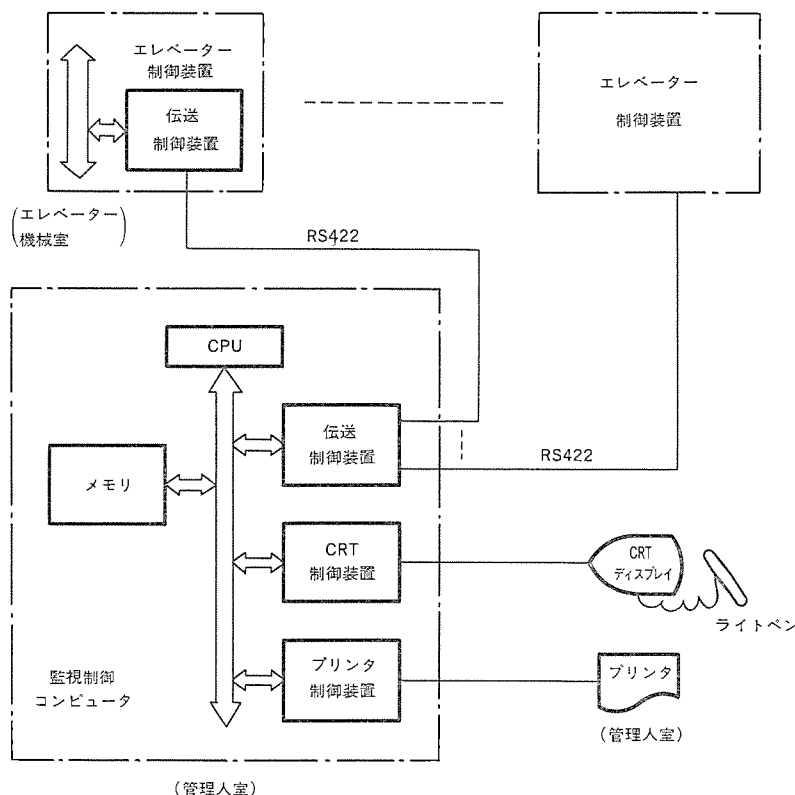


図13. CRT監視・制御システムの構成

かつ運行能率、及びセキュリティの向上を図ることができる。

4. システムの組合せ

このシリーズでは、幾つかのシステムを組み合わせ、相互に機能を補い合うことができる。以下に、幾つかの組合せ例の特長を述べる。

まず、“テレホン 遠隔操作システム”と“シークレットコールシステム”の組合せシステムを説明する。この組合せシステムは、電話機からVIPサービスのために待機させたエレベーターを、行先ボタンから暗証コードを入力しなくても利用できないようにすることができる。これにより、VIPサービスのために、確実にエレベーターを待機させておくことができる。また、この組合せに更に“ホールインフォメーションシステム”を組み合わせ、待機させたエレベーターはVIPサービスのためのものであることを表示すれば、VIPサービス専用表示灯の設置は不要になる。

即時予報方式の群管理 OS-2100 C システムに“行先階予約システム”を付加適用した場合、“音声ガイダンスシステム”を組み合わせると、一層の効果発揮できる。例えば、予報されたかごの到着直後に、他のかごが到着した場合、予報されたかごに乗るようにガイダンスメッセージを出力する。これによって、多くの乗客が行先階を呼びとして自動登録するかごに乗ることができ、かご内で行先ボタンを操作せずにすむ。また、一方、群管理装置が予測したかごの動作と実際のかごの動作を一致させることができ、群管理性能の一層の向上が可能となる。

“ホール混雑度モニタシステム”と“行先階予約システム”とを組み合わせると、乗場に乗客が少ししかないことを検出した場合、行先階が多数登録されていると、それらの行先階登録をキャンセルすることができる。これにより、エレベーターの無駄な運行をなくすことができ、運行効率が向上する。また、更に、この組合せに“音声ガイダンスシステム”を組み合わせ、行先階登録をキャンセルする場合に、再度行先ボタンを操作するようガイダンスメッセージを出力すれば、新たに乗場に到着した乗客の戸惑いを未然になくすことができる。

以上、このシリーズは幾つかのシステムを組み合わせることにより、

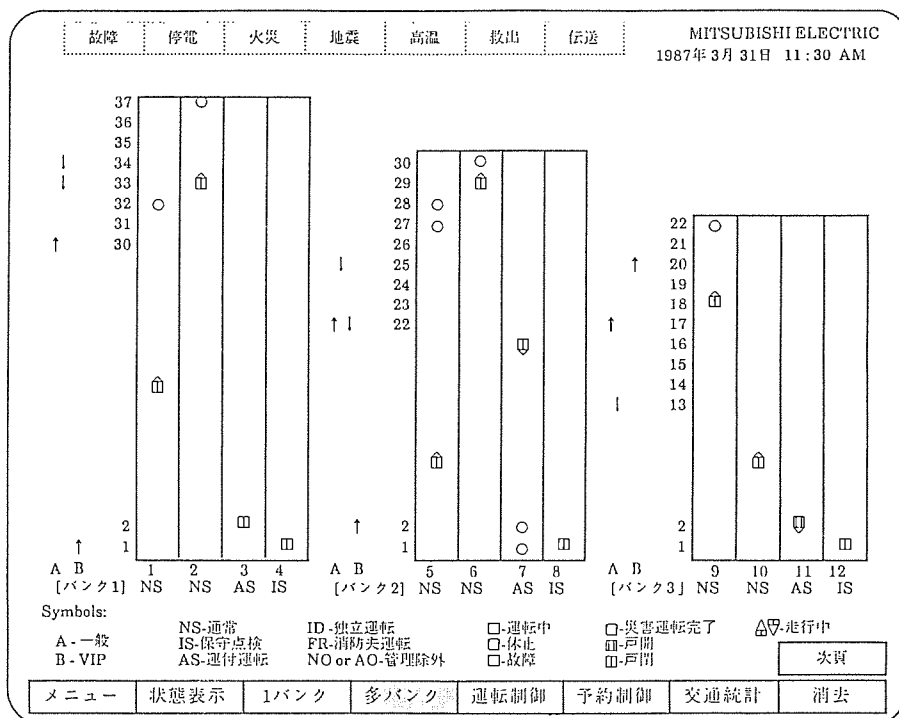


図 14. エレベーター 運行状態監視画面

一層効果のあるシステムを実現することができるものである。

5. む す び

このシリーズはエレベーターと乗客とのインタフェースとエレベーターとビルファシリティとのインタフェースに新しい機能を付加して、それによりエレベーターの効率や使いやすさの向上とともに、乗客への有益な情報の提供やビルのセキュリティの向上を図ったものである。

今後とも、インテグレーション範囲を拡大して進展していく高度情報化社会のビルにふさわしい新しい機能を、新しい技術によって開発し、需要家各位の期待にこたえてゆく所存である。

(原稿受付 昭62-7-28)

参 考 文 献

- (1) 梅田ほか：三菱電機技報，56，No. 9，p. 53 (昭57)
- (2) 渡辺ほか：三菱電機技報，57，No. 11，p. 1 (昭58)
- (3) 館野ほか：三菱電機技報，60，No. 5，p. 20 (昭61)
- (4) 池端：昭和62年電気・情報関連学会連合大会予稿集

エレベーターのトラクション技術

本田武信* 榎本順三***
新川 実*
岡田克巳**

1. ま え が き

エレベーターは、縦の交通機関として超高層ビルから小規模ビルに至るまで広く設置されている。エレベーターの駆動方式は、トラクション式、ドラム式、油圧式などに大別され、そのうちトラクション式が最も広く採用されている。

トラクション式は、巻上ロープと駆動シーブの間の摩擦を利用してかごを昇降させる方式である。この方式は、ロープとシーブの間で微小スリップ（以下、クリープと称す）が機構上生じる。クリープは、巻上ロープと駆動シーブの摩耗寿命ばかりでなく、エレベーターを安全に運転するために必要な摩擦力にも関与する。省エネルギー・省資源化は、あらゆる産業界で推進されているがエレベーターでも、駆動装置の小型化・かごの軽量化等が進められており、これの実現に際しては巻上ロープと駆動シーブ間の摩擦伝達力（トラクション能力）が減少するため、摩擦伝達部の改善によるトラクション能力の向上が重要な課題である。

当社はクリープによって起こる巻上ロープと駆動シーブ間の摩擦・摩耗機構に関与する要因を解明し、トラクション能力を大幅に向上できるロープを実用化した。

本稿では、トラクション式エレベーターの巻上ロープと駆動シーブの摩擦・摩耗機構、並びにトラクション能力を大幅に向上できる新ロープの評価試験結果について述べる。

2. 従来のトラクション能力改善法

トラクション能力の十分な確保は、エレベーターの安全性・信頼性の点で重要である。ここでは、トラクション計算法と従来のトラクションの改善手段を紹介する。

2.1 トラクションの計算法

トラクション式エレベーターは、駆動シーブに巻上ロープを巻き掛け、一

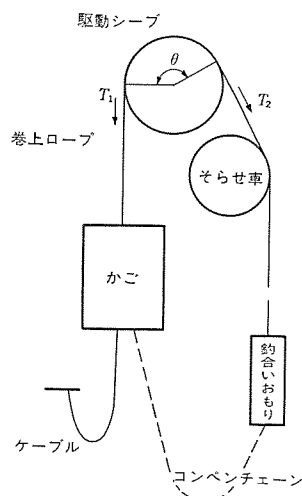


図 1. トラクション式エレベーターの構造モデル

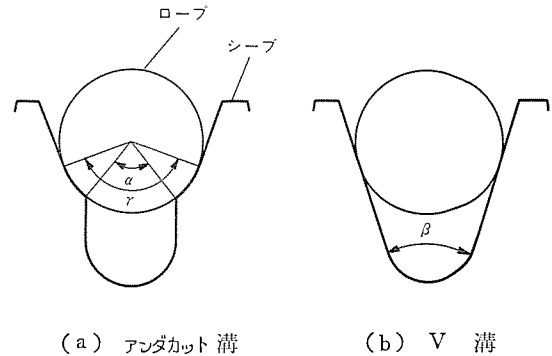


図 2. 駆動シーブの溝形状

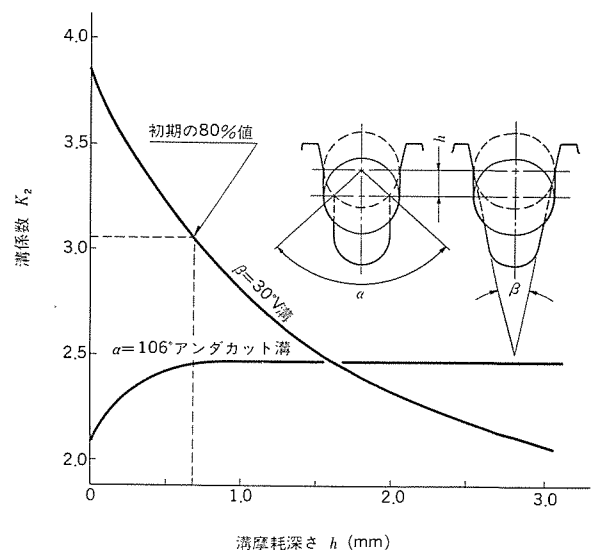


図 3. 摩耗による溝係数の変化特性（ロープ径φ12の場合）

方にかごを、他方にかご自重と積載荷重の約半分を加えた重量の釣合いおもりをつ（吊）り下げた構造である。図1.に構造のモデルを示す。トラクション計算は次式で示される。

$$\Gamma_0 = e^{\mu \cdot K_2 \cdot \theta} \dots \dots \dots (1)$$

$$\Gamma = \frac{T_1}{T_2} \quad (T_1 > T_2) \quad \text{又は} \quad \frac{T_2}{T_1} \quad (T_1 < T_2) \dots \dots \dots (2)$$

$$\Gamma_0 > \Gamma \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 Γ_0 はトラクション能力、 μ はロープとシーブ間の摩擦係数、 K_2 はロープ溝の形状係数、 θ はシーブに対するロープの巻付け角度、 T_1 はかご側・ T_2 はおもり側の加速度を考慮したロープの張力、 Γ はトラクションレシオを表す。実際のエレベーターでは式(3)を満足するようにトラクション能力を確保しなければならない。

2.2 従来の改善手段

トラクション能力は、式(1)から明らかなように、 μ 、 K_2 、 θ により決定されるため、これらの値を改善することによって能力の向上が図られる。ここでは、トラクション能力を向上させるために、従来から

とられている幾つかの手段を紹介する。

(1) 摩擦係数の改善

駆動シーブの摩擦係数を増加させるため、鋳山用揚重装置のシーブでは、木・ゴム・アルミ合金などを採用し⁽¹⁾、エレベーター用シーブでは、ポリウレタンを採用して摩擦係数の改善を行っている例がある⁽²⁾。しかし、一般的には鋳鉄シーブが採用されており、摩擦係数の改善はほとんど行われていない。

(2) 溝係数の改善

図2.(a)にエレベーターで最も広く用いられているアンダカット溝を示し、アンダカット角 α を増加させて溝係数の改善が行われる。この溝の溝係数は次式で示される。

$$K_2 = \frac{4\left(\sin \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}\right)}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad (4)$$

アンダカット溝よりも大きな溝係数を必要とする場合は、図2.(b)に示すV溝が用いられ、溝係数は次式で示される。

$$K_2 = \operatorname{cosec} \frac{\beta}{2} \quad (5)$$

V溝の溝係数は、溝の摩耗によって低下する。V溝が摩耗した場合はアンダカット溝相当の接触になるため、摩耗後の溝係数は式(4)で算出される。図3.に溝が摩耗したときのV溝及びアンダカット溝の溝係数を示す。溝の摩耗によって、アンダカット溝の溝係数は増加するが、V溝は急激に低下する。欧州規格(CEN)では、V溝の溝係数を新品時の約80%値で評価し、トラクションを計算するように定めている。したがって、図3.に示す30°V溝の許容摩耗深さは約0.7mmとなるので、V溝採用時には耐摩耗性の優れた材料を使用することが不可欠である。

(3) 巻付け角度の増加

ロープの巻掛け方式はシングルラップ・ダブルラップが常用されている。最近では巻付け角度を増加させるために、たすき掛けが採用されたり⁽²⁾3回巻きが提案されている⁽³⁾。これらの方式では、巻付け回数又は巻付け角度を増加させると同時に、溝の形状及び材質などに工夫がこらされている。

以上、一般的なトラクション能力の向上手段を紹介した。これらの手段を実現するには、ロープとシーブの寿命、機械室スペース、駆動機の負担荷重などに関係する諸問題が残されており、一般的に採用するには至っていない。したがって、これらの問題点を伴わずにトラクション能力を向上できる技術を開発する必要がある。

3. ロープとシーブの摩擦・摩耗機構

ロープとシーブの間の摩擦機構は、摩擦面で起こる摩耗機構と併せて考えなければならない。ここでは、ロープとシーブの摩擦と摩耗の現象解明及び各種材料による摩擦力の向上について述べる。

3.1 摩擦・摩耗機構

エレベーターは、ほとんどの場合かご側とおもり側の重量が異なる条件下で運転される。図4.はかご側とおもり側のロープ張力が $T_1 > T_2$ の関係にあるときのロープとシーブの接触圧力分布を示す。

P_1 は T_1 に、 P_2 は T_2 による接触圧力を表す。ロープの張力が、シーブ上で T_2 から T_1 に変化するため、ロープ伸びの差によるクリープが発生する。クリープはロープの張力差を保持するために、必要な角度 θ_1 の範囲で起こる。クリープの速度は、エレベーターの速度が300m/minの場合に0.25mm/s程度と極めて小さい。ロープとシーブの接触

部に形成される油膜厚さを、クリープ速度と諸々の条件で計算すると $10^{-3} \sim 10^{-2} \mu\text{m}$ 程度となる。接触面の潤滑領域は、シーブの表面粗さが $25 \mu\text{m}$ 程度であるため、表面突起部の接触と部分的な油膜とが混在する混合潤滑領域と推定される。この潤滑領域では比較的大きな摩擦係数と摩耗が生じる⁽⁴⁾。図5.に摩擦とシーブ摩耗の経時変化特性を示す。

初期においては、大きな摩擦係数と急速な摩耗を示しているが、走行距離の増加に伴って摩擦係数と摩耗速度が低下していく。低下する原因は、表面突起の摩耗・固体面の塑性変形などによって、油膜の形成部分が増加するためと考えられる⁽⁵⁾。摩擦係数はエレベーターの速度・容量などに関係なく図5.の特性を示すため、トラクションの設計では経時変化後の最小摩擦係数を用いる必要がある。

以上の結果から、摩擦係数は接触面の摩耗によって変化することが明らかとなり、摩耗に関与する要因を究明する必要がある。

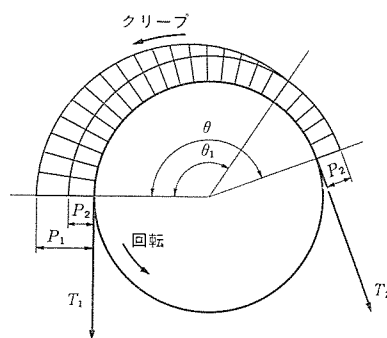


図4. ロープとシーブの接触圧力分布 ($T_1 > T_2$)

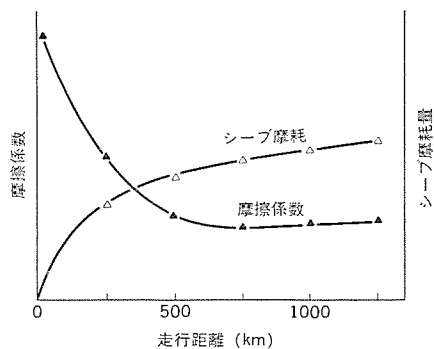


図5. 摩擦係数とシーブ摩耗の経時変化特性

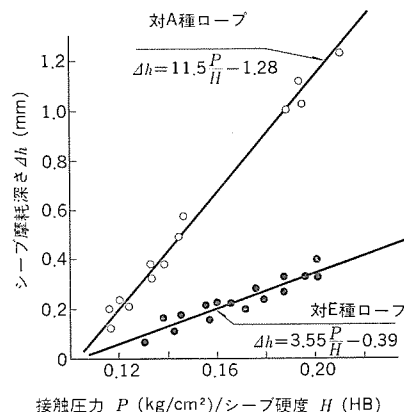


図6. シーブの摩耗特性

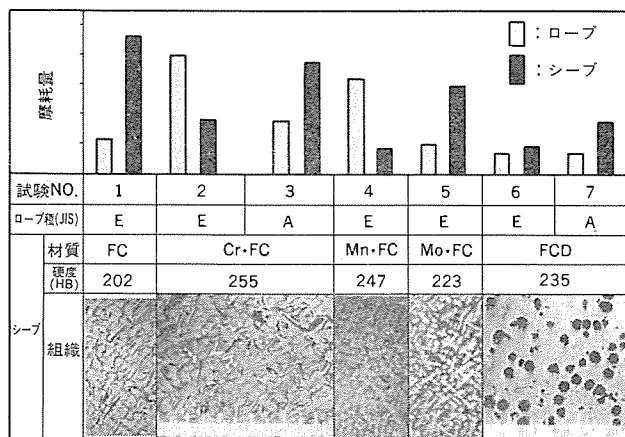


図 7. 各種 シーブ 材と ロープ の磨耗量

3. 2 摩耗の要因分析

シーブの摩耗過程は、急激に摩耗が進む初期摩耗域と安定摩耗域に分けられ、耐用年数が長い場合の摩耗寿命は、安定域の摩耗量で決定される。そこで、実際の建物で長期間稼働しているエレベーターの摩耗量を調査し、Holmの理論式に示された関係をベースに摩耗に関する要因を分析した。

図 6. にシーブの摩耗特性を示す。ここで、 dh は単位走行距離当たりの年間摩耗量を表す。その結果シーブの摩耗量は、JIS の A 種ロープよりも JIS の E 種ロープと組み合わせ方が少なく、また接触圧力に比例しシーブの硬度に反比例することが判明した。シーブの小径化を図るには接触圧力が増加することから、シーブの高硬度化によってシーブの摩耗を低減することが有効である。この場合、表面突起の摩耗・固体面の塑性変形などによって油膜の形成部分が増加する従来の摩擦・摩耗機構を保つ必要がある。このため、鋳鉄に Cr, Mn, Mo, Mg などの特殊元素を添加して高硬度化を図ったシーブを試作した。図 7. に試作したシーブとロープの耐摩耗性を比較した試験結果を示す。

試験は、シーブの試験片にロープを巻き掛けて実機で想定される荷重・クリーブ・曲げひずみ等を 200 万回繰り返して与え、その後の摩耗量で評価した。従来品（試験 No. 1）に対し、高硬度化を図ったシーブの耐摩耗性は向上しているが、試験 No. 2, 3, 4 の高硬度シーブ材ではロープの摩耗が増加している。これは、Cr, Mn を過度に添加したために黒鉛化が阻害されて硬い遊離炭化物（組織写真・白色の塊部）が晶出し、アブレシブな摩耗形態になったものと考えられる。このロープの摩耗面が、通常の鋳鉄製シーブで摩耗させられた摩耗面と明らかに異なることを顕微鏡で確認した。供試材のうち、ロープの摩耗を増加させずにシーブの摩耗を最も低減できる材料は、試験 No. 6, 7 に示す球状黒鉛鋳鉄である。当社では、この材料を一部のエレベーターに使用している。

3. 3 高摩擦材料の検討

トラクション能力を決定する要因のうち、溝係数と巻付け角の改善では大幅な向上を望めない。したがって、高摩擦の摩擦機構を得るため特殊な潤滑油と数種のシーブ材料の摩擦係数を評価した。シーブ材料としては、高弾性のポリウレタン、軟質で融点の低いアルミ合金と銅合金及びロープと同一成分の炭素鋼を、潤滑油としてはロープ変速機に用いられている合成潤滑油を用いた。試験は、標準ロープと供試シーブ材の組合せで摩擦係数の経時変化を測定した。合成潤滑油の

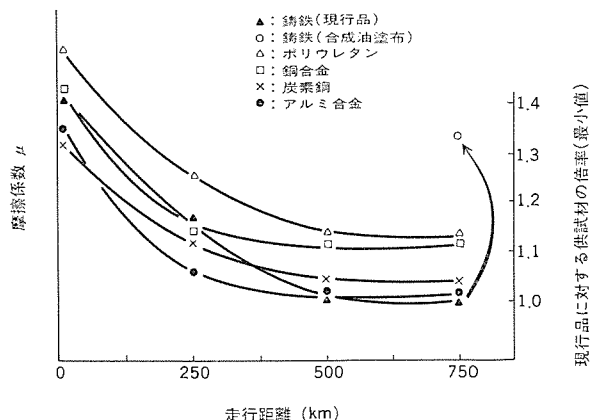


図 8. 候補材の摩擦係数経時変化特性

摩擦係数は、経時変化によって最小の摩擦係数を示した時点の現行ロープとシーブに供試油を上塗りして測定した。図 8. に摩擦係数の測定結果を示す。

この結果から、すべての供試材は従来品以上の摩擦係数を持ち、なかでもロープに合成潤滑油を塗布したものが最も高い摩擦係数を示した。また、一般的に、低融点で焼付きやすい材料及び分子間引力が作用しやすい同種材料間では、かなり高い摩擦係数を示すことが知られている⁽⁶⁾。しかし、ロープとシーブの摩擦機構のような混合潤滑領域では、これらの作用を期待できないことが判明した。ポリウレタンは、比較的高い摩擦係数であるが、他の材料に比べてスリップ量が 10 倍であった。原因は、複数ロープ間の張力不均一と負荷による弾性変形に起因するものと考えられ、実用化に際してはポリウレタンの高硬度化又は薄肉化が必要と考えられる。

以上の結果から、ロープに含浸させる潤滑油を改良することで、摩擦係数を大幅に増加させ得ることが判明し、この種の油を含浸させたロープ（ハイトラクションロープ）を開発した。

4. ハイトラクションロープの開発

エレベーター用ロープは、一般産業用ロープに比べて仕様が厳しく規定されている。なかでも、含油率を飛散防止と保護性の点から低く狭い範囲で規定している。潤滑油は局所的な高荷重を受けるが劣化することなく、潤滑性・保護性を長期間維持しなければならない。

ここでは、東京製綱(株)及び八弘綱油(株)と共同で開発したハイトラクションロープの評価試験結果について述べる。

4. 1 高摩擦潤滑油の選定

ロープとシーブの接触面では、表面突起部の接触によって局部的に著しく高い圧力が発生している。一般的に、油の粘度は接触面で受ける圧力の増加に伴って指数関数的に増加し、ある圧力以上ではガラス状態に固化することが知られている。したがって、高摩擦潤滑油の特性としては高圧下で著しく高い粘度と、しかも固化した油がせん断しにくいことが必要である。この特性は、基油組成と化学構造によって大きく異なり、分子鎖骨格の枝分かれやシクロヘキシル環の数などに影響され、常圧粘度にはほとんど影響されないと考えられている^{(7)~(9)}。候補油は 20 数種類を挙げて検討し、摩擦係数と蒸発量を試験した。図 9. に試験結果の一部を示す。

供試油は、グリースの基材などに用いられるポリオレフィン系、変速機などに用いられる合成ナフテン系、冷凍機などに用いられるナフテン鉱油である。ロープ用潤滑油は、開放環境で長期間使用されるため蒸

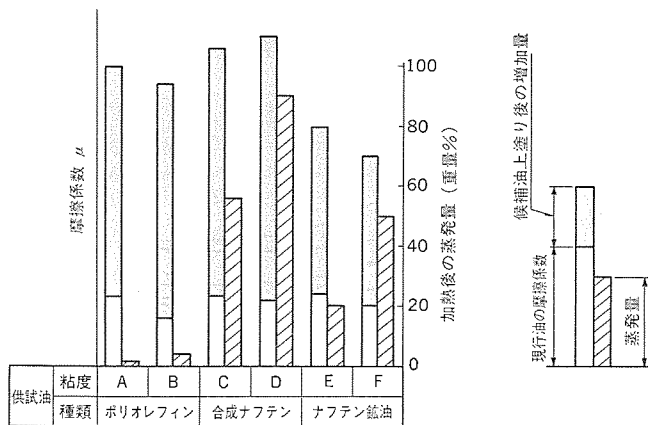


図 9. 候補油の摩擦係数と蒸発量

発しにくい特性も必要なので、各々異なる粘度の油を用いた。摩擦係数は、 $\square$ に供試油を上塗りして測定した。蒸発量は供試油を容器に入れて加熱し、一定時間経過後の重量変化を測定した。その結果、摩擦係数はどの供試油も現行油に比べて高い値を示した。一方、ポリオレフィン系油の蒸発量は極めて少なく、合成ナフテン系油及びナフテン鉱油の蒸発量は極端に多い。

以上の結果から、合成ナフテン油に比べて摩擦係数がわずかに低い、蒸発量が極めて少ないポリオレフィン系油（図 9. A）を選定した。

4.2 高摩擦潤滑油の軟固化

エレベーター用 $\square$ の潤滑油は、 $\square$ 内部への浸透性、表面での付着性、低温及び高温下での流動性などの特性を満足する必要がある。したがって、基油の摩擦係数を低下させずに前記の特性を満足する軟固体状潤滑油にしなければならない。増稠剤としては、鉱油系炭化水素ワックス又は合成炭化水素ワックスが挙げられるが、高融点のワックスとしては後者が適し、これに添加剤を加えた数種の軟固体状潤滑油を準備した。これらの潤滑油を評価した結果、特定のちゅう（稠）度で調整した潤滑油が最も優れた特性を示した。防せい（錆）性能は、防錆剤の増加よりも稠度の影響が顕著であることが判明した。

更に、最も優れた特性の潤滑油を含ませた $\square$ について、機械的な曲げ疲労寿命及び摩擦係数を評価した。曲げ疲労試験は 800 万回の繰り返し数まで実施し、現行の $\square$ と同等以上の寿命を確認した。図 10. に摩擦係数の経時変化特性を示す。開発した潤滑油を含ませた $\square$ は、現行の $\square$ に対して摩擦係数が 30% 高く、

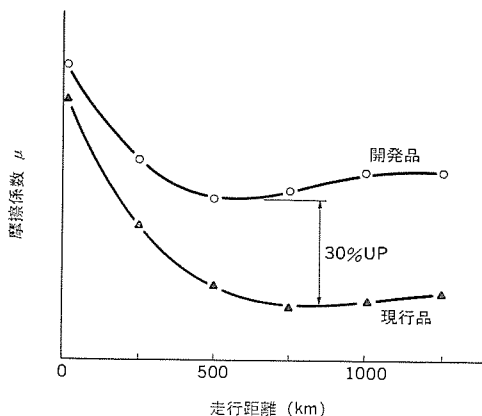


図 10. 摩擦係数の経時変化特性

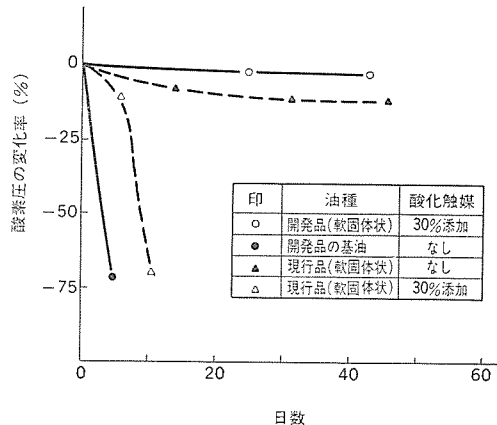


図 11. 潤滑油の劣化特性

しかも経時変化によって最小値に至るまでの期間が短くなる特性を確認した。この向上率は基油単体の性能と同等であり、基油の摩擦係数を低下させることなく軟固化する技術を確認した。（特許申請中）

4.3 劣化性能の評価

エレベーター用 $\square$ は、開放環境で長期間にわたって繰り返し高荷重を受けるため、酸化劣化及び機械的な劣化に対する性能を評価する必要がある。開発油と現行油の劣化性能は、酸化触媒、加熱、過大な繰り返し荷重などを与えて劣化させた後、酸化安定試験（JIS K 2569(1969)）で比較した。図 11. に劣化特性の一部を示す。現行品に比べて、純粋な基油単体では劣化しやすいが酸化防止剤を添加している開発品は、酸化触媒を加えた条件でも同等以上の酸化安定性を示している。試験後、この開発品を赤外分光分析で調査し、ほとんど劣化していないことを確認した。また、摩擦係数の低下がないことも併せて確認した。

5. む す び

以上、トラクション式エレベーターの巻上 $\square$ と駆動 $\square$ の摩擦・摩擦機構を究明し、耐摩耗性が優れる $\square$ 材料及び高摩擦潤滑油を含ませたハイトラクション $\square$ を実用化した。これによって、長寿命で高摩擦を持つトラクションシステムを実現でき、かごの大幅な軽量化と駆動装置の小型化に対応できる見通しを得た。

現在、ハイトラクション $\square$ を適用したエレベーターは、フィールドで 300 台以上が稼働している。今後、この $\square$ の特長を生かしてエレベーターシステムを見直し、省スペース化・建物負担荷重の軽減化を図っていく所存である。（原稿受付 昭 62-7-28）

参 考 文 献

- (1) 西岡：ENGINEERING, 45, 11 (昭 33)
- (2) G. W. Gibson：ELEVATOR WORLD March (1985)
- (3) T. Honda：ELEVATOR WORLD August (1987)
- (4) 桜井：新版潤滑の物理化学，幸書房（昭 53）
- (5) 青木：潤滑，30, No. 2, 83 (昭 60)
- (6) 木村，岡部：トライボロジー 概論，養賢堂（昭 57）
- (7) 早田：潤滑，23, No. 4, 259 (昭 53)
- (8) 村木，木村：潤滑，30, No. 1, 45 (昭 60)
- (9) 安富：潤滑，32, No. 6, 393 (昭 62)

高速エレベーター用はすば歯車技術

山崎真治*
吉岡純夫**
熊沢道夫***

1. ま え が き

当社では省エネルギーやビル電源設備の小容量化などの時代の要請にこたえるべく、はすば歯車式巻上機とVVVF制御方式を組み合わせた新方式の高速エレベーターを、世界に先駆けて開発・実用化した⁽¹⁾、既に国内・外あわせて約600台を納入した。

エレベーターは縦の交通機関として広く普及しており、特に高速エレベーターが設置される高層ビルでは、重要かつ主要な交通手段となっている。このため、エレベーターに使用されるはすば歯車は一般に使用されている歯車に要求される品質より、更に厳しい品質を必要とする。すなわち、乗客の安全性の観点から、機器の強度と信頼性、長期寿命、品質の安定性などの確保、更にエレベーターがビル内に設置されることから、振動・騒音に対する配慮などが特に重要な課題である。

高速エレベーター用はすば歯車式巻上機の開発・実用化に際し、上記の性能や品質を確保するため、長期間にわたり試験及び検討を進めてきた。以下、巻上機的重要部品である歯車について、疲労強度、衝撃強度、ピッチング、摩耗、振動・騒音などの技術課題に対する基本的考え方と開発成果の概要を紹介する。

2. 技術課題に対する基本的考え方

エレベーター用はすば歯車の技術課題を要因別に分類すると次のようになる。

- (1) エレベーターの負荷変動と起動・停止に起因して生じる曲げ応力の繰り返しに対する強度の確保
- (2) エレベーターの非常止め装置の作動時や緩衝器への突入時などの急激な負荷変動に起因して生じる衝撃曲げ強度の確保
- (3) 長期間の運転により歯面に生じるピッチング及び摩耗に対する強度の確保
- (4) 歯車のかみあいによって生じるかご内、乗場、居室などの振動及び騒音の低減

各要因別に分類された上記の技術課題に対し、エレベーター用はすば歯車として基本的な考え方について述べる。

2.1 繰り返し曲げ応力に対する強度

高速エレベーターは交通量が多い高層ビルに設置されるので、その起動頻度は1時間当たり240回を超える場合もあり、エレベーターの耐用期間中の総起動回数は2,000万回を超える。また、負荷によって歯車に作用するトルクは正・逆の両方向に作用する。これらの負荷に対して、歯車は十分な強度を持ち、疲労による折損があってはならない。この課題に対しては、歯車の両振れの曲げ疲れ強度を把握するとともに、 10^7 回を超える負荷の繰り返しに対する評価と疲労き裂を考慮したはすば歯車の疲労強度の設計法の確立が必要である。

2.2 衝撃的曲げ応力に対する強度

エレベーターにはブレーキ装置、非常止め装置、緩衝器などの安全装

置が設けられており、万一の不測の事態には、これらの安全装置が作動し乗客の安全を確保するシステムとなっている。このような安全装置が作動した場合には、衝撃的な負荷が歯車に作用する。この衝撃的な負荷に対しても歯車に損傷が生じてはならない。また、衝撃的な負荷が作用した後でも、長期間の通常の使用に耐えなければならない。

この課題に対しては、応力集中を有する高硬度材の耐衝撃強度特性を把握し、高硬度歯車の衝撃強度設計法を確立する必要がある。また、実機を用い、安全装置を作動させた衝撃強度試験を実施し、耐衝撃性を確認することも重要である。

2.3 ピッチング及び摩耗に対する強度

エレベーターは耐用期間中に2,000万回を超える起動・停止を繰り返し、総走行距離は30万kmにも及ぶ。これらの条件においても、歯車のピッチングや異常摩耗などの損傷の発生や、これに起因するエレベーターシステムの品質や性能の低下があってはならない。

この課題に対しては、影響する要因として、熱処理法、硬度、材料、潤滑油などがあり、これらの要因によるピッチングや摩耗の特性を把握する必要がある。

2.4 歯車のかみあいによる振動及び騒音

エレベーターは事務所、ホテル、住宅など比較的静かな環境のビルに設置される場合がある。このため、歯車のかみあいによる振動・騒音がかご内、乗場又は居室などに伝ば(播)し、顧客に不快感を与えてはならない。この課題に対しては、振動・騒音の伝達経路でこれを低減する方法もあるが、基本的には歯車のかみあいによる振動・騒音を低減させる必要がある。このためには、歯車諸元、歯形の形状、加工精度などの要因について検討するとともに、これらの管理基準を確立する必要がある。更に、歯車箱や軸などの非共振設計の検討が必要である。

以上、エレベーター用はすば歯車の要求性能に対する基本的考え方とその課題を述べた。当社では、これらの課題に対し基礎試験から実機試験まで系統的な検証を行い、高性能・低騒音のはすば歯車を開発・実用化した。以下にその成果の一部を紹介する。

3. 歯車の曲げ応力に対する強度

歯車の曲げ応力に対する強度については種々検討されている⁽²⁾。しかし、歯車の曲げ強度に影響する要因は材質、熱処理方法及び硬度、寸法並びに加工精度、残留応力など多数あり、それらの相関関係も複雑である。したがって、歯車の加工方法や熱処理条件に適合した強度設計が必要である。

当社では、はすば歯車式巻上機の開発に際し、基本歯車を用い、加工や熱処理の条件の相違による歯車の曲げ強さを把握した。また、実機による疲れ試験を実施し、基本歯車による試験結果と比較検討した。これらの結果を基にして、曲げ強さに対する各要因の影響を把握し、最適な歯車計設を実施した。ここでは、これらの概要を紹介する。

* 稲沢製作所 ** 中央研究所(工博) *** 同研究所

3.1 静的曲げ試験

歯車の曲げ強さの試験方法としては種々提案されているが⁽³⁾、荷重点を外歯かみあい点とし、2枚の歯に同時に荷重を負荷する方法とした。基本歯車は平歯とし、材質硬度、加工条件などの各種要因について評価した。この結果、静的曲げ強さはNiemannの比較応力で整理できること、浸炭焼入れ歯車はクラックの発生によって静的曲げ強さは高周波焼入れ歯車より小さいこと、ホブの形状や転位係数の違いによって静的曲げ強さは変化するなどの基礎的知見が得られた。図1.は曲げ強さの試験状況を示す。表1.は標準歯車での高周波焼入れ歯車と浸炭焼入れ歯車の静的曲げ強さを比較して示す。

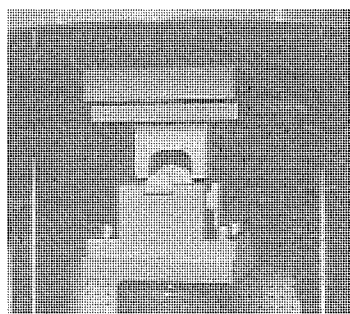


図1. 歯車の曲げ試験

表1. 歯車の静的破断強さ

SCM 440 (高周波)		SCM 415 (浸炭)	
モジュール	比較応力*	浸炭深さ (mm)	比較応力*
1.5	239	0.4	230
		0.8	165
3.0	216	0.8 (衝撃)	174

注 * Niemann の比較応力：単位 (kg/mm²)

3.2 曲げ疲れ試験

(1) 基本歯車による曲げ疲れ試験

図1.に示す静的曲げ試験と同じ試験方法を用い、基本歯車による曲げ疲れ試験を実施した。静的曲げ試験と同様に各種要因の分析を行うとともに、残留応力の影響や歯底に発生している停留き裂について解析した。この結果から、ホブの形状により疲れ強さを大きくすることができること、残留応力の影響が大きく、疲れ強さは静的曲げ強さに比例しないこと、などが明らかになった。図2.は標準歯車での浸炭焼入れ歯車と高周波焼入れ歯車の疲れ試験結果を示す。浸炭焼入れ歯車は高周波焼入れ歯車より約20% 疲れ強さが大きい。

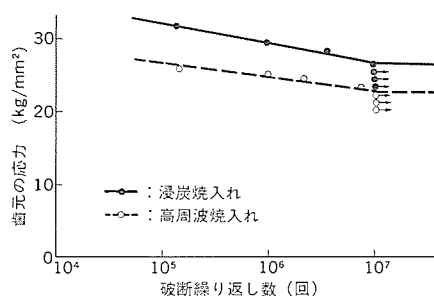


図2. 歯車の疲労試験結果

(2) 実機による疲れ試験

歯車は歯形、歯すじ、ピッチなどの加工誤差や組立誤差などによってかみあい状態が異なり、歯に作用する荷重は相違する。また、かみあい率の影響もあるため、歯車単体の評価のみでは不十分である。このため、一対の歯車を組み合わせた動力循環式試験装置による評価が一般に行われている⁽⁴⁾。この試験方法は歯車の加工誤差の影響は加味できるが、組立誤差やかみあい率の影響の評価が難しい。当社では、エレベーター用はすば歯車式巻上機を用い、電気-油圧式疲労試験機による繰り返し負荷試験、負荷装置を接続した連続運転による疲れ試験及びエレベーターを模擬した起動・停止の繰り返しによる疲れ試験を実施した。これによって、かみあい率や歯当たり率などを加味すれば、基本歯車による疲れ試験結果から実機での歯車の疲れ強さが類推できることが明らかになった。また、エレベーターの最悪条件でも、 5×10^8 回の繰り返し荷重に対しても十分な性能があることを確認した。図3.は電気-油圧式疲労試験機による疲れ試験の状況を示す。

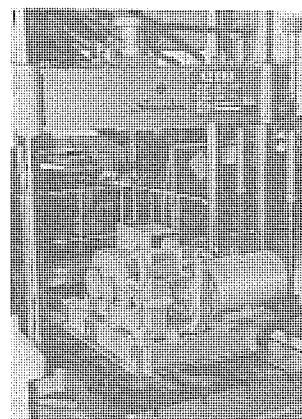


図3. 実機での疲労試験

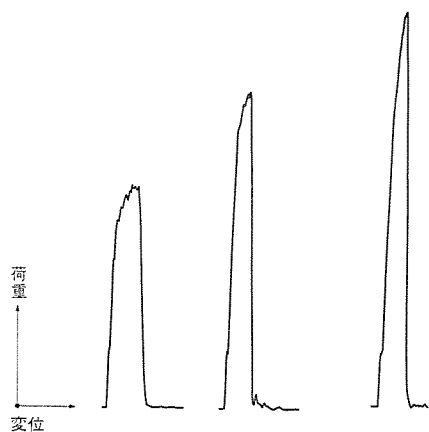
3.3 衝撃曲げ試験

(1) 衝撃曲げ強さの考え方

はすば歯車は高周波焼入れや浸炭焼入れなどの高硬度化により、小型・高性能化が図られる。一般的に、高硬度材は全衝撃吸収エネルギーが小さく耐衝撃強度が劣るとされている。しかし、これは材料の破断までを考慮した特性であり、機器の設計では、ほとんど弾性領域で設計が行われている。衝撃強さの設計でも、条件によっては同様の考え方が必要であり、衝撃最大荷重(応力)を設計基準の一つとして考えるべきである。当社では、この考え方を基本とし、高硬度材の衝撃破壊の機構の検討や各種材料の衝撃曲げ特性の把握と実機による性能確認を行った。

(2) 高硬度材の衝撃曲げ強さ

衝撃破壊の機構を解析するためには、衝撃荷重や変形量などを計測する必要がある。これらの計測装置を装備した衝撃試験機を用いて、材質、硬度、応力集中係数などの要因について、衝撃曲げ強さの挙動や特性などを検討した⁽⁵⁾。図4.は衝撃曲げ試験のデータの一例を示し、図5.、図6.は衝撃曲げ特性の一例を示す。衝撃最大荷重は材料の硬度の上昇に伴って大きくなること、応力集中がある場合には、全吸収エネルギーは材料の硬度に依存しないこと、衝撃曲げ強さは静的曲げ強さに比例して大きくなり、衝撃曲げ強さが高硬度材の耐衝撃設計の指標に成り得ることなどが明らかになった。また、歯形形状の試験片を用いて同様の衝撃試験を実施した。その結果の



(a) $H_{RC}=31$ (b) $H_{RC}=44$ (c) $H_{RC}=53$

図 4. 衝撃曲げ試験での荷重と変位の関係

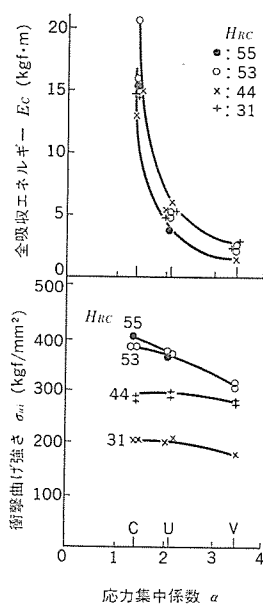


図 5. 応力集中係数と衝撃曲げ強さ・全吸収エネルギーの関係

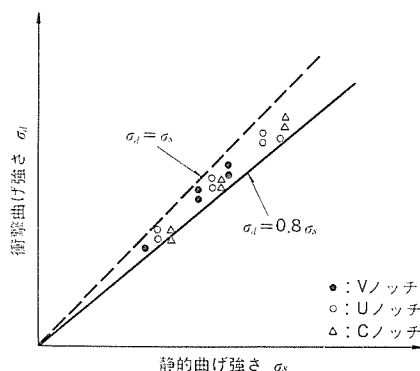


図 6. 衝撃曲げ強さと静的曲げ強さの関係

一例を表 1. に併記した。歯形試験片においても、衝撃曲げ強さと静的曲げ強さは良い対応を示すことが明らかになった。

一方、実機を用いてエレベーターの不測の事態を想定した非常止め装置の動作試験や緩衝器突入試験などを実施し⁽⁶⁾、このシステムで開発したはずば歯車が、これらの衝撃に対して十分な安全性を持って

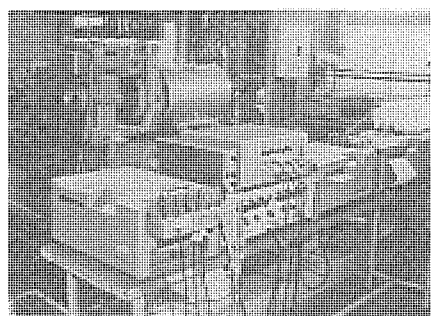


図 7. 実機衝撃試験

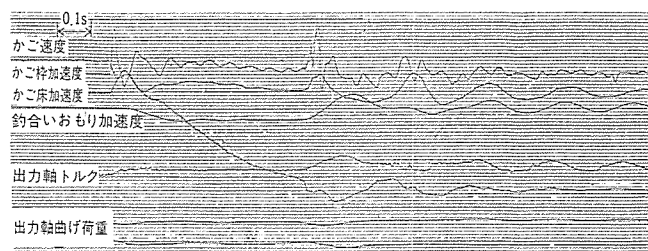


図 8. 実機エレベーターの実測例(緩衝器突入時)

いることを確認した。図 7. は実機の衝撃試験状況を示し、図 8. は実機での緩衝器突入時のデータの一部を示す。衝突時の出力軸に作用するトルクの作用時間は、ローなどのばね系によって比較的长度くなり、またトルクの立ち上がり時間もゆるやかであることが明らかになった。更に、これらの衝撃試験後の歯車の損傷解析及び疲れ試験を実施し、これらの衝撃を受けた後でも、はずば歯車は長期間の使用に耐え得ることを確認した。

4. 歯車の耐久性

歯車のピッチングや摩耗などの耐久性の検討には、円筒やモデル歯車を用いた等価試験を行う方法がある⁽⁷⁾。この試験方法は比較的簡単に実施できる利点があるが、歯車の誤差や組立誤差などによるかみあい状態や、耐久性に影響すると考えられる潤滑状態を模擬できないなどの問題がある。当社では、材質、硬度、面圧、速度などの基本的な検討においては、モデル歯車を用いて評価したが、総合的な評価として実機による耐久試験を実施した。図 9. は実機試験による歯車の摩耗特性の一例を示す。歯車の硬度が $H_{RC} 30$ 以上では、走行距離が 2,000~10,000 km 程度から歯車は定常摩耗領域になる。エレベーターの全走行距離を考慮すると、歯面硬度は $H_{RC} 50$ 程度は必要となるなどの基礎的知見が得られた。また、エレベーターを模擬した過酷な条件で実機による耐久試験を行い、ピッチングや摩耗などの

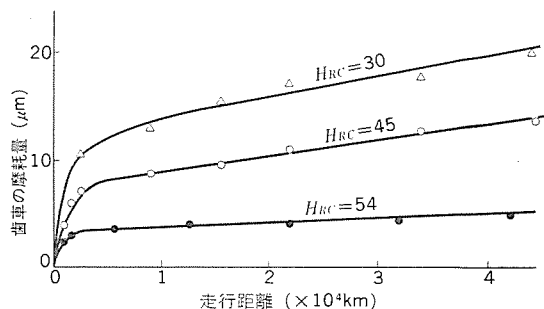
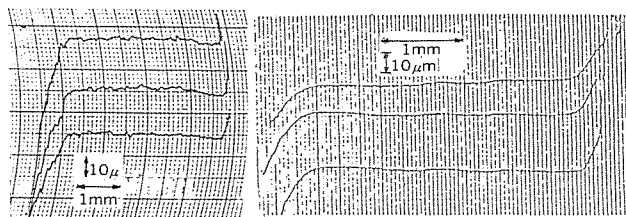
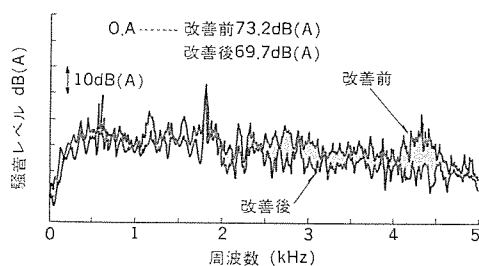


図 9. 歯車の摩耗特性



(a) 改善前の歯形 (b) 改善後の歯形

図 10. 歯形の改善による騒音の変化

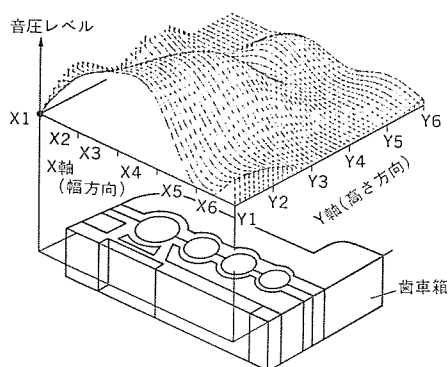


図 11. 歯車箱の騒音 インテンシティ 解析

性能に問題がないことを確認した。

5. 歯車の振動・騒音

エレベーター用巻上機を小型・軽量化することは、建物への負担荷重を軽減させるほかに、狭い機械室にも設置できる利点がある。したがって、歯車の小型化と併せて、高速回転化による電動機的小型化を行う必要がある。電動機の高速回転化によって、巻上機の振動・騒音は増加するため、低振動・低騒音化は重要な課題の一つである。

歯車に関する振動・騒音については、既に多数の文献が発表され、加工誤差、歯形及び歯すじの修正、かみあい率、歯の剛性など多数の因子が振動・騒音に影響を及ぼすことが知られている。当社では、上記因子の影響について実機による試験と解析を実施し、その寄与率などの分析を行った。図 10. は歯形の改善による騒音の変化を示す。歯形修正の量及び形状と歯面の面粗度を改善することによって、全周波数領域にわたって騒音が低減され、オーバーオール値で 3.5 dB (A) の低減が図れた。これらの結果から、歯形誤差やかみあい誤差が振動・騒音に大きく影響するが、更に低騒音化を図るためには、歯形修正量を規制する必要があるなどの基礎的知見が得られた。また、歯車以外の歯車箱や軸などについて、実験及び解析による検討を行い、非共振設計を実施した。図 11. は歯車箱の音響 インテンシティ

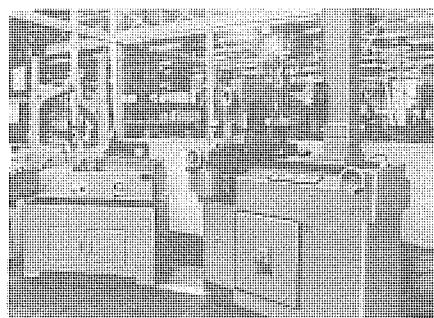


図 12. 歯車の検査装置

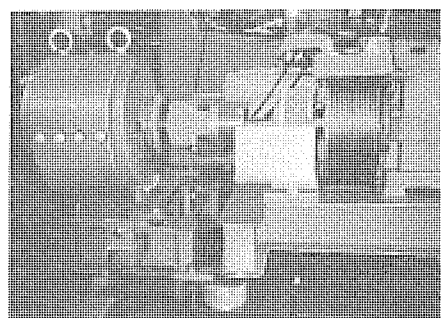


図 13. 巻上機の出荷試験

の解析例を示す。入力軸のかみあい周波数の 3 倍近傍の周波数で、中間歯車の軸受部分と歯車箱の底部が共振していることが明らかになった。

これらの設計的要因を考慮し、更に加工、中間検査、出荷検査など十分な品質管理体制のもとに、エレベーター用はすば歯車式巻上機を製作している。この結果、騒音は 69～73 dB(A) となり、この容量域では、極めて静粛なはすば歯車式減速機を実現することができた。図 12. は中間検査状況を示し、図 13. は巻上機の出荷検査状況を示す。

6. む す び

最近、開発・実用化した高速エレベーター用はすば歯車式巻上機の歯車に関する技術課題と開発成果について紹介した。この巻上機は高精度加工技術、非共振設計技術及び厳しい品質管理体制のもとに製作されている。これによって、高性能化はもとより、安全性及び信頼性に関しても十分な配慮がされており、顧客の要求に十分こたえ得るものと確信する。今後、更に低振動・低騒音化や高性能化を図り、適用を拡大すべく努力する所存である。

(原稿受付 昭 62-7-28)

参 考 文 献

- (1) 渡辺ほか：三菱電機技報，57，No. 11，p. 739 (昭 58)
- (2) 西岡ほか：材料，23，No. 252，p. 796 (昭 49)
- (3) 会田：機械の研究，23，No. 3，p. 497 (昭 46)
- (4) 会田：機械の研究，23，No. 3，p. 501 (昭 46)
- (5) 熊沢ほか：材料，34，No. 381，p. 627 (昭 60)
- (6) 山崎ほか：日本機械学会講演論文集，No. 830-15 (昭 58)
- (7) 藤田ほか：潤滑，24，No. 6，p. 377 (昭 54)
- (8) 日本機械学会：RC-SC 48 歯車の振動と騒音防止に関する調査研究分科会 研究成果報告書 (昭 55)

Jシリーズエスカレーター

横田 達* 北村茂治*
谷口諄次**
金森 修*

1. ま え が き

エスカレーターは縦の交通機関として欠かせない設備となっており、安全性・信頼性・省エネルギー・省スペースなどの基本的な性能は高いレベルに達してきている。

一方、エスカレーターは建築の中のインテリアエレメントとして重要視されるようになってきた。最近では都市空間に対する考え方が多様化してきており、エスカレーターも様々な建築空間にいかにか調和するかを問われる時代になりつつある⁽¹⁾⁽²⁾。当社は、こうした時代背景を踏まえ、性能を改善することと建築空間にフレキシブルにマッチする意匠にすることをデザインコンセプトとして、三菱Jシリーズエスカレーターを開発した。

以下、三菱Jシリーズエスカレーターの主な特長を紹介する。

2. 外観デザイン

2.1 スタイリング

歴史的に見るとエスカレーターのデザインは、重厚からシンプルへと変遷してきた。その中で、当社は世界初のガラス張り透明欄干エスカレーターやシンプルでスリムなデザインが特長のA型エスカレーターを発売し、エスカレーターデザインの主流をなしてきた⁽³⁾。

今回のモデルチェンジは、このシンプルさスリムさの流れを踏襲し、細部にわたって更にデザインの完成度を向上させるという基本的な考え方のもとに行われた。

(1) JS-S型エスカレーター

JS-S型は透明欄干・照明なしエスカレーターでスリムな欄干意匠が特長である。その外観写真を図1.に示す。

JS-S型においては、ゴム手すりをガイドするガードレールを図2.に見られるようなシンプルでスリムな構造とした。これを実現するため、ガードレール素材に高精度なドローイングベンチ式フォーミング材を採用した。更に、高い耐久性を持つガラスグリッパー(ガードレール固定用パッキング)も開発した。これらの技術がガードレールをねじ等の締結具を使わず、それ自身の弾性力によってガラス上に強固に固定することを可能に

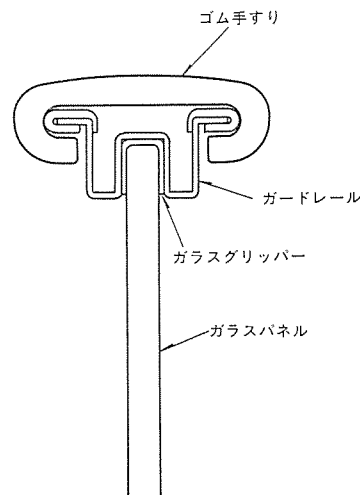


図2. JS-S型エスカレーターのガードレール構造

した。

また、前面スカートからのニュアル欄干(エスカレーター先端のゴム手すり反転部)の張り出し量を650mmとし、スーパースリムでかつロングなニュアルとした。しかも欄干の剛性は、乗客が安心してエスカレーターを利用できるように、十分な剛性を確保した。

エントランス部は、大型ガラスやロングニュアル、シンプルな新模様床板などにより、軽快感がより一層引き立つデザインとなった。また、ガラスの割付も鉛直割付を標準とした。これらにより、JS-S型はシンプルでありながらも事務所ビルばかりではなく、高級デパートや高級ホテル・銀行にも適合する高いグレードを持つ意匠となった。

(2) JS-L型エスカレーター

JS-L型は透明欄干・照明付きエスカレーターで豪華な欄干意匠が特長である。JS-L型に対しても図3.に示すように、JS-S型と同様のフォーミング材を採用した。これにより、ガードレール及び照明カバー部が当社旧型であるAS-L型エスカレーターに比べ一段とスリムになった。

また、手すり下欄干照明のランプ継目のすき間を減らし、更にニュアルのほぼ先端まで明るくして照明カバーの暗部を極力少なくした。これらにより図4.に見られるようなシャープなライン照明が実現した。

2.2 カラーリング

色彩的には基調色・標準色を全面的に見直した。また、4章で述べるオプション色の新設も図った。

色彩の流行は時の流れとともに刻々と変化している。エスカレーターの色彩計画を立てる際には、この流行に十分注意を払う必要がある。しかも、エスカレーターのように長年にわたって使用される建築的素材に対しては、流行を中長期的な視点でとらえて行く必要がある。最近の建築の色彩傾向は、モダン調からポストモダンに代表されるハイタッチ調(人間味・暖か味・復古調)へと変化しており、自然色や淡目

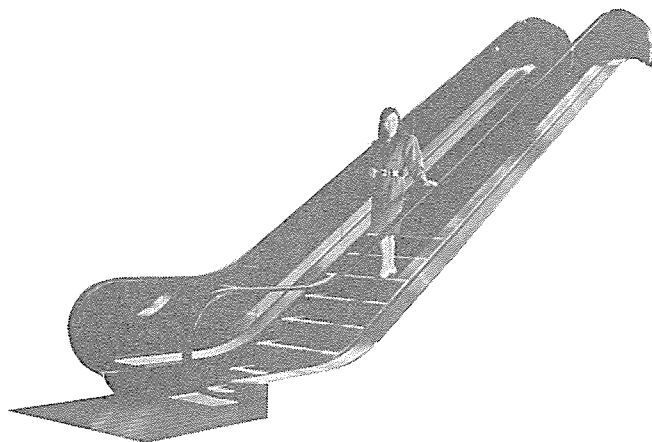


図1. 三菱Jシリーズエスカレーター

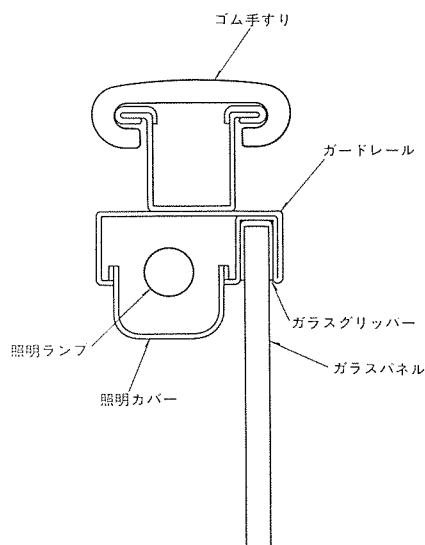


図 3. JS-L 型 エスカレーターの ガードレール 構造

の色が多く使われるようになってきている。

Jシリーズエスカレーターでは、こうした建築設計における色の使われ方を考慮し、自然色をはじめとして落ち着いた色への変更を図った。

(1) 基調色

基調色としてのステップや床板、くし(櫛)、スカートパネルなどの黒色を純黒から漆黒の暖か味のある黒(オフブラック)に変更した。また、デマケーションコムとデマケーションクリートの色も、明るい黄色からトーンを落したソフトで落着きのある黄色に変更した。これらにより、エスカレーターの硬く機械的なイメージが和らぎ全体にしっとりとした雰囲気にとまとまった。

(2) 標準色

ゴム手すりの標準色については、従来の原色に近い色を見直し、複合色で、まろやかな色調を持つ淡目の色に修整した。また、従来の7色に新しいデマケーションコムと同色の黄色を追加し、標準色を8色に増加させた。

3. 主要機器の構造と特長

3.1 トラス

Jシリーズエスカレーターは、トラスの剛性を向上させるため、主要部材の一体プレス化を図った。代表例としてトラス縦メンバ部の構造を図5に示す。ステップガイドレールやガラスパネル、スカートパネルなどを取り付けるための部品は、従来それぞれ別部品で構成されていた。Jシリーズエスカレーターでは、縦メンバにそれらの機能を持たせる構造とした。これにより、溶接箇所やボルト締め箇所が減少し、継手効率が高くなって、剛性が向上した。これとトラスの上下はり(梁)材のサイズアップとが相まって、1200型エスカレーターの場合で、揚程6mまで中間支持梁が不要となった。

3.2 駆動装置

駆動装置は電動機を減速機の直上に配置してコンパクトな構造とした。電動機の回転は複数のVベルトにより減速機入力軸に伝えられる。主要機器であるブレーキは、反トラス側に配置されている。これらにより、十分なメンテナンススペースを確保することができた。駆動装置を図6に示す。

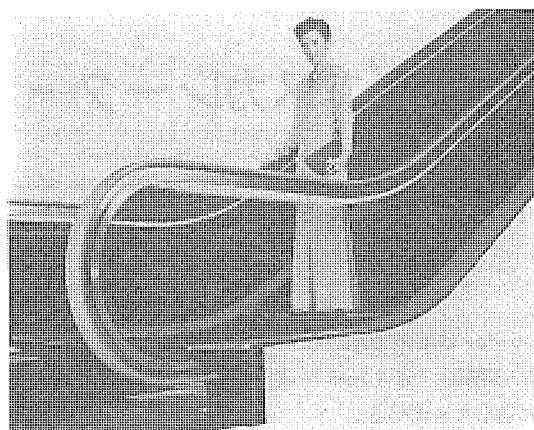


図 4. JS-L 型 エスカレーター

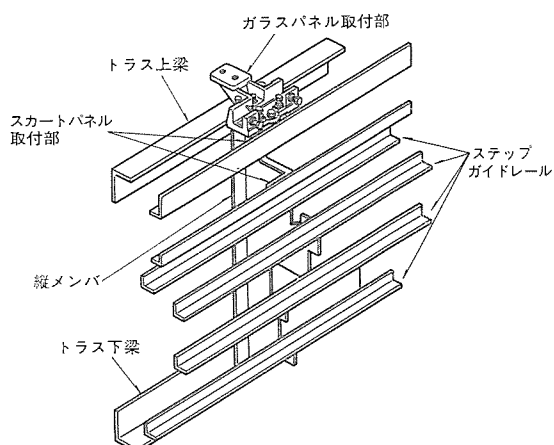


図 5. トラス縦メンバの構造

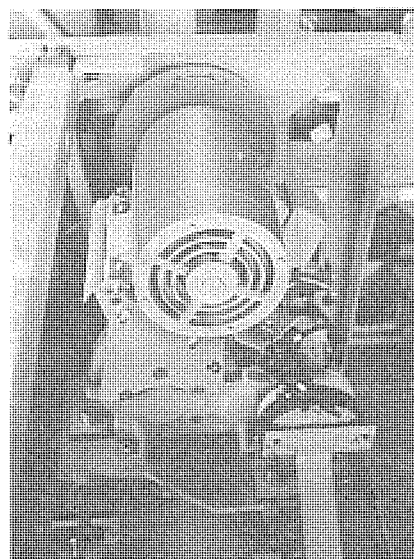


図 6. 駆動装置

3.3 手すり駆動機構

Jシリーズエスカレーターは、利用者に不快感を与える手すりの振動についても改善したので紹介する。手すり駆動機構を図7に示す。手すりの駆動力は上部スプロケット装置からチェーンを介して手すり駆動装置に伝達される。したがって、手すりに伝達されたチェーンのパルセーションが、手すりの進行方向の振動となって現れる。振動を減少させるためには、共振を防ぐことが重要である。しかし、チェーン張

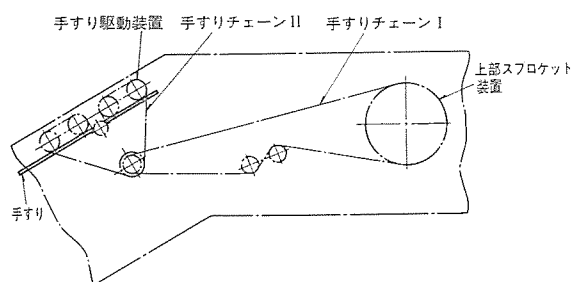


図 7. 手すり駆動機構

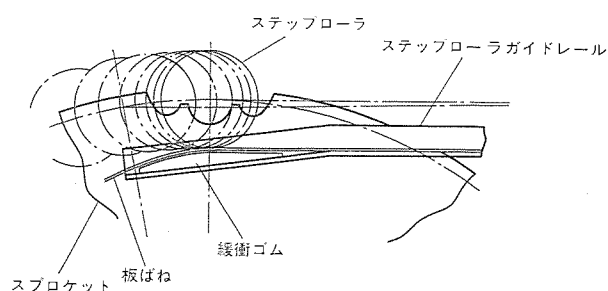
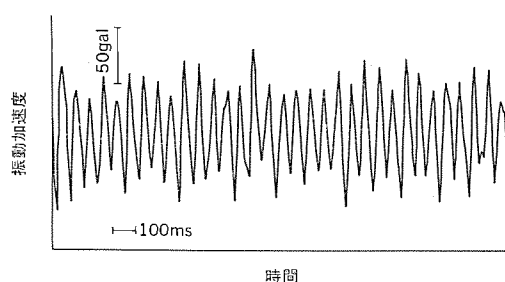
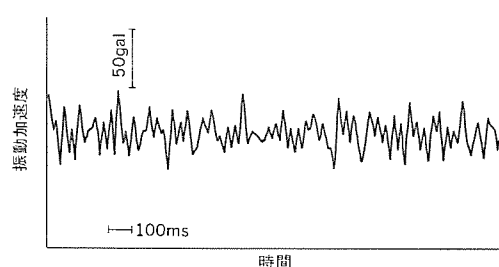


図 9. ソフトランディング 反転機構



(a) 1列ローチェーン 使用時



(b) 2列小ピッチローチェーン 使用時

図 8. 手すり進行方向の振動測定例

力が利用者の数や上昇下降運転によりそれぞれ変化するので、固有振動数は一定でない。したがって、チェーンの振動エネルギーを小さくすることが有効である。チェーンがスプロケットにか(噛)み合う際の衝突エネルギーは近似的に次の式で表される。

$$E = \frac{1}{2} m p^2 \omega^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

m : チェーンローラの質量, ω : スプロケットの角速度,

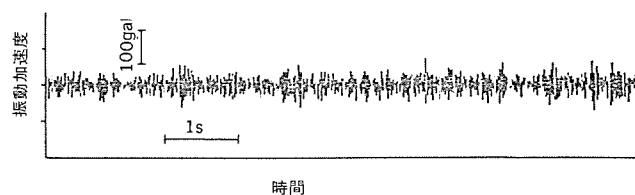
p : チェーンピッチ

そこで、Jシリーズエスカレーターでは、ピッチが小さくチェーンローラの重量も小さい2列チェーンを採用し、手すりの進行方向の振動を低減した。図 8. に手すり進行方向の振動の測定例を示す。

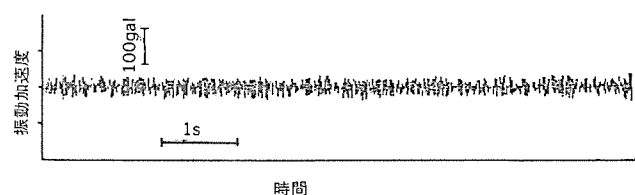
3.4 ステップ反転機構

エスカレーターの乗場におけるステップの反転時の振動や騒音は不快なものである。ステップローラはスプロケットを離れてレールに着地するまで幾何学的に上下に揺動する。この揺動が着地の際、衝撃となり振動発生の原因となる。Jシリーズエスカレーターでは、下部ステップガイドレールの端部に、図 9. に示すような板ばねと緩衝ゴムとを組み合わせたソフトランディング 反転機構を装備した。これにより、ステップ反転時の衝撃力を緩和するようにし、乗場における振動や騒音を低減した。

図 10. にソフトランディング 反転機構を装備した場合及びこの反転機構がない場合のそれぞれのエスカレーターに対し、乗場における振動を



(a) ソフトランディング 反転機構なし



(b) ソフトランディング 反転機構付き

図 10. 乗場における振動の測定例

測定した例を示す。この図から分かるとおり、ソフトランディング 機構がない場合には、周期的な振動が発生しており、そのピーク値は約 50 gal となっている。一方、ソフトランディング 機構を装備したエスカレーターでは、周期的な振動は減少し、振動のピーク値も 25 gal 以下に低減している。

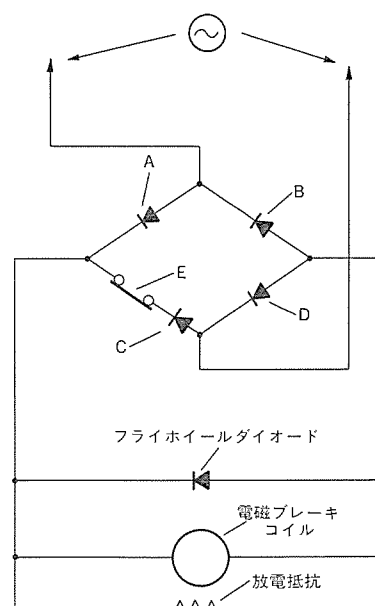


図 11. 電磁ブレーキ回路

3.5 電磁ブレーキの制御回路

Jシリーズエスカレーターにおいては、図 11. に示すような新しい電磁ブレーキ回路を採用した。この回路は、始動時にはダイオード A～D でブリッジが構成され、全波整流された直流電圧が電磁ブレーキコイルに印加される。次に電磁ブレーキが開放された後、接点 E が開放される。これにより、電磁ブレーキコイルに印加される直流電圧は全波から半波に切り換わる。この半波電圧が、電磁ブレーキコイルの熱負担を軽減するので、従来使用されていたような減流抵抗が不要となる。

以上のように、全波-半波切換式電磁ブレーキ回路が、減流抵抗を不要とし、制御盤のコンパクト化と制御回路部分の省エネルギー 30% を実現した。

4. オプションの拡充

エスカレーターの建築デザインへの適合力を高めるため、各種オプションの充実を図った。また、より個性的な演出を図るため新照明をはじめとするニューオプション群も用意した。オプションの構成を表 1. に示す。

4.1 ゴム手すり色

それぞれの用途に合わせロイヤル系とナチュラル系、ファンシー系の 3 系列のオプション色をそろえた。ロイヤル系は、金色デッキ仕様のエスカレーターによく映える色として、赤系と緑系の深味のある色で構成した。ナチュラル系は、豪華なビルからハイテクなビルにまで使用できる色として茶系自然色で構成した。ファンシー系は、若者向けの明るく軽快なハイファッションビルにマッチする色として、ビビッド（鮮やか）な色で構成した。

4.2 デッキボード材質及び仕上

デッキボードは標準のステンレスヘアライン仕上げのほかアルミ着色仕上げが選択できるようにした。JS-S 型エスカレーターにおいては、黒

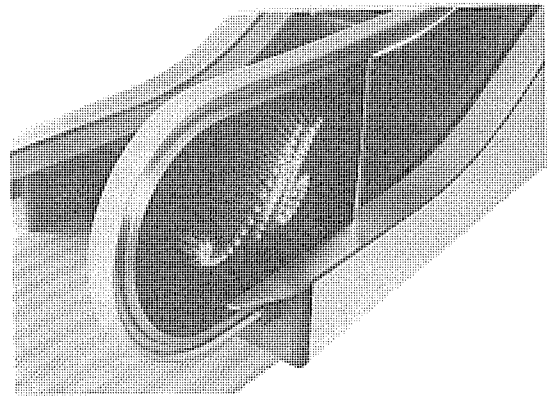


図 12. ニューオプション（レインボー照明）

色塗装仕上げのガードレールもオプションとして用意した。これは新しい提案であり、着色されたアルミのデッキボードや明るい色のゴム手すりによくマッチする。

4.3 ニューオプション

エスカレーターに個性を持たせるため、今回ニューオプションを準備した。

(1) 豆ランプ手すり下照明

手すり下ライン照明に代わる照明として、豆ランプ手すり下照明を用意した。これは蛍光灯の青白い冷たさでなく、白熱灯の暖かさを感じさせる。

(2) サンドブラスト模様入りガラス

これはサンドブラストエッチング加工法によりガラスパネルに模様を彫り込み、このガラスをエスカレーターの強化ガラスに添わせて取り付けただものである。その彫り込みの質感が落ち着いた高級感を感じさせる。

(3) 模様入りゴム手すり

ゴム手すり表面に各種模様を付けたもので、案内表示やエスカレーターの運転方向表示としても利用できる。

(4) レインボー照明

より個性的なものを求める需要家のために、図 12. に示すような新しい照明を用意した。これは、欄干に取り付けた豆ランプをマイクロン単位のしま(縞)模様の付いた特殊分光パネルで覆い、光を虹色に分光させたものである。スペクトル分光した光が、ファンタスティックな照明を演出する。豆ランプの模様によっては、案内表示や PR 用にも使用できる。このニューオプションは、今後ますます強化充実されて行く分野と考えている。

5. む す び

以上述べたように、三菱 J シリーズエスカレーターは多くの特長を持ち、新しい時代のニーズに適合するエスカレーターであると確信する。

欄干照明なし JS-S 型エスカレーターは、デザインや性能等の総合品質が認められ、エスカレーターとしては業界で初めてグッドデザイン選定商品に選ばれた。今後とも一層の研究開発を進め、需要家各位の期待にこたえられるよう努力する所存である。（原稿受付 昭 62-7-28）

参 考 文 献

- (1) 後藤ほか：三菱電機技報，58，No. 12，p. 42（昭 59）
- (2) 石田ほか：三菱電機技報，59，No. 4，p. 47（昭 60）
- (3) 鬼頭ほか：三菱電機技報，53，No. 8，p. 618（昭 54）

表 1. オプションの構成

意 匠 部 品	適用区分	系 列	バリエーション
ゴ ム 手 す り	標 準 色	ベーシック系	ブラック バーミリオン レッド イエロー グリーン ブルー グレー ブラウン
	オプション色	ロイヤル系	ロイヤルレッド ロイヤルグリーン
		ナチュラル系	ベージュ 1 ベージュ 2 ベージュ 3
		ファンシー系	ファンシーレッド ファンシーグリーン ファンシーブルー ファンシーバイオレット
ガ ラ ス パ ネ ル	標 準		クリアー
	オプション色		ブロンズ グレー ブルー
デ ッ キ ボー ド	標 準		ステンレス
	オプション		アルミ着色 ステンレス鏡面
ア ル ミ 着 色	オプション		金色調 丹銅調 ゴールドイエロー調
ニ ュ ー オ プ シ ョ ン	特殊照明		エッジライト照明 レインボー照明 ハーフミラー照明 豆ランプ手すり下照明
	その他		サンドブラスト模様入りガラス 模様入りゴム手すり

マンショントータル管理システム《メルセントリー-M》

水庫 功*
小野木幹夫**
増本 昭***

1. ま え が き

近年、建築物のインテリジェント化の波は、住空間にも次第に浸透しつつある。集合住宅においても、ホームオートメーション、コミュニケーション、セキュリティなどの充実・融合が望まれてきている。また、集合住宅では共稼ぎ世帯や一人（単身、独身）世帯が増加しており、安心感と快適性の創出は、都市周辺の人口増に伴う犯罪の増加とあいまって一つの社会的課題となりつつある。この住空間における環境改善の一つとして、郵政省及び通産省は、住戸内のセンサ情報の収集や電気製品の制御を可能とする“ホームバス規格”の作成、及び普及対策を実施している。また、関西電子工業振興センター（KEC）も集合住宅において、管理室機からの各住戸の異常監視・電気製品の制御・各住戸への情報提供などを可能とする、“スーパーホームバス規格”の制定を試みている。これら規格化により、今後住空間の情報の集中監視化と住戸内の電気製品を住戸外から ON-OFF できるなどの制御化が進むものと想定される。

当社はこれらの時代の要請にかんがみ、集合住宅に安心感と快適性を提供することを目標に、三菱マンショントータル管理システム《メルセントリー-M》を開発した。本稿ではその概要を紹介する。

2. システムの概要

2.1 システムの範囲

一般に集合住宅に設置される設備を表 1. に示す。《メルセントリー-M》はこれら諸設備のうち、設備中央監視・オートロック設備・住戸異常監視・電気製品制御・管理放送などの機能を一つのシステムとして統合したものである。

表 1. 集合住宅にみる電気設備

設 備 名	対 象
設 備 中 央 監 視	給水系（ポンプ、受水槽水位） 汚水系（ポンプ、雑排水槽水位） 排気系（排気ファン） 照明系（共用部、街路）
電 話 設 備	MDF 等 各住戸への電話線の供給
防 災 設 備	非常電話 非常放送 非常コンセント 消火設備
放 送 受 信 設 備	テレビ共聴 CATV
住 戸 系 異 常 監 視	・セキュリティ インターホン ・管理室機 ・伝送装置
オ ー ト ロ ッ ク 設 備	・集合玄関機 ・ドア解錠制御
管 理 放 送	・管理室から各住戸への管理放送
電 力 設 備	・各住戸への電力供給 ・共用設備への電力供給

2.2 システムの構成と機能

システム構成を図 1. に示す。《メルセントリー-M》は、マンションの総合監視盤として位置付けられる管理室機と住戸間の伝送を担当する伝送装置、オートロック設備である集合玄関機、オートドア制御盤、各住戸内のホームオートメーションを担当する住戸機とその周辺機器、遠隔監視を担当する外部監視センターとで構成される。以下にこれらの機能を紹介する。

(1) 共用設備の監視・制御

集合住宅では一般のビルに比較して、監視・制御対象となる設備数が少ないので、《メルセントリー-M》は共用設備の監視入力を 12 点（最大 32 点）、制御出力を 18 点（最大 36 点）までとし、コンパクト化を図った。また、《メルセントリー-M》は共用部照明や街路灯などの設備をスケジュールに従って ON-OFF 制御するスケジュール制御、それらを即時 ON-OFF 制御する個別発停制御、特定の監視入力に変化した際に ON-OFF 制御するイベント制御などを備えている。

(2) オートロック設備と館内通話

オートロック設備は集合住宅の共同玄関にオートドア又は電気錠を設置し、居住者又は管理人が認めた者のみ集合住宅内に入れるという出入口管理システムの一つである。

一般に集合住宅では、犯罪の多くはエレベーターの中やエレベーターホール、廊下、屋上などの共用部で発生している。この共用部で発生する犯罪を防ぐためにオートロック設備が有効であるという事例は、これまで多数報告されている。機構は訪問者が訪問したい住戸番号を集合玄関機にキー入力し該当住戸を呼びだし、呼び出された住戸は訪問者をテレビモニター又は音声で確認し、住戸機の解錠スイッチを押すことにより集合玄関を解錠する仕組みである。《メルセントリー-M》の集合玄関機は、表玄関、夜間出入口など複数の出入口を持つ集合住宅にも対応できるようになっている。

通話ネットワークは図 2. に示すとおりであり、図の矢印の向きに呼び出しができるようになっている。また、この通話ネットワークの機能を下記に示す。

- (a) 集合玄関機専用の通話路をもち、集合玄関機から任意の住戸といつでも通話ができる。
- (b) 管理室インターホン専用の通話路をもち、管理室から任意の住戸といつでも通話ができる。
- (c) 住戸内には、住戸機は 1 台、室内子機は 2 台まで設置することができる。これらのどの機器も集合玄関機や管理室機、住戸玄関機からの呼出しを受け付け、通話ができる。
- (d) 管理室インターホンは、複数台設置可能である。設備室や防災センターなどが設置される集合住宅では、管理室インターホンを複数台設置すると便利である。

(3) 各住戸の異常監視及び電気製品の制御

各住戸の住戸機の監視入力は最大 7 点で、非常ボタンと火災センサ、ガス漏れセンサ、防犯センサ、救急ボタン、機器異常接点、ふろセンサの入力を備えている。テレコンローによる制御出力は 2 点又は 8 点で、

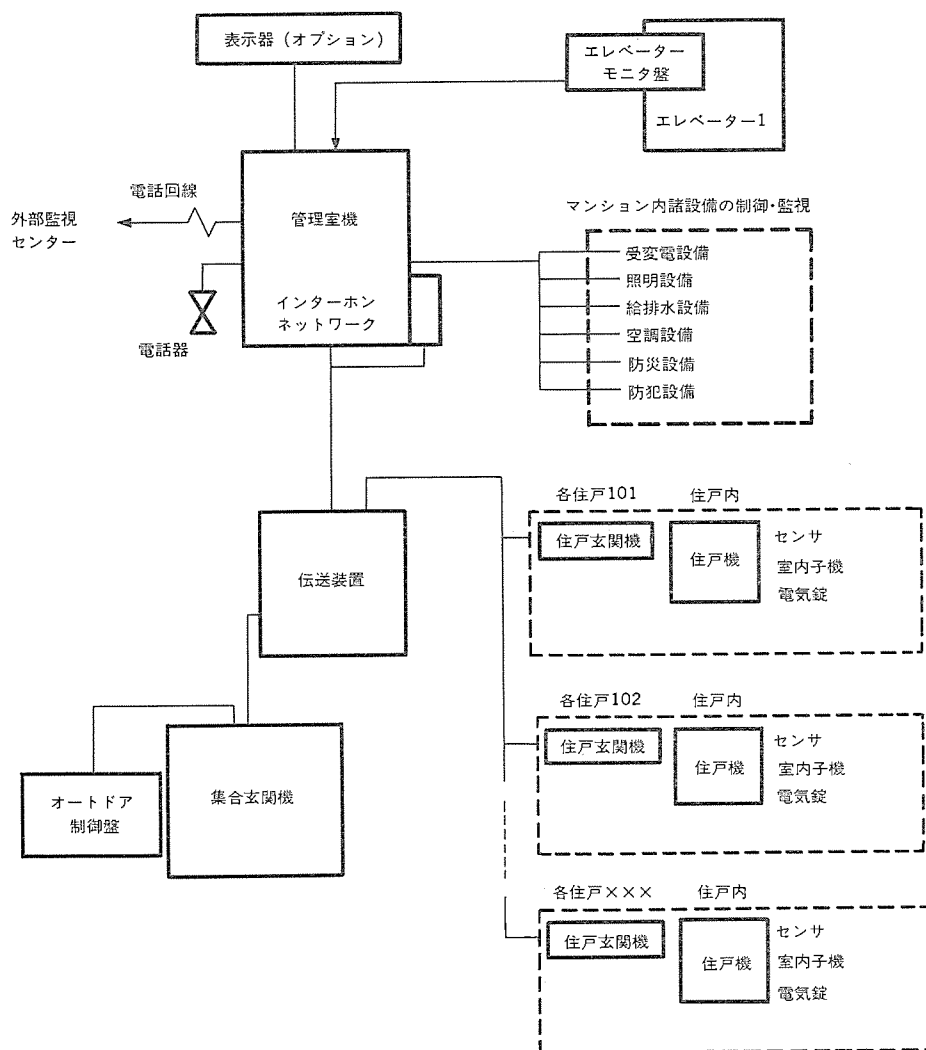


図 1. システム構成

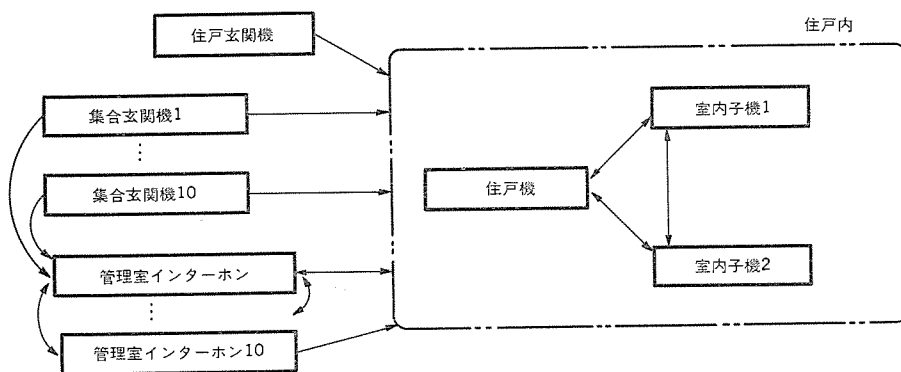


図 2. 通話ネットワーク

2台又は8台の電気製品のON-OFF制御と制御結果のモニターとができる。

この住戸機が異常の発生を検知すると管理室機に異常発生住戸番号・異常内容・住人の在不在状況などが表示される。更に、契約に応じて、それらの内容が外部監視センターに通報される。また、管理室機から住戸機のベルの鳴動を停止させることや、メッセージランプを点灯させることもできる。

(4) 外部発報並びに遠隔監視サービス

管理室機は加入電話回線を通じて外部の監視センターへ発報するこ

とができる。発報を受けた監視センターは、出勤して適切な処置をすることが可能である。また、管理室機は外部の異なる二つの場所（電話番号）に発報することができるので、例えば設備や防犯・防災などの監視センターがそれぞれ別の場所であっても対応できる。特殊な機能として、エレベーターでかん詰めが発生したときにかご内から監視センターと直接通話ができる、エレベーター直話機能がある。

3. システムの特長

3.1 システム仕様上の特長

3.1.1 共用部と住戸専用部の統一監視

このシステムでは、集合住宅などの設備を遠隔監視するにとどまらず、住戸内の防犯・防災情報も警備会社が24時間監視できるようにして、集合住宅の安全性と安心感の増大を図った。共用部の監視と住戸専用部の監視の二つの監視機能を、一つの管理室機に統合したので管理人室のスペースが節減できる。

3.1.2 管理室機のグレードアップ

従来のシステムでは、管理室機で各居住者の在不在状況、複数戸の異常発生状況、各住戸のセンサ状況、異常発生時刻及び解消時刻などを確認することはできなかった。また、監視センターから出勤する場合、その時刻の異常状況や過去の異常発生履歴などを知ることも不可能であった。このシステムでは次の方法でこの問題を解決した。

(1) 複数の内容を表示可能なLCDの採用と項目別に設定されているファンクションキーの採用とにより、管理人が異常状況を判断しやすくなった。

(2) 管理室機による任意住戸の状

況確認と任意住戸のベルの鳴動の停止やメッセージランプの点灯などの制御、複数の住戸の異常監視とを可能とした。

(3) 住戸機は住戸内のセンサがON-OFFしたときにそのデータを管理室機に送り、管理室機は住戸内に設置されているセンサの検知状況を常に補そく、表示できるようにした。

また、管理室機は履歴ファイルを持ち、異常及び制御履歴を検索することができる。

3.1.3 遠隔監視時の誤報による出勤回数の低減

遠隔監視において、異常通報が誤報である確率はある程度高い。

誤報回数の増加は、そのまま監視センターの出動回数の増加につながり、遠隔監視の運営費用を上昇させる。このため、《メルセナリー-M》では下記のようにして出動回数を低減した。

(1) 住戸機は検出した侵入・防災情報を24時間監視体制の監視センターへ通報する。その際、異常住戸番号、異常内容のみでなく住人の在・不在情報も通報する。住人が在宅の場合には、通報を受けた監視センターは電話で異常状況を確認したのち、必要に応じて出勤する。例としては、在宅時のガス漏れ発生などの場合である。

(2) 子供のいたずらによる誤発報や押しボタン誤操作による誤発報などを防ぐため、住戸機は住戸内のセンサが動作して一定の時間後に異常を発報する方式を採用した。したがって、その間に監視入力が解消されれば住戸機は異常発報しない。例としては、誤って非常押しボタンが押された場合や在宅時に侵入センサが異常を検知した場合などである。

3.1.4 システム自身の異常監視機能の充塞

従来、住戸専用部に設置される住戸機体の点検は、入居者の自主性に任されており、正常な動作確認ができなかった。また、伝送路に断線が発生してもチェックができなかった。このシステムでは、これら不具合を次のような機能を付加して改善した。

(1) 各住戸機の最新のテスト日を管理室機に記憶しておき、6か月を越えてテストをしていない住戸に対し、管理人がテストの催促をすることができる。

(2) 各機器の異常・停電・断線又はノイズによる伝送エラーなどの発生時に、住戸機は外部監視センターにその異常内容を自動発報し、

システムを回復するための速やかな出動を促すことができる。

表 2. 住戸機の仕様

項 目	仕 様
C P U	64 ビン 8 ビット 1 チップマイコン (M 50747)
表 示 部	液晶ディスプレイ モノクロ 5 インチ 直視透過型 画素数 110×320 TN 型表示素子 LED 表示 電話インターホンユニット 2 灯 セキュリティユニット 9 灯 モニターユニット 1 灯
操 作 部	電話インターホンユニット スイッチ 9 + ダイヤルキー セキュリティユニット スイッチ 7 モニターユニット スイッチ 2
通 話 回 線	加入電話回線 (ダイヤル式又は PB 式) インターホン回線 3
電 源	定格電圧 AC 100 V±10% 50/60 Hz 消費電力 40 VA
停 電 保 証	外線電話主機能のみ (スピーカー受話, オンフックダイヤル, 保留等除く)
設 置	壁半埋め込み (壁面から, 露出部 55 mm, 埋め込み無し 45 mm)
外 形	412(H)×290(W)×100(D)mm
周 囲 環 境	周囲温度 0~40℃ 湿 度 85% RH 以下
適 合 規 格	電気用品取締り法 「2 種電気用品」 電気通信事業法 端末設備等規則技術基準適合認定品

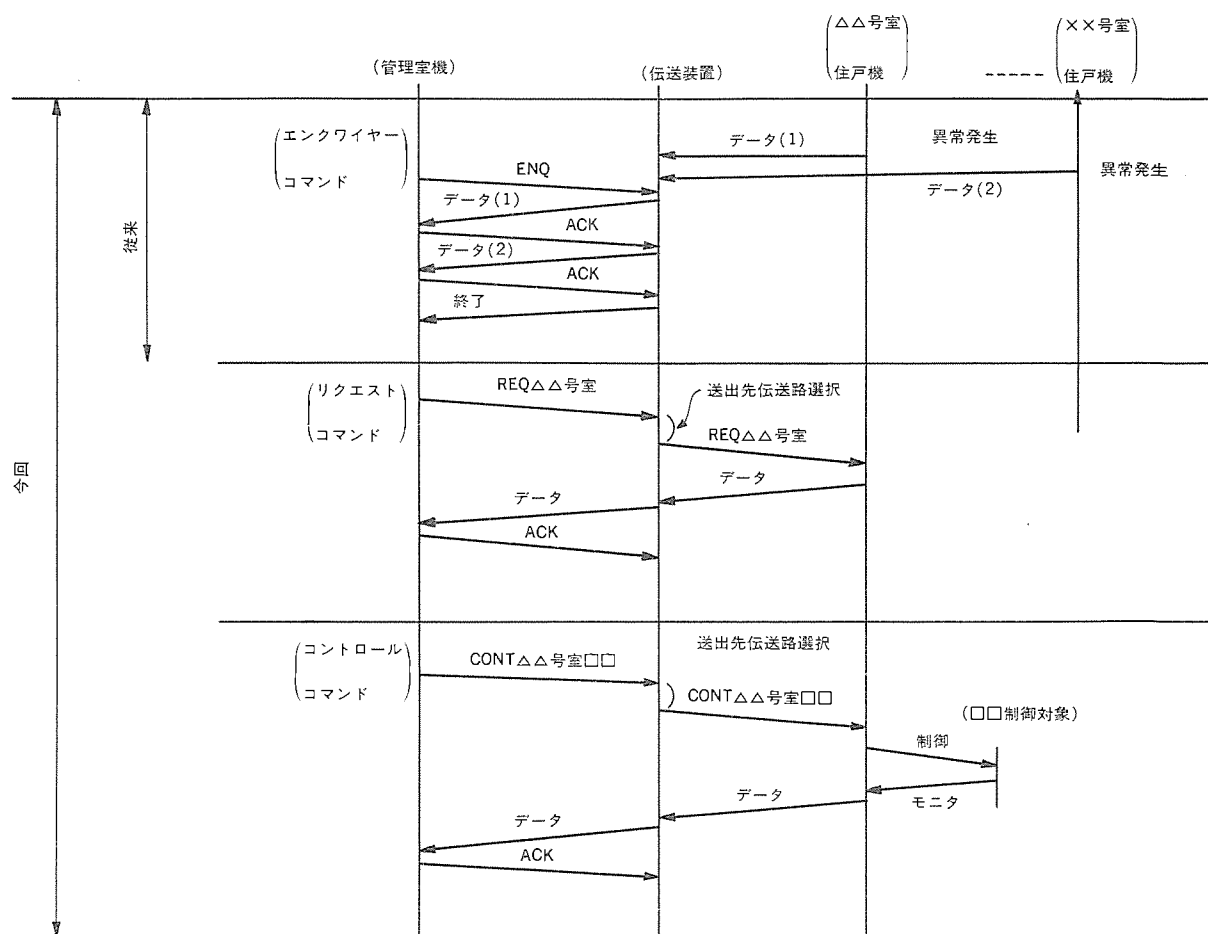


図 3. 管理室機と住戸機間の伝送手順

3. 1. 5 システム構成の自在性の確保

集合住宅の規模は、大規模団地から数戸の集合住宅まで様々である。また、グレードも大衆マンションからいわゆる億ションまで幅が広く、管理形態も常駐管理から週に2、3回の巡回管理まで様々である。これら多様な形態の集合住宅に《メルセントリー-M》を適用できるようにするため、管理室機に他のコンピュータとの接続を可能とするシリアル入出力と外部へ異常を自動通報する電話回線インタフェースとを備えた。

3. 2 技術上の特長

3. 2. 1 64ピンワンチップマイコンの搭載

住戸機には、市場の多岐にわたるニーズにこたえるため56ビットの入出力をもつ高性能1チップマイコンM50747を使用した。このマイコンにより、下記のきめの細かなサービスが可能となった。

- (1) 住戸番号の設定(0~3999)を住戸機のみで実現し、フロアデータは不要とした。
- (2) 従来機種では最大4点程度の監視項目であったが、このマイコンを採用することにより、異常監視項目7点と監視項目を大幅に増加させた。
- (3) きめの細かな仕様を実現することができた。例えば、住戸機で発生する防犯無効時間(防犯監視をセッティングしてから戸外に出るまでの時間若しくは帰宅して防犯監視をリセットするまでの時間)を考慮して、住戸機に2種類(30秒、60秒)の設定タイマを設けた。また、窓を明けたまま防犯監視をセッティングした場合に鳴動するブザーの警報音を、ほかの警報音と異なる音色として判別しやすくした。更に、在不在スイッチを設けることにより、誤報による監視センターの出勤回数を減らすことができた。

住戸機の仕様を表2に示す。

3. 2. 2 伝送媒体の選択

集合住宅での情報伝送は、空間的に住戸内と住戸間、集合住宅外(外部監視センター)の三つに分けられる。住戸内の伝送方式については、EIAJの規格が制定されているものの、住戸間についてはKECが標準案をつくり実験住宅で試行中であるが、まだ規格化はされていない。また、集合住宅外への通報には、専用電話回線又は加入電話回線を利用した専用の伝送方式がとられている。

一般に住戸と管理室間の伝送の情報量には、回覧版のように量の多い場合と住戸異常通報や電気製品制御指示のように量の少ない場合とがある。また、この二者間の伝送媒体の候補として、一般電話回線や、同軸ケーブル、専用ペア線、電力線などが挙げられる。《メルセントリー-M》では、住戸と管理室間の情報の伝送媒体として専用ペア線を用い、バス形式で住戸機を接続し、住戸異常通報や電気製品制御指示のように量の少ない情報のみを伝送する方式を選択した。また、管理室機から外部監視センターへの情報伝送には加入電話回線を用いた。

3. 2. 3 伝送手順の選択

集合住宅の住戸機と管理室機間の伝送設計に影響を与える項目は、①住戸数が、十数戸の場合から二百戸を超える場合までであり、これらの数の住戸機が伝送路に接続されること、②住戸間の伝送路の総延長が、400mから4kmと長いこと、③火災発生時には、各住戸機に接続されているセンサが次々と動作し管理室機に通報する場合があること、などである。

従来の住戸機と管理室機間の異常伝送では、この伝送装置が各住戸機でとらえた異常信号をまとめて管理室機へ伝送するという方式であった。この伝送手順は図3に示すとおり、各住戸の異常信号を伝送装置が受け取り、伝送装置は管理室機のエンクワイヤコマンド、又は自発的に一定周期で管理室機に異常を伝送する方式であった。この方式では、管理人又は監視センターから出勤した人が異常発生した住戸のその時刻のセンサ状態を把握できず、また居住者が不在で通報が誤報であった場合に住戸機のベルの鳴動を停止させることができなかった。そこで、今回リクエストコマンドとコントロールコマンドを追加し、かつ伝送装置に情報交換機能を持たせて上述の問題点を解決した。

このことにより、①住戸間と管理室機間の断線監視、②住戸機の停電監視、③不在住戸のセンサ誤報による住戸機鳴動の管理室機による停止、④不在住戸への宅配などで管理人に連絡が欲しい場合のメッセージランプの点灯、などを可能とした。

4. 住戸内システム

住戸内のシステムを図4に示す。住戸内の機器は、①住戸室内子機、②住戸玄関機、③住戸機(電話付きインターホンユニットと、セキュリティユニット、ビデオモニターユニットとからなる)、④宅外の電話機から、宅内の電気製品のON-OFFコントロール及びモニターができるテレコントローラ、⑤各種セキュリティセンサとで構成される。住戸機とテレコントローラは、同一の幅をもちビルディングブロック方式で住戸機の上にテレコントローラを設置することができる構成とした。

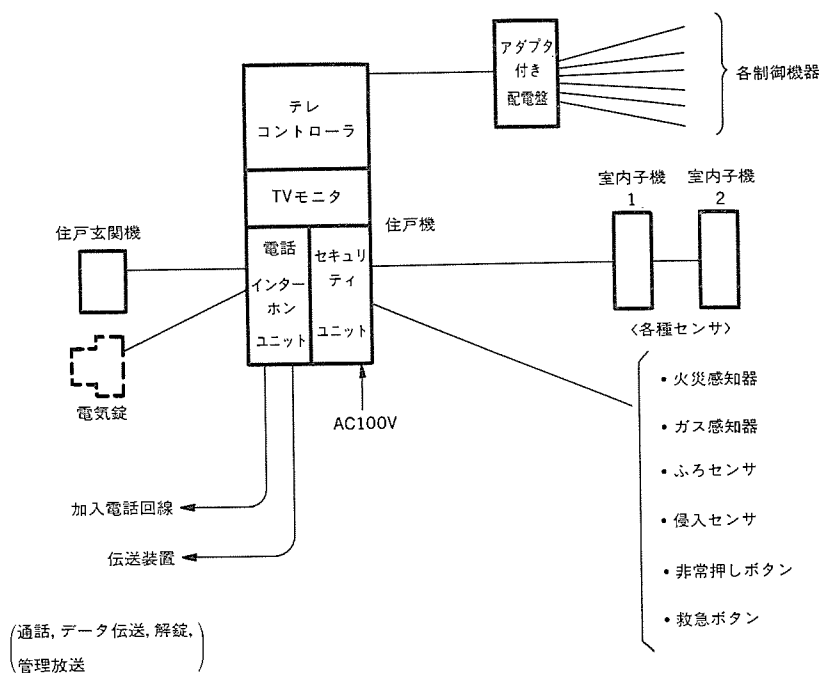


図4. 住戸内システム

表 3. 住戸機の機能仕様

項 目	機 能 仕 様
電話・インターホンユニット	電話回線入力 電話ダイヤル方式 スピーカー受話 オンフックダイヤル トーン信号送出 リダイヤル 保留音 プッシュボタン式テンキー
	加入電話回線…1回線 DP 10/DP 20/DTMF 切換可能 受話器をとらず相手の声が聞こえる " ダイヤルリング可能 銀行残高照会等各種テレホンサービス可能 最後にかけた番号をワンタッチで再びダイヤル可能 通話の相手にメロディ (メヌエット) を送出可能 プッシュホン式ダイヤルキー
インターホン	集合玄関 1回線 管理室 1回線 住戸玄関・室内 1回線 通話先の玄関錠の解錠
セキュリティユニット	火災報知 ガス漏れ報知 非常報知 防犯報知 救急報知 異常報知 ふろ満水報知 シリアル伝送回線
	ウーウー鳴動, 赤色ランプ点滅, 管理室へ移報 ウーウー鳴動, 黄色ランプ点滅, " ビーボー鳴動, 赤色ランプ点滅, " " , " , " " , " , " " , " , " ビコビコ鳴動, " , " 1回線
TVモニターユニット	ビデオ回線 集合玄関カメラ監視 住戸玄関カメラ監視
	集合玄関 1回線 (入力…Hi/75 Ω 工事設定) 住戸玄関 1回線 (入力…Hi/75 Ω 工事設定) 集合玄関への来訪者をモニター 住戸玄関への来訪者をモニター
一 斉 放 送	一斉放送又は管理放送用スピーカー内蔵 (オプション)
トラブルランプ表示	セキュリティユニットで異常を検知した場合で管理室機へ伝送できない場合点灯

4. 1 住戸機

住戸機の機能仕様を表 3. に示す。住戸機は主に居間又はキッチンの壁などに設置され、キーステーションとして使用される。表 3. でトラブルランプ表示とは、住戸内で発生した異常信号が断線などにより管理室機に伝送されていない場合、ランプが点灯する機能である。住戸機の写真を図 5. に示す。

4. 2 テレコントローラ (テレコン)

テレコントローラには、電気製品を 2 台制御する 2 点用と 8 台制御する 8 点用がある。これらの装置は、ほとんどの電気製品を制御できる。特に HA 端子付きの機種はテレコンアダプターを内蔵しているので、テレコン本体と配線するだけで外部の公衆電話から住戸内の電気製品

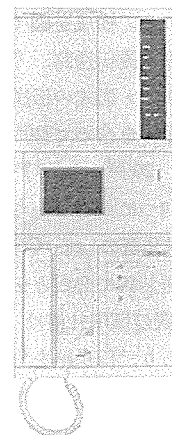


図 5. 住戸機とテレコントローラの一例

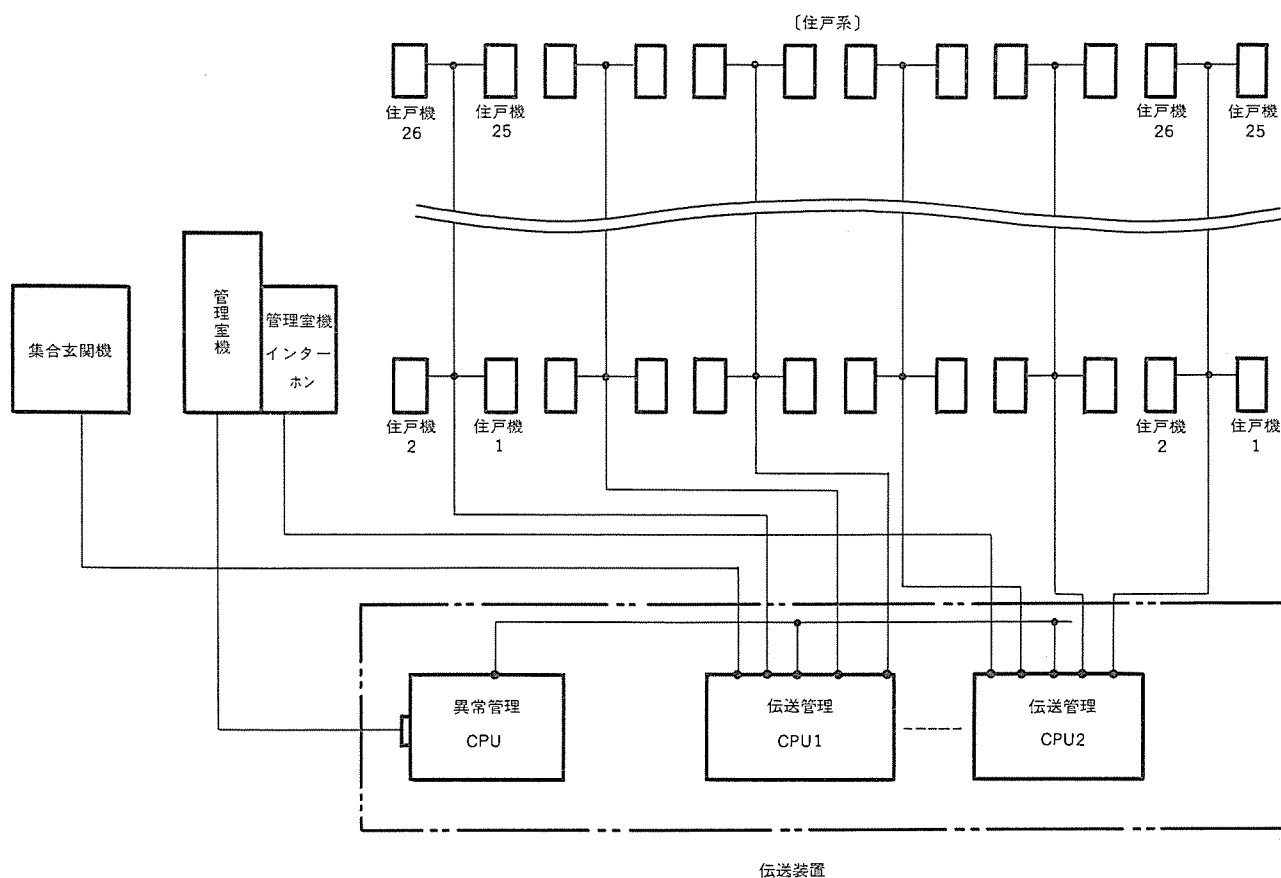


図 6. 伝 送 路 構 成

を制御することができる。制御結果は、2点用が擬似音で、また8点用は音声合成音で確認できる。テレコントロールには、第三者によるいたづらを防止する機能として、4けたの暗証番号による入力照合機能と、暗証番号が一致しない場合に所定時間停止する機能を備えている。最近では、住戸玄関の電気錠やふろの給湯を外部の公衆電話からテレコントロールできる住宅が出現しており、テレコントロールはこの種の要求にもこたえることができる。

5. 伝 送 装 置

伝送装置は集合住宅の空間的広がりについて、各機器間の伝送と通話が機能するように制御する装置である。伝送装置からの伝送路は、住戸伝送路と集合玄関機伝送路、管理室インターホン伝送路管理室機伝送路とで構成される。構成を図6.に示す。

(1) 住戸伝送路と集合玄関機伝送路、管理室インターホン伝送路とに、パルス伝送路を利用したバス形式の伝送方式を採用した。住戸伝送路では、住戸機の接続ロスを含めて住戸数が20戸から30戸で伝送路長が限界になるため、20戸から30戸に対して一つの伝送路を用意した。更に、伝送路四つに対して一つの伝送管理CPUを設け、この伝送管理CPUと伝送装置のメインCPU間をバス形式で接続した。この構成により、伝送装置に必要な伝送路数を確保できる拡張性を持たせた。伝送装置の標準仕様はメインCPU×1、伝送管理CPU×2、伝送路×8であり、伝送路を集合玄関機伝送路×1、管理室インターホン伝送路×1、住戸伝送路×6とした。標準仕様の伝送装置がカバーする住戸数は150戸程度とした。

(2) 管理室機伝送路の伝送は、ケーブル絶縁型の直列伝送で全二重の伝送路を半二重的に使用し、コマンド形式の伝送手順とした。

6. 管 理 室 機

管理室機はシステムの中で中枢的な機器であり、下記の特長を備えている。

(1) 豊富なマンマシンインタフェース

液晶表示器(モノクロ、8行、40字/行)と、プリンタ、42個のシートキーとを備え、豊富な画面(基本画面20種、変形を含めると40種)とし、監視・制御を容易にした。代表的な画面を紹介すると、①その時刻に発生中の異常を同一の画面に表示する監視画面、②特定の設備又は住戸の現在の状況がわかる設備状況画面と住戸状況画面、③設備又は住戸機の制御指示を行う制御画面、④過去の警報履歴を表示する警報履歴画面、⑤制御スケジュールを設定する制御日程画面などである。

(2) 管理人の状況に応じたモード管理

管理室機のモードを無人と監視、操作モードとにわけた。無人モードは管理人が不在の場合のモードで、管理室機は異常が発生しても警報ブザーを鳴らさず電話回線を通じて外部監視センターへ自動通報する。監視モードは管理人が在室の場合のモードで、管理室機は異常発生時に警報ブザーを鳴らしLCD表示する。操作モードは保守又はプライベート管理用のモードで、時刻設定や内容検索、テスト履歴検索などが可能である。

(3) 自動印字

管理室機は各住戸及び共用設備で発生した異常や管理室機で制御した内容などを、年月日時分とともに記録し保存する。

これらの特長を持つ管理室機の写真を図7.に、また仕様を表4.に示す。

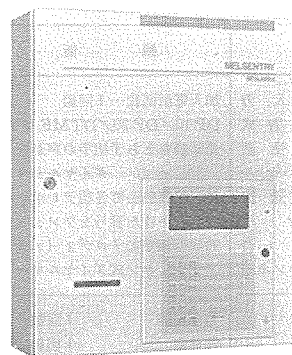


図 7. 管理室機

表 4. 管理室機の仕様

項 目			仕 様			
C	P	U	16ビット CPU			
表	示	部	液 晶 表 示 器	モノクロ 8行		
			印 字 文 字 数	40字/行		
			文 字 種 類	英数字・カナ文字		
プ	リ	ン	タ	サーマルプリンタ	モノクロ	
			印 字 文 字 数	40字/行		
			文 字 種 類	英数字・カナ文字		
			紙 幅	80 mm		
キ	ー	ボ	ー	ド	シ ー ト キ ー	テンキー
					ファンクションキー	
電	話	回	線	一般加入回線（ダイヤル式、プッシュボタン式）PBXを経由する場合は、極性反転すること。24時間外線につなげるもの		
電		源		定 格 電 圧	AC 100±10%	50/60 Hz
				消 費 電 力	200 VA 以下	
接		地		第3種接地		
停	電	保	証	防犯防災の遠隔発報機器は 30 分間保証。時計及びメモリは 20 日間保証。システム全体のバックアップはなし		
筐		体		壁取付け		
				塗 色		
周	囲	環	境	周 囲 温 度	0～40℃	
				湿 度	85% RH 以下	
入	出	力	I/F	伝送用インタフェース		
				DI 無電圧 A 接点	12 点、DO	6 点

7. む す び

以上、三菱マンションータル管理システム《メルセントリー-M》について述べた。集合住宅におけるインテリジェント化、ひいては戸建て住宅におけるインテリジェント化は、徐々に進展すると予想される。今後も合理的で、かつやさしさを備えたインテリジェントシステムを供給していく所在である。(原稿受付 昭62-8-4)

参 考 文 献

- (1) (社)日本高層住宅協会：マンション管理業務に関する実態調査結果(昭54)
- (2) (社)関西電子工業振興センター：ホームコントローラーのシステムデザイン調査報告、11(昭57)
- (3) 住宅・都市整備公団：住環境の防犯性能に関する調査研究(昭55)

D 自動検針システム

山崎清能*
小山康仁*

1. ま え が き

電気・水道・ガス・カロリーなどの検針業務の省力化や省エネルギー化を目的とした自動検針装置は、中小規模のテナントビル、オフィスビル及び地下街、病院などでその採用が増加している。

また、工場においても、更に原単位管理のために各使用量を部門別、工程別、曜日別、設備別にきめ細かく把握する目的で大規模から小規模に至るまで積極的に、集中自動検針装置を導入する傾向が増加している。これらは、検針業務の効率向上はもとより、検針上のトラブルからの解放、使用量計算、集計、分析、料金計算の煩わしさからの解放など多大なメリットがある。当社では、このようなニーズにこたえ定評のある伝送技術を駆使し、検針の信頼性向上、接続配線の簡略化を図り、単に検針を行うのみでなく、各種の管理機能を備え、また大規模システムへの移行を容易に実現可能とした《MICAM-AM 300》システムを開発したのでその詳細を紹介し、あわせて関連する検針システムシリーズについても紹介する。

2. 《MICAM-AM 300》システム

2.1 システム構成

システムは、図1.に示すように、単位使用量ごとにパルスを発信する発信装置付き電力量計又は発信装置付き水道メータなどの発信装置付きメータ、このメータの指示値を中継伝送器のカウンタに記憶させる携帯用チェッカ、携帯用チェッカで設定された数値から積算を開始し、発信装置付きメータからのパルス信号を積算・計数する中継伝送器、

各中継伝送器で計数された値をもとに演算・表示・記録を行う中央装置により構成される。各中継伝送器と中央装置間は、マルチドロップ方式の2心の伝送線で接続され、総延長1,500mの範囲内に最大30台まで（計測メータ数では、最大300点まで）の中継伝送器が接続可能である。各機器間の配線については、発信装置付きメータと中継伝送器間は直引配線方式で線種CPEV, CVVなどφ0.65以上で最大500mまで、また各中継伝送器と中央装置間は線種CVVS 1.25mm²以上で総延長1,500mまで可能である。

2.2 特 長

(1) 小型・多機能

中小規模領域の検針システムとしては、多くの機能をコンパクトに内蔵しているため、小型ながら大型機並みの機能を持っている。また、設置には場所をとらず、狭い事務・管理室にも設置可能な設計でデスク上やパネル取付けなど自由に選択することができる。

(2) 多重伝送方式の採用

中央装置と各中継伝送器は、2心の伝送線による多重伝送方式を採用し、散在する遠方のデータをわずか2本線で検針でき、配線工事費も削減できる。また、システムの増設、変更にも容易に対応できる。

(3) 簡易な料金計算

使用量に応じた料金計算、更には料金集計をテナント別、メータ種類別に行い、データ分析・集計の大幅な省力合理化が図れる。

(4) フリーセッティング

検針業務・集計業務を円滑に行うための管理台帳の設定は、すべ

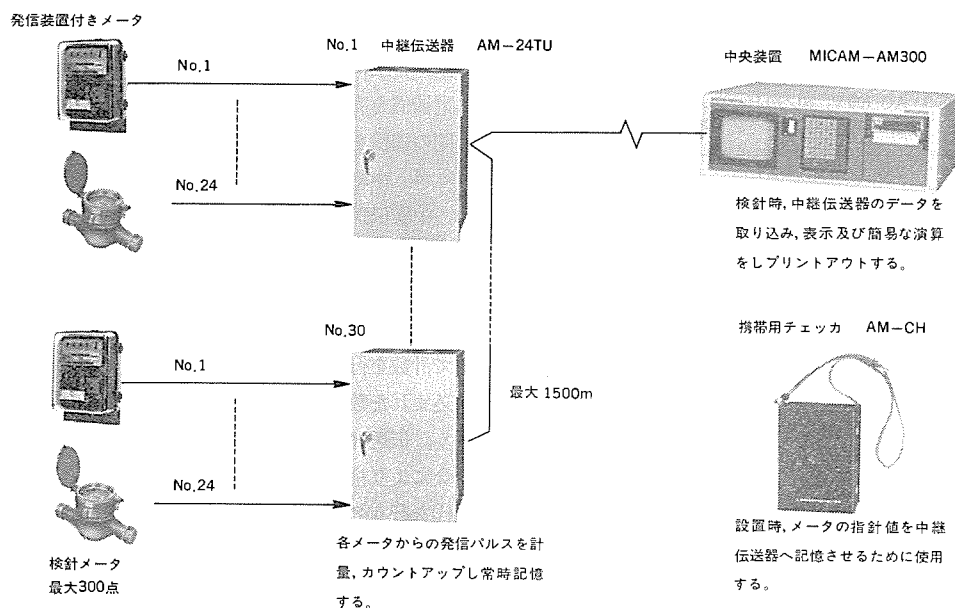


図1. 《MICAM-AM 300》システム構成

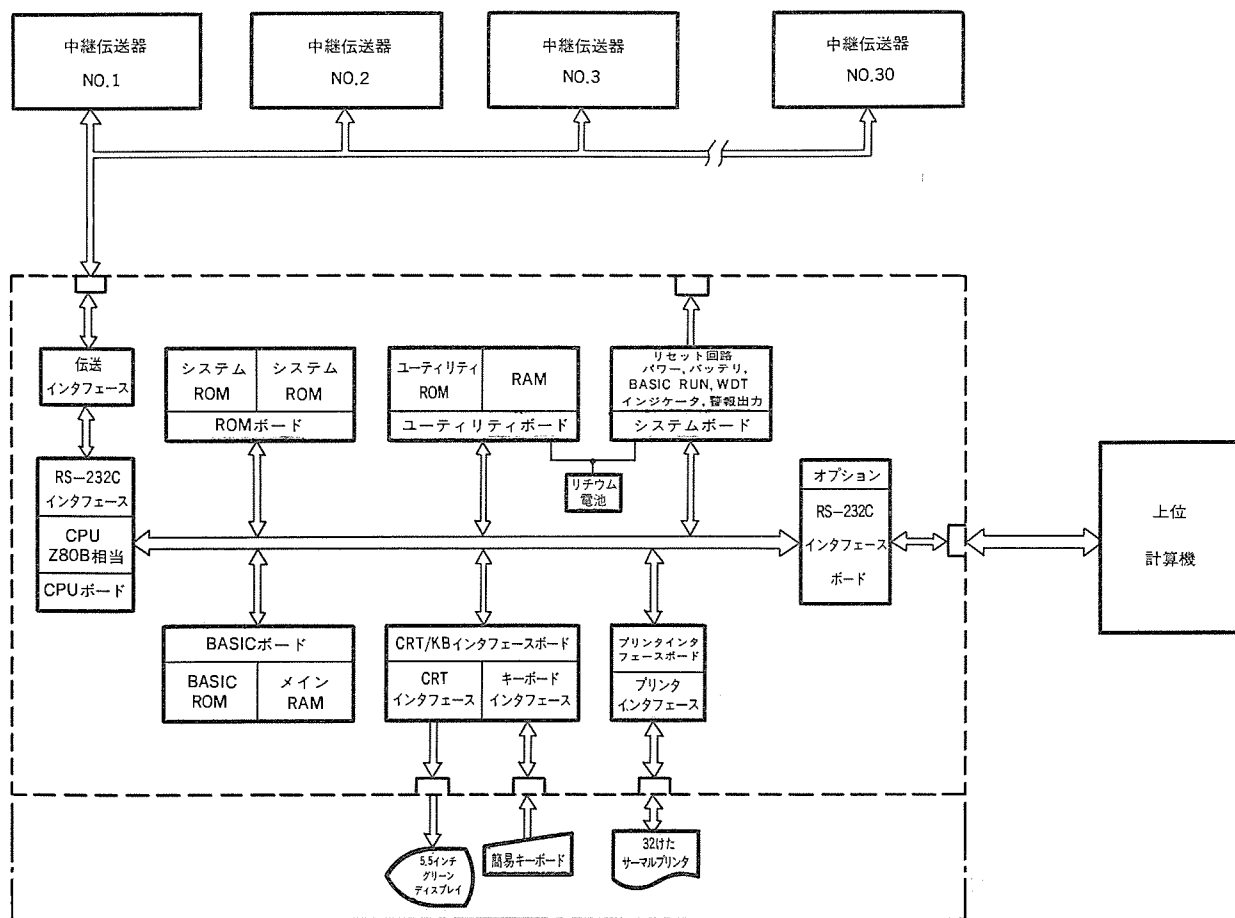


図 2. 中央装置《MICAM-AM 300》の内部回路構成図

表 1. 中央装置《MICAM-AM 300》の仕様

入	入 力 仕 様	AM-24 TU からの 2 線式データ
力	最大検針メータ数	300 点 (AM-24 TU 最大 30 台)
表	C R T	5.5 インチグリーン CRT
	表 示 け た 数	40 けた×20 行
	内 容	①メニュー ②メータ台帳 ③検 針 ④メンテナンス
印	ブ リ ン タ	32 けたサーマルプリンタ
	内 容	①メータ台帳 ②検針・料金データ ③メンテナンス
電	電 圧	AC 100 V 50/60 Hz
	負 担	80 VA
	停 電 補 償	2 年 (メモリ, 時計)
環	温 度	5~35°C
	湿 度	80% RH 以下
絶	耐 電 圧 (電 源)	AC 1,500 V 1 分間
	絶 縁 抵 抗	DC 500 V メガーで 10 MΩ 以上

て CRT との対話形式により手軽に設定可能であり、専任のオペレータは不要である。

(5) RS-232 C インタフェース機能付き (オプション)

新設時だけでなく、後日の設備増設時には、別途伝送ボードを付加することにより、請求書発行などを行う処理装置に接続することも可能である。

2. 3 中央装置《MICAM-AM 300》の構成

中央装置の外観を図 1., 内部回路構成図を図 2., 仕様を表 1. に示す。機能ブロックごとの当社標準のハードウェアに専用のシステムソ

フトを組み込み構成し、表示部には 5.5 インチグリーン CRT、プリンタ部に 32 けたサーマルプリンタ、設定部に 20 項目のフラットシートキーボードを採用した一体型構造である。中継伝送器との伝送を行う伝送インタフェースは、RS-232 C インタフェースを介して CPU とつながり、上位計算機との接続を可能とする RS-232 C インタフェースボード (オプション) も内蔵できるスロットを設けている。また、自己診断機能として、システムボードを持ち、内蔵の DC 電源異常、バッテリー電圧低下、ウォッチドグタイマーエラーなどのインジケータ及び警報信号出力も備えている。更に、システムボード上に停電補償用のリチウム電池を実装し、連続 2 年間以上の停電補償を実現し、また各ボードごとにもスーパーキャパシタを実装し 2 時間の補償を行っている。

2. 4 中継伝送器 AM-24 TU と携帯用チェッカ AM-CH の構成

中継伝送器、携帯用チェッカの外観を図 1., 内部回路構成図を図 3., 仕様を表 2. に示す。パルス入力部は、外來ノイズ・サージ電圧の内部回路への侵入を防止するとともに、発信装置メータからの信号を、内部回路で処理可能な信号レベルに変換する。次段のカウンタ部で計数を行うが、チェッカインタフェースを通して携帯用チェッカで合わせ込まれた数値、すなわち発信装置付きメータの指示値から積算を行う。伝送インタフェース部は、中央装置と接続され、中央装置からの指令により検針データを返送する。機器の性格上、停電時にも計数動作を行う必要があるため、停電補償用リチウム電池を持ち 100 時間の計数動作補償を行っている。携帯用チェッカはコネクタで中継伝送器に接続し、各メータの指針値を中継伝送器のカウンタ部へプリセットするものである。構造は携帯用肩掛式可搬型であり、重量は 2 kg で各中継伝送器へ持ち運び、設定操作を行う。

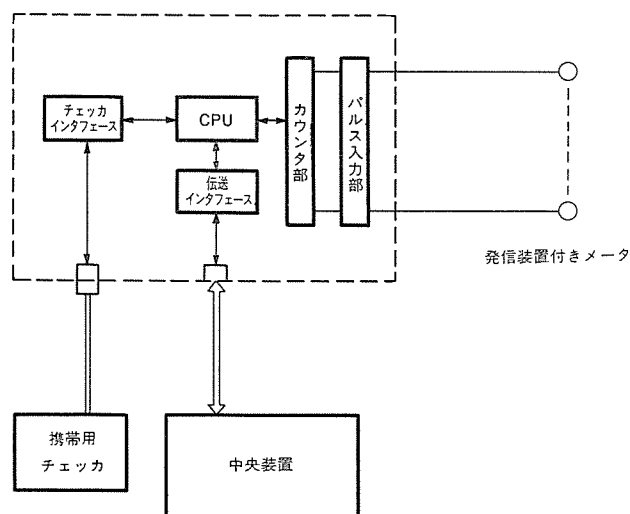


図 3. 中継伝送器の内部回路構成図

表 2. 中継伝送器の仕様

(1) 中継伝送器 AM-24 TU

入力	最大接続メータ数	24点
	入力信号	無電圧a接点又はc接点 DC 9 V, 1 mA の開閉に適した接点のこと
	パルス幅	0.03 秒以上
	パルス間隔	1 秒以上
電源	電圧	AC 100/110 V 50/60 Hz
	負担	5 VA
	停電補償	100 時間 (計数動作)
環境	温度	-5~+45°
	湿度	80% RH 以下
絶縁	耐電圧	AC 1,500 V 1 分間
	絶縁抵抗	DC 500 V メガーで 10 MΩ 以上

(2) 携帯用 チェツ力 AM-CH

入	力	AM-24 TU と接続
電	源	AM-24 TU から給電

2.5 伝送仕様

中央装置と中継伝送器の伝送の概略仕様は以下のとおりである。

- (1) 起動方式：中央装置からのポーリングによる。
- (2) 通信方式：半二重通信方式
- (3) 誤り検定：連送照合
- (4) 通信速度：1,200 bps
- (5) 伝送距離：1,500 m
- (6) 信号伝送路：専用線 (CVVS 1.25 mm² 2心)

2.6 主なる機能

(1) 検針

手動起動により、設定された検針条件に従い中継伝送器からメータの指針値を収集する。このときエラーが発生すれば、エラーリストを表示する。図4.は検針画面例で、各メータごとに中継伝送器アドレス、検針値、検針時のエラーをそれぞれ表示する。エラーとは、伝送線の短絡又は断線、伝送フォーマットエラー、連送照合エラー、伝送回路の異常、伝送線へのノイズ、サージの混入、中継伝送器の異常など多種多様にわたり、伝送における信頼性向上を図っている。このようにして収集したデータをもとに次のような演算を行い、検針結果の



図 4. 検針画面例

アーク		セマンカイ	コンカイ	セマン	セマン
アーク	セマン	セマン	コンカイ	セマン	セマン
001	01	2	8	6	300*
002	E1	23	84	610	265*
003	E2	23	84	61	265*
004	E1	460	1680	1220	265*
005	E2	46	170	124	269*
006	E1	24	85	610	254*
007	E2	24	85	6100	254*
008	E1	4	17	13	325*
009	E1	48	172	124	258*
010	E1	25	86	6100	244*
011	E2	25	86	610	244*
012	E1	2	8	6	300*
013	E2	5	17	12	240*
014	E1	520	1740	1220	234*
015	E1	26	88	520	238*
016	E2	26	88	62	238*
017	E1	5	17	12	240*
018	E1	27	38	6100	225*
019	E1	540	1780	1240	229*
020	E2	56	178	122	217*
021	E2	28	89	6100	217*
022	E1	56	180	124	221*
023	E1	5	18	13	260*
024	E1	29	90	610	210*

図 5. 検針結果印字例

印字を図 5. のように印字する。

- ・ (メータごと使用量) = (今回検針値) - (前回検針値)
- ・ 使用量の対前回比率 = $\frac{\text{今回使用量}}{\text{前回使用量}} \times 100$ (%)
- ・ メータ種別ごとの使用量合計値

ここで、使用量の対前回比率の値が50%以下となったとき、または200%以上となったときには、異常な使用量であると判定し、「*」を付加して印字し注意を喚起するようになっている。

(2) 料金計算

上記の検針結果とメータ種別台帳、メータ台帳から下記の演算を行い、料金計算、集計を行い、検針集計リストとして図 6. のように印字する。

- ・(メータごと料金)=(基本料金)+(使用量)×(単価)
- ・テナント別ごと料金合計
- ・メータ種別ごと料金合計

テナント別メータ集計リスト 87-01-27				
テナント	101	メータ	101	料金
メータ	101	メータ	101	料金
001	6	500	814	1314
				1314
テナント	102	メータ	102	料金
メータ	102	メータ	102	料金
002	610	2500	18300	20800
				20800
テナント	103	メータ	103	料金
メータ	103	メータ	103	料金
003	61	2000	1742	3742
				3742
テナント	123	メータ	123	料金
メータ	123	メータ	123	料金
023	13	500	1763	2263
				2263
テナント	124	メータ	124	料金
メータ	124	メータ	124	料金
024	610	2500	18300	20800
				20800
メータ別集計リスト				
W1	188884			
E1	454500			
E2	379239			
G1	931815			
W2	24846			
	1979280			

図 6. 検針集計リスト例

メータ種別台帳画面例 88-11-27				
メータ	101	メータ	101	料金
メータ	101	メータ	101	料金
001	6	500	814	1314
				1314
メータ	102	メータ	102	料金
メータ	102	メータ	102	料金
002	610	2500	18300	20800
				20800
メータ	103	メータ	103	料金
メータ	103	メータ	103	料金
003	61	2000	1742	3742
				3742

図 7. メータ種別台帳画面例

・総料金合計

(3) メータ種別台帳

メータの種類ごとの基本料金、単価など料金計算・集計に必要なデータを管理する台帳(ファイル)で最大8種類あり、そのCRT表示例を図7に示す。管理項目は次のとおりである。

(a) 種別名称(メータの種別)

この種別ごとに使用量集計、料金集計を行う。

使用例: 上水道メータ……W1 電灯用電力量計……E1

工業用水道メータ……W2 動力用電力量計……E2

ガスメータ……G

(b) 入力パルス形態(発信パルスの接点形態)

a 接点方式か c 接点方式かを設定し、a 接点のメータでは1パルスで1カウントアップし、c 接点のメータでは2パルス(交互に受信した時点)で1カウントアップし信頼性向上を図っている。a 接点のメータとしては、電力量計、水道メータなど、また c 接点のメータでは

メータ種別台帳 87-01-27				
SNO:メータ番号	HAQ:入出力パルス			
TNO:テナント	RAT:メータ種別			
SHU:メータ	ZEN:メータ			
ERR:エラー	ZVL:メータ			
DIG:パルス	KON:メータ			
MNO:メータ	KVL:メータ			
SNO: 001	HAQ: 01-01			
TNO: 101	RAT: 0.05			
SHU: W1	ZEN: 2			
ERR: 0	ZVL: 2			
DIG: 5	KON: 5			
MNO: 123001	KVL: 3			
SNO: 002	HAQ: 01-02			
TNO: 102	RAT: 10.00			
SHU: E1	ZEN: 25			
ERR: 0	ZVL: 230			
DIG: 5	KON: 59			
MNO: 123002	KVL: 360			
SNO: 003	HAQ: 01-03			
TNO: 103	RAT: 1.00			
SHU: E2	ZEN: 25			
ERR: 0	ZVL: 23			
DIG: 5	KON: 59			
MNO: 123003	KVL: 36			
テナントリスト				
テナント	メータ			
000	133			
009	134			
059	208			
100	207			

299	270		
300	271		
メータ種別台帳 リスト			
	メータ A/C 台帳	メータ	メータ
1	W1	C	500
2	E1	A	2500
3	E2	A	2000
4	G1	C	1550
5	W2	C	800
6	(メータ)		
7	(メータ)		
8	(メータ)		

図 8. メータ台帳印字例

水道メータ、ガスメータなどが挙げられる。

(c) 基本料金……999,999 円まで設定可

(d) 単価………使用量単価を意味し、999.99 円まで設定可

(4) メータ台帳

メータを管理し検針業務を円滑に行うための台帳であり、使用するメータごとの台帳（ファイル）が300点分、用意されている。管理項目は以下のとおりである。

- ・テナント連番……メータを使用しているテナントを番号で管理するための項目で、この番号ごとに料金集計を行う。
- ・ハードアドレス……メータを接続した中継伝送器のアドレス番号とその端子台の番号を設定する。
- ・種別……上記(3)項で設定したメータ種別台帳を登録する。
- ・エラー情報……検針時に検出したエラーコードが格納される。
- ・検針けた……検針データの有効けた数を登録する。
- ・メータ番号（ユーザー管理用番号）………使用例：製造番号、検満期

メンテナンス 検針		87-01-27
71-01	999	
01-01	127	
01-02	127	
01-03	127	
01-04	127	
01-05	128	
01-06	128	
01-07	128	
01-08	128	
01-09	129	
01-10	129	
01-11	129	
01-12	129	
01-13	129	
01-14	130	
01-15	130	
01-16	130	
01-17	130	
01-18	131	
01-19	131	
01-20	131	
01-21	131	
01-22	131	
01-23	131	
01-24	132	
02-01	0	(計量板指示値 4桁)

図 9. メンテナンス 検針印字例

- ・乗率……メータのパルス発信乗率 例：0.5 m³/P, 1 kWh/P, 1 m³/P
- ・前回指針値、前回使用量……前回の検針結果を格納
- ・今回指針値、今回使用量……今回の検針結果を格納

これらの台帳は、図 8. のように印字されるために、後日の保守作業などに役立つ。

(5) 台帳の更新

検針の都度上記(4)項のメータ台帳の今回指針値、今回使用量のデータのみ変更している。この更新操作により、今回値を前回値のエリアに格納し、次の検針に使用する。したがって、検針締切日にはこの更新操作を行う必要がある。また、読み取り検針では更新操作を行わない限り台帳が更新されることはない。

(6) 数値合わせ

発信装置付きメータの指示値を中継伝送器のカウンタに合わせ込む必要がある。合わせ込みは携帯用チェッカを使用して行う。中継伝送器はこの合わせ込まれた値からパルスが到来するごとに積算していき、常にメータ指示値と同じ値を保持するようにしてある。ここで、発信装置付きメータの指示値とは、水道メータ、ガスメータなどでは指針又は文字車の示す数値そのものであり、読み取り値と同じであるため発信パルス単位のけた（1パルスで計量するけた）までの数値を合わせ込みすればよい。一方、電力量計では計量板指示値と読み取り値とは異なり、計量板指示値に乗率を乗じた値を読み取り値という。また、出力パルスの乗率と計量板の乗率が異なることもあり、合わせ込む数値は計量板指示値で、発信パルス単位のけたまでの数値となる。この発信パルス単位けたから計量板若しくは指針盤の最上位のけたまでのけた数が、検針けたとなりメータ台帳の項目に設定する。こうして、合わせ込んだ値は、メンテナンス検針により中央装置にて図 9. のように印字出力できる。

3. 集中検針・自動検針システムシリーズ

現在、当社の集中検針・自動検針システムとしては、図 10. に示すように、計測メータ点数で最大 2,500 点まで、機能では、フロッピー記録、請求書などの帳票発行を行う最上位機種《MICAM-AM 2500》まで品そろえし、導入規模と用途により最適システムを選定できる。《MICAM-AM 2500》は携帯用チェッカ、中継伝送器の《MICAM-A M300》との共用化を図るとともに回線数を増し（4 回線）、更には

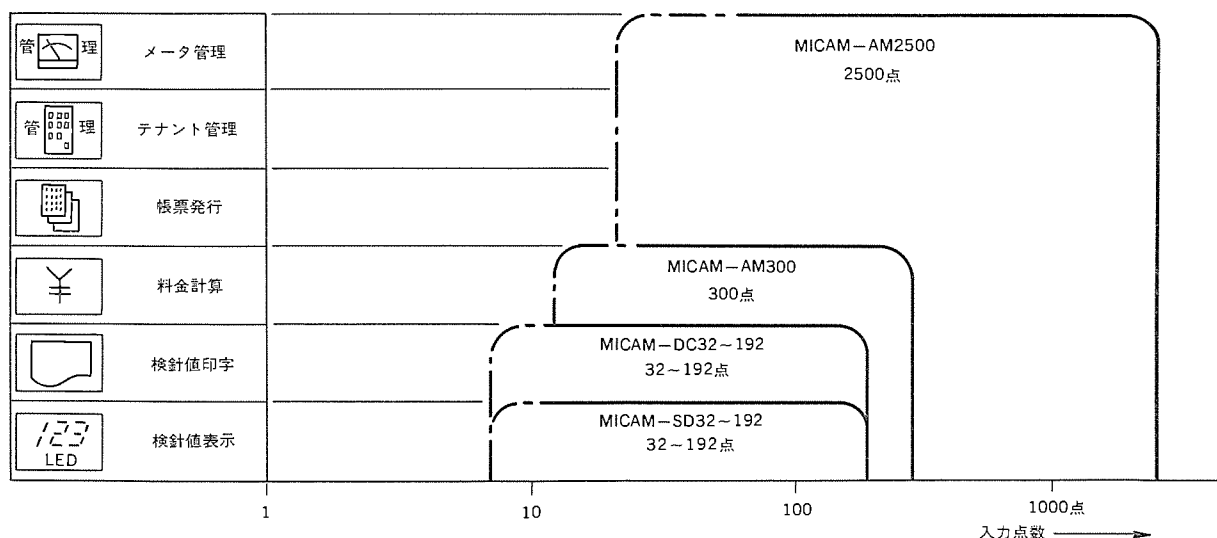


図 10. 集中検針・自動検針システムシリーズ

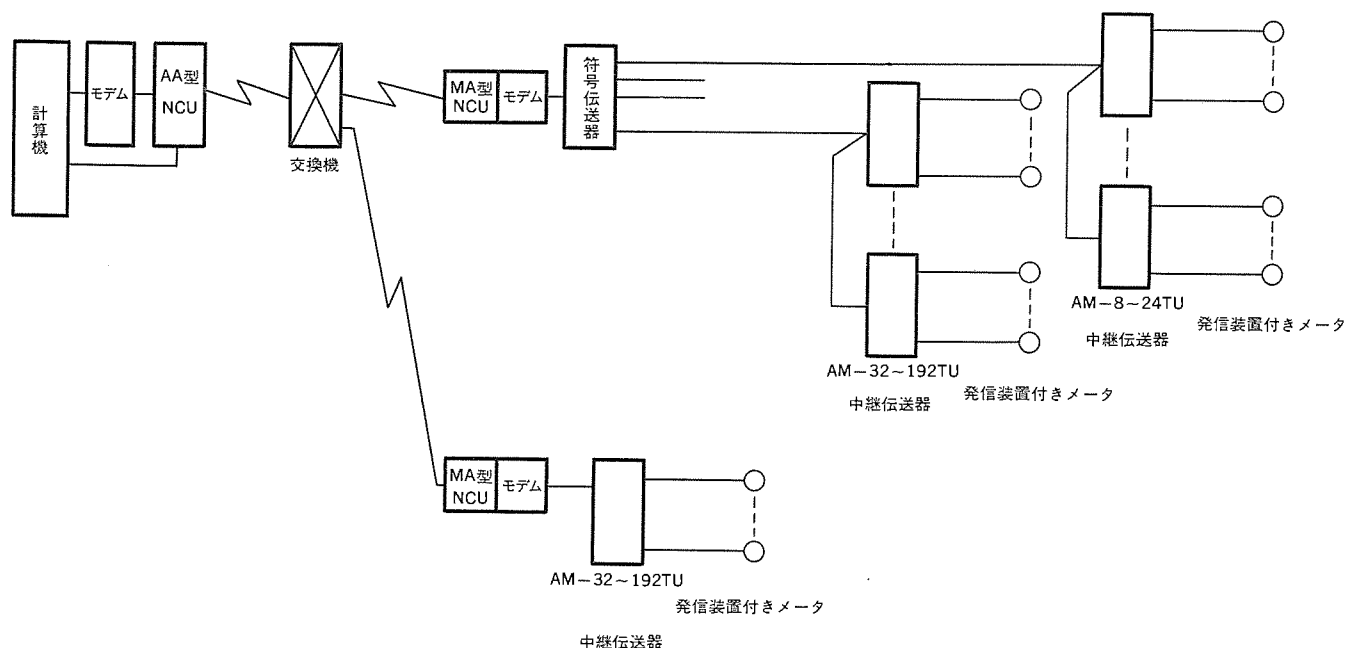


図 11. 電話線利用自動検針システムの構成図

192 点用中継伝送器まで接続可能にして、検針点数 2,500 点を実現している。これらのシリーズの中で、ここでは集合住宅などで計量値を 1 箇所を集め、これを公衆通信回線、加入電話回線を介して検針センターで処理するシステムについて簡単に紹介する。

3.1 電話線利用自動検針システム

(1) システム構成

このシステムは図 11. に示すように、センター装置は 1,200 bps モデムと AA 型 NCU を介して公衆通信回線に接続しており、端末側はモデム、MA 型 NCU を介して公衆通信回線又は加入電話回線に接続している。端末側は符号伝送器のもとに中継伝送器、発信装置付きメータが 4 回線それぞれに接続され 1 回線当たり最大 30 台までである。

(2) 機能

基本的な機能として次の動作モードがある。

- ・自動検針：指定の検針日に自動起動し全点検針を行う。
- ・全戸検針：手動操作により全点検針を行う。
- ・個別検針：手動操作により特定メータの検針を行う。

- ・試験：手動操作により端末装置との折返し試験を行う。
これらの検針結果は、表示、プリンタで印字する。

(3) NCU、伝送仕様

- ・起動方式：センターからのポーリングによる。
- ・通信モード：半二重双方向通信モード
- ・変調方式：FS 変調
- ・信号速度：1,200 bps
- ・モデムとのインタフェース：標準モデムインタフェース (JIS C 6361)
- ・伝送フォーマット：JIS 7 単位符号 (C 6220) で構成し、調歩同期、反転 2 連送方式を採用

4. む す び

以上、“集中自動検針システム”について紹介したが、こうした装置の導入はビルなどの近代化と相まって、ますます不可欠のものとなりつつある。こうした中において、今後の充実をより一層図りたいものと考えている。

カラスマプラザ21ビル向けインテリジェントビルシステム

保里 康一* 戸根川寿志**
小林 俊治* 諸星芳彦***
内藤 修* 江田 攻+

1. ま え が き

京都の烏丸通りに誕生したカラスマプラザ21ビル(図1.)は、複数のテナントを対象としたシェアードテナントサービス(STS)事業を実現した本格的インテリジェントビルである。また、このビルのシステムは当社のインテリジェントビルシステム《MIBASS》の本格的な第1号機であり、施主を始め設計事務所、建築施工者各位の御指導、御支援により、初期のプランニングから、機器の据付け、完成、システムの稼働、そして保守、運営までをトータル化システムとして実現できたものである。本稿では、このビルの概要と《MIBASS》の基幹となるシステムを中心に紹介する。

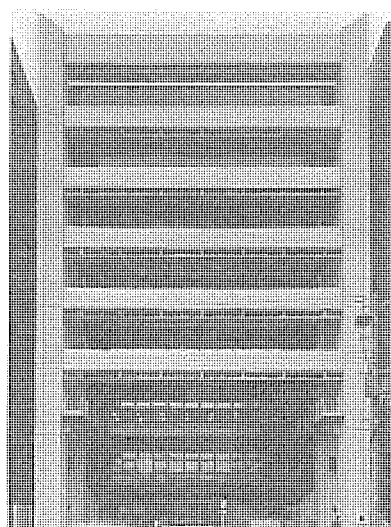


図1. カラスマプラザ21ビルの外観

2. 《MIBASS》のコンセプト

(1) 基本コンセプト

インテリジェントビルは、高度情報化社会に対応する建物として近年特に注目を集めている。当初は米国の影響を受け、ブーム的に取り上げ

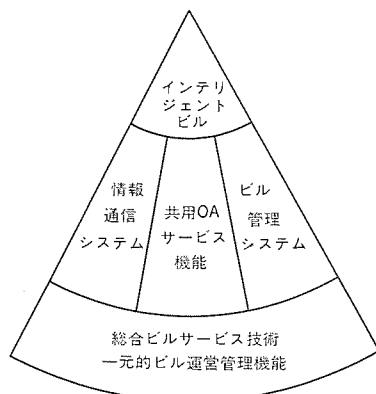


図2. 三菱インテリジェントビルシステム《MIBASS》の概念

られたが、当社では日本の社会ニーズに適した方向で検討を重ね、三菱インテリジェントビルシステム《MIBASS》(図2.)を昭和60年11月に発表した。このビルでは特に次の4点にポイントをおき《MIBASS》システム構築を行った。

- (a) 居住者の利便性、快適性、経済性、安全性の追求
- (b) ビルオーナーによるシェアードテナントサービス(STS)の実現
- (c) ビルの運営、管理の効率化によるランニングコストの低減
- (d) 将来にわたって柔軟性の高いシステムの実現

(2) コンセプトの具体的展開

前述の基本コンセプトに基づき表1.に示す具体的な展開を行った。

3. システムの概要

3.1 システム構成

カラスマプラザ21ビル《MIBASS》の全体構成を図3.に示す。ビルの基幹設備としては、ビル共用のデジタル電子交換機を設置し、PBXダイヤルインサービスを実施することにより、NTT回線の有効活用を行っている。また、音声とデータの同時伝送機能を具備しており、ビル内でのスター型LANとしての利用が可能となっている。ビル管理システムは、分散処理型システムで、制御機能等をセンター装置(MC)と複数のローカル装置(IRS)に分散させている。

このビル管理システムでは、単に設備のコントロールを行うだけでなく、セキュリティシステムからの信号により、不要部の空調、照明のカットや、エレベーターの停止階コントロールを行うほか、24時間監視の情報センター(設備担当)及びガードセンター(警備担当)への異常発報も行った。また、電子交換機を経由して各テナントの電話機からビル管理システムをアクセスすることにより、空調運転スケジュールが延長可能である。セキュリティ面では、錠管理システム(キーロッカー)により、入居テナントにとっては自由に出入りでき、一方退館したフロア、専有部のセキュリティをより高めるシステムの構築を行った。更に、一部のテナントにおいては、1枚のカードでセキュリティ管理と社員管理(出退勤及び食堂の費用精算)が行えるようカードの統合化も行った。

これらのビル内システムにより、当ビルでは入居テナント(又は各セクション)ごとに異なる業務形態に応じて、最適な環境を作り出すことができる。

一方、ビル運営面をフォローするためのシステムとしては、トータル課金システムを構築し、通信系の課金(内線電話毎課金)、ビル管理系(電気、水道等)の課金、更に固定費などの管理及び請求書発行を自動化して、事務処理の負担の低減を行っている。また、機械警備の実施とビル管理システムの高度化により、少ない人数でビル管理・運営が可能となった。

インテリジェント化されたビルでは、システム全般にわたる総合的な管理能力と能率的な運営業務が必要であり、テナントにとっては、高度な機能をよりうまく利用するための援助が必要となるが、この分野はビル設備及びエレベーターの保守会社の菱電サービス(株)が担当し、《MIBASS》システム全般にわたる総合的なサービス体制を整えた。

表 1. カラスマプラザ 21 ビルインテリジェントビルシステム の コンセプト と 展開

基本コンセプト	具 体 的 展 開	MIBASS の 対 応						
		インテグレーション	電子交換機システム	ビル管理システム	セキュリティシステム	エレベーターシステム	出 退 勤 POS システム	トータルビル管理サービス
(1) テナントの快適性, 利便性, 経済性, 安全性の追求	- 電話機から空調運転スケジュールが変更可能 - 無人スペースの空調・照明の自動カットによる省エネ - 無人階へのエレベーターサービス自動カットによるセキュリティ向上 - ID カードの共用化 (セキュリティ, POS, 出退勤) - テナントニーズに応じた電話サービス - 電話システムによるデータ通信対応 - 空調の DDC による最適制御 24 時間 ID カードでいつでも出入自由 (キーロッカーシステムの採用) - 専有部・共用部の防犯, 防災	◎ ◎ ◎ ◎	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○	○ 	○	
(2) シェアードテナントサービスの実施によるビル経営の多角化	デジタル電子交換機のテナント共用による使用料徴収	◎	○	○				
(3) ビル運営管理の効率化によるランニングコストの低減	- 無人共用部の空調・照明の自動カットによる省エネ - ビル設備・セキュリティ遠隔監視による省力 - トータル課金システムによる請求事務の省力 - 空調熱源機器の運転台数制御による省エネ - 各階空調送風機の風量制御による省エネ - 電力のデマンドコントロールによる省エネ - ビル運営管理業務の委託一括請負による省力	◎ ◎ ◎ ◎	○ 	○ ○ ○ ○ ○				○
(4) 将来にわたって柔軟性の高いシステムの実現	- 空調, 照明, セキュリティゾーンの細分化によりテナントレイアウト変更に対応 - ビル管理システムのプログラムに冗長性を持たせたシステムの変更に対応 - 電話システムの変更に容易に対応	◎	○ 	○ ○ 	○ 			○

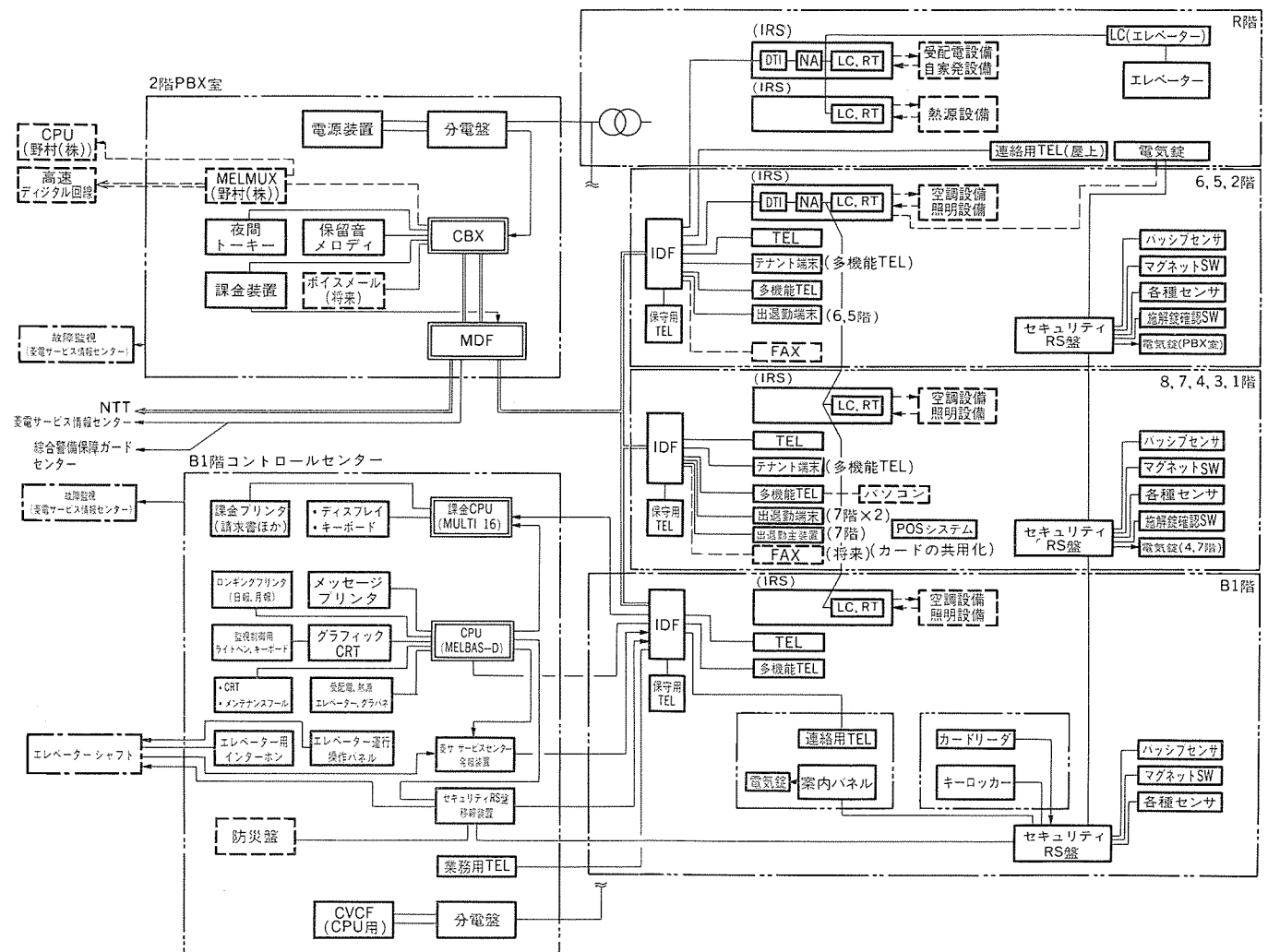


図 3. カラスマプラザ 21 ビル《MIBASS》のシステム構成

以下に基幹システムの概略について述べる。

3.2 情報通信システム

《MIBASS》の情報通信系の基幹システムとして、デジタル交換機《MELSTAR》を導入している。《MELSTAR》の外観を図4.に示す。このデジタル交換機はビルの共用設備として設置され、入居テナントに共同利用されている。テナントにとっての利用効果を次に示す。

- (1) 独自の交換機などの通信システムが不要である。
- (2) ダイヤルインサービスが受けられる。
- (3) 通信回線を共有化しているため、NTTやNCC(第2電電各社)との個別契約が不要である。
- (4) 電話ケーブル(2心)を使用して、構内データネットワーク(スター型LAN)の構築ができる。
- (5) 《MELSTAR》の持つ数々の洗練されたサービス機能が利用できる。
- (6) 共用設備として使用するため、設備の使用効率が高まり、テナントの通信費が低減できる。

また、特にインテリジェントビルシステムとして特長的な項目として次の3点が上げられる。

(1) テナントニーズに合わせた電話システムの実現

各テナントごとに異なる多様なニーズを1台の交換機で実現した。これは《MELSTAR》の持つ豊富なソフトウェアとその高いフレキシビリティにより実現したものである。

(2) ビル管理システムとの統合化

ビル管理システムとの統合化により、きめ細かなサービスを実現した。例えば、電話機により空調運転スケジュールの変更が簡単に行えるほか、夜間トキへの切換をビル管理システムのカレンダータイム信号により、1年中適切に自動的に行えることなどがあげられる。

(3) 通話度数の記録

交換機及び局線を共有化しているため、各テナントの通話度数を記録する必要がある。このため《MELSTAR》では、通話の累積データを毎日集計し、課金システムにオンラインで伝送する機能を持たせた。これにより、ビル管理システムからの課金データ(ガス・電力使用量等)と合わせ、入居テナントに対する費用請求処理業務を一元化することができた。

3.3 ビル管理システム

インテリジェントビルシステムが要求する高度な機能性、運用性、信頼性に対し、分散型ビル管理システム《MELBAS-D》の分散処理の特性を十分生かし対応させた。

(1) マンマシン機能

モニタグラフィックパネルによる重要設備の常時表示と、20インチカラーCRTによる画面選択監視制御方式としたため、図5.に示すシンプルな外観となった。電力・空調・昇降機・照明・防災・防犯各設備に対応したソフトウェアを標準化し、トータル管理のワンマンコントロール化を図った。

(2) DDC(ダイレクトデジタルコントロール)の適用

電力設備における力率改善制御、空調設備における室温制御、外気取り入れ制御などは、リモートステーションのCPUによるDDCで実施することにより処理能力、拡張性の向上を図った。

(3) セキュリティシステムとのインテグレーション

セキュリティシステムと連動して、各テナントの入室・退室に対応した照明・空調の入/切を行うことにより省エネルギー化を図った。また、



図4. デジタル電子交換機《MELSTAR》の外観

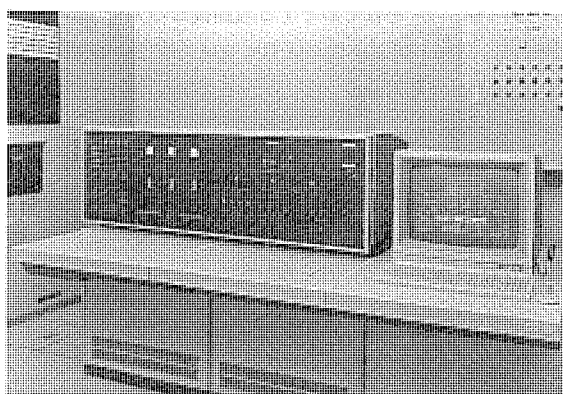


図5. ビル管理システム《MELBAS-D》オペレーターズコンソールの外観

無人となり警備状態となった階に対してエレベーターを非停止とし、不用者の無人フロアへの侵入を抑制する。

(4) 防災設備対応

自動火災報知設備の受信器からの火災報知信号入力により、火災位置と防災関連機器の作動状況をCRTに自動的に表示し、操作員の状況把握を支援するとともに、ビル管理システムの制御対象である外調器を自動的に停止させる。

(5) トータル課金システム

テナントビルの運営において、テナントの課金管理は重要な要素となる。電気・ガス・水道使用量・空調時間外運転時間をビル管理システムでデータ収集・蓄積を行い、月に一度デジタル電子交換機《MELSTAR》から出力された電話通話料と合わせ集計処理を行う。このデータと家賃、共益費などの必要データを含めたテナント向け請求書の発行を行った。

(6) 電話機からの空調スケジュール延長

深夜、休日などの空調の時間外サービスのテナントからのオーダーを、テナントの電話機からの信号により受信し、空調機の運転制御を行う。この機能はデジタル電子交換機とのインテグレーションの特長的な例であり、課金システムと連動することでビル管理業務の省力に大きな効果がある。

3.4 セキュリティシステム

防犯管理は、各テナント専有部及び共用部の警備のON-OFFを地下1階に設置したテナント入室用かぎ(鍵)管理システム(キーロッカー)で行う。各テナントの在、不在情報をキーロッカーからビル管理システムに供給することにより、テナント専有部及び共用部の照明や空調のきめ細かな制御を行った。更に、24時間、ビルをオンラインで遠隔監視

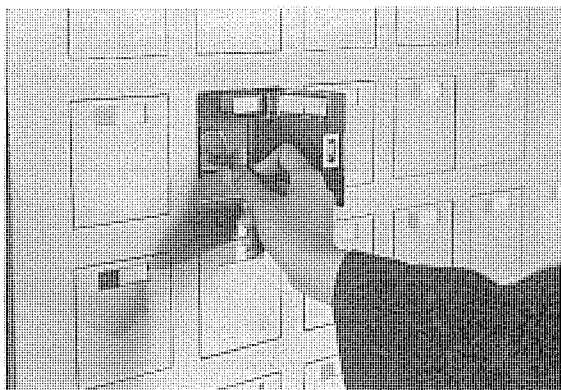


図 6. 操作中の キーロッカーシステム

しており、エレベーターをはじめとする設備機器の異常、故障は菱電サービス(株)へ、防犯・防災の異常信号については(株)総合警備保障へ通報するシステムとした。

(1) ビルの入退館

館内への入館は、地階通用口シャッター前に設置された案内パネル内のカードリーダを操作することにより、地階通用口の電気錠が解錠し、入館することができる。部外者の確認については、案内パネル組込みの電話機により各テナント内と通話することにより行う。

(2) テナント貸室の入退館

貸室の入退室は最終出入口扉の鍵を使用し、キーロッカーに鍵を保管する。鍵のロックにより警備状態になり、各テナントの最終退出者は鍵の持ち帰りが不要になる。入退出時には、カードとテンキーを操作してキーロッカー内の鍵の管理を行う。図 6. にキーロッカーを示す。また、キーロッカー誤操作時には音声合成により注意メッセージを送出する機能も持っている。

(3) 警備状態の記録及び表示

各テナント貸室の警備の ON-OFF 及び個人識別コード、警報時における異常をキーロッカー内部のプリンタで記録しており、テナント貸室の最終出入口扉の施錠確認、警戒確認、警報確認などはランプ表示で行った。

(4) カードシステムの安全性と拡張性

このカードシステムに使用するカードには、カード登録の変更、消去、追加機能を持ち、テンキーの暗証番号を併用することにより、カードの紛失、盗難に際しての鍵の交換などの必要がなく、紛失カードの記憶を消去するだけでよい。また、ビル内に設置した出退勤システム及び食堂 POS と共用化しており、テナントの利便性向上にも役立っている。

3.5 トータルビル管理システムと運営管理

インテリジェントビルのビル管理は、従来のような設備・業務ごとの対応から一歩進み、シェアードテナントサービスに対応したファシリティマネジメントが要求されており、またそれらの業務遂行能力がビル管理会社としての必要条件となってきた。

当カラスマプラザ 21 ビルでは、シェアードテナントサービス事業はオーナーの直営事業となっているが、それらの運営も含めたファシリティマネジメントをオーナーの一括委託を受けた菱電サービス(株)で実施している。その業務範囲は表 2. に示すとおり、情報通信サービスから各種システム・設備の保守、保全管理から環境衛生管理、更にはテナントサービス

表 2. カラスマプラザ 21 ビルにおけるビル管理業務範囲

サービス種	サービス内容	業務内容
テナントサービス	(1) 通信機能サービス	・通信回線、電話器の増設並びにそれに伴うサービス機能の変更、課金業務代行
	(2) 電気配線サービス	・各種コンセント・スイッチ類の増設 ・データ線の配線など
	(3) 貸イベントホール業務のバックアップ	・使用電力・空調などの検針並びに請求書作成 ・戸締り、各種設備のコンサルト
事務管理	(1) 課金並びに請求書発行業務	・電気代、空調代の料金算出並びに賃料・共益費等を含めた請求書発行
	(2) 官公庁への届出代行	・各種届出、報告書の作成並びに届出代行
	(3) テナント対応	・ビル内の連絡事項並びに行事案内など
作業管理	(1) ビル管理システムのオペレーション	・MIBASS システム(CBX, MELBASS セキュリティ)の運用、オペレーション
	(2) ビル設備の保守、管理	・空調、電気等各種設備の点検・保全並びにその管理
	(3) 防災・防火管理	・防災・防火設備の点検・保全並びに管理
	(4) 環境衛生管理	・空気環境測定、清掃管理など
駐車場管理	(1) 入出庫並びに課金	・駐車場の入出庫並びにその料金の収受
	(2) 立駐機器の保守	・立駐各機器の点検・保守

のための設備課金業務と幅広いものとなっている。

実績としてはまだ 1 年足らずのものでしかないが、前述のとおり、

(1) デジタル電子交換機《MELSTAR》と高速デジタル多重化装置の併用による通信費の削減

(2) 《MELBAS-D》とセキュリティシステムの連動によるビル管理の信頼性のアップとビルの使い勝手の向上

(3) 課金システムの確立による事務管理の省力化

など、ビル運営管理面からみたメリットも大きなものとなっている。

一般的に、最近のインテリジェントビルについての評価は、システム面に目をうばわれがちであり、ややもすれば従来の作業管理を中心としたビル管理の比重が低下しきみであるが、いかなるシステムもこれを離れてはありえず、むしろ今後のトータルビル管理を考える場合、

(1) 作業管理を中心としたビル管理の充実

(2) 24 時間無人化対応ビルへの管理会社のハード、ソフトの対応についても、ファシリティマネジメントの大きな要素となろう。

「高度なシステムをトータルに管理できる能力」これが今後のインテリジェントビル管理に課せられた命題であるが、この《MIBASS》システムは十分これに対応しうるシステムであり、また体制も整えられていることを今回のカラスマプラザ 21 ビルをもって実証し得たと考えている。

4. む す び

インテリジェントビルシステムにおいて、第一に考慮しなければならないのがそこで働く人への配慮である。カラスマプラザ 21 ビルにおける《MIBASS》は、入居テナント・ビルオーナーの立場に立ち、関係各社の御支援を得て、よりよいシステムとすべく当社がアプローチした一つの解答である。今後この経験を元に、更にシステムを充実させていく所存である。当社《MIBASS》の詳細については、本誌 Vol. 60, No. 5 を参照していただきたい。

最後に、カラスマプラザ 21 ビル向けインテリジェントビルシステムの完成にあたり、御指導、御支援をいただいた野村(株)殿、(株)カラスマプラザ殿、(株)一粒社ウォーリス建築事務所殿、(株)竹中工務店殿及び関係者各位に深く謝意を表す。

東京興産(株)向けビル群管理システム“インペリアルネットシステム”

大橋直樹* 向井文章+
井上証策** 菅野和敏++
岡野 勝***

1. ま え が き

東京興産(株)(本社:東京都渋谷区)は都内を中心にした高級マンション分譲で知られる不動産会社である。昭和61年4月、本社に管理センター(図1.)を設置し、都内にしゅん工しているマンションなどの管理サービス向上及び管理業務の効率化を目的とした、群管理システム“インペリアルネットシステム”を完成した。

このシステムは静止画伝送装置・放送装置とも連動した侵入監視システムの充実、異常発生時の24時間サービス体制との連動の特徴をもち、時代を先取りした群管理システムとして広く注目をあびている。

2. システムの概要

インペリアルネットシステムの対象となるのは、六本木・広尾・赤坂(2棟)・御茶の水の5棟のマンション及び西新宿に位置するオフィスビルである。将来的には、十数棟まで拡張できるシステムになっている。システム概要は図2.に示すとおり、三つのサブシステムから構成されている。

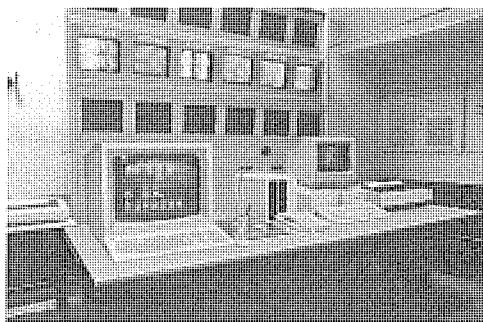


図1. 管理センター

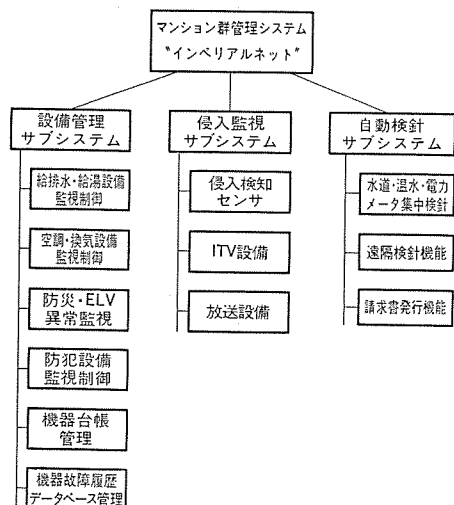


図2. システム構成図

(1) 設備監視サブシステム

分散処理型ビル管理システム《MELBAS-D》を使用し、各ビルの設備の遠隔監視・遠隔制御・記録などを行う。

(2) 侵入監視サブシステム

静止画伝送装置 NV-120, 放送設備, 侵入検知センサなどを組み合わせて、通用口などの侵入監視を行う。ITV 設備, 放送設備はシステムから切り離して単独でも操作できるが、通常は設備監視システムのカラーグラフィック CRT のライトペンで操作できるようになっている。

(3) 自動検針サブシステム

各ビルの各住居ごと、各テナントごとに設置された計量メータ(水道・温水・電力)を集中検針盤で検針し、電話回線を使用して管理センターのパソコンで集計している。更に、このデータを事務処理用のコンピュータに伝送して、請求書発行などを行っている。この部分は、愛知時計電機(株)が担当した。

3. 各サブシステムの概要

設備管理サブシステム・侵入監視サブシステムのハードウェア構成を図3.に、自動検針サブシステムのハードウェア構成を図4.に示す。

3.1 設備管理サブシステム

分散処理型ビル管理システム《MELBAS-D》を使用し、各マンションの諸設備(給排水・給湯・空調・換気・防災・エレベーターなど)の監視・制御・記録を行うものであり、このシステムでは特に下記の点に留意して設計を行った。

- (1) 設備故障修理のデータベースの構築
- (2) 設備故障発生時の迅速な対応(システム機器の保守会社である菱電サービス(株)への連絡)
- (3) 侵入監視サブシステム(ITV・放送設備)との連動機能

3.1.1 メインコントローラ(MC)

メインコントローラとしてミニコン《MELCOM 70/30 CII》を使用し、端末側ネットワークアダプタとモデムを介してデータ伝送(1,200 bps)を行うことにより群管理システムを構成している。

(1) CRT 入出力機能

監視制御用マシンの機器としては、20インチカラーグラフィック CRT を使用し、操作はライトペンを基本とし一部テンキー、ファンクションキーでバックアップしている。この CRT により端末諸設備の運転・故障状態の監視・遠方個別発停制御、運転スケジュール管理を行うほか、侵入監視サブシステムの ITV カメラ、放送端末の選択操作も可能としている。端末設備の故障発生時には、CRT に当該設備系統を自動表示し、故障機器のシンボルをフリックさせると同時に、後述するワークステーションから入力された機器台帳の内容を表示し、必要に応じてライトペン操作により即座に当該機器のメンテナンス会社へ自動ダイヤルすることができる。また、故障中機器一覧表示画面、機器故障履歴表示画面からも、画面表示中の故障機器の機器台帳を呼び出し表示することができ、故障修理の確実なフォローに有効な手段を提供している。

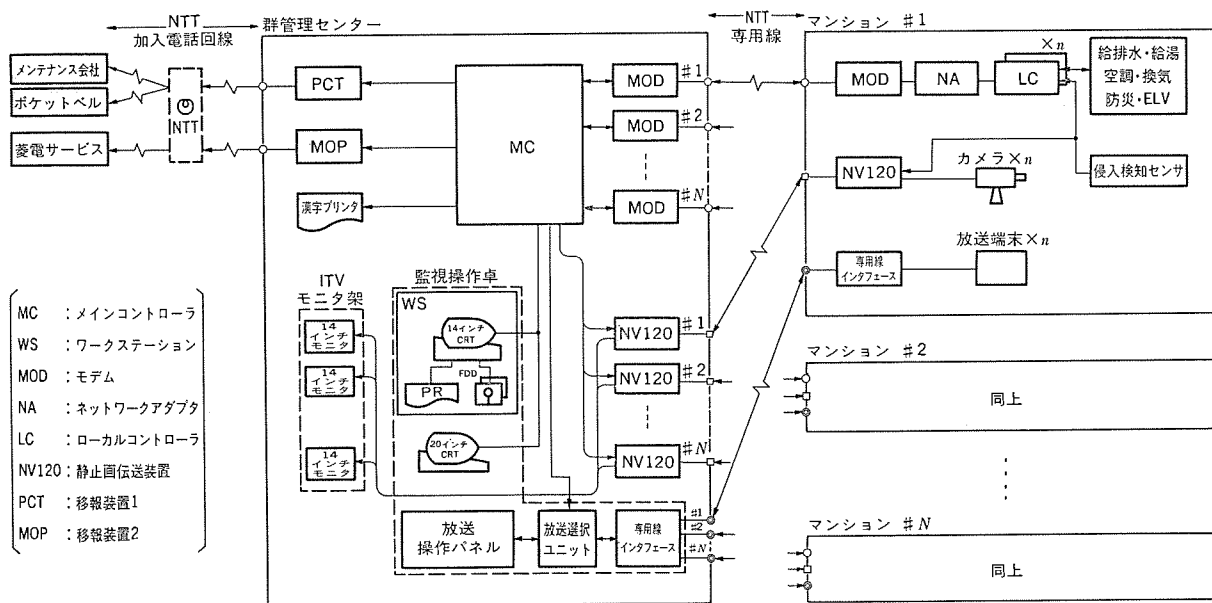


図 3. 全体ハードウェア構成図

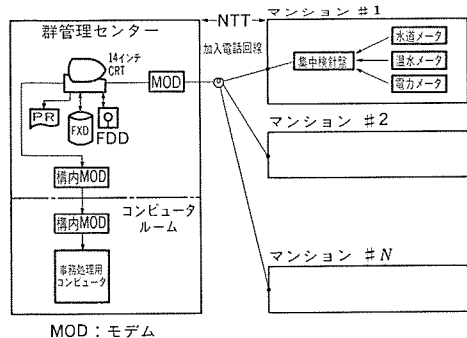


図 4. 自動検針システムのハードウェア構成図

(2) 機器台帳

前項と同じく 20 インチカラーグラフィック CRT に表示される機器スペックデータ (機器名称・メーカー名・型番・能力・保守会社・同連絡電話番号) の入力・修正及びこれらの一覧表印字ができる。これは、機器の取替え又は保守会社の連絡先変更などに対し、システムを停止させることなく対処できるよう考慮したものであり、機器台帳としてのデータベースと、オンライン系メインコントローラとのデータリンクを図ったものである。

(3) 機器故障履歴データ

月始めに前月分の機器故障データ (故障発生時刻・機器番号・機器名称) をメインコントローラから入力する。このデータにワークステーション

表 1. 設備管理《MELBAS-D》のハードウェア仕様

(1) メインコントローラ (MC)	
・CPU	MELCOM 70-30 CII
・メモリ	主メモリ 1 M バイト 固定ディスク 60 M バイト フレキシブルディスク 1 M バイト×2
・周辺機器	20 インチカラーグラフィック CRT 1 台 漢字プリンタ 1 台
・対 NA 通信	変調方式 FS 変調 伝送速度 1,200 bps
・ITV インタフェース (NV 120)	20 mA カレントループインタフェース 伝送速度 1,200 bps
・放送インタフェース	4 ビットパラレルインタフェース ストロブ信号付き
・外部移報 1	RS 232 C 1,200 bps インタフェース
・外部移報 2	NCU モデム付き電話
・ワークステーションインタフェース	RS 232 C 1,200 bps インタフェース PB 信号によるデータ伝送 RS 232 C 1,200 bps インタフェース
(2) ワークステーション (WS)	
・CPU	MULTI 16
・メモリ	主メモリ 832 K バイト フレキシブルディスク 1 M バイト×2
・周辺機器	14 インチカラー CRT 1 台 漢字プリンタ 1 台
(3) ローカルコントローラ (LC)	
・CPU	8 ビットマイクロプロセッサ
・端末数 (マンション数)	6 (将来 12)
・LC 台数	最大 16 台/1 端末
・PIO 点数	DI 48 点/1 LC DO 48 点/1 LC

(2) 印字機能

システムの監視・記録機能の印字処理用として、漢字プリンタを使用している。通常はこのプリンタに機器の動作故障記録を行い、月初めには機器故障履歴月報の自動記録を行っている。また、20 インチカラーグラフィック CRT の故障中機器一覧表示、機器故障履歴表示に対応した任意印字が可能である。

(3) 他装置とのインタフェース機能

後述するデータベースの受渡しのためのワークステーションとの通信機能のほか、ITV カメラコントロール、放送端末選択のため、それぞれ静止画伝送装置、放送選択ユニットとのインタフェース機能を持っている。

また、設備故障発生時には三菱電機サービス(株)・情報センターへ自動通報するとともに、このシステムのオペレータ不在時はポケットベルによる自動呼出しを行っている。

3. 1. 2 ワークステーション (WS)

ワークステーションとしてパソコン《MULTI 16》を使用し、以下に示すデータの入力、修正、削除及びメインコントローラとのデータ授受を行っている。

(1) マンション情報

20 インチカラーグラフィック CRT に表示されるマンション情報 (住所・電話番号・建築概要・施行会社・設備工事会社・担当者名など) の入力・修正を行う。

57 (899)

D 太陽光発電利用のトンネル照明システム

寺内 博一*・熊野 昌義*・湯川 元信*・中井 良雄**

1. ま え が き

太陽光発電は無尽蔵、無公害、メンテナンスの容易さなどの利点を持ち、光発電モジュールの高効率化、低コスト化などの技術開発やシステム技術の進歩に伴い、実用化の機運が高まってきている。宮崎県と当社は、通商産業省工業技術院のサンシャイン計画の一環として進められている「太陽光発電システム実用化技術開発」の中で、昭和60年度から「独立分散型等システムの研究開発（トンネル照明システム）」を新エネルギー総合開発機構から受託し、その実用化に向けて研究開発を進め、宮崎県日南海岸・夫婦浦トンネルにおいて、昭和62年4月から太陽光発電を利用したトンネル照明の運転研究を開始した。

太陽光発電を最も有効かつ効果的に利用する形態は、日照時に電気エネルギーとして使用することである。太陽光発電の出力は、晴天時に大きく、曇天・雨天時に小さく、また夜間に停止する。一方、昼間、トンネル外の道路を走行してきた自動車の運転者の目は野外の輝度に順応してトンネルに接近してくるので、運転者にとってトンネ

ル内は暗黒に見え、内部をよく識別できない。したがって、トンネルでは、晴天時に最大限の照明を、曇天・雨天時には野外輝度に対応した明るさの照明を必要とし、夜間時には最低限の照明ですむ。

このように、太陽光発電の出力特性とトンネル照明の負荷特性がマッチしているので、この特性をうまく利用して調光制御することによって、光発電アレー容量、及び蓄電池容量を最小とすることができ、経済的なトンネル照明が実現できる。また、トンネルは山間へき地の急峻な地形にあるため、既存の配電網から遠く離れたところに多く、トンネル照明のための配電線建設の費用も多くかかるので、商用電源から遠く離れたトンネルには太陽光発電利用のトンネル照明が経済的である。したがって、この太陽光発電の特性とトンネル照明の負荷特性を効果的にマッチさせたトンネル照明は、太陽光発電利用の有力な用途の一つと考えられる。

我が国で日照に最も恵まれ、かつ、トンネルを数多く保有する宮崎県において、照明設備がなく、その設置が望まれている県管理下のトンネル（夫婦浦トンネル）に対して、太陽光発電利用のトンネル照明システム実用化のための実証設備の建設を行い、最適運転方法の研究、調光制御方法の確立等の技術開発や経済性評価を行っている。

2. 建設場所

宮崎県の中で日照条件がよく、アレー用地からトンネルまでの距離が短く、既設配電網がトンネルから離れており、トンネルの1日の交通

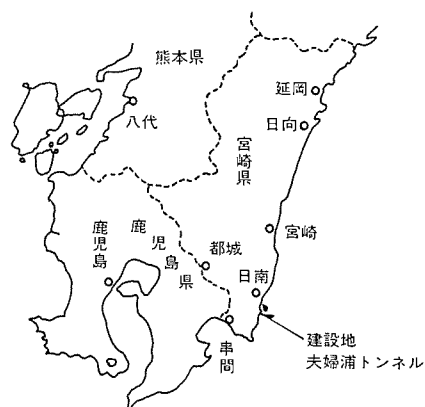


図 1. 建設場所

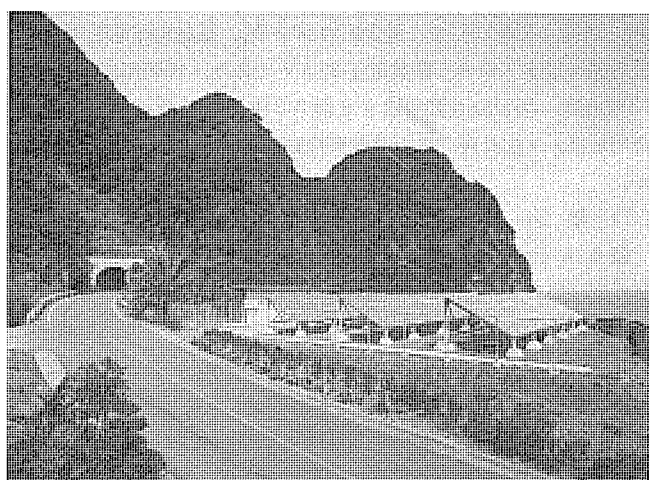


図 2. 実証設備の外観

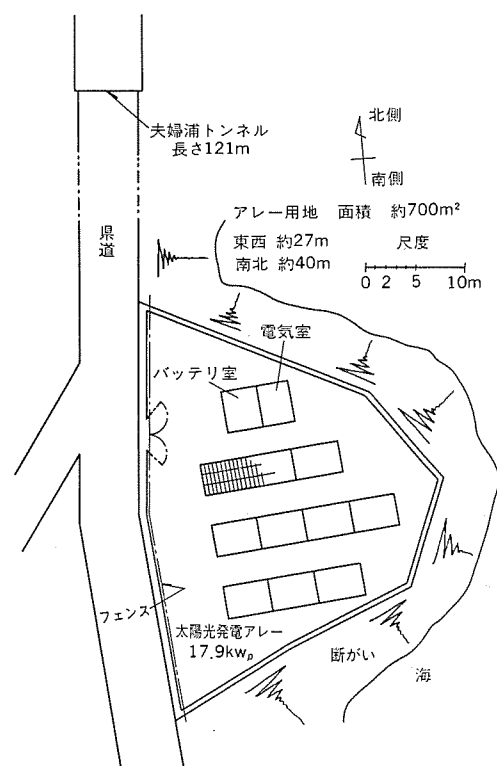


図 3. トンネル照明の全体配置図

量が多い、「夫婦浦トンネル」を実証の対象として選定した。図 1. に夫婦浦トンネルの位置を示す。また、実証設備の外観を図 2. に示す。

3. システムの概要

3.1 トンネルの状況

- (1) 所在地：宮崎県南那珂郡南郷町（佐賀県） 波，北緯 $31^{\circ}30'$ ，東経 $131^{\circ}23'$
- (2) トンネル形状：トンネル車道幅員 6.0 m（車道部 5.2 m），トンネル全長 121 m
- (3) トンネル内部仕上げ：トンネル壁面…コンクリート，道路路面…コンクリート舗装
- (4) 設計速度：40 km/h
- (5) 交通量：約 3,400 台／日

3.2 建設用地

日照条件，トンネルからの距離，用地の広さなどの点から，トンネルの南側出口約 60 m の地点（トンネルを掘る際生じる排出土を捨てた敷地）とした。その用地の概要を図 3. に示す。

3.3 システム構成

夫婦浦トンネルは，長さ 121 m，幅員 6 m であり，トンネル照明設計指針に基づくと，トンネル内照明灯具として 90 W 低圧ナトリウム灯 64 灯が必要である。これに対し，照明用として太陽光発電モジュール 15.6 kW_p ，蓄電池 56 kWh，制御用として太陽光発電モジュール 2.3 kW_p ，蓄電池 13.4 kWh を設置した。システム構成図を図 4. に示す。

照明用電源は，光発電アレーで発電した直流電力を一部蓄電池に貯えながら，大部分を照明灯具に送電し，それぞれの照明灯具に内蔵したインバータで，高周波変換して照明灯具を点灯する方式としてゐる。また，太陽光の発電量に応じて，照明灯具の点灯数を変えることによりトンネル内の明るさを調光している。蓄電池は日射変動によって，トンネル内照明が急に点滅しないように電力供給の不安定性を緩和するため，及び夜間の電力供給を維持するため設置している。

(1) トンネル内の照明器具配置

夫婦浦トンネルの場合は，対面通行で延長が 121 m，車の走行スピードが 40 km/h である。入口照明から中央に向うにつれて，照明器具の配置間隔を広くして明るさを減じていく。図 5. は照明器具の配置図，図 6. は照明曲線である。照明灯具には，消費電力当たりの光束が最も高い低圧ナトリウム灯を採用し，90 W 低圧ナトリウム灯を 64 灯向き合わせ配置で設置した。

(2) 太陽光発電モジュール

昼間の照明には，照明灯具が 64 灯点灯したときが最大で，負荷は $120 \text{ W} \times 64 = 7,680 \text{ W}$ （但し，90 W 低圧ナトリウム灯は，インバータや配線などの損失があるため 1 灯当たりの入力 は 120 W）となる。

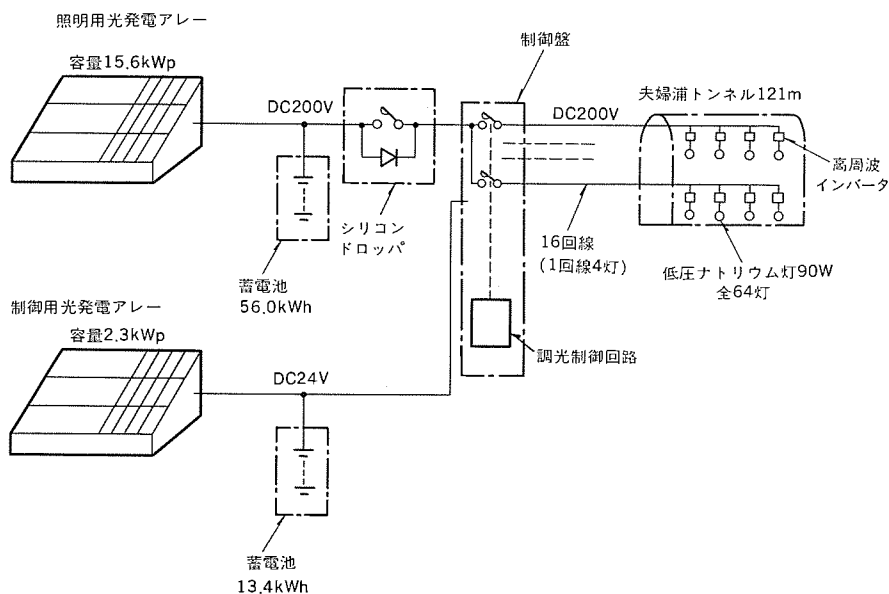


図 4. システムの構成図

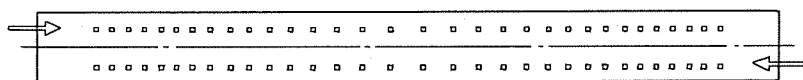


図 5. 照明器具の配置図

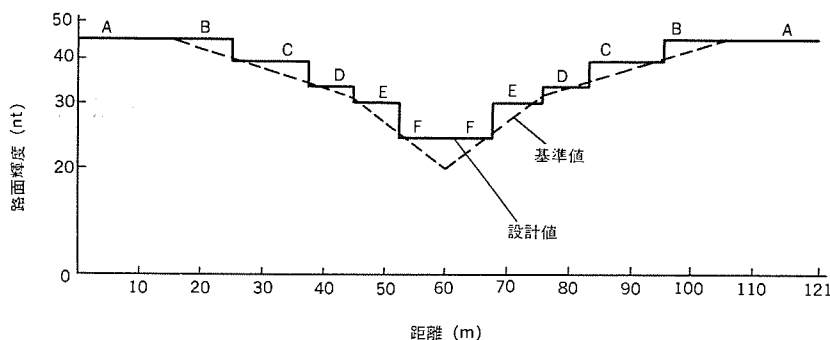


図 6. 照明曲線

宮崎県の日照エネルギーから概略計算して照明用光発電モジュールは 15.6 kW_p 必要である。光発電モジュールの特性は，標準状態（ $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ ， 28°C ，AM 1.5）で，最大出力 50.0 W_p ，最適動作電圧 20.3 V ，最適動作電流 2.46 A ，開放電圧 27.3 V であり，照明用にはこれを 12 枚直列，26 回路並列接続させ計 312 枚（ 15.6 kW_p ）とした。制御用には，2 枚直列，23 回路並列接続させ計 46 枚（ 2.3 kW_p ）とした。

(3) 架台

図 3. に示すように，夫婦浦トンネルの道路は海岸沿いに，ほぼ南北に走っており，東側が海で西側が山である。午前中は影の影響はなく午後は山の影で日照は和らげられる。したがって，午前中に発電量が多くなるように架台を真南から東へ 10° 向けた。また，夏場は温度上昇のため，光発電アレーの発電量が低下する。しかも日射で野外輝度が高くなるので，傾斜角度は緯度角 $31^{\circ}30'$ よりも若干小さくし，夏場の発電量を増やすようにした。宮崎県の気象データと光発電アレー設置場所の山影データをもとに，年間の平均発電量を

表 1. シミュレーション 結果

アレー 架台 設置 間 隔 (m)	アレー 架台 設置方位角度 (度)	アレー 架台 傾 斜 角 度 (度)	影を考慮した年間 の1日平均発電量 (kW/m ² /日)
3.0	真 南	28	4.03
4.0	真 南	28	4.07
3.5	真 南	31.5	4.03
3.5	真 南	28	4.06
3.5	東へ 10	31.5	4.03
3.5	東へ 10	28	4.06

シミュレーション した。シミュレーション 結果を表 1. に示す。その結果からアレー 架台は、間隔 3.5 m、方位角度東へ 10°, 傾斜角度 28° に選定した。

(4) 蓄電装置

太陽光発電 システム 用に適した太陽光発電用鉛蓄電池を採用した。その特長は下記のとおりである。

- (a) クラッド式であり、特殊陽極板の採用により繰り返し充放電に適し、長寿命が期待できる。
- (b) 特殊合金の採用により、1 か月間の自己放電量は 3 % 以下 (25°C) と極めて少ない。
- (c) 電解液の補水周期が長く、保守の簡略化が図れる。
- (d) 定格 500 HR 容量に対する 10 HR 容量は 70 % と高容量を維持し、低率放電から高率放電にわたって優れた充放電特性が得られる。

照明用蓄電池には、280 Ah (10 HR) のクラッド式鉛蓄電池 (SLB-400) を 100 個直列接続させ容量 56 kWh、制御用蓄電池には同型のものを 12 個直列×2 並列接続させ容量 13.4 kWh とした。蓄電池の保有電気量は、蓄電池に流入、又は流出する電流値と時間の積、すなわち Ah を積算することにより推定し、その値が 95 % 以上で照明用光発電 モジュールの約半量を切り離し、97 % 以上で全量を切り離して充電を停止する。保護のため蓄電池端子電圧、電解液比重、液温を監視して異常が検出された場合は充電又は放電を停止する。ま

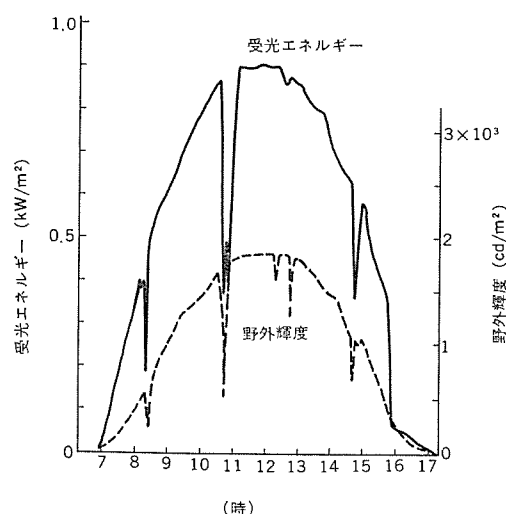


図 7. 野外輝度と発電量 (受光 エネルギー)

た、充放電 サイクル寿命 (放電深度 70 % のとき 1,600 サイクル)、充放電効率、補水周期などを勘案して、保有電気量 30~97 % の間で管理運用するものとした。

(5) シリコンドロップ

照明用の蓄電池は、通常の使用状態での電圧変動範囲は 180~240 V であるが、蓄電池は月 1 回程度の頻度で過充電をする必要があり、そのときの蓄電池端子電圧は最高約 290 V まで上昇する。一方、照明灯具は許容電圧が 240 V であるので、蓄電池端子電圧が 238 V を超えた場合にシリコンドロップを回路に挿入し、照明灯具に許容される電圧まで低下させるように制御している。

4. 調光システム

自動車の運転者の目は、野外の輝度に順応してトンネルに接近してくるので、日照時野外が明るいときほどトンネル内を明るく照明する必要がある。日照時は太陽光の発電量も多く、負荷である照明灯を多く点灯できる。曇ったときは太陽光の発電量も減少するが、野外輝度も減少するので照明灯の点灯数を減らすことができる。この調光システムは太陽光の発電量に従い、蓄電池の Ah 保有量によって若干の補正を加えてコンタクトを開・閉し、照明灯具の点灯数を調節してトンネル内路面輝度を調節するものである。90 W 低圧ナトリウム灯を 1 回線に 4 灯接続し、16 回線に分割して制御するようにし、夜間レベルは最少点灯数の 4 灯を点灯、1 段レベルは 16 灯を、2 段レベルは 28 灯を、3 段レベルは 40 灯を、4 段レベルは 52 灯を、5 段レベルは 64 灯全数を点灯する。

トンネル照明設計指針⁽¹⁾によれば、トンネル内の所要路面輝度は野外輝度に対しほぼ比例の関係にある。図 7. に夫婦浦トンネルの 1 日の

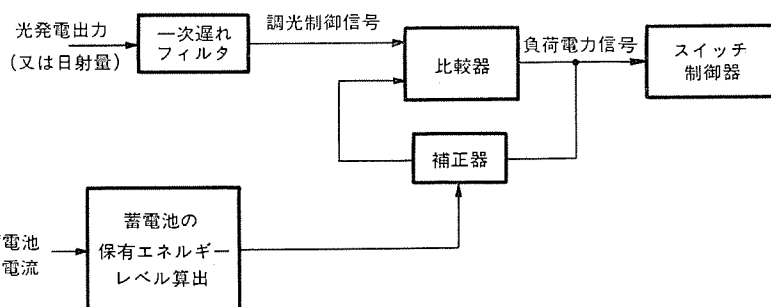


図 8. 調光制御 ブロック 図

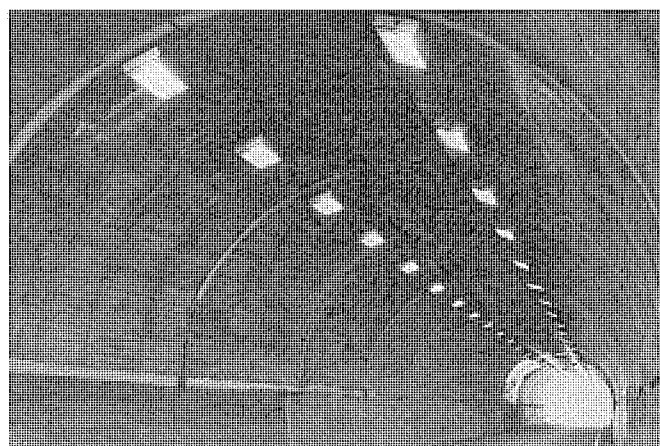


図 9. トンネル 内点灯状況

野外輝度とアレー受光エネルギーを10分間隔で実測した例を示す。図から野外輝度と受光エネルギーとの相関は比較的強く、太陽光発電量は受光エネルギーにほぼ比例するので野外輝度を測定する特別なセンサがなくても、太陽光発電量で調光制御することが可能であることが分かる。

図8. は調光制御ブロック図を示す。日射の急激な変動によって照明灯具が頻繁に点滅するのを緩和するため、光発電出力を一次遅れフィルタに通して調光制御信号を作る。これと負荷電力信号を比較し、前者が大きければ負荷を1段階増加し、小さければ負荷を1段階減少する。一方、蓄電池の電流をもとに保有エネルギーレベルを算出し、その値が上限に近づいた場合は点灯数が多くなるように、また逆に下限に近づいた場合は点灯数を少なくするように上記負荷電力指令を補正する。この結果、野外輝度にほぼ比例してトンネル内を照明し、しかも余剰電力の発生を少なくし、蓄電池の過放電・過充電を極力防止するように制御することができる⁽²⁾。

図9. はトンネル内点灯状況を示す。図10. は宮崎県の日射データに基づくシミュレーションの一例、図11. は実運転時のデータを示す。天気の良い日には太陽光発電の強さに応じて5段階に変化する様子が分かる。また、各段階におけるトンネル内路面輝度を実測した結果、保守率70%を加味しても図5. に示す設計値を満足していることを確認した。

5. む す び

以上述べた太陽光発電利用のトンネル照明システムは、調光制御の採用により光発電アレー容量や蓄電池容量が少なく済み、保守も容易で経済的なシステムとすることができる。将来、太陽光発電モジュールやシステム機器の低コスト化が進むに従って実用化されるトンネルも増えてくるものと期待される。今後この研究施設により、太陽光発電による電力を供給しながら運転研究を行い、最適運転方法の確立や、最適設計手法の確立を行い、太陽光発電実用化の方向性を明

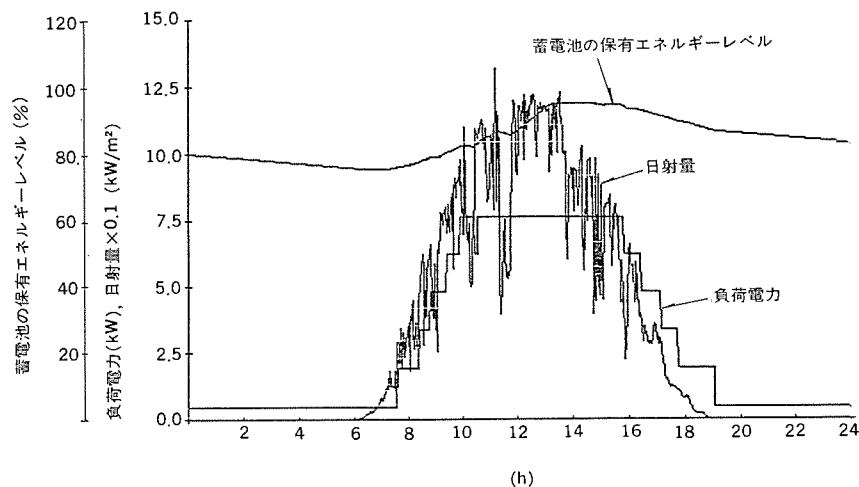


図 10. トンネル照明システムのシミュレーション

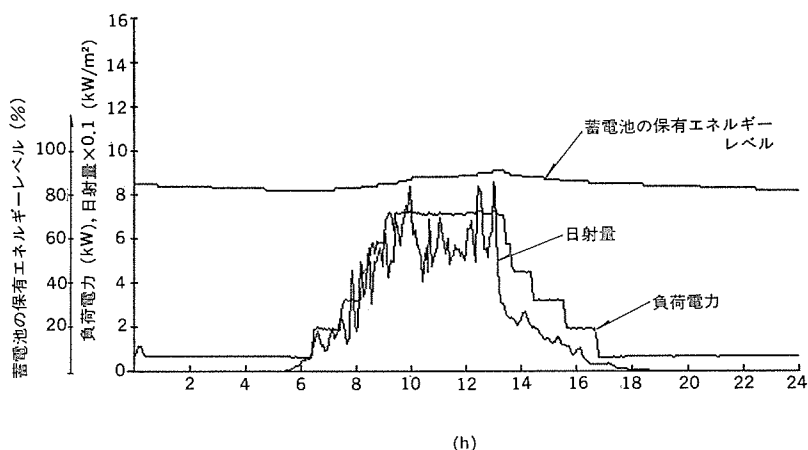


図 11. 実運転データ

らかにしていく計画である。

最後にこのシステムの開発に当たって御指導いただいた新エネルギー総合開発機構、御尽力いただいた宮崎県をはじめ、関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 道路照明委員会：トンネル照明設計指針
- (2) 熊野，寺内：太陽光発電を利用したトンネル照明システム，電気学会全国大会（昭62）

超高速可変速電動機システム《MELDRIVEシリーズ》

沖田 哲夫*・池田 雅博*・西 祥男**・増田 博之*・阪部 茂一***

1. ま え が き

交流電動機の変速技術はインバータの進歩に伴い、省エネルギー、高精度の変速制御などの要求に対し、めざましい発展を続けている。これは、小容量域において高速のスイッチング性能と自己消弧性を備えたトランジスタインバータが、大容量域では大電流・高電圧にすることができるGTO(ゲートターンオフサイリスタ)インバータが制御技術と価格の面で進歩を遂げ、適用範囲を拡大してきたことによるものである。

石油精製、化学などのプラントにおいて使用されているコンプレッサ、ブロワなどの超高速回転機械は、商用周波数の電動機と増速ギヤの組合せ、又はスチーム、ガスタービンによって駆動されている。近年省エネルギー、保守の省力化の観点からエネルギーコストが安い電動機による直接可変速駆動へのニーズが大きくなってきている。このようなニーズにこたえ、最新のパワーエレクトロニクス技術が生み出した大容量トランジスタインバータ及び大容量GTOインバータと、長年培ってきた高速回転機械技術を組み合わせた超高速可変速駆動システムを製品化した。この製品化により、今後風水力機械にかぎらず、他の分野でも超高速可変速電動機による直接駆動方式が、より広く普及することが期待される。

ここでは、シリーズ化した超高速可変速電動機システム《MELDRIVE 2000》、《MELDRIVE 4000》の概要と特長、特性について述べる。

2. シリーズの概要と特長

2.1 《MELDRIVE シリーズ》の概要

《MELDRIVE 2000》は、超高速かご形電動機と大容量トランジスタインバータを組み合わせで専用化し、回転数最大 12,000 rpm、出力 530 kW (760 kVA) までを標準化して、800 kW (1,200 kVA) まで対応可能とした汎用の超高速可変速システムである。《MELDRIVE

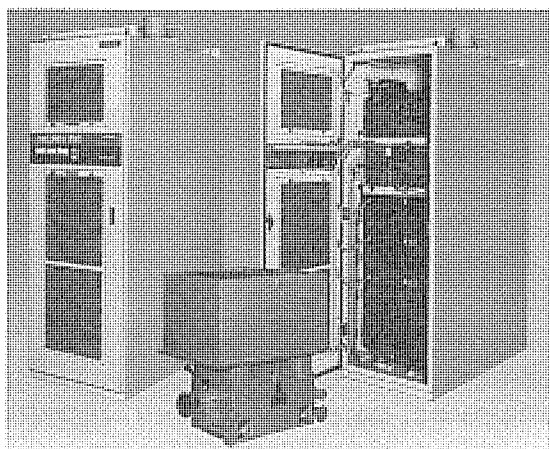


図 1. 《MELDRIVE 2000》システムの外観

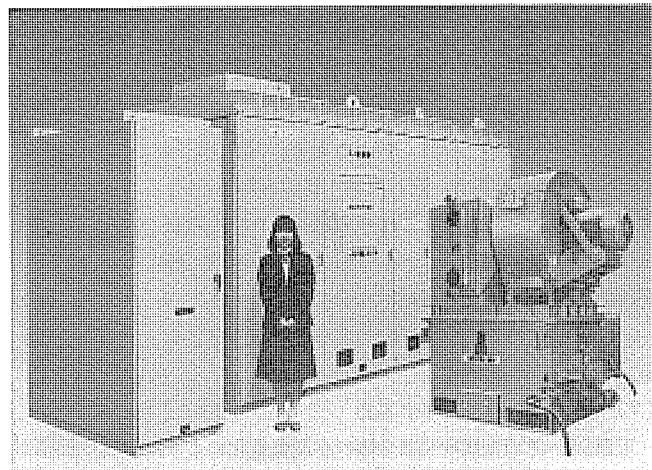


図 2. 《MELDRIVE 4000》システムの外観

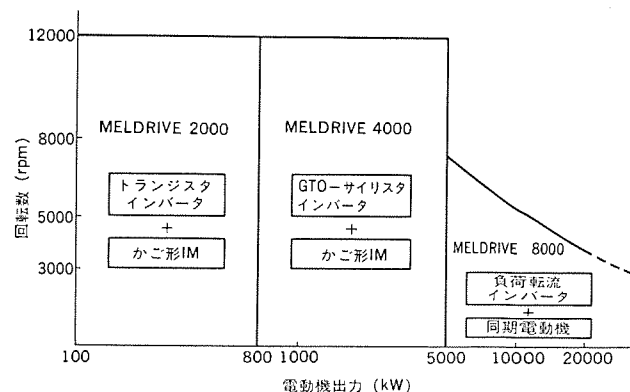


図 3. 《MELDRIVE シリーズ》の適用

4000》は、大型超高速かご形電動機とコンパクトな大容量GTOインバータを組み合わせ、800 kWを超え5,000 kWの大出力までをカバーするシステムで、超高速に伴う種々の問題を克服し12,000 rpmの最高速を実現している。図 1、図 2. にこれら《MELDRIVE 2000、4000》の外観を示す。超高速かご形電動機は小さなフレームサイズで大きな出力が得られ、大幅な小型軽量化が可能である。また、インバータ盤は独自の回路構成と構造の採用によって、大容量コンパクト化を実現している。

超高速可変速電動機システム《MELDRIVE シリーズ》として、他に5,000 kWを超える大容量に対応可能なブラシレス同期電動機を負荷転流インバータで超高速可変速運転する《MELDRIVE 8000》がある。これら3シリーズの適用範囲を図 3. に示す。超高速電動機の歴史は古く、1969年には20,000 rpm、300 kWを製作し納入している。《MELDRIVE 2000》は出荷開始以来1年を経過し既に多くの実績を持ち、《MELDRIVE 4000》については特殊なトルク特性を要求される2,500 kW (1,800 rpmにおいて)で、最高回転数4,350 rpmのシステムを納入した。

2.2 システムの特長

超高速可変速電動機システムの基本的な特長は、種々の超高速負荷機械をトランジスタ又は GTO インバータとかご形電動機によって、特性に応じた自由でスムーズな直接可変速駆動を可能にしたことである。この《MELDRIVE 2000, 4000》システムを適用することにより、機械装置全体として以下に示す効果がある。

(1) 高効率・小型軽量化

直接超高速駆動により、電動機を含め機械装置全体の高効率・小型軽量化が可能となる。例えば、コンプレッサ、ブロワの場合、同じ風量・風圧を得るのに、より小さい羽根車を用いて超高速運転すれば小型軽量化が図れる。また、スクリーコンプレッサの場合、超高速回転によって圧縮容量が大きくなり、ロータとケーシング間の気体の漏れ量が減少するので高効率となる。

(2) 据付け・基礎工事が容易

電動機を含めた機械装置全体の小型軽量化により、据付け面積が小さくなり、基礎・据付け工事が容易になる。

(3) システム 効率がよく、保守が簡単

タービンや電動機と増速ギヤの組合せによる駆動方式に比べ、周辺機器を含めた総合効率がよく、また消耗品が少ないため保守点検が簡単になる。

(4) 可変速運転による大きい省エネルギー効果

自由で精度の高い速度制御により、プロセスの要求する最適な回転数での省エネルギー運転が可能であると同時に、自動制御、遠方制御への対応が容易である。

(5) 機械装置の簡易化と容量系列の縮減が可能

ベース機械を増速することにより容量のアップが図れ、容量系列の縮減が可能になると同時に、ソフトスタート及び可変速運転によって機械的容量制御装置（ダンパ、スライドバルブなど）が省略できる。

3. 超高速可変速かご形電動機

《MELDRIVE 2000, 4000》に使用する超高速電動機は 2 極のかご形誘導電動機である。超高速電動機では、高速回転に伴う多くの解決すべき電氣的・機械的課題があった。《MELDRIVE シリーズ》は、大型コンピュータを駆使した詳細な解析によって設計法を確立するとともに、独自の最適な構造の採用と材料の選定によってこれらの問題を克服している。

3.1 定 格

《MELDRIVE 2000》の電動機は、汎用機として電動機のフレームサイズが 250, 280, 355 の 3 種類からなり、最高回転数が 12,000 rpm で、出力は 530 kW までを標準とし、800 kW までを製作範囲としている。電動機の端子電圧は最高周波数において 400 V とし、電圧と周波数の比を一定とする制御方式を標準としている。表 1. に《MELDRIVE 2000》の標準仕様を示す。

種々の特性を持った大型の負荷機械を駆動する《MELDRIVE 4000》の電動機には、特殊なトルク特性又は運転パターンを要求される場合が多い。図 3. に示したとおりカバーする出力範囲が広く、電動機の端子電圧も出力に対応し 1,000 V, 3,300 V, 6,600 V の 3 種類の電圧から選定する。一例として図 2. に示した 2,500 kW, 12,000

表 1. 《MELDRIVE 2000》電動機の標準仕様

インバータ	容量 (kVA)		140	190	285	380	430	570	760
	適用電動機の最大出力 (kW)	低減トルク	95	130	200	265	300	395	530
		定トルク	90	120	180	240	275	365	485
	最大出力電圧 (V)		400±10%						
	入力電源	定格電圧 (V)		420±10%					
定格周波数 (Hz)		50/60±5%							
所要容量 (kVA)		150	200	300	400	450	600	800	
電動機	型式		三相超高速かご形誘導電動機 SB-LHY						
	保護方式/冷却方式		防滴保護型/他力通風型 (冷却用ファンをフレームにマウント)						
	速度制御範囲		二乗低減トルク: 10~100%, 定トルク: 50~100%						
	定格出力 (kW)		100	200	300	400	500		
	適用最高回転数 (rpm)	5,000	SB-LHY 280 (ころがり軸受)					SB-LHY 355 (すべり軸受)	
		6,000						SB-LHY 250 (ころがり軸受)	
		8,000	SB-LHY 280 (すべり軸受)						
		10,000						SB-LHY 250 (すべり軸受)	
		12,000							

表 2. 《MELDRIVE 4000》の定格例

項 目			定 格
入 カ ト ラ ン ス	型 式	波 力	三相整流器用変圧器
	出 波	数 力	500 kVA
イ ン バ ー タ	周 波	数 力	60 Hz
	電 圧	数 力	3.3 kV/600 V×2
	型 式	波 力	24 相電圧型 GTO インバータ
	出 波	数 力	3,300 kVA
	周 波	数 力	2～201 Hz
出 カ ト ラ ン ス	電 圧	数 力	936 V×4
	変 調	方 式	PAM/PWM
	制 御	方 式	すべり周波数制御
	冷 却	方 式	強制風冷式（ヒートパイプ）
電 動 機	型 式	波 力	24 相多重変圧器
	出 波	数 力	3,300 kVA
	周 波	数 力	201 Hz
	電 圧	数 力	936 V×4/3.3 kV
	型 式	波 力	三相かご形誘導電動機
	出 波	数 力	2,500 kW
電 動 機	極 数	波 力	2 極
	周 波	数 力	201 Hz
	電 圧	数 力	3,300 V
	回 転	数 力	12,000 rpm
	冷 却	方 式	全閉内冷型，他力通風方式

rpm の場合のインバータを含めた電動機の定格を表 2. に示す。

3.2 構 造

超高速電動機では超高速回転に伴う風損の低減，そのための最適な冷却方式，回転子強度，振動及び騒音の抑制が構造を決定するための重要な課題である。

(1) 風損の低減と冷却方式

他力ファンを電動機上部にマウントした他力通風方式を採用し，低速から超高速まで十分な冷却風量を確保することによって，コンパクト化を図ると同時に回転子表面を円滑な構造とし風損を低減している。《MELDRIVE 2000》は防滴保護型，《MELDRIVE 4000》は空気冷却器を他力ファンと一緒にマウントした全閉内冷型を標準としている。

(2) 回転子強度

超高速運転時に作用する大きな遠心力に対し，回転子は十分な強度を持つ必要がある。回転子の設計にあたっては，有限要素法のコンピュータプログラムによって応力解析を行い，最適な構造としている。図 4. に回転子バー・エンドリング部の強度解析例を示す。

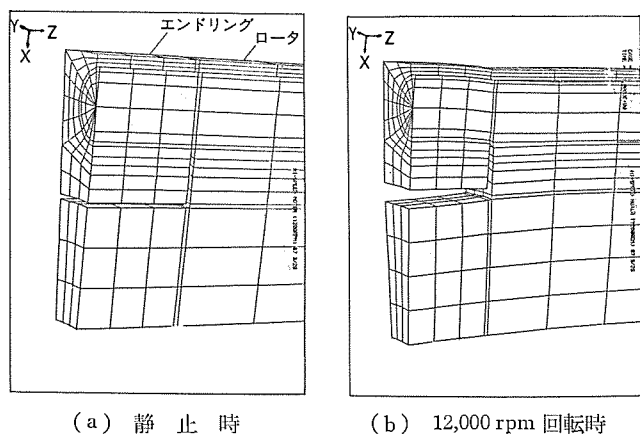


図 4. 強度解析例

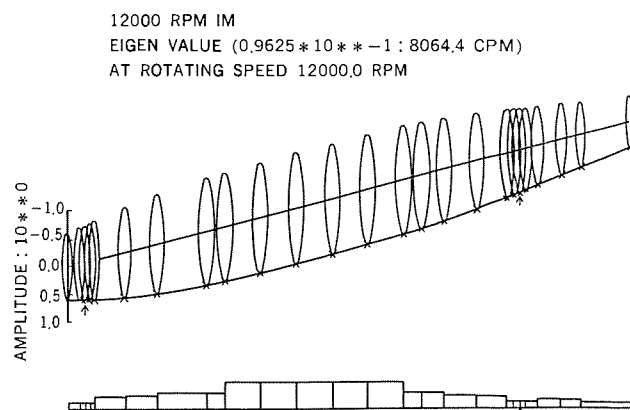


図 6. 回転子の固有値解析

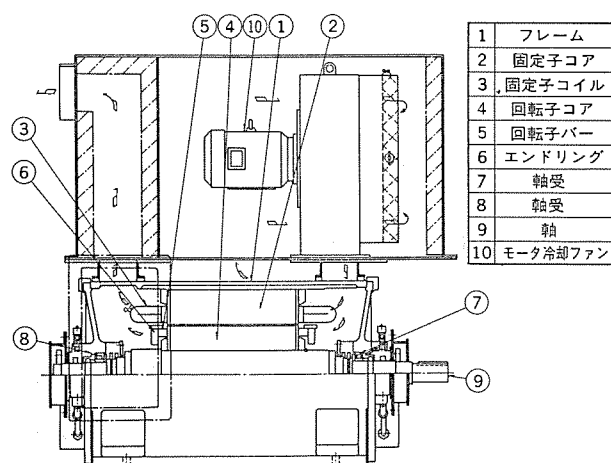


図 5. 《MELDRIVE 2000》電動機の構造

(3) 軸受

軸受の選定は、回転子の振動を左右する重要なファクタである。汎用の《MELDRIVE 2000》では、フレームサイズと回転数によって軸受を選定している。280 フレームの場合 9,000 rpm 程度までは油潤滑のころがり軸受、それを超えるものにはすべり軸受を採用している。《MELDRIVE 4000》の大型電動機は回転子の危険速度よりも、はるかに高い回転数で運転されることが多く、オイルホール、オイルホップ等の不安定振動を十分考慮する必要がある。したがって、この不安定現象に対し有効な ティルティングパッド 軸受の採用を標準としている。図 5. に《MELDRIVE 2000》の標準構造を示す。

3.3 振動・騒音

インバータで駆動する場合、電動機の振動・騒音が正弦波電源で運転する場合に比べ増加する傾向にある。この原因はインバータ電源に含まれる高調波成分であり、電磁振動・電磁騒音の増加として現れやすい。

(1) 振動

電動機の振動としては、回転周波数成分、 $2f$ 成分 (f は電源基本周波数) 及び電動機構造物の固有振動数が主なものである。これらの振動に対し、インバータ運転時の脈動トルクの低減、回転子残留アンバランス量の低減、剛性の大きい回転子構造及び《MELDRIVE 2000》における特殊防振装置の採用等により、低速から超高速領域まで広い範囲にわたって低振動化を実現している。図 6. に《MEL

SUPER SPEED MOTOR VIBRATION
2500KW 2P 12000R.P.M.
450FR TILTING PAD

RESPONSE MODE
ROTATING SPEED 12000 RPM

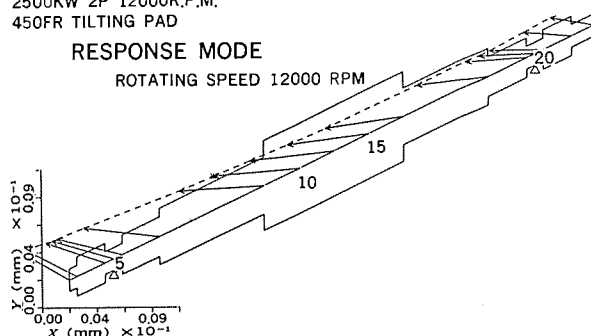


図 7. 《MELDRIVE 4000》電動機の振動応答解析

DRIVE 2000》280 フレーム 電動機の固有値解析結果を示す。また、図 7. に《MELDRIVE 4000》2,500 kW 電動機の 12,000 rpm における振動応答解析結果を示す。

(2) 騒音

超高速電動機では、回転子が超高速で回転するときの風切り音と通風音、及びインバータの出力波形のひずみに起因する電磁音が問題になりやすい。風切り音については回転子表面を円滑にすることによって、またファン騒音については他力ファンの採用によって低騒音化を図っている。電磁音の要因の一例としては、PWM 制御インバータ駆動におけるキャリア周波数及びその整数倍成分の電磁音がある。このような電磁音に対しては、固定子と回転子のスロット数の組合せ、固定子鉄心・固定子フレームの剛性及び各磁路における磁束密度を考慮した設計としている。

3.4 効率

超高速電動機の損失としては、インバータから出力される周波数の高い基本波及び高調波成分による一次銅損、二次銅損、鉄損の増加があり、大きな漂遊負荷損、機械損がある。高い周波数の電流によって導体内に電流分布の不均一が起こり表皮損が発生する。この損失の増加に対し、素線サイズの選定を含めた最適なコイル設計によって低減を図っている。また、高い周波数による鉄損、漂遊負荷損の増加に対しては、高級電磁鋼板の固定子鉄心への採用と解析による磁路の最適設計によって低減し効率向上を図っている。

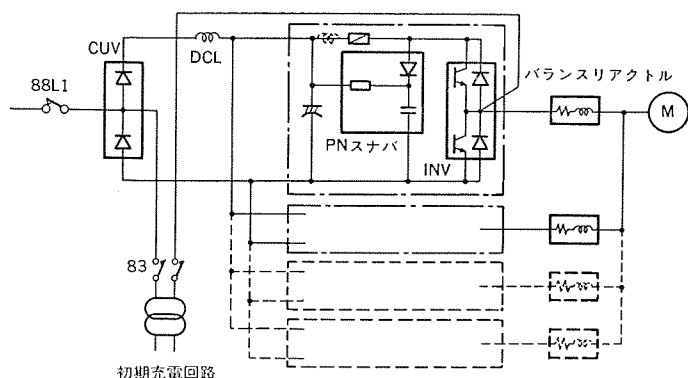


図 8. 《MELDRIVE 2000》駆動用インバータの構成

4. 《MELDRIVE 2000》駆動用トランジスタインバータ

4.1 主回路構成

《MELDRIVE 2000》駆動用インバータとして、正弦波比較型 PWM 制御トランジスタインバータを採用している。パワートランジスタモジュールの大容量化と、トランジスタ並列接続技術の進歩により、標準系列で 760 kVA (上限 1,200 kVA) の大容量機を実現している。主回路構成を図 8. に示す。特長を以下に示す。

(1) ユニット構造の採用

逆変換部に引出し式ユニット構造 (三相 190/140 kVA) を採用することにより、系列の標準化 (140~760 kVA) とパネル寸法の小型化を可能としている。また、ユニット化により、全容量範囲を 1 種類のパワートランジスタモジュールで対応できるようになり、部品の標準化・高信頼化を達成している。

(2) 個別リアクトルによる並列多重化

複数台のインバータユニットを個別リアクトルを用いて並列多重化することにより、ユニット並列数の自由度が大きくなり (標準 2~4 並列) 容量範囲が拡大している。用途に応じて、最大 6 並列まで可能であり、インバータ容量の増大にも対応できる。インバータユニット間の電流アンバランスを抑制するため、リアクトルの抵抗値とインダクタンスの最適化を図っている。また、ユニット間のトランジスタのオン電圧と蓄積時間、及びベースパンプの遅れ時間を管理してリアクトルを小型化している。

(3) スナバ方式の改良

出力周波数の増加 (~200 Hz) に伴い、キャリア周波数も比例して増大し、スナバ損失が無視できなくなる。スナバ損失の大部分は、トランジスタがオンする場合に対向アームのフリーホイーリングダイオードの蓄積キャリアの充電エネルギーをスナバ用コンデンサから供給していることに起因して発生する。これを抑制するため、スナバ用コンデンサの放電抵抗の接続方法を改良している。この結果、スナバ損失を 1/2~1/3 に低減できる。

(4) 新方式初期充電回路の採用

PWM インバータは、主回路ケミコンの初期充電を行う必要がある。汎用インバータでは、充電用抵抗と短絡用コンタクトをコンバータ出力部に設ける場合が多いが、インバータ容量の大容量化に伴い、コンタクトが大型化する。これを解決するため、主回路のコンバータダイオードとトランジスタのフリーホイーリングダイオードを利用して整流回路を形成する新方式の初期充電回路を採用している。

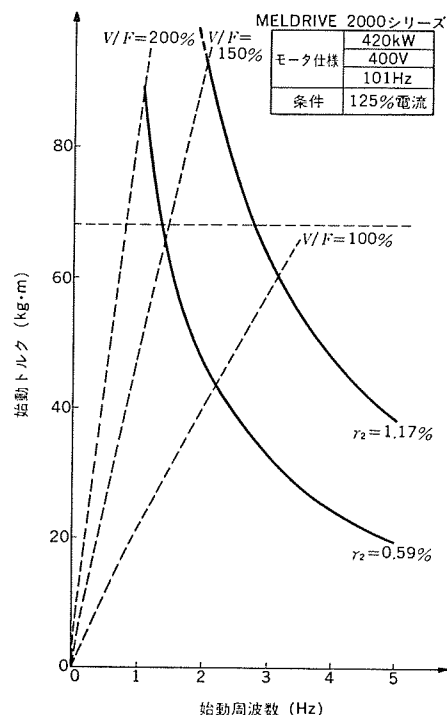


図 9. 電動機の二次抵抗と始動トルク

表 3. 多重 PWM インバータの構成

	回路構成	基準信号位相関係	適用
個別リアクトル多重			標準
センタースタッピングリアクトル多重			オプション
出力トランス多重			オプション

4.2 制御特性

超高速電動機は、商用周波数の電動機に比べて二次抵抗が小さくなる傾向にある。通常のインバータ駆動電動機では定格周波数の 3~4% の周波数で始動する 경우가多いが、《MELDRIVE 2000》駆動用インバータは、1~2% 以下の低周波で始動できるように設計されており、大きな始動トルクが要求される負荷にも対応可能である。図 9. は電動機の二次抵抗をパラメータとして、一定電流を流した場合の始動トルクを表している。始動周波数を下げれば、印加電圧を大きくできて始動トルクも大きくなる。

一般に電動機二次抵抗が小さいと不安定になりやすい。定格すべ

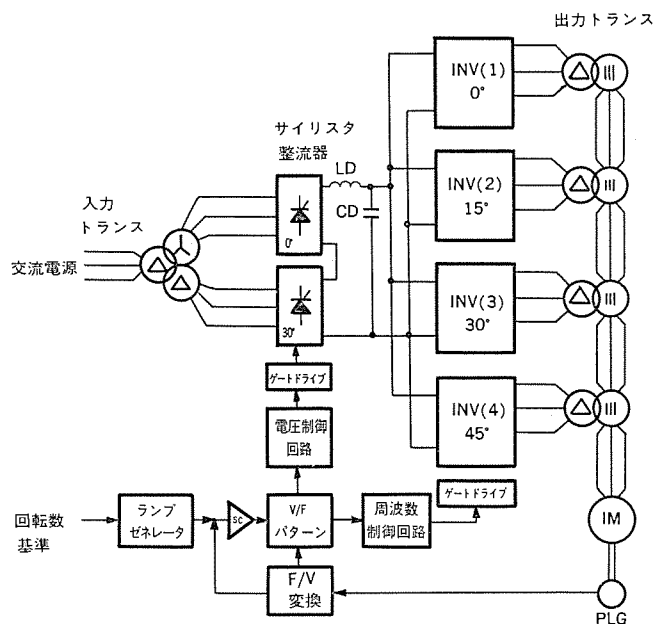


図 10. 《MELDRIVE 4000》駆動用インバータの構成

りの小さい《MELDRIVE 2000》用インバータとして、安定領域の広いPWMインバータを採用している。また、PWMの同期モードと非同期モードの切替と、PWMパルスの生成に新制御方式を採用して、モード切替時を含めて電流じょう(擾)乱を抑制して安定性の向上を図っている。

4.3 電流リップル(トルクリップル)

電動機の高調波損失を減らし、低振動を実現するために、電流リップルの低減が要求される。《MELDRIVE 2000》は、多パルスPWM制御を行うことで、低次の電流リップルを抑制している。負荷によっては、全域1%以下の低トルクリップルを要求する場合もある。このような要求を満たすために、センタースタップリアクトル、出力変圧器による多重化が行えるように、多種類のPWM信号の発生が可能な制御回路としている。表3.に各多重化方式の主回路構成と、キャリア三角波と出力電圧基準の位相関係を示す。

5. 《MELDRIVE 4000》駆動用GTOインバータ

5.1 回路構成と特長

大容量超高速可変速電動機駆動には、インバータ主変換素子にGT

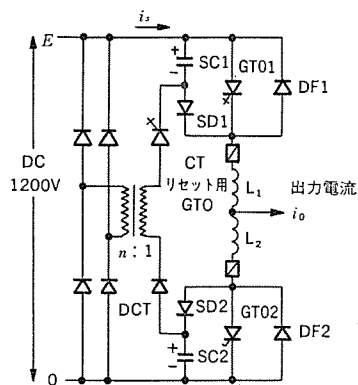


図 11. インバータ2アーム分の回路図

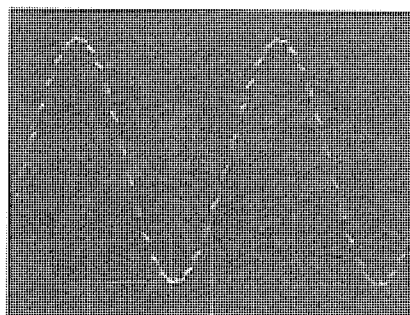
Oを用いた電圧型インバータを採用している。大容量化のため、パワー transistor に比べて大電流・高電圧にすることができるので、収納筐寸法を小さくすることができる。GTO素子にはスイッチング時の過渡電圧を吸収するため、transistor 式に比べて大きなスナバが必要であり、その放電のための電力損失の処理がGTOインバータの大容量化と高周波数化を妨げてきた。《MELDRIVE 4000》では、200 Hzを超える出力周波数が必要となるが、スナバエネルギー再生回路の改良によって、3,300kVA 大容量機が従来シリーズと同じ筐寸法で実現した。GTOインバータの回路構成を図10.に示し、特長を以下に述べる。

(1) 24相多重電圧型インバータ

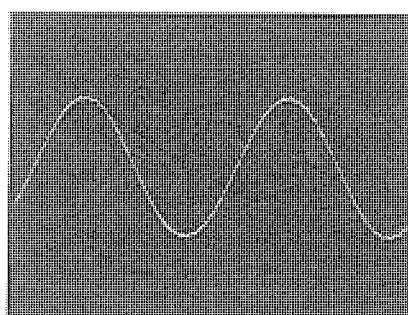
インバータ装置は、(3)項に述べる直流可変電圧を電源として三相全波ブリッジ回路を4組並列に接続し、各インバータの出力電圧を互いに15°の位相差をもたせ、出力トランスで合成する24相多重インバータとしている。このため、出力電圧・出力電流の高調波成分は少なくなり、電動機のトルク脈動は非常に小さくなっている。インバータの制御方式はPAM(振幅変調)とPWM(パルス幅変調)を併用しており、高速から低速まで安定した運転となるよう考慮され、またスイッチング周波数の上限が200 Hz程度として損失の少ない装置としている。

(2) スナバエネルギー再生回路

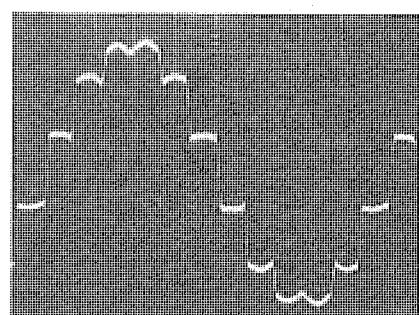
インバータ主素子には三菱GTO・FG 1800 AH型を使用しており、素子の安定動作のためアノード・カソード間にはスナバコンデンサが必要である(図11.)。スイッチングによりターンオフしたときに充電された電圧(エネルギー)は、次のサイクルのターンオフまでに放電されなければ



(a) 電動機入力電圧 (1.5 kV/div
1 ms/div 3,300 Vrms)



(b) 電動機入力電流 (500 A/div
1 ms/div 610 Arms)



(c) 電源入力電流 (240 A/div
2 ms/div 563 Arms)

図 12. 電圧・電流波形 (12,000 rpm, 出力 2,500 kW)

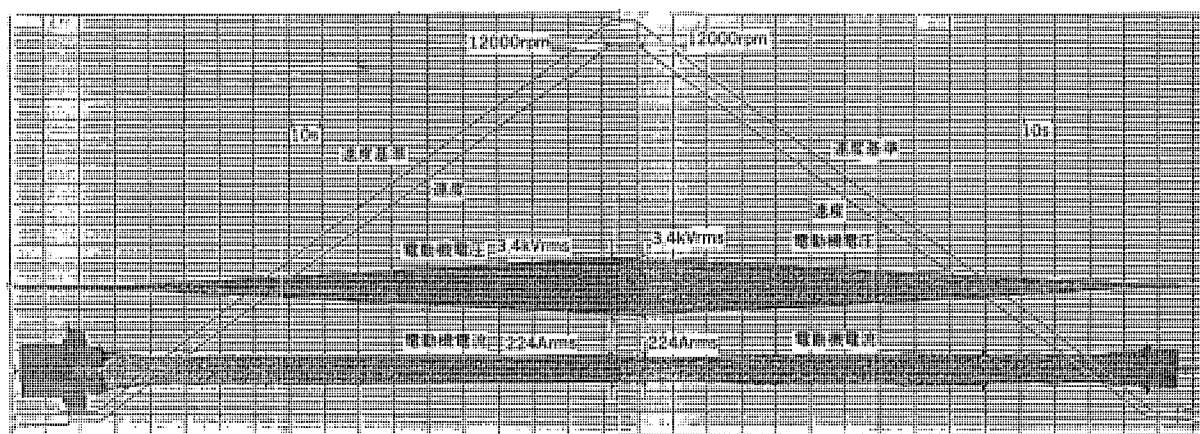


図 13. 加減速運転特性

スバとして機能しない。大容量かつ高周波数になるとこのエネルギーは全体で十数 kW 程度にもなり、抵抗器で消費させると効率の低下と、放熱のため盤寸法が増加する。したがって、従来からこのエネルギーは電源に回生する回路が考案・実施されている。《MELDRIVE 4000》では、図 11. に示すように P 側アームと N 側アーム 1 組で 1 回路の回生用変流器回路とし、変流器二次側はダイオードブリッジで直流電源に接続されている。スバコンデンサに蓄えられた電荷は GTO オン中に、変流器二次側を通して放電し、エネルギーは変流器一次側から直流電源へ回生される。変流器リセットは自然リセットでは変流器利用率が低くなり寸法も大きくなるため、一次側に小容量の補助 GTO を用いて回路を遮断し強制的にリセットする方式として小型で高周波まで使用できるようになっている。

(3) 12 相整流回路

インバータに直流可変電圧を供給するための整流器は、三相ブリッジ接続で構成した 2 組のサイリスタ整流回路を 2 組直列に接続し、互いに 30° の位相をもった交流電源に接続させて 12 相整流動作を行っている。このため、交流電源側への高調波電流の含有量が小さいので、比較的電源インピーダンスの大きい（受容量の小さい）電源に使用できるように考慮されている。また、回生制動が必要な場合は可逆整流可能な 2 グループ逆並列サイリスタ構成が盤寸法を増加することなく対応できる。

(4) 制御回路

出力周波数 200 Hz 程度まで V/F 一定制御を行うが、更に回転数制御精度の高い用途にも適用できるように、回転数フィードバックによるすべり周波数制御が可能である。回転数の検出には、高速回転でも使用できる検出歯車と検出部との磁気抵抗変化を利用した電磁式パルスピックアップ方式としているので、低速から高速まで安定した回転数制御を行うことができる。また、全回転数範囲でだ性回転中や、他の動力で回転中のモータをインバータ運転にスムーズに引込みを行うことができるよう、インバータ発振と検出回転数を同期化する回路も内蔵されている。

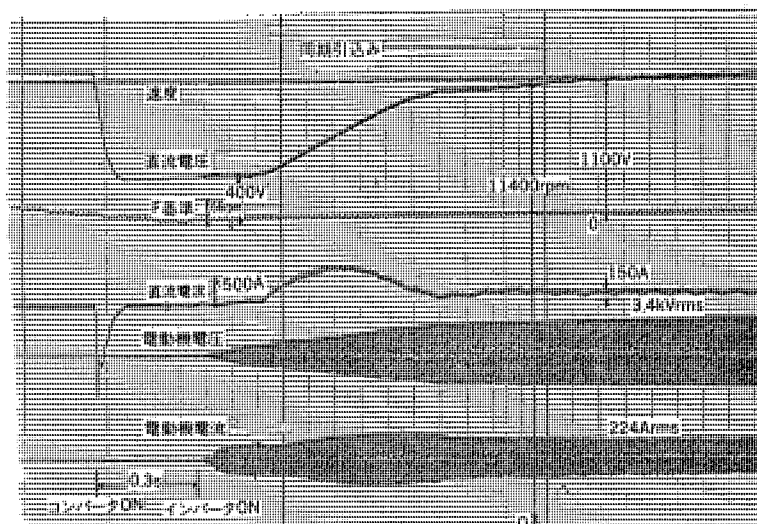


図 14. 引込み運転

5. 2 運転特性

以下に実機での試験結果について紹介する。図 12. に 12,000 rpm, 2,500 kW 出力時の電動機電圧・電流波形と、入力トランス一次側の電流波形を示す。電動機電圧波形は、出力トランスにより多重化しているので、24 ステップの電圧となり正弦波に近く電動機電流波形もほとんど正弦波となっている。

図 13. に加減速運転のデータを示す。4,000 rpm 付近の PWM-PAM 切換時の電流の乱れが少なくスムーズに加減速している。図 14. は 11,400 rpm でモータだ性回転中に電源投入し、コンバータ起動の 0.3 秒後にインバータを起動し、交流電圧をソフトに立ち上げる同期引込みを行ったものである。引込み時のモータ電流の乱れもなくスムーズに運転に入っている。

6. む す び

以上、超高速可変速電動機システム《MELDRIVE 2000》,《MELDRIVE 4000》の特長、システム構成、その主な仕様及び運転特性について述べてきた。近年、パワーエレクトロニクス技術の進歩はめざましく、あらゆる分野でインバータ駆動電動機が使用されるようになってきた。超高速可変速の分野も広がりつつあり、より高速・大容量の要求も強い。これら市場のニーズにこたえるため、更に技術の向上を図り、信頼性の高いシステムを提供していく所存である。

オリジナル高機能CMOS16ビット1チップマイクロコントローラ

梅木 恒 憲*・中川 博 雅*・相川 雅 俊*・山田 朗*・大野多喜夫*

1. ま え が き

今後も年率25～30%で成長すると予測されるマイクロプロセッサ／マイクロコントローラ（以下、マイコンと呼ぶ）市場は、最終製品の性能を最大限に引き出すような高機能・高性能で、専用用途化されたマイコンを要求している。このような市場要求に対応して、当社は4ビットから32ビットのマイコンの開発を独自技術で進めている。本稿では高性能16ビットマイクロコントローラ M31600 M2- $\times\times\times$ FPの開発で採用した、独自の命令セットをもつマイコンの開発時に最も重要な技術であるコントロール回路の論理設計の最適化方式と、短期間のレイアウト設計を可能とするシンボリックレイアウト方式の実施結果を紹介する。

2. 製 品 概 要

M31600 M2- $\times\times\times$ FPは図1.に示すように、16ビットCPU、8KバイトROM、512バイトRAM、UART、タイマ、入出力ポートなどを単一のチップに集積したオリジナルワンチップマイクロコントローラである。基本アーキテクチャは、当社の《MELPS 740シリーズ》と同様に機能ブロックをすべて同一アドレス空間に配置するメモリマップドI/O方式を採用し、今後のシリーズ展開における周辺機能の増減を容易にしている。CPU構成上の特長は、命令実行時間の短縮を図る目的で、フェッチ、デコード、実行の各ステージからなる3段のパイプライン制御と、データバス部に3パス方式を採用したことなどである。また、命令セットの直交性をよくし、高級言語のサポートを容易にしている。1Mバイトを超えるメモリ空間を使用し、かつ演算命令の大部分を16ビットデータの演算が占める分野にねらいを定めてアーキテクチャを設計した。具体的な応用分野の一例として、漢字処理を必要とするOA機器分野がある。製造プロセスはTwin-tub・2層アルミポリサイドゲートを使用した2.0 μ m・CMOS構造で、約15万トランジスタを8.06mm $\times$ 8.43mmのチップ上に集積している。

M31600 M2- $\times\times\times$ FPの特長を以下に示す。

- ・直接アドレス可能空間：16Mバイト

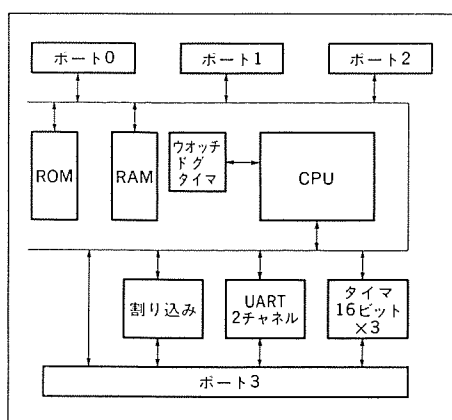


図1. 機能ブロック図

- ・最短命令実行時間：500 ns
- ・基本命令数：74 種
- ・アドレスモード
 - オペランド指定：7 タイプ・27 モード
 - ブランチ指定：4 タイプ・5 モード
- ・大容量内蔵メモリ
 - ROM：8 K バイト (4 K ワード)
 - RAM：512 バイト
- ・入出力ポート：最大 64 本
- ・割り込み：13 要因 (外部 5, 内部 8) レベル, 優先順位有り
- ・タイマ機能：16 ビット 3 本 (4 モード)
- ・ウォッチドグタイマ機能
- ・UART：2 本 (全二重, 受信ダブルバッファ)
- ・動作モード：MPU モード, メモリ拡張モード, シングルチップモード
- ・DMA コントローラとのインタフェース機能
- ・80 ピンフラットパッケージ

3. マイクロプログラムコントロール回路

3.1 基本構想

このLSIのように1チップ上にCPU、メモリ、周辺機能を備えた1チップマイクロコントローラでは、通常さまざまな用途に応じて周辺機能を効率良く取り込んでシリーズ展開されていく。その際、核となるCPU部はシリーズ中不変なものであるから、開発の最初の時点から特にチップサイズを小さくするような工夫が要求される。このマイクロコントローラでは、以下のようにコントロール回路に新規な回路構成を適用し、その高密度化を達成した。

コントロール回路の構成方式は、デプレッショントランジスタを用いたマイクロプログラムコントロール方式とした。これは、ハードワイヤード方式に比べて命令仕様の変更に伴う対応が比較的容易であり、PLAやROMのような規則性の高いロジックで構成できるためLSIに向けた設計手法であり、従来からマイコンのデータバス部の制御に用いられている。なお、マイクロプログラムコントロール回路の実現方式としては、以下に述べる理由により水平型マイクロプログラムコントロール方式を用いた。

- (1) 命令セットがRISC風であり、基本動作を組み合わせた複合命令がない。
- (2) CPU部を構成するハードウェアの並列性を最大限に引き出し可能な限り的高速性を得る。

マイクロプログラムコントロール回路で、マイクロプログラムコード（以下、マイクロコード）をアクセスするアドレスは、命令レジスタ(IR)にラッチされている命令コードから生成される。このマイクロプログラムアドレスの生成回路はマイクロコントローラの命令体系に依存するため、どの程度ハードウェア構成を意識して設計するかで、その回路構成に大きく影響する。マイクロプログラムコントロール回路を設計するとき、一般に以下の2点が重

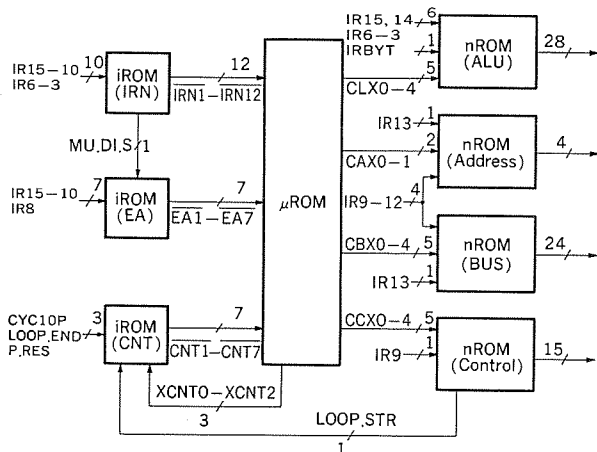


図 2. マイクロプログラムコントロール部

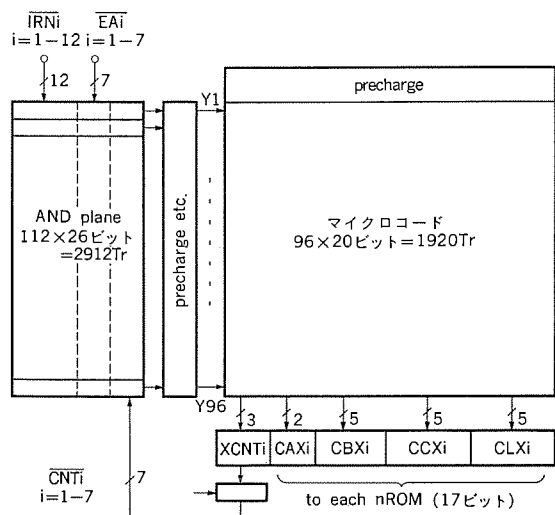


図 3. μROM のブロックダイヤグラム

要視される。

- (1) マイクロコードを記憶するメモリビット数を少なくする。
- (2) マイクロコードをアクセスするアドレス生成回路の構成を単純化する。

このため、従来はマイクロプログラムカウンタを使ったカウンタ方式やマイクロコードの特定フィールドを、次サイクルのアドレスとして与える逐次アドレス指定方式が用いられてきた。しかし、データベース部の動作仕様が高度になると、シーケンスコントロール回路が複雑になったり、マイクロプログラムアドレスの割当て方によってはその生成回路も単純にできない場合もある。そこで、このマイクロコントローラは、上記の条件を満たすため、次の3点にポイントをおいて設計した。

- (1) マイクロプログラムアドレスの割当ては、直交性の良い命令のオペレーションとアドレッシングモードの特長を考慮する。
- (2) 上記のアドレス生成回路のレイアウト構造は、規則的なメモリ構造とする。
- (3) 各マイクロコードは可能な限り多数の機械命令の実行を共用させ、制御記憶量の減少

を図る。

3.2 回路構成法

CPUの各元素は、3本の内部バスに接続されており、図2に示すような構成のマイクロプログラムコントロールブロックによって制御されている。このブロックは、iROM、μROM、nROMの3段で構成した水平型マイクロプログラム方式である。マイクロコードは、図3に示すμROMに書き込まれており、五つのフィールドで合計20ビットである。iROMはμROMのアドレスデコーダであり、その出力信号はμROMのマイクロコードのアドレス生成回路に入力される。マイクロコードのデコーダであるnROMは、各フィールドごとにデコードしてデータベースなどを制御する。

マイクロコードのアドレス成分は、次の3項である。

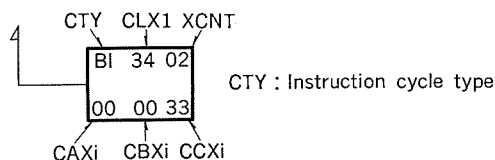
- (1) 命令タイプ……(12タイプ)：IRN1～IRN12
- (2) アドレッシングモード……(7モード)：EA1～EA7
- (3) マイクロプログラムオペレーションサイクル……(7タイプ)：CNT1～CNT7

このアドレス成分のうちIRNi, EAiは、命令レジスタにフェッチされている命令コードをデコードした二つのROM、iROM(IRN), iROM(EA)から与えられる。iROM(CNT)は、μROMのシーケンシャルフィールドの3ビット、XCNT0～XCNT2をデコードし、次のマイクロプログラムオペレーションサイクルを指定するアドレス成分CNTiを生成する。iROMの出力信号は合計26ビットである。表1は、命令タイプIRN1(右端にその命令群を示す)のマイクロコード値である。この表で列方向はEAiモード、行方向はCNTiタイプを示している。例えば、ADDC命令でアドレッシングモードがアドレスレジスタ間接の場合、EAタイプはEA2に相当する。この命令のマシサイクルは4サイクルであり、CNT1, 4, 6, 7と進む。ここで、マイクロコード内のXCNTiは、次サイクルCNTi値を示している。このように、すべての命令を上記タイプの組合せで表し、各々にマイクロコードを定義した。

マイクロコードのアドレスは、上記3項(IRNi, EAi, CNTi)のANDで与えられる。このアドレス生成回路は、図3に示すように、新規な分割されたAND平面で構成した。このAND平面は図4に示すような三つの部分平面に分割されており、デプレッショントランジスタを

表 1. μROM のマイクロコード表 (命令タイプ: IRN 1)

CNT	1	2	3	4	5	6	7	INST.
E. A								
1							OF 00 01	ADDC
2	MR 37 04 03 15 60			BI 00 06 03 30 10		MW 31 07 03 37 70	OF 31 01 00 37 00	ADD SUBC SUB EOR OR AND <e. a> <reg>
3	OP 31 02 00 14 20	BI 31 03 00 03 31	MR 31 04 03 37 60	BI 00 06 03 30 10		MW 31 07 03 37 70	OF 31 01 00 37 00	EXT COM CLR NEG
4								
5	OP 31 03 00 14 20		MR 31 04 03 12 61	BI 00 06 03 30 10		MW 31 07 03 37 70	OF 31 01 00 37 00	
6	BI 31 03 00 07 10		MR 31 04 03 14 60	BI 00 06 03 30 10		MW 31 07 03 37 70	OF 31 01 00 37 00	<e. a>
7	BI 34 02 00 00 33	BI 00 03 00 37 32	BL 00 04 00 37 12	BI 26 07 00 16 10			OF 35 01 00 32 00	MUL



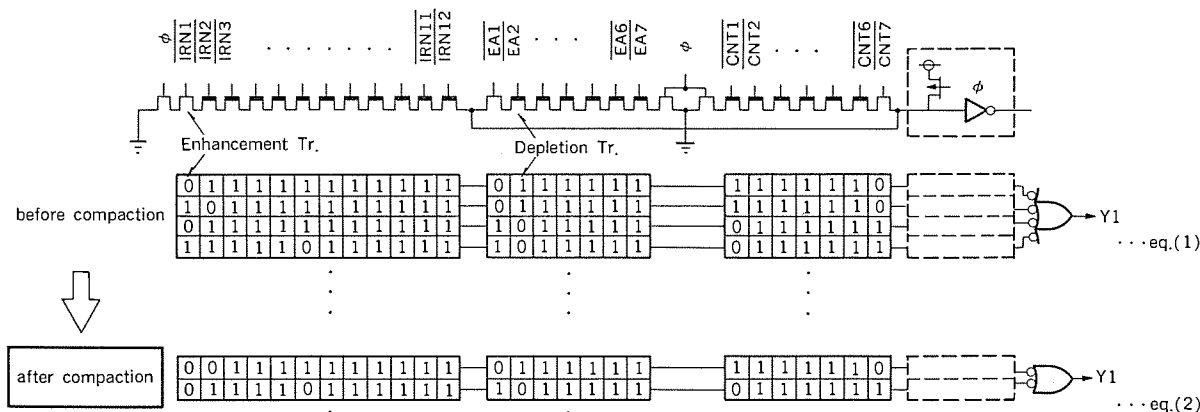


図 4. μ ROM の AND 平面

用いて構成することで高密度化を図った。同図上部のトランジスタ列で構成されている論理は、3.3 節に示す式(1)の第一項である。これは、Y1 のマイクロコードをアクセスするためのアドレス生成論理に相当する。各入力ワード線は、“L” アクティブである。いま、クロック ϕ が “L” の間に AND 平面のビットラインはプリチャージされ、IRN1, EA1, CNT7 が選択されたとする。この部分に、エンハンスメントトランジスタが配置されているので、ビットラインにプリチャージされたレベルはクロック ϕ が “H” になっても保持され、論理が成立しその出力は有効となる。

3.3 コンパクション法

マイクロコードは、制御コードを圧縮している。このため、三つの入力条件が異なっても同じマイクロコードを出力する場合がある。例えば、表 1. に示す命令タイプ IRN1 では、EA2・CNT4 と EA3・CNT4 は、同じマイクロコードである。また、各マイクロコードとそのアドレスは、全命令にわたり配列し、同じマイクロコードを持つアドレス成分をプログラミングにより並び換えるテーブル変換操作を行った。この結果を先の分割された AND 平面に適用した。

今、あるマイクロコード Y1 をアクセスするアドレス条件が式(1)のように与えられたとする。このとき、Y1 は図 4. のコンパクション前の回路構成になるが、この分割された AND 平面の OR-AND 機能により、式(2)のコンパクションが可能で同図の下段のように縮小できる。

$$Y1 = \text{IRN1} * \text{EA1} * \text{CNT7} + \text{IRN2} * \text{EA1} * \text{CNT7} + \text{IRN1} * \text{EA2} * \text{CNT1} + \text{IRN6} * \text{EA2} * \text{CNT1} \quad \dots \text{eq.(1)}$$

$$Y1 = (\text{IRN1} + \text{IRN2}) * \text{EA1} * \text{CNT7} + (\text{IRN1} + \text{IRN6}) * \text{EA2} * \text{CNT1} \quad \dots \text{eq.(2)}$$

この結果、OR の項は、4 項から 2 項に抑えることができ、マイクロコードのアドレス生成回路のコンパクト化を実現した。

3.4 設計結果

この方法により、分割された AND 平面のサイズは 43.6 % に縮小

表 2. 分割された AND 平面のコンパクション結果

分割された AND 平面	before compaction		after compaction	
	項数	Tr 数	項数	Tr 数
μ ROM	257	6,682	112	2,912
nROM (ALU)	276	4,416	72	1,152
nROM (Control)	69	828	17	204
合計		11,926 (100 %)		4,268 (36 %)

できた。また、この方法を nROM の一部にも適用した。その結果を表 2. に示す。このマイクロプログラムコントロール全体では、分割された AND 平面を 36 % に縮小した。なお、実際のレイアウトでは本文中で ROM と表現している三つの ROM iROM, μ ROM, nROM すべてを、下記理由により PLA にて構成した。

- (1) 各 ROM はすべての入力組合せを必要としないので、ROM で実現すると冗長性が増し面積的に不利である。
- (2) 命令セットの組替えはないので、入出力値の最適化を行ってハードウェア構成の最小化ができる。

このマイクロプログラムコントロール部は、1.04 mm $\times$ 4.53 mm であり、総トランジスタ数 10,000 Tr, 集積密度は 2,121 Tr/mm² である。

4. 設計手法

M31600 M2- $\times \times \times$ FP のレイアウト設計では 2 種類の設計手法を用いた。一つは当研究所が開発したシンボリックレイアウト手法の一種である MGX (Mitsubishi Gate Matrix) 設計システムによる設計、もう一つは従来どおりの人手によるパターン設計 (マニュアルレイアウト) である。人手によるレイアウト設計は高集積密度を実現できる点で高性能を得ることが可能であり、量産製品の設計に広く用いられている手法である。しかし、高集積密度を得る代償として設計期間が長期にわたり、LSI の高機能化が進むにつれて設計人工の増大による開発コスト高、開発期間の増加による開発競争力への影響など、様々な問題が生じつつある。このような問題を解決すべく、短期間のレイアウト設計を可能とする MGX 設計システムを開発し、今回の設計に適用した。

MGX 設計システムとは、格子上にトランジスタ、コンタクトなどのシンボルを配置し、そのシンボル間の信号線を金属配線層、ゲート配線層を用いて結線しパターンを構築していく方式である。設計者は複雑な設計ルールを意識する必要がなく、目的とする論理回路の機能を実現するパターンのトポロジーのみを考えればよいので、マニュアルレイアウトに比べて集積密度は落ちるがパターン設計に要する時間は非常に短縮できる。

2 種類の設計手法を用いた理由を以下に示す。

- (1) MGX 設計システムを用い短期間にプロトタイプ (機能評価用) LSI を設計・試作し、早期に機能評価を行い、結果をマニュアルレイアウト LSI にフィードバックすることで最終製品としての開発期間の短縮化を図る。
- (2) 今後のマイコン開発にて予想される応用分野別に様々な周辺

表 3. 各ブロックの設計結果

ブロック名	Tr 数	MGX 設計システム		マニュアル	
		集積密度 (Tr/mm ²)	人 工 (人・月)	集積密度 (Tr/mm ²)	人 工 (人・月)
データベース部	5,934	1,013	1.5	1,622	4.5
データベース制御部	1,897	994	1.5	1,129	4.2
タイマ部	3,171	1,158	2.0	1,698	4.3
UART 部	3,528	760	1.2	1,238	6.0
割り込み制御部	2,206	1,255	1.8	1,810	5.4

機能を内蔵させるカスタム化, 開発期間の短縮化に対処する設計方式として, MGX 設計システムの検討・評価を行う。

この2種類の設計手法によるレイアウト設計人工, 集積密度の比較を表 3. に示し, 図 5. に MGX 設計システムにて設計したチップ写真を, 図 6. にマニュアルレイアウトにて設計したチップ写真を示す。マニュアルレイアウトにより設計したパターンは, MGX 設計システムにて設計された結果をもとに再設計を行ったので, 各ブロック内のセルのフロアプランがかなり精度良くでき, 最適化を短期間で行うことができた。したがって, 表 3. のマニュアルレイアウト設計人工は従来のマニュアルレイアウト設計人工と比べて短期間で達成されている。設計人工の点では上記の理由があるにもかかわらず, MGX 設計システムを用いた場合は, マニュアルレイアウト設計に比べて 1/5~1/3 になっている。面積的にはマニュアルにより再設計した結果, 1.3 倍~1.5 倍の集積密度になった。LSI の設計システムは汎用の LSI から用途の限定されたフルカスタム LSI まで, LSI の用途や機能, 規模によって多岐に分かれている。その中で MGX 設計システムのようなシンボリックレイアウト手法を用いた設計システムは, 従来の非常に時間を費やしてきたレイアウト設計における強力なサポートツールとして広範囲に应用が期待できると考えられる。

5. 開発支援環境

M 31600 M2-×××FP の開発支援環境は, MS-DOS* ベースのパソコン上でサポートされる。市販のパソコンをホストコンピュータとして使用し, これに RS-232 C インタフェースを介して M 31600 M2-×××FP デバッグを接続する。

また, サポート予定のソフトウェアとしては, 下記のものがある。

(1) C コンパイラ

機器組み込みを対象にした C コンパイラである。ROM 化, 割り込み記述などを容易に行うことができる。

(2) リロケータブルアセンブラ

リロケータブルアセンブラは, M 31600 M2-×××FP のすべての動作モードで使用可能である。

(3) スモールモデルアプソリュートアセンブラ

スモールモデルアプソリュートアセンブラは内蔵 ROM を対象としたソフトウェア開発のために準備されるものであり, シングルチップモードで使用できるアドレッシングモードの記述を簡潔に行うことができる。

(4) シンボリックデバッグ

RS-232 C を介してパソコンに接続されたデバッグを操作するソフトウェアである。基本コマンドは CP/M-86** の DDT 86 に準拠し, ログ機能・データ型別の表示/入力, 細かなブレーク条件の設定が行えるよう設計されている。

* MS-DOS はマイクロソフト社の登録商標

** CP/M-86 はデジタルリサーチ社の登録商標

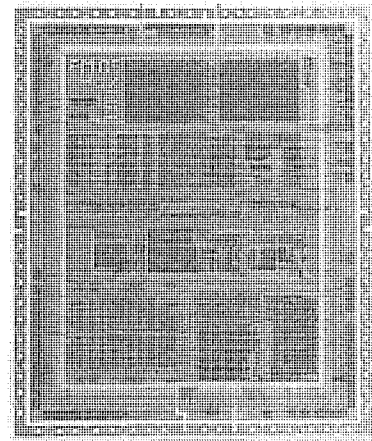


図 5. MGX 設計システムを用いたチップ写真
(チップサイズ 7.50 mm×9.26 mm)

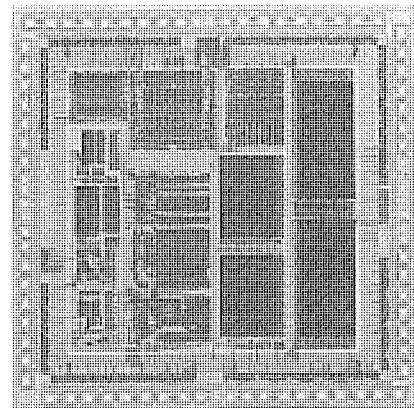


図 6. マニュアルレイアウトを用いたチップ写真
(チップサイズ 8.43 mm×8.06 mm)

6. む す び

オリジナル 16 ビットマイクロコントローラ M 31600 M2-×××FP について, 製品の特長, マイクロプログラムコントロール回路の構成, レイアウト設計システムなどを紹介した。今後は, MELPS 740 シリーズと同様に, この製品をベースにして応用分野別に最適な周辺機能を集積した製品シリーズを展開し, 多様化, 高機能化していく各種 OA 機器分野への確に対応していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 梅木ほか: CMOS 16 ビット 1 チップマイクロコントローラとその応用, 電子材料, p. 143 (1986-1)
- (2) 中川ほか: 新規なマイクロプログラム制御方式を採用した高機能 CMOS 16 ビット 1 チップマイクロコントローラ, 電子通信学会研究会 (1986-10)
- (3) 尾崎ほか: MGX: AN INTEGRATED SYMBOLIC SYSTEM for VLSI D. A. Conference, p. 572 (1984)
- (4) 斎藤ほか: 16 ビットマイクロコントローラにおけるシンボリックレイアウト手法の応用, 電子通信学会研究会 (1986-1)
- (5) 北村ほか: マイクロコントローラ設計への MGX 設計システムの適応, 昭 61 年度 電子通信学会全国大会
- (6) 亀井ほか: CMOS 16 ビット 1 チップマイクロコンピュータ M 31600M2-×××FP デバイスファイル, No 9

D 液晶光スイッチ

笠原久美雄*・中村 猛*・伊東 尚*

1. ま え が き

光スイッチは、光路を切り換えたり開閉する光デバイスである。LAN(Local Area Network)などで、伝送網の信頼度を高めたり、光ファイバの利用率を高めたりするために用いられている。

これまでに、入力端子数 M が1個で出力端子数 N が100に及ぶ $1 \times N$ 選択型光スイッチや、入出力端子数のいずれもが10を超える $M \times N$ クロスバ光スイッチが開発されている。しかし、これらの中で実用化されているのは $M, N=2$ の機械式光スイッチである。ところが、機械式光スイッチは、可動部分を持っているため寿命が制限され、消費電力と寸法が大きい。これに対して、電気光学効果、磁気光学効果、又は液晶の旋光性などを利用する電子式光スイッチは、低消費電力、長寿命、薄形である。特に、液晶をスイッチング媒質としたものは、他の電子式光スイッチに比較して駆動電圧が低い、消費電力が少ない、小型であるという特長を持っている。

上述の特長に着目し、スイッチング媒質として液晶を用いた光スイッチを開発した。開発したモデルは、2入力×2出力のクロスバ型と、入力信号を常時モニタする端子を持った2入力×2出力の選択型の2種類である。いずれも、駆動電圧はTTLレベル、消費電力は10 mW以下、寸法は厚さ10 mm (62 mm×31 mm×10 mm) と薄型であり、プリント基板への実装が容易である。

本稿では、これらの液晶光スイッチの構成と動作原理と性能について述べる。

2. 構成と動作原理

2.1 クロスバ型液晶光スイッチ

図1は2入力×2出力のクロスバ型液晶光スイッチの構造図である。きょう(筐)体には、液晶セル、偏光ビームスプリッタ、ロッドレンズ等からなる光学系と、液晶セルに電圧を印加する駆動回路を収容している。液晶セルは、入射窓内面と出射窓内面でネマチック液晶の分子軸が45°をなすようラビングにより配向処理を施したツイステッドネマチック液晶セルを2個積層したものである。偏光ビームスプリッタは、直方体のガラスブロックの中に2枚の反射膜と、1枚の誘電体多層偏光膜を内蔵したもので、分離されたいずれの偏波をも利用できる形式である。この形式を採用することにより、従来の電子式光スイッチで問題であった挿入損失を3 dB改善している。駆動回路は、液晶セルをTTL信号により直接駆動できるようにするためのもので、発振回路と昇圧トランス等により構成されている。

図2はクロスバ型液晶光スイッチの動作説明

図である。端子1から入力された信号光は、偏光ビームスプリッタで偏波面が紙面に平行なP偏波成分と、垂直なS偏波成分に分割され液晶セルに入射する。液晶セルに電圧が印加されている場合、液晶分子の分子軸は印加電界の方向に整列させられている。使用している液晶分子では分子軸と光学軸が一致しているので、P偏波とS偏波に対して、印加電界の方向に整列した液晶は等方的であり、通過光の偏波面を回転しない。したがって、偏波分割された二つの信号光は、液晶セルへの入射時と同じ偏光状態で出射側の偏光ビームスプリッタに到達し、合成されて端子3に出力される。他方、液晶セルに電圧を印加していない場合、入射側の偏光ビームスプリッタで分割されたP偏波、S偏波とも液晶セルの通過に際して、偏波面が液晶の旋光性により90°旋回させられる。入射光の偏波面と直交状態で出射側の偏光ビームスプリッタの偏光膜に到達した2本のビームは、偏光膜の「P偏波を透過し、S偏波を反射する」機能によって、電圧印加時と異なる方向に合成される。このため、端子1からの信号光は、端子4に出力する。

端子2からの信号光も以上の説明と同様に、電圧印加時には入力端子と対称な位置にある端子4に、電圧無印加時には端子3に出力される。

図3はクロスバ型液晶光スイッチの外観である。筐体についてはふた(蓋)を開いてあり、光学部と駆動回路がみえる。寸法は、62 mm×31 mm×10 mmである。信号の入力と出力は、FC型の光コネクタ

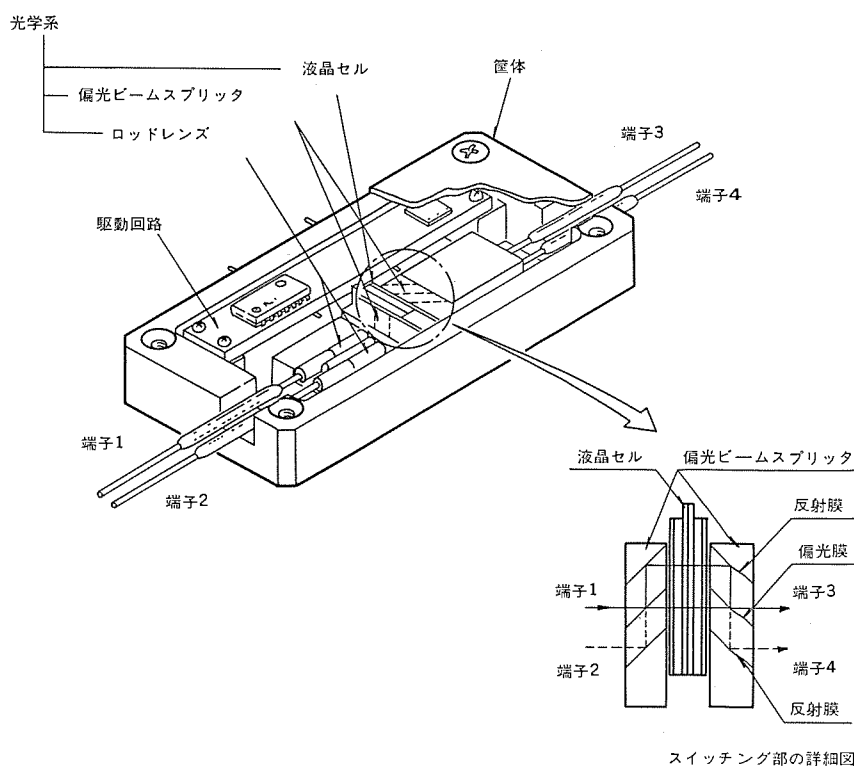


図1. クロスバ型液晶光スイッチ (FS-04) の構造図

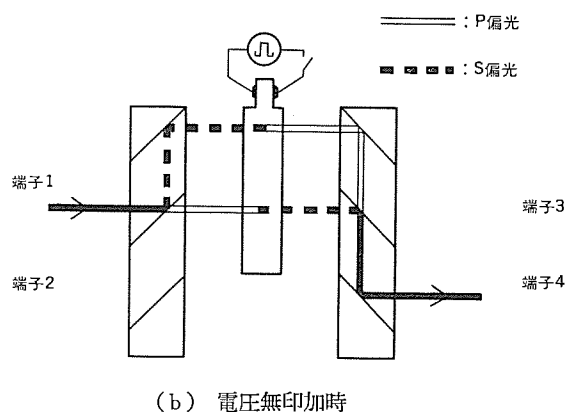
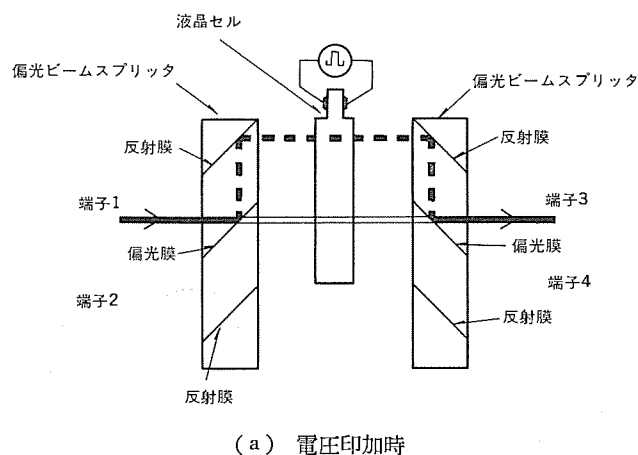


図 2. クロスバ型液晶光スイッチ (FS-04) の動作説明図

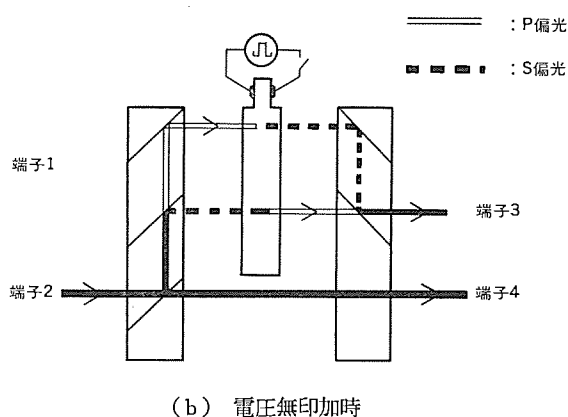
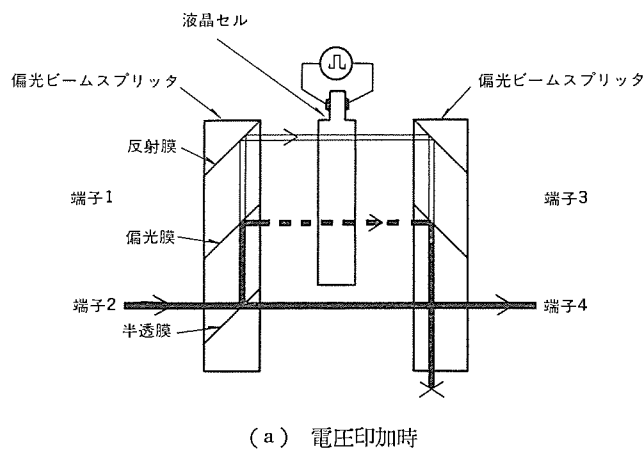


図 4. 選択型液晶光スイッチ (FS-05) の動作説明図

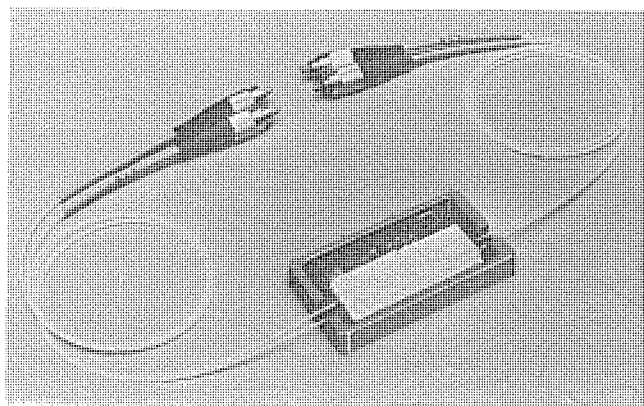


図 3. クロスバ型液晶光スイッチの外観

で成端された光ファイバにより行う。光ファイバは、コア径 $50\mu\text{m}$ 、クラッド径 $125\mu\text{m}$ 、NA (開口数) 0.2 のグレーデッドインデックス光ファイバである。

2.2 選択型液晶光スイッチ

図 4. は入力信号の一部分を出力端子の一方に常時出力する機能を持った選択型液晶光スイッチの動作説明図である。2.1 節で説明したクロスバ型に比較して、端子2の近傍の反射膜が半透膜になっている点、及び端子4の近傍の反射膜がなくなった点が異なっている。このため、クロスバ型と以下の2点の動作上の違いが生じている。すなわち、端子2から入力された信号光の一部は常に端子4に出力さ

れること、端子3から出力される信号光は電圧の印加、無印加により端子1からのものか端子2からのものかを選択されること、である。この形式の光スイッチは、伝送路を伝搬する信号を常に監視することができ、ループ状光ネットワークで多用されている。

なお、選択型液晶光スイッチについても、筐体内に光学系と駆動回路を収容しており、図 3. のクロスバ型と同じ外観を持っている。

3. 性能

光スイッチの性能評価パラメータは、挿入損失、切換時間、漏話量、消費電力等である。表 1. に液晶光スイッチの性能を示す。

(1) 挿入損失

液晶光スイッチの挿入損失は、液晶セル、偏光ビームスプリッタ、光コネクタなどの光学部品の反射、散乱、吸収損失と軸ずれ損失である。図 5. は光コネクタ損失を含むこれらの損失の積算値の度数分布と累積出現率を示したものである。図は平均値 1.5 dB であること、及び損失 2.5 dB までの累積出現率が 99 % 以上であることを示している。

図 6. は中心波長 $0.83\mu\text{m}$ の LED を光源として測定した挿入損失の温度依存性である。電圧印加時と電圧無印加時とも温度範囲 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ における挿入損失 1.5 dB 以下、温度変化 0.15 dB 以下が得られている。なお、挿入損失の波長依存性は、別の測定により波長 $0.8\sim 0.9\mu\text{m}$ で 0.2 dB 以下であった。

(2) 切換時間

液晶光スイッチの切換時間は、外部から印加される電界方向に液晶分子が整列するのに要する時間と、印加電界を消去した際ラビングな

表 1. 液晶光スイッチの性能

項 目		ク ロ ス バ 型 (FS-04)			選 択 型 (FS-05)			単 位
		最 小 値	標 準 値	最 大 値	最 小 値	標 準 値	最 大 値	
使 用 波 長		850±20			850±20			nm
挿 入 損 失	端 子 1→端 子 3	—	1.5	2.5	—	1.5	2.5	dB
	端 子 2→端 子 4	—	1.5	2.5	—	4.0	5.5	
	端 子 1→端 子 4 (注 1) 端 子 2→端 子 3	—	1.5	2.5	—	4.5	5.5	
漏 話 量	端 子 1→端 子 4	—	−20	−18	—	—	−45	
	端 子 1→端 子 3	—	−20	−18	—	−20	−18	
切 換 時 間		—	15	20	—	15	20	ms
入 力 電 圧		5±0.3			5±0.3			V
消 費 電 力		—	—	10	—	—	10	mW
使 用 温 度		0～+50						°C
重 量		約 50						g
使 用 フ ァ イ バ		GI-50/125						—

(注 1) FS-04 のみ

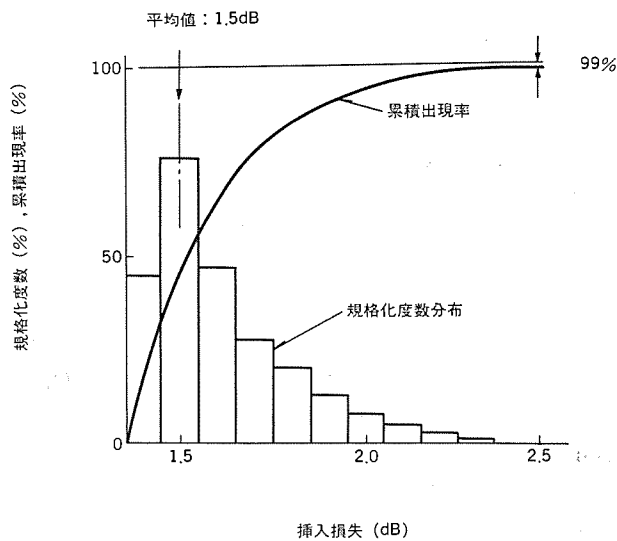


図 5. 挿入損失の規格化度数分布と累積出現率
(光コネクタの損失を含む)

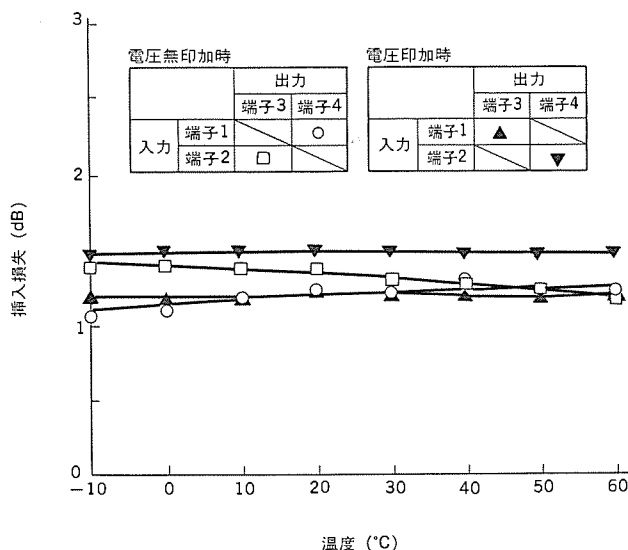


図 6. 挿入損失の温度依存性

どの配向処理の方向へ分子軸が緩和する時間とにより規定される。前者を立ち上がり時間、後者を立ち下がり時間と呼ぶが、これらは式(1)と式(2)で表される⁽¹⁾。

$$t_r = \frac{\eta \cdot d^2}{\Delta \varepsilon \cdot \varepsilon V^2 - K^2 \pi} \quad (1)$$

$$t_f = \frac{\eta \cdot d^2}{K^2 \pi} \quad (2)$$

ここで、 η は液晶の粘性、 d は液晶層の厚み、 $\Delta \varepsilon$ は液晶分子の軸方向とそれに直交方向の誘電率の差、 ε は液晶分子の誘電率の平均値、 V は印加電圧、 K は液晶分子の弾性定数である。

いずれの切換時間に対しても、高速化のためには、粘性の低い液晶を薄いセルに封入することが有効なことが示されている。開発した液晶光スイッチでは、所要の偏波面旋回角 90° を、個々の偏波面旋回角が 45° の液晶セルを光の進行方向に 2 個積層することにより実現し、高速化を図っている。

図 7. に切換時間の温度依存性を示す。立ち上がり時間 t_r は全温度範囲で 3 ms 以下、立ち下がり時間 t_f は室温付近で約 6 ms、0°C でも 15 ms である。

(3) 漏話量

液晶光スイッチの漏話量を定める要因は、液晶の消光比と、液晶セルを除く光学部品の複屈折、及びこれらの温度依存性である。光学部品の複屈折については、筐体の構造を温度変化があっても光学部品に応力を発生させないものとするにより、無視し得るようにした。ここでは、液晶の消光比と漏話量の関係について説明する。

2 章での説明は簡単のため、液晶は旋光性のみを持つとしたが、漏話量とその変動を検討するには液晶の複屈折についても考慮しなければならない。式(3)は液晶分子が複屈折性旋光媒質として作用する電圧無印加時の消光比の表式である⁽²⁾⁽³⁾。

$$C = 10 \log \left\{ \frac{\sin^2 \frac{\pi}{2} (1 + X^2)^{\frac{1}{2}}}{(1 + X^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} + 10 \log T \quad (3)$$

$$X = 2 \Delta n \cdot d / \lambda$$

$$d = d(t), \Delta n = \Delta n(t) \quad (4) \quad (5)$$

ここで、 C は消光比、 Δn は液晶の複屈折、 d は液晶セルの厚み、 λ は信号光の波長、 T は液晶の透過率である。式(4)と式(5)は、液晶セルの厚みと、液晶の複屈折が温度依存性を持つことを示して

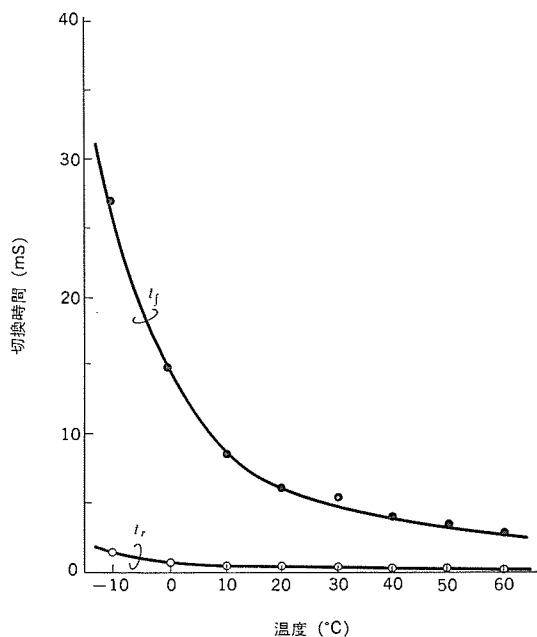


図 7. 切換時間の温度依存性

いる。

なお、透過光に対して複屈折と旋光性が消失したように観測される電圧印加時には、液晶光スイッチの消光比は、入射窓と出射窓内面の近傍における液晶の配列の乱れによって規定されるが、これは温度依存性をほとんど持たない。

図 8. は漏話量の温度依存性に関する理論値と測定値を示した図である。電圧印加時の漏話量は温度依存性のないこと、電圧無印加時でも温度範囲 0～50°C において漏話量 -20 dB 以下が得られることがわかる。

(4) 消費電力

消費電力は入力電圧依存性を持つが、入力電圧 5.3 V 以下で 10 mW 以下を実現している。

(5) 切換寿命

液晶光スイッチに、波周数 50 Hz で 5 V の電圧を繰り返し印加して切換寿命に関する試験を行った。試験の結果、切換回数に換算して 3×10^8 に相当する 1,700 時間を経過しても、挿入損失、漏話量、切換時間のいずれにも変化の発生しないことを確認した。

4. む す び

LAN などで使用可能な多モード光ファイバ用の液晶光スイッチを開発した。開発したモデルは、2 入力×2 出力のクロスバ型と、入力信

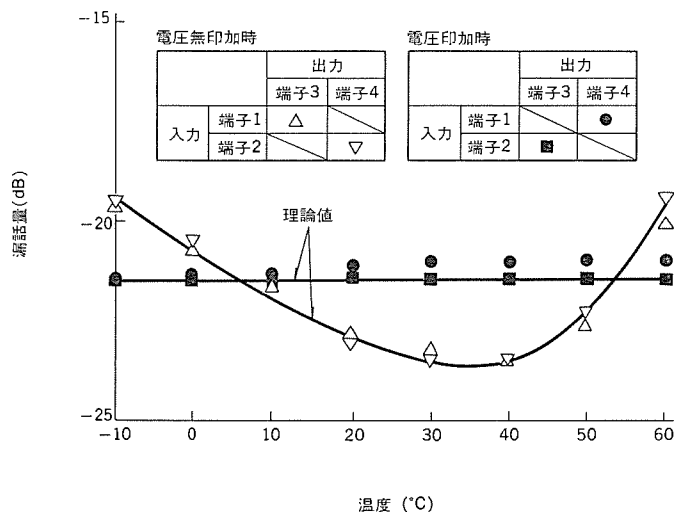


図 8. 漏話量の温度依存性

号光の一部を常時モニタする機能を持った選択型の2種類である。

これらの液晶光スイッチは以下の特長を持っている。

- (1) スwitching 媒質として液晶を用いているため、機械式光スイッチより消費電力が約2けた低い。
- (2) 駆動回路を内蔵しているため、TTL 信号により直接駆動することができる。
- (3) 可動部分が無いため、高信頼かつ長寿命である。
- (4) 厚みが 10 mm と薄型であるため、プリント基板への実装が容易である。

性能は波長 0.83～0.87 μm の信号光に対し、温度 0～50°C の範囲で、切換時間は 15 ms 以下、漏話量は -20 dB 以下、消費電力は 10 mW 以下である。挿入損失はクロスバ型で 1.5 dB 以下、選択型で 4.5 dB 以下である。

今後、光ファイバ通信分野ばかりでなく、各種の計測・制御分野にも用途が拡大すると期待される。

参 考 文 献

- (1) E. Jakeman and E. P. Raynes: Electro-Optic Response Times in Liquid Crystals, Phys. Lett., 39 A, 1 (1972)
- (2) 笠原ほか: 液晶光スイッチ, 電子通信学会技報, OQE 86-41 (1986)
- (3) P. McIntyre: Transmission of Light through a Twisted Nematic Liquid Crystal Layer, JOSA, 68, 6 (1978)

川口 憲治*, 吉田 章男*, 小林 裕昭**, 馬場 利靖**

1. ま え が き

近年、部品の高機能化や機能の複合化に加えて、組立ての自動化や無調整作業などの要求により、個々の部品の高精度化が強く求められるようになった。一方、曲げ加工は材料のスプリングバック（材料に変形を与えても、ある程度ばねのように元に戻ろうとする現象）が製品精度に直接影響するため、プレス加工の中でも精度確保が最も困難な加工法の一つである。

スプリングバックは同一加工条件でも、素材の板厚や材料特性により変化し、これが寸法精度を悪化させる要因となっている。U曲げ加工（板材をプレスでU字状に曲げる加工法）では、このスプリングバックを減少させる方法として、曲げの後、ワークの幅方向に圧縮力を加える圧縮曲げ加工法⁽¹⁾や、フランジ上端面に圧縮力を加えるリストライク曲げ⁽²⁾などが開発されている。これらは、曲げ部分の応力分布を変えるもので、スプリングバックを抑制する手段としては有効であるが、素材の板厚のばらつきにより金型のクリアランス（パンチとダイスのすき間）と板厚が一致せず、そのために生ずる寸法精度の悪化は防止できなかった。

当社の電力量計の制動磁石に使われるU字形ヨークは、素材の板厚変動により曲げ寸法にばらつきが生ずるため、制動磁石の主ギャップ寸法に影響を与え、磁力がばらつく原因となる。ヨークの曲げ寸法の安定を図ると、電力量計の調整作業時間の短縮、着磁不良手直しの削減、又は磁石鋼量の縮減などに寄与する。

そこで筆者らは、金型は固定したものとの概念を打破し、プレス機上で、曲げ加工の前ステージで素材の板厚を計測し、この信号により、

(1) ダイス(雌型)を開閉して型のクリアランスを素材の板厚に一致させ、幾何学的な原因による精度不良を防ぐ。

(2) 板厚のばらつきによるスプリングバックの変動を抑えるために、プレッシャッド（加工時にワークの底面が湾曲するのを防止するため、ワークの下側からパンチに向って、常にワークを押しつけるための板）に与える背圧を板厚に応じて制御する。

の二系統を制御し、板厚が ± 0.2 mm 程度に変動しても高精度な加工が行えるシステムを開発した。

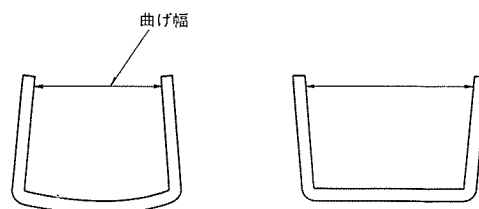
初期のシステムでは、上型すなわちパンチをプレスのスライドに固定していた⁽³⁾ため、下死点精度の優れたプレスを用いないと結果が安定しないという欠点があった。このため、パンチを油圧で浮上させることによりこの欠点を解消した⁽⁴⁾。

ここでは、両者を対比させながらシステム構成と実験結果について述べる。

2. 基本原理と装置構成

2.1 基本原理

開発したU曲げ加工システムの基本原理の一つは、既に述べたようにダイスを開閉することにより、型のクリアランスを板厚に一致させる



(a) 背 压 小 (b) 背 压 大

図 1. 曲げ幅に対する背圧の影響

ことである。もう一つは、図 1. に示すように加工時に プレッシュパッドに与える背圧を小さくするほど製品の底面が湾曲し、曲げ幅が小さくなることを利用している。すなわち、板厚に応じて背圧を調整することにより、板厚のばらつきによる スプリングバック の差異を防止するものである。

2.2 装置の構成

図 2. に開発した U 曲げ システムの構成を示す。板厚測定用型はリニアスケールをセンサとして用いたもので、曲げ加工の前 ステージに置かれる。プレス の上下運動を利用して、その下死点付近でリニアスケールが素材に当たることにより、板厚を $1\mu\text{m}$ の単位まで計測する。制御装置にはコンピュータが搭載され、板厚信号を受けてパルスモータにパルスを送り、ボールねじ及びカムを介して下型のダイスを開閉する。また、加工時に背圧を与える プレッシャパッドは油圧シリンダで駆動され、その油圧回路内には、与えた電流の大きさに応じて無段階に圧力を変えられる電流制御 リーフ弁が組み込まれている。高精度を得るための背圧は、あらかじめ実験で求めておきコンピュータに記憶させておく。そして、計測した板厚に応じて適切な電流を リーフ弁に送り、所望の背圧を プレッシャパッドに与える。

初期のシステムでは図 2. に示したように、パンチをプレス機のスライドに固定していたが、既に述べたように下死点精度の良いプレス機を用いても安定した高精度加工が行えるよう、新たに図 3. に示す

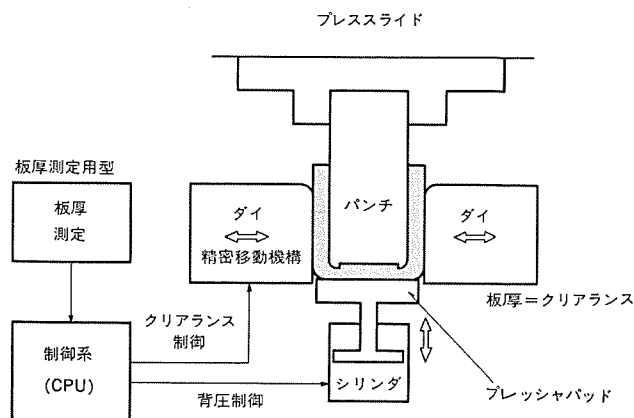


図 2. 開発したU曲げシステムの構成

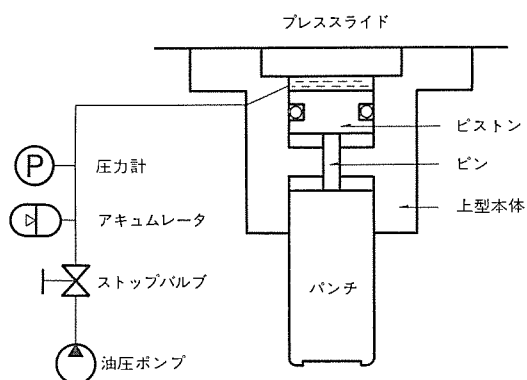


図 3. 新たに追加した上型機構

ような上型機構を追加した。図において、上型本体は油圧シリンダを兼ね、ピストンとしゅう(摺)動可能にかん合して油圧ラムを構成している。また、パンチはピンを介してピストンからの圧力を伝達されるとともに、上型本体と摺動可能にかん合している。パンチに付加する圧力は、油圧ポンプからシリンダ内に油を送り込んだ後、ストップバルブを閉じることにより常に一定圧を保っている。なお、加工時にパンチに加わる反力により油圧回路が受けるショックは、回路内にアキュムレータを備えることにより吸収している。

3. 実験条件及び手順

3.1 実験条件

供試材は SPCC(冷間圧延鋼板)で、公称板厚 3.2 mm 及び 3 mm の板を図 4. の形状に打ち抜き、そのまま又は前加工で板厚を落とし、 3 ± 0.2 mm の範囲で数種類の板厚のものを準備した。

図 5. にパンチをプレスのスライドに固定した場合と、油圧で浮上させた場合のパンチ形状を示す。共にパンチの両肩に突起を設けているが、これはワークの曲げ角部を強圧することにより、フランジ部が内側に倒れる力を与えて、スプリングバックにより外側に開くのを抑えるためである。この突起がなければ、フランジは開く一方となる。パンチを固定した場合、90 度の曲げ角を得るにはこの突起高さを板厚の 10% とするのが適切な値とされており、これに従って突起高さを 0.3 mm とした。これに対し、パンチを浮上させた場合には突起高さ 0.3 mm では製品の曲げ幅が小さくなりすぎた。

この原因は次のように考えられる。パンチを固定した場合には、図 6. に示すように公称 3 mm (実寸 2.97 mm) の板厚の素材の場合に、プレス下死点の設定位置をパンチ底面(突起を除く)が丁度ワークの上面に一致するより、更に 0.27 mm 下げてワーク全体の強圧化を図っている。しかし、この状態でも製品に残された圧こん(痕)の深

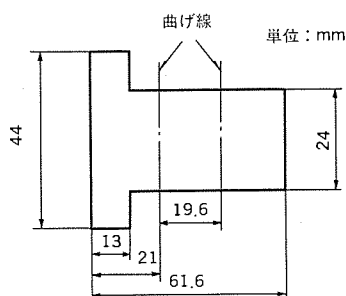


図 4. 供試材の形状

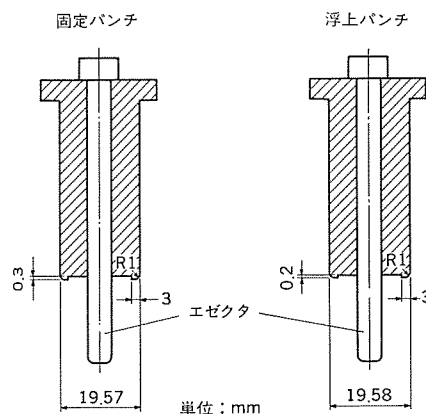


図 5. パンチの形状

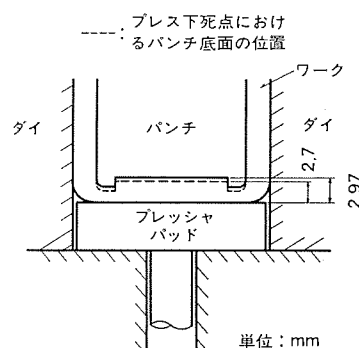


図 6. 下死点の設定位置(パンチ固定)

さは 0.17 mm とパンチとの突起高さ 0.3 mm よりかなり小さくなっている。これは、金型及びプレスが弾性変形して逃げていることを示している。これに対し、パンチを浮上させた場合には、パンチがプレスや金型の変形に追従できるため、どんな板厚のワークでもパンチの突起高さと製品の圧痕深さが一致した。したがって、公称 3 mm の板の場合にパンチ固定の場合と結果を合わせるには、浮上パンチの突起高さを 0.17 mm にすべきであるが、背圧の大きさによっても曲げ幅を変えられるので、ここでは端数を省いて 0.2 mm の突起高さとした。

なお、パンチの突起をワークに押し込むのに必要な力は約 5 トンであるが、パンチに付加する油圧力はこれより十分大きい 7 トンに設定している。また、プレスの下死点位置をある程度変化させても、曲げの結果に影響がないことを確認した。

使用したプレスは 60 トンダブルクラックプレスである。また、ダイス肩の丸み半径は 5 mm で、潤滑剤は使用していない。

3.2 実験手順

ここでは、金型のクリアランスを素材の板厚に一致させて加工するときに、高精度を得るための最適な背圧、すなわちプレッシャパッドに与える力の求め方について説明する。図 7. は数種の板厚の素材に対し、意図的に背圧を変化させたときの曲げ幅(内幅)が変化する様子を示した模式図である。図において実線は、A 寸法すなわち製品の底部上面から 17 mm の高さにおける内幅を、また破線は B 寸法すなわち底部上面から 5 mm の高さにおける内幅を示している。

B 寸法は底面に近いので板厚及び背圧の変化に鈍感であり、ほぼ 1 本の直線で表される。A 寸法はいずれの板厚でも背圧の増加とともに大きくなる。これは、図 1. に示したように背圧を大きくするほど底面の湾曲が小さくなり、フランジが外側に開いて曲げ幅が大き

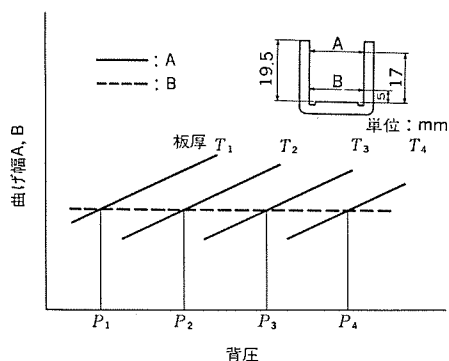


図 7. 曲げ幅に対する板厚と背圧の影響 (模式図)

くなることによる。

加工精度を良くするには、A 寸法と B 寸法が一致するような背圧を選ばばよく、この板厚と最適背圧の関係をコンピュータに記憶させておく。

パンチ幅は図 5. に示したように、固定パンチでは 19.57 mm であるのに対し、B 寸法は 19.69 mm となった。浮上パンチではパンチ幅 19.58 mm に対し、B 寸法は 19.69 mm である。これは、曲げ角部のやや上方のフランジ部に加工時のショックマーク (加工開始時に素材がダイス肩に当たるときのショックでフランジにできる段差) のため、このマークより下側では曲げ幅がパンチ幅とほぼ同一であるが、上側では 0.1 mm ほど大きくなっているためである。なお、B 寸法はこのマークより上の位置で測定した。

4. 実験結果

4.1 板厚と最適背圧の関係

図 8. は 3.2 節で示した実験手順に従って得た、板厚に対する最適背圧、すなわち高精度が得られるための背圧値を示したものである。パンチ固定の場合には、板厚の増加とともに最適背圧も上昇し、最適背圧が板厚の三次式で近似できたが、パンチ浮上の場合には最適背圧が緩やかな負のこう配を持つ直線となり、際立った相異を示している。

この原因を探るため、パンチの両肩の突起によって形成される製品の圧痕深さを測定してみたのが図 9. である。パンチ固定の場合には、当然ながら板厚の小さいワークほど圧痕の深さも小さくなっている。これに対し、パンチを浮上させた場合にはパンチがワークの板厚変化に追従できるため、どんな板厚のワークでもパンチの突起高さ 0.2 mm と同一の圧痕深さを示している。したがって、この場合には板厚の小さいワークほど相対的な圧痕深さが大きくなっている。

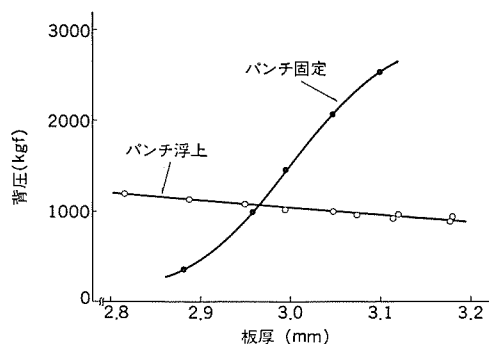


図 8. 板厚と最適背圧の関係

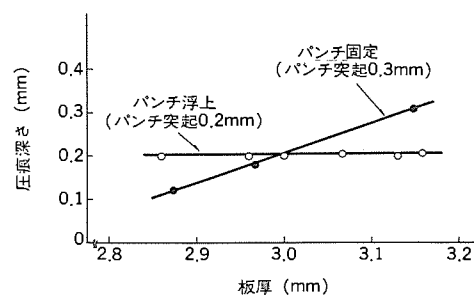


図 9. 板厚による曲げ角部の圧痕深さの変化

既に述べたように、ワークの板厚が大きいほどスプリングバックは小さく、したがって曲げ幅が小さくなるので、背圧を大きくして曲げ幅を広げてやる必要がある。また、圧痕の深さも大きくなるほど曲げ幅が小さくなる。しかしながら、図 8. のパンチ浮上の場合をみると、板厚が厚くなるほど最適背圧が小さくなっている。したがって、曲げ幅への影響はスプリングバックの大小より圧痕深さの大小がより強く影響すると断定できる。

4.2 クリアランス及び背圧を制御したときの曲げ精度

図 10. はパンチを油圧で浮上させ、クリアランスを素材の板厚に一致させるとともに、図 8. の関係に従って背圧を制御したときの曲げ幅を示したものである。当然ながら、曲げ幅の板厚に対する依存性は全くない。板厚変動が 2.81~3.2 mm の範囲で、曲げ幅の A 寸法は平均値が $\bar{X}=19.69$ mm、標準偏差が $\sigma_{n-1}=18 \mu\text{m}$ 、B 寸法は $\bar{X}=19.69$ mm、 $\sigma_{n-1}=5.7 \mu\text{m}$ で $\pm 50 \mu\text{m}$ 程度の加工精度が達成できた。図は省くが、パンチ固定の場合には板厚変動が 2.91~3.14 mm の範囲で、A 寸法が $\bar{X}=19.68$ mm、 $\sigma_{n-1}=16 \mu\text{m}$ 、B 寸法が $\bar{X}=19.68$ mm、 $\sigma_{n-1}=16 \mu\text{m}$ で $\pm 50 \mu\text{m}$ 程度の加工精度が達成できた。

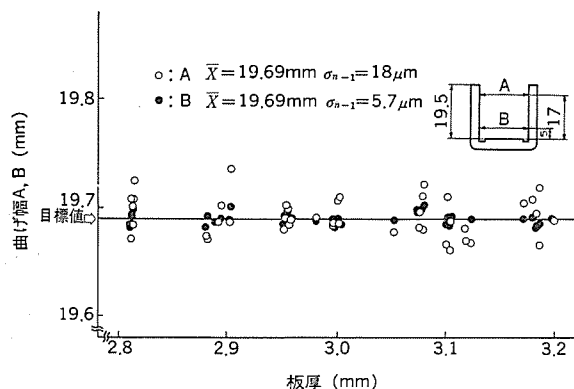


図 10. クリアランス及び背圧を制御したときの曲げ幅 (パンチ浮上)

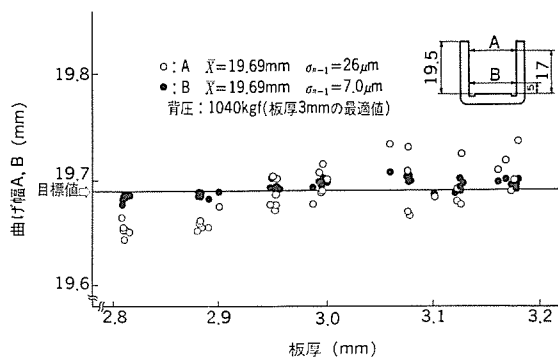


図 11. クリアランスのみ制御 (背圧固定) したときの曲げ幅 (パンチ浮上)

19.67 mm, $\sigma_{n-1}=7.2\mu\text{m}$ とほぼ同様の結果を得ている。

4.3 クリアランスのみ制御したときの曲げ精度

図 11. はパンチ浮上の場合に、クリアランスのみ制御して板厚に合わせ、背圧は板厚 3 mm で高精度が得られる条件に固定したときの曲げ幅を示したものである。

B 寸法はクリアランス及び背圧を制御したときと大差ないが、A 寸法は板厚が増すとともにやや大きくなり、板厚の変動幅 2.81~3.18 mm の範囲で σ_{n-1} が 26 μm と図 10. よりやや大きい。これは、図 9. に示したようにパンチ両肩の突起による圧痕深さがワークの板厚にかかわらず一定で、板厚の小さい材料ほど相対的に圧痕深さが大きくなることによる。しかしながら、現実に入手する材料の板厚ばらつきは $\pm 0.08\text{ mm}$ 程度であり、この範囲ではパンチを浮上させるか若しくは油プレスを用いれば、クリアランスの制御だけでも実用に耐える高精度な加工が可能といえよう。

図 12. はパンチを固定したときに、金型のクリアランスだけを制御した場合の曲げ幅を示したものである。この場合にも、B 寸法のばらつきは背圧も制御した場合と大差ないが、A 寸法は図 9. に示した圧痕深さの変化の影響を受けるためパンチ浮上の場合と大きく傾向が異なり、板厚変動幅 2.91~3.18 mm の範囲で $\sigma_{n-1}=88\mu\text{m}$ と、背圧も制御したときの 16 μm の約 5.5 倍に達している。

4.4 従来法との比較

図 13. はパンチを浮上させたときに、クリアランス及び背圧を共に板厚 3 mm のワークで 19.69 mm の曲げ幅が得られる条件に固定した場合の曲げ幅を示したものである。すなわち、油圧プレスを用いたときの従来法に相当する。金型の弾性変形はあるものの過度のしごき（型のクリアランスが素材の板厚よりも小さく、素材が薄くなって伸ばされる作用）は型の破損を招くため、ワークの板厚は最大でも 3.08 mm 程度とした。

この場合には、背圧を板厚に応じて制御していないことに加え、型のクリアランスと板厚がマッチしないため、A 寸法のばらつきが $\sigma_{n-1}=230\mu\text{m}$ と図 10. の場合の約 13 倍に達している。また、B 寸法のばらつきも 120 μm と図 10. の約 22 倍に達している。

図は省くが、パンチを固定した場合の従来法では板厚変動幅 2.91~3.05 mm の範囲で、曲げ幅のばらつきは A 寸法が $\sigma_{n-1}=180\mu\text{m}$ 、B 寸法が 63 μm である。この値は板厚の変動幅が小さいのでパンチ浮上の場合より小さいものの、それぞれ金型及び背圧を制御した場合の約 11 倍、約 9 倍と極めて大きなばらつきとなっている。

5. む す び

以上に示すように、U 曲げ加工において加工の前ステージで素材の板厚を高精度に計測し、その板厚信号に基づき金型のクリアランスを板厚に一致させるとともに、プレッシャッドに板厚に応じた背圧を与える加工システムを開発した。このシステムにより、 $\pm 0.2\text{ mm}$ の板厚変動に対しても、 $\pm 50\mu\text{m}$ 程度と従来法の 1/10 以下の寸法精度を確保することができた。

このシステムは、昭和 62 年度に電力量計の YORK の生産ラインに投入され、調整作業時間の短縮化を図るとともに、電力量計の安定化

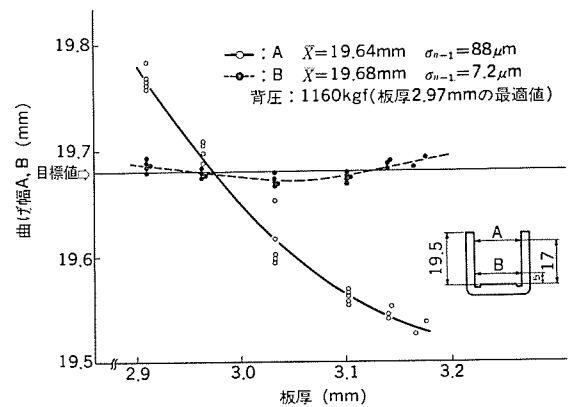


図 12. クリアランスのみ制御（背圧固定）したときの曲げ幅（パンチ固定）

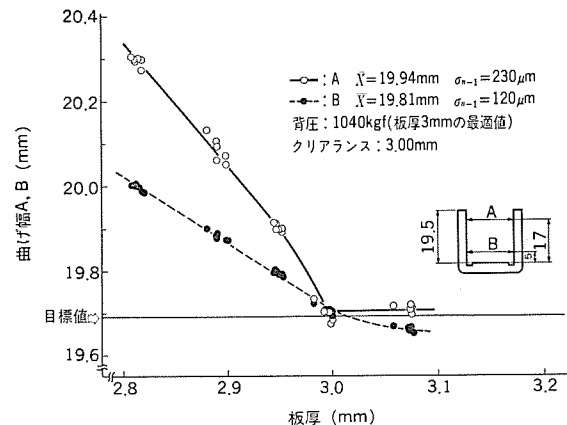


図 13. クリアランス及び背圧を共に固定したときの曲げ幅（パンチ浮上）

に寄与し品質保証に役立つ見通しである。

このシステムでは、材料特性のばらつきの影響を抑制する方法として、パンチ両肩の突起によりワークの曲げ角部を強圧する方法をとっている。しかしながら、強圧部は曲げ角部のうち、底面側に限られるためこの方法では材料特性のばらつきの影響を完全には抑制しきれない。今後、更に積極的な手段を構ることにより、板厚のばらつきとともに材料特性のばらつきの影響も抑えて、なお一層の高精度化を図り、より精密な部品を加工できるシステムを完成したい。

参 考 文 献

- (1) 益田・戸澤：圧縮曲げ加工法に関する研究，精密機械，27-7，437 (1961)
- (2) 永井：中厚板の高精度U曲げ加工，塑性と加工，28-313，143 (1987)
- (3) 川口ほか：金型の制御による高精度U曲げ加工，塑性と加工，28-313，200 (1987)
- (4) 川口ほか：金型の制御による高精度U曲げ加工（定加圧パンチによるプレス機互換性の実現），昭和 62 年度塑性加工春季講演会講演論文集，497 (1987)

スポットライト 電子化電話機の専用IC

最近の電話機は、IC搭載による高性能化・多機能化が進んでいます。たとえば、電子音による着信状態の報知、受話器を置いたまま発信できるオンフックダイヤル機能や、受話器を持たずに通話できるハンズフリー機能は一般的な電話機の機能になりつつあります。この電話機専用ICは、これら機能を実現するため専用に開発、製品化しました。従来の単機能IC2～3個と同等の機能を1チップ上に集積していますので、高性能化がはかれるとともに部品点数が削減でき、低価格化がはかれます。

トーンリングIC M54193AP/BP

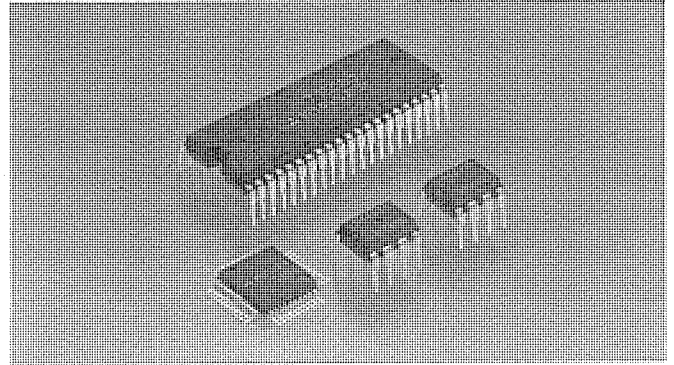
電話機の呼び出し音は、従来、機械式ベルによって発生していましたが、最近は圧電体（セラミックサウンダ）および電磁形スピーカを使用した電子音が一般的になりつつあります。三菱電機の電話機用トーンリングICM54193AP/BPは、この圧電体および電磁形スピーカを駆動するためのICです。高耐圧プロセスの採用により電源電圧max50Vまで印加可能なため、出力振幅は従来品の約1.5倍（45V_{p-p}）となっており、圧電体を使用したとき約7dB、電磁形スピーカを使用したときは約3dB、呼び出し音量がアップします。デザイン面からの制約により、音響体としての効果が十分に得られない場合に最適です。（1ピース形電話機やトーンリング付電話コンセントなど）

スピーカ受信機能付スピーチネットワークIC M54197FP/SP

受話器を置いたままダイヤル発信が可能なオンフックダイヤル機能付電話機では、相手の応答を確認するためスピーカによる受話拡声が必要です。スピーチネットワークICM54197FP/SPは電話機の基本機能である2線-4線交換回路（スピーチネットワーク）と受話拡声用スピーカを駆動するアンプ、マイコンやダイヤラICに電流を供給する電源回路を内蔵しており、オンフックダイヤル機能付多機能電話機に最適です。

電子化電話機専用ICシリーズ

形名	構造	機能	特長	使用電源電圧	回路電流(標準)	外形	使用ICの構成	
							標準電話機 1ピースホン	多機能電話機 スピーカ・マイコン・ダイヤラ
M54193AP	バイポーラ・デュアル	トーンリング	●高耐圧(50V)のため、音量が大きい。 ●減電圧検出による出力制御オフ回路を内蔵しているため、音切れが良い。 (APのみ) ●セラミック圧電体の起電電圧に強く、動作が安定。	20～50V	2.4mA	8ピンDIP	○	△
M54193BP				12～50V			△	○
M54197FP	バイポーラ・デュアル	スピーカ受信機能付スピーチネットワーク	●供給電圧によるスピーカ駆動が可能である。 ●用途に応じて、2種類のパッケージを選択できる。 ●減電圧検出による出力制御オフ回路を内蔵しているため、音切れが良い。 ●セラミック圧電体の起電電圧に強く、動作が安定。	2.2～14V	7mA	42ピンFLAT	○	△
M54197SP						42ピンシジクDIP	○	△
M54190FP	バイポーラ・デュアル	ハンズフリー通話機能付スピーチネットワーク	●ハンズフリー機能の1チップ化	2.2～14V	10mA	80ピンフラット	○	△
M50930-XXXXFP			●8ビットマイコン ROM 4Kバイト(930, 931), 8Kバイト(932) RAM 128バイト(930), 512バイト(931, 932) ●減電圧検出による出力制御オフ回路を内蔵しているため、音切れが良い。 ●セラミック圧電体の起電電圧に強く、動作が安定。	2.7～5.5V	3mA	80ピンフラット	○	△
M50931-XXXXFP	CMOS	液晶表示ドライバ内蔵コンローラ					○	△
M50932-XXXXFP			●LCD駆動回路内蔵 1/2バイアス、1/3バイアス セグメント出力32本 2, 3, 4時分割、コモン出力4本				○	△



特長

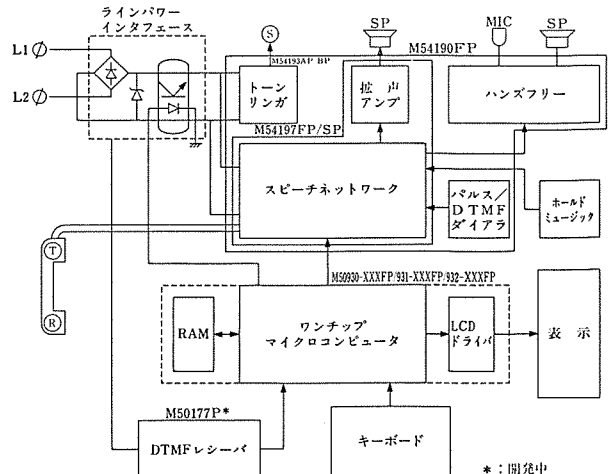
- 回線電流最小10mAでのスピーカ受話動作を実現しています。送話出力アンプ、スピーカ出力アンプ、その他回路部の電流を回線電流に応じて最適配分することにより、回線電流最小10mAまでのスピーカ受話動作が可能です。スピーカ出力パワーは回線電流20mAのとき8mW、回線電流80mAのとき100mWです。
- ダイヤラ用電源供給回路はオープンエミッタ出力ですので、電源オフ時にバックアップ用コンデンサの電荷がICの方へ逆流することはありません。
- オート/マニュアルパッド切り換え、ゲインアップ端子により、回線電流に応じた利得の最適設定が容易に行えます。

ハンズフリー通話機能付スピーチネットワークICM54190FP

ハンドセットを置いたまま通話できるハンズフリー機能は、特に米国、欧州向け電話機の付加機能として要求が高まっています。このような機能に対して三菱電機では、ハンズフリー機能内蔵スピーチネットワークICM54190FPを製品化しています。この製品はハンズフリー機能以外にトーンリング、DTMFジェネレータ、スピーチネットワークなど電話機の主要機能を1チップ上に集積しています。このICとマイコン(M50930-×××FP/931-×××FP-932-×××FPなど)の2チップを組合せることにより容易にハンズフリー電話機を構成することができるので部品点数が削減でき、低価格化がはかれます。

- 回線電流最小15mAでのハンズフリー通話動作を実現しています。スピーカ出力パワーは回線電流20mAのとき7mW、回線電流80mAのとき80mWです。ハンズフリー部の電源回路を分離していますので、音量が不足する場合はACコンセントによるローカル給電も可能です。

電子化電話機の機能ブロック構成図



*：開発中

マイクロプロセッサ・周辺LSI スポットライト 小形パッケージ(SOP)シリーズ

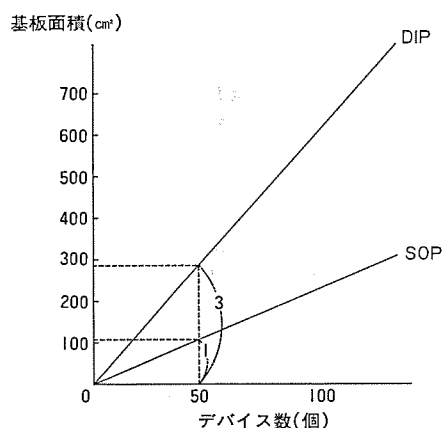
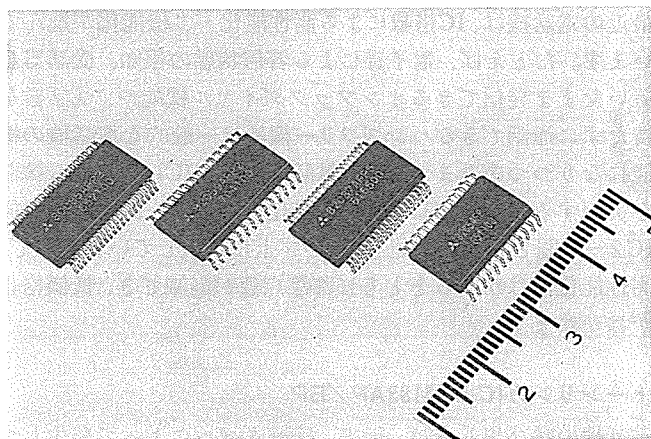
近年、OA機器の高速化、高機能化、小形化が急速に進んでおり使用されるマイクロプロセッサ・周辺LSIにも高機能化、小形化のニーズが高まっています。

このたび、三菱電機ではこうしたニーズにお応えするため、CMOSマイクロプロセッサ・周辺LSIのSOP (Small Outline Package) シリーズを製品化しました。

このシリーズは業界における小形パッケージの標準タイプとなり、多くのユーザーの方々に使用されています。

特長

- 実装面積は従来パッケージのDIPに比べて $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{4}$ になります。(図1参照)
- 両面実装ができます。
- 4方向リード(QFP)に比べてプリント基板配線の高密度化がはかれます。(図2参照)
- ピン配列、電気的特性はDIPと同じです。



(注)これは、24ピンのSOPとDIPを例にした図です。

図1, SOPとDIPとの実装率比較

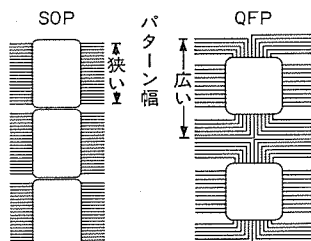
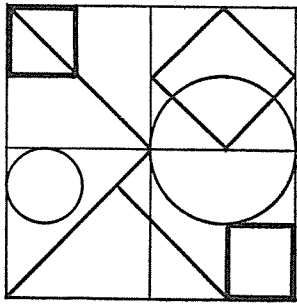


図2, SOPとQFPのパターン面積比較

CPU・周辺LSI CMOSシリーズの製品一覧

機 能		D I P	S O P	スピード
C P U	8ビットマイクロプロセッサ	M5M80C85AP-2*	M5M80C85AFP-2*	5MHz
	ボード・タイマ付きRAM	M5M81C55P-2 M5M81C56P-2	M5M81C55FP-2 M5M81C56FP-2	5MHz
周 辺 L S I	DMAコントローラ	M5M82C37AP-4 M5M82C37AP-5*	M5M82C37AFP-4 M5M82C37AFP-5*	4MHz 5MHz
	シリアルポート	M5M82C51AP	M5M82C51AFP	3MHz
	タイマ/カウンタ	M5M82C54P-6 M5M82C54P**	M5M82C54FP-6 M5M82C54FP**	6MHz 8MHz
	パラレルポート	M5M82C55AP-5 M5M82C55AP-2	M5M82C55AFP-5 M5M82C55AFP-2	5MHz 8MHz
	割り込みコントローラ	M5M82C59AP M5M82C59AP-2*	M5M82C59AFP M5M82C59AFP-2*	5MHz 8MHz

* 新製品 * 開発中



特許と新案 有償開放

有償開放についてのお問合せ先 三菱電機株式会社 特許部 TEL (03) 218-2136

熱 交 換 装 置 (特許 第 1327442 号)

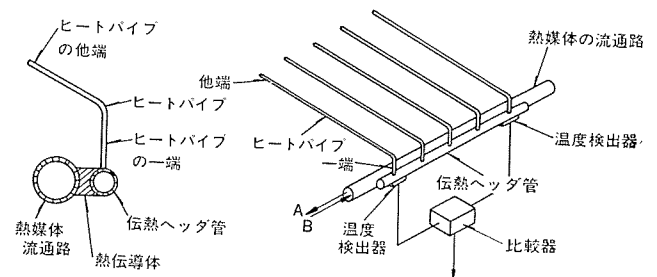
発 明 者 片 岡 憲 二

この発明は、多数のヒートパイプで面を加熱又は冷却する場合に、ヒートパイプの熱源となる熱媒体の流通方向を適宜切換えて、面の様な加熱又は冷却を行うようにしたものである。

屋根等の表面に一定間隔でヒートパイプを設置すると共に、各ヒートパイプの一端を熱媒体の流通路と熱的に結合することにより流通路の熱媒体の熱をヒートパイプの端部に伝達し、屋根の雪を溶融しようとするものである。しかし各ヒートパイプのうち熱媒体流通路の上流側に配置されているものと、下流側に配置されているものとは、熱媒体からの伝達温度が異なるため、融雪効果も不均一となる傾向がある。

従って、離れた位置にある適宜のヒートパイプの熱媒体側の温度を検出して比較し、その差が一定値以上であれば熱媒体の流通方向を図のAからBに切換える。この結果、各ヒートパイプともほぼ均一な

加温が可能となる。なお、熱媒体の流通路に冷却用の媒体を供給すれば冷却することができる。



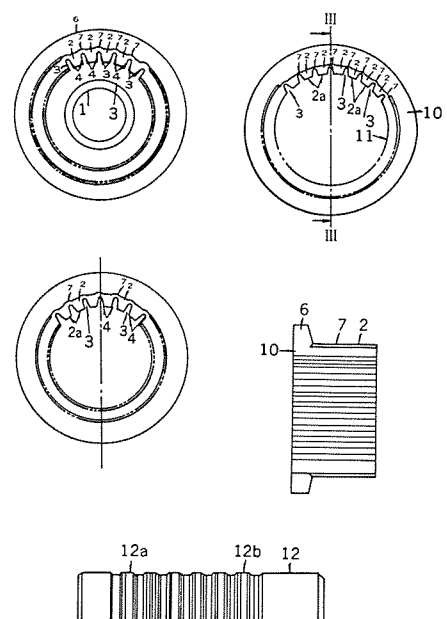
整 流 子 の 製 作 方 法 (特許 第 1026800 号)

発 明 者 金 沢 伸 光・上 村 正 光

この発明は、モールド整流子の各整流子片を樹脂に引き留めるために、複数の整流子片を環状に保持した状態でその内周面を工具で押圧して変形させ、各整流子片の内周部の両側に周方向に突出する係合片を形成するもので、強固な引き留めができる。

図2、3は、係合片(4)を形成する前の整流子基体(10)で、整流子片(2)が形成されると共に、各整流子片(2)間に保持片(7)が形成されている。この整流子基体(10)の内周面に形成される孔(11)即ち各整流子片(2)の内周面(2a)を壁面とする孔に、図5に示すような孔(11)の径より小径の小径部(12a)とそれよりも大径の大径部(12b)とを有するパーニッシュブローチ(12)を軸方向に押し通すことにより、各整流子片の内周面(2a)は両側に押し広げられ、上記間隙(3)に突出する係合片(4)が形成される。図4の左半分は係合片(4)の形成前の状態を、右半分は形成後の状態を示す。

整流子は係合片(4)の形成後、孔(11)の中心にスパイダ(1)を配置し、間隙(3)の端部からその延長方向に樹脂(5)を充填して各整流子(2)、スパイダ(1)を一体に結合した後(図1)、保持片(7)を旋盤加工で切削して完成される。



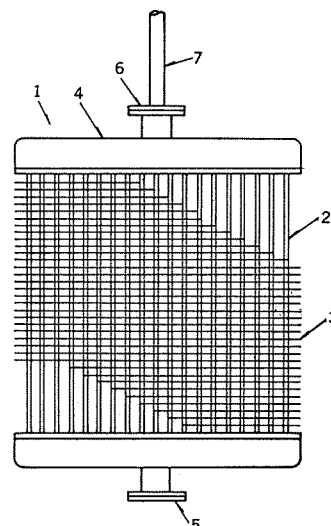
冷 却 器 (特許 第 561225 号)

発 明 者 谷 中 頼 朝

この発明は、冷却器の内面に予め酸化皮膜を形成した後、冷却器の外面にメッキ処理を施すようにしたもので、溶融亜鉛メッキ作業時に軟弱な組織の酸化皮膜が生成せず、内面を非常に清浄な状態に仕上げることができる。

例えば、変圧器用全鉄製プレートフィン形冷却器の製作においては、冷却器外面を冷却エレメント部組立後一挙に溶融亜鉛メッキするが、この際、冷却器内面が高熱により酸化する恐れがある。

この発明は、予め冷却器内面に耐熱性、耐油性の強固な酸化皮膜を形成し、その後に冷却器外面全域に溶融亜鉛メッキを施すもので、予め耐熱性、耐油性の強固な酸化皮膜を形成させてあるので、高温による酸化皮膜が新たに発生することなく、冷却管内面は極めて清浄な状態に仕上り、品質及び生産性の高い変圧器用冷却器を得ることができる。



〈9月号訂正〉 62年9月号 p. 45(735) “誤り訂正用 LSI” の参考文献の執筆者名を下記のとおり訂正致します。

(8) Y. Sugiyama, M. Kawahara, S. Hirasawa and T. Namekawa

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 61 No. 12 情報通信特集

特集論文

- 情報通信特集に寄せて
- 情報通信の動向とシステムの展望
- ビジネス衛星通信サービス (IBS) 用無線設備
- 三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100 シリーズの基本形式とシステム構成
- 三菱高速デジタル多重化装置 MX-7100 シリーズの構成と機能
- パケット多重化装置《MELPAX 1000》
- INVITE 64 テレビ電話システム
- 分散処理ネットワークシステムにおけるデータベースの最適配置

● コンピュータネットワーク体系 MNA-P

- 情報通信と配電自動化
- 総合防災情報システム

普通論文

- 診療オーダーリング方式による病院情報システム
- 酸素富化装置を用いた高効率オゾンナイザシステム
- ICB 蒸着法による成膜技術
- FD-1800 型デジタル超音波探傷器
- 8/16 ビット高性能 CMOS オリジナル シングルチップマイコン
- シングルモードファイバ用光合分波モジュール
- 溶融型熱転写記録におけるインク特性と記録特性

三菱電機技報編集委員

委員長 鶴田敬二
 委員 峯松雅登
 “ 境野直一
 “ 堀切賢治
 “ 高橋宏次
 “ 村田 豪
 “ 藤井 学
 “ 郷 鉄夫
 “ 高橋誠一
 “ 関沢英男
 “ 柳下和夫
 幹 事 長崎忠一
 11月号特集担当 浅川元治郎

三菱電機技報 61 巻 11 号

(無断転載を禁ず)

昭和 62 年 11 月 22 日 印刷
 昭和 62 年 11 月 25 日 発行

編集兼発行人 長 崎 忠 一
 印刷所 東京都新宿区榎町 7
 大日本印刷株式会社
 発行所 東京都港区新橋六丁目 4 番 9 号 (〒 105)
 三菱電機エンジニアリング株式会社内
 「三菱電機技報社」Tel. (03) 437 局 2338
 発売元 東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 101)
 株式会社 オーム社
 Tel. (03) 233 局 0641(代), 振替口座東京 6-20018
 定 価 1 部 700 円送料別 (年間予約は送料共 9,100 円)

大画面・高画質・高音質カラーテレビ

スポットライト CZシリーズ37C-CZ1、33C-CZ1、29C-CZ1



「大画面文化の創造」をめざし、「大画面、高画質、高音質」をテーマに、新イメージのカラーテレビ〈CZシリーズ〉を開発し、37、33、29形の3機種を製品化しました。CZシリーズはカラーテレビ(C)の頂点(Z)をきわめるものとして20の新開発技術を取り入れ、解像度700本の高画質を実現しています。すなわち、ブラウン管にDBF(ダイナミック・ビーム・フォーカス)、多段集束形大口径太ネック電子銃、高電流密度カソードなど6つの新技術を、回路に高集積信号処理ICをはじめノイズリダクションなど14の高画質技術を導入しました。さらにこのシリーズ専用開発したダイヤトーンスピーカを付属し、AVテレビ最高の音質を創りあげました。

特長

●大画面・高画質 解像度700本

1. ハイフォーカス—DBF新電子銃と多段集束形大口径レンズが画面のすみずみまでクッキリと映し出します。
2. ハイブライトネス—高電流密度カソードで明るく見やすい大画面に。
3. ハイコントラスト—ダークティントフェースブラウン管で外光の影響の少ないメリハリのある映像をつくります。
4. 高集積信号処理IC—ディレイラインアパコン、新黒レベル補正、カラーノイズリダクションなど、高画質映像を内蔵
5. 高画質回路—走直速度変調、高性能偏向回路、広帯域映像回路などで、さらに鮮鋭度、表現力をアップ
6. S—VHS対応—話題の高画質ビデオ(S—VHS)を鮮明に再現

●高音質が映像と調和

1. DIATONEスピーカ搭載—オーディオの名器と一体化
2. 出力30W+30Wの迫力サウンド
3. 2電源方式メインアンプで重低音を響かせます。
4. システムアップ—オーディオと組合せてグレードアップできる端子群装備。サラウンドにも対応。

●AV機能フル装備

1. マルチリモコン—ビデオもオーディオも操作できる記憶リモコン
2. AVイコライジング—映像と音を見る位置で調整
3. AVメモリー—好みの映像や音の調整状態を記憶して、即座に再現
4. AV端子—S端子、AV入力各2系統3端子、AVコントロールほかシステムアップで多彩なAVライフが広がります。

●高密度デザイン

1. コンパクトアンドシンプルCZデザイン
2. バックシャン—後面も美しく。
3. ティルト機能—フローライフで楽しめます。

三菱中容量CVCF装置

スポットライト MELUPS-8400M、8400T



MELUPS-8400M(10KVA)

三菱電機では、トランジスタインバータ式無停電源装置をMELUPS-8000シリーズとして、単機容量で1KVAから750KVAまで標準シリーズ化しています。このたび開発しましたMELUPS-8400M/8400Tは8000シリーズの中で単相出力、中容量域をカバーするシリーズとして、主回路に大電力高周波スイッチングに適したBIMOS素子(バイポーラトランジスタとMOSFETの複合素子)を、また制御回路にはワンチップマイクロコンピュータを採用。種々の特長を備えた高機能、高信頼性CVCFです。

特に、すでに発売済の1、3、5KVA小容量域の8400Sシリーズと今回開発の8400M/8400Tシリーズはコンパクト、低騒音、メンテナンスフリーなどの特長を生かし、コンピュータ、通信、OA、FAなどの強力なバックアップとして、コンピュータールーム、事務所、工場など負荷機器とより密着した形で活躍します。

特長

- コンパクト……小形シールバッテリーを標準採用し、大幅な小形化を実現しました。(当社従来比約50%)
- 低騒音……高周波動作によりこのクラスでは画期的な低騒音設計となっています。(15KVA以下で50ホン以下)
- コンピュータ負荷に適合……スイッチングレギュレータなど歪電流の多いコンピュータ負荷に対しても100%供給可能です。
- 理想的な出力電圧特性……高周波スイッチング技術により負荷急変0⇔100%にて出力電圧変動±7%と理想的な特性です。
- デジタル制御/デジタルモニタ……マイコン制御により高機能、高信頼性を実現するとともに、デジタル計測、操作ガイダンスなどのモニタリング機能を標準装備しています。

主要諸元

項 目	製品名	MELUPS-8400M			MELUPS-8400T			
		7.5	10	15	10	15	20	30
定格出力容量 (KVA)								
交流入力		単相100V50HZまたは60HZ			三相200V50HZまたは60HZ			
バイパス入力		交流入力と同一			単相100V50HZまたは60HZ			
交流出力		単相100V50HZまたは60HZ (入力と同一周波数)						
バッテリー形式		小形シール鉛バッテリー (メンテナンスフリー)						
バッテリー保持時間		10分			5分または10分			

スポットライト

三菱乗用エレベーターACCEL-VF 待時間表示システム



高度情報化社会の担い手として、今インテリジェントビルが注目を集めています。

三菱電機では、このインテリジェントビルにふさわしい機能を備えたエレベーター「ACCEL-VFインテリジェント・オプションシリーズ」を発売しました。

さまざまなオプション群の中より、「待時間表示システム」についてご紹介します。

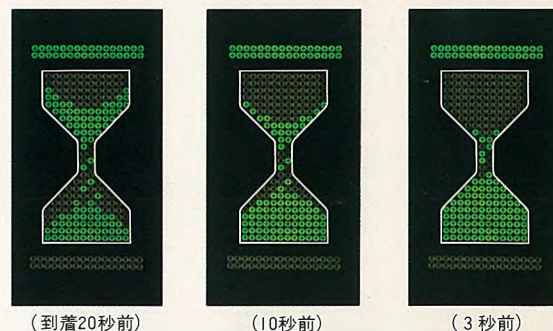
特長

この「待時間表示システム」は、乗場ボタンを押してからエレベーターが到着するまでの待時間を砂時計形の表示器にグラフィックに表示するものです。

- サービスするエレベーターの表示のみならず、かごが到着するまでの時間が感覚的に読み取れます。
- 見て楽しいグラフィック表示により心理的待時間が短縮され、イライラ感が解消します。

待時間表示システム

上昇



下降

