

# MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.46 December 1972

エレベータ特集

# 12

三菱ダブルデッキエレベータ



未来を開発する





## エレベータ特集

### 目次

#### 《特集論文》

|                            |                      |      |
|----------------------------|----------------------|------|
| ダイヤグライドエレベータ               | 原田輝夫・安西伸夫            | 1353 |
| O. S. システム-700 全自動群管理エレベータ | 篠崎裕久                 | 1361 |
| 超高層ビルにおけるエレベータシステム         | 新保松夫・寺山佳佑            | 1368 |
| ダブルデッキエレベータ                | 浅川元治郎・石嶋進            | 1376 |
| 工事用移動機械室形エレベータ             | 福嶋務・豊田敏嗣・河田久男        | 1381 |
| 展望用エレベータの設置計画              | 山田春夫                 | 1386 |
| エレベータ用油圧緩衝器の減速特性           | 松倉欣孝・岸本福太郎・大富貞行・小倉宣弘 | 1391 |
| 透明形エスカレータ                  | 鬼頭勝巳                 | 1397 |
| トラベータ                      | 中谷博                  | 1402 |

#### 《普通論文》

|                           |                              |      |
|---------------------------|------------------------------|------|
| MELCOM-70 の主記憶装置          | 蒲生容仁・南部元・松本典明・加茂正義・田中立夫・水上益良 | 1411 |
| MELCOM-70 のミニコンバイラ        | 出口博章・多田靖幸・佐立良夫               | 1418 |
| M 801 カートリッジディスク駆動装置      | 篠田博靖・千石真治・菊地清秋               | 1426 |
| Zn (S, Se) EL けい光体の特性改善   | 栗津健三・松永数・坪井俊吾                | 1433 |
| 自動色分離装置 DICTRON®          | 村田美穂・道家昭彦・伊藤修肇・苗村水戸夫         | 1438 |
| 旋削用自動プログラミングシステム「M-SHAFT」 | 黒田紀典・藤本康彦・林田敏生・田村泰造・伊藤暢彦     | 1446 |
| 電気機関車の遠隔制御装置              | 六藤孝雄・吉村元由                    | 1456 |
| 神戸市東灘処理場向け電機設備            | 森田正己・斉藤心一・久保田正義・高木宏          | 1465 |

#### 《新製品紹介》

ミシンの自動止め縫い装置・ミシンのプログラム定針数縫い装置・バイオサイクルモートル・DSP-3 形精密治具放電加工機

#### 《ニュースフラッシュ》

三菱“マグロッド”

#### 《特許と新案》

集中制御装置のテスト装置・鋳造作業における鋳物およびその抱持材の冷却方法・電車電動機等の自動排水装置・プッシュプル形トランススタモータ用定電圧回路・増設変圧器接続方法・空調機等の制御装置・冷媒圧縮機の冷媒分離装置・けい光体

#### 《表紙》

##### 表紙 1 三菱ダブルデッキエレベータ

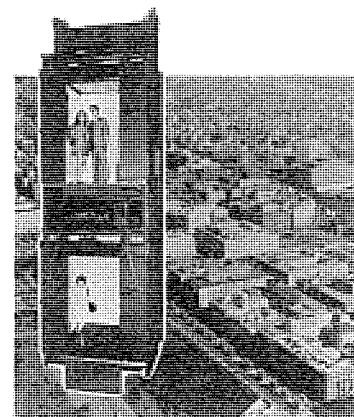
ダブルデッキエレベータでは、上下二つの階から同時に乗客が乗り降りできるので、一般のエレベータに比べて1停止当りの乗込み人数が2倍、1周運転中の停止数は1/2になり、輸送能力が著しく向上する。この特長を有効に活用すべく最近の超高層ビルではダブルデッキエレベータが注目されている。

写真は大阪大林ビル向けに製作したダブルデッキエレベータかご室(20名×2室)で、同ビルにはわが国最初ダブルデッキエレベータ8台が設置される。まもなく本格的なか(稼)動に入り、超高層ビルの新しいエレベータシステムの一つとして威力を発揮するものと期待されている。

##### 表紙 2 地下鉄駅で活躍する三菱エスカレータ

##### 表紙 3 三菱エレベット

##### 表紙 4 三菱トラベータ





## SPECIAL EDITION FOR ELEVATORS

### CONTENTS

#### SPECIALLY COLLECTED PAPERS

|                                                                        |                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Development of Mitsubishi DIA-GLIDE Elevators.....                     | T. Harada • N. Anzai...1353                              |
| Mitsubishi O. S. System-700 Group Supervisory System of Elevators..... | H. Shinozaki...1361                                      |
| Elevator Systems for Skyscrapers.....                                  | M. Shinbo • K. Terayama...1368                           |
| Double Deck Elevators.....                                             | M. Asakawa • S. Ishijima...1376                          |
| Temporary Elevators with Portable Machine Room.....                    | T. Fukushima • T. Toyoda • H. Kawada...1381              |
| Planning of The Observation Elevators.....                             | H. Yamada...1386                                         |
| Retardation Characteristics of Elevator Oil Buffers.....               | Y. Matsukura • F. Kishimoto • S. Ôtomi • N. Ogura...1391 |
| Mitsubishi Escalators with Transparent Balustrades.....                | K. Kito...1397                                           |
| Mitsubishi Travators.....                                              | H. Nakatani...1402                                       |

#### TECHNICAL PAPERS

|                                                                                            |                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Main Memory of MELCOM-70.....                                                              | Y. Gamo • H. Nambu • N. Matsumoto • M. Kamo • T. Tanaka • M. Minakami...1411 |
| Minicomputers of MELCOM-70.....                                                            | H. Deguchi • Y. Tada • Y. Sadachi...1418                                     |
| M 801 Cartridge Disk Drive.....                                                            | H. Oda • M. Sengoku • K. Kikuchi...1426                                      |
| Improvement of Characteristics on Zinc Sulfoselenide Electroluminescent Phosphors<br>..... | K. Awazu • K. Matsunaga • S. Tsuboi...1433                                   |
| Automatic Color Separators-DICTRON.....                                                    | Y. Murata • A. Dôke • S. Ito • M. Naemura...1438                             |
| Automatic Programming System for Turning Lathes —M-SHAFT—<br>.....                         | T. Kuroda • Y. Fujimoto • T. Hayashida • T. Tamura • N. Ito...1446           |
| Remote Control Equipment of Electric Locomotives.....                                      | T. Muto • M. Yoshimura...1456                                                |
| Electrical Equipment of Higashinada Sewage Treatment Plant, Kobe City<br>.....             | M. Morita • S. Saito • M. Kubota • H. Takagi...1465                          |

|                   |      |
|-------------------|------|
| NEW PRODUCTS..... | 1475 |
|-------------------|------|

|                 |      |
|-----------------|------|
| NEWS FLASH..... | 1479 |
|-----------------|------|

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| PATENT AND UTILITY MODEL..... | 1407 |
|-------------------------------|------|

#### COVER :

##### Mitsubishi Double Deck Elevators

Double deck elevators enable the passengers to take a ride at a time from two floors—the upper and the lower. This doubles the riding capacity at one stop and cuts down the stopping times to a half during one round trip operation in comparison with ordinary elevators, thus the traffic efficiency being greatly improved.

It is a notable fact that the latest superskyscrapers install the elevators of this kind to make full use of this advantage.

The picture illustrates the cage of this design (accommodating twenty persons in each of two cages) built for the Obayashi Building in Osaka, which is equipped with eight sets of these double deck elevators, the first installation in this country. They will soon enter into regular operation and are expected to demonstrate their ability as one of the novel systems of super-skyscrapers.

UDC 621.876: 621.307

## ダイヤグライド エレベータ

——半導体制御素子による速度帰還制御方式エレベータ——  
原田輝夫・安西伸夫

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1353～1360

ダイヤグライドエレベータは、速度パターン発生装置から指令される理想運転曲線に準きよ(據)した速度パターンと、かご速度検出装置より発せられる実走速度とを比較し、その差がゼロになるようにサイリスタの点弧角制御を行ない、交流モータでも円滑な可変電圧速度制御ができる画期的な帰還制御方式エレベータであって、ソフトでなめらかな乗りごこちで走行時間が短く着床精度の高いすぐれた性能を有しており、低速から超高速に至るあらゆるエレベータに適用可能である。また安全性信頼性の強化、騒音振動の極減化、保守の簡易化、経済性の向上なども十分配慮されている。本論文では最も需要の多い中速乗用エレベータを中心として、その技術的詳細を説明する。

UDC 621.876: 621.86.078

## 工事中移動機械室形エレベータ

福岡 務・豊田敏嗣・河田久男

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1381～1385

今日、超高層ビルの建築工期は非常に短くなり、いかにして短時間に多数の作業員を上層階へ輸送するかが重要な問題となっている。ビルにおける縦の交通機関としてエレベータは不可欠のものであるが、本文では、建築工程の初期段階から使用でき、本設エレベータが運転を始めて輸送サービスを引継げる段階まで使える工事中エレベータを紹介する。

工事中エレベータは、本設エレベータの昇降路を使用すること、ガイドレール等一部機器は本設エレベータ用を使用すること、および機械室がコンパクトにまとめられており、鉄骨の建て方に合わせて、昇降行程の延長が短時間に行なえること等、数々の特長を持っている。

UDC 621.876: 621.307

## O.S. システム-700全自動群管理エレベータ

——OPTIMUM SERVICE SYSTEM-700——

篠崎裕久

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1361～1367

今般、三菱電機は従来方式に比べて昼間時の平均待ち時間を15～30%短縮し、50秒以上待たされる長待ち呼びを50～70%減少するエレベータの画期的な新群管理方式O.S. システム-700を開発した。このシステムはオールIC化専用プロセッサの高速演算機能をフルに生かして、呼びの分布に応じてかごを分散する独特なソフトウェアを展開し、最適なサービスを提供するものである。

かごは呼びの割り当てを受けて任意の階床から任意の方向へ出発し、割り当てられた呼びの階床へ途中の呼を通過して直行することを基本動作として、あらゆる交通状況に最適なサービスを提供し、とくに昼間時のサービスを大いに向上するものと期待されている。

UDC 621.876

## 展望用エレベータの設置計画

山田春夫

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1386～1390

エレベータの需要は、建築業界の動向に左右されるところが大きいだが、近年の経済成長に助けられその需要はますます活発で、上昇の一途をたどっている。一面エレベータに対する要求は、経済性の追求、乗客輸送能力の向上および人間工学面の尊重など本質的な課題を含め、あらゆる面に新規な創造を伴う仕様が強く要望されてきた。

この中でも、急激にクローズアップされてきた展望用エレベータについて、その概要と選定基準、設置計画上の問題点等について述べる。

UDC 621.87

## 超高層ビルにおけるエレベータ システム

新保松夫・寺山佳佑

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1368～1375

超高層ビルのエレベータシステムとして、クローズアップされているダブルデッキ方式とスカイロビー方式を主に取りあげ、それらのメリットおよびデメリット、ならびにエレベータ計画上の問題点等について比較検討した。

60階段をこえる超高層ビルでは、スカイロビー方式で、シャトルエレベータにダブルデッキを採用したエレベータシステムが、最も適応性の高いものと思われる。

UDC 621.876.078

## エレベータ用 油圧緩衝器の減速特性

松倉欣孝・岸本福太郎・大富貞行・小倉宣弘

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1391～1396

エレベータの高速・高揚程化にともない、最終安全装置である油圧緩衝器の減速特性を、設計時点で従来以上の精度で掌握することが必要になった。そこで、緩衝器の動挙動を解析し、諸特性をBACSシステムで計算したところ、計算と実験とはきわめてよく一致した。この解析により緩衝器特性のコンピュータシミュレーションが可能になった。これらの成果を設計に適用し、所要の特性を十分に満足する超高層ビル用エレベータ緩衝器を開発することができた。

UDC 621.876.078

## ダブルデッキ エレベータ

浅川元治郎・石嶋 進

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1376～1380

建物が高層化するにともなって、縦の交通機関としてのエレベータに対し、占有面積の縮小、運行時間の短縮、および輸送力の増大の方策が種々試みられてきた。

その一方策として、最小の占有面積で大量の乗客を輸送するダブルデッキエレベータが、クローズアップされはじめた。

当社では今回(株)大林組本店の要請があったのを機会に、わが国最初のダブルデッキエレベータを開発し、大阪大林ビルに納入し、本号発行直後の47年末には実用運転に入る予定である。

本文では、ダブルデッキエレベータの概要と特色を中心に紹介する。

UDC 621.876

## 透明形エスカレータ

鬼頭勝巳

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1397～1401

大量消費時代を迎えて、デパートの新増築、販売店の大形化、多店舗化、都市近郊地へのスーパー進出等にささえられて、エスカレータの需要は増勢の一途をたどり、エスカレータの国内生産は年間2000台におよび、しかもそのうちの90%までが透明欄干形エスカレータで占められる。当社では今回透明エスカレータの新系列化をはかり、高級形の三菱ステアエースKSS形、標準形のKSA-A形、規格形の三菱エスベットES形を完成したので、本文にその特長および概要を紹介する。

# 「三菱電機技報」 アブストラクト

UDC 621.876: 621.86.065

トラベータ

中谷 博

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1402～1406

動く歩道は、これまで主として遊園地におけるサービス設備などの副次的な乗物としてしか、利用されていなかった。

最近、都市人口の過密化に基づく交通まひ、交通公害を解決する新しい都市交通システムの中の有力な交通手段として、動く歩道が注目されている。動く歩道は、鉄道・バスのターミナルや空港など人の混雑する場所における連続大量輸送手段として、次第に設置される気運にある。本文は、これらの場所に設置する場合の設備計画の参考として、最新の三菱トラベータの特長・レイアウト・適用範囲について概説するとともに、動く歩道の将来について展望する。

UDC 681.142.04: 159.953

MELCOM-70の主記憶装置

蒲生容仁・南部 元・松本典明・加茂正義・田中立夫・水上益良

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1411～1417

ミニコンピュータMELCOM-70の主記憶装置は3D3W方式のコアメモリである。概略仕様は 1)記憶容量……4k～32k語、17ビット/語、2)サイクルタイム……800ns 3)使用温度……0°～60℃、4)寸法……310×430×15/4k語である。

今までのコアメモリと違って、次に述べる多くの特長を持っており、小形で高速であるほか、生産性・保守性・信頼性が非常に高い。1)4k語×17ビットを1枚の大形カードに実装、2)3D3Wプレーナスタックの使用、3)17milコアの使用、4)2ダイオードマトリクス平衡駆動方式、5)周辺回路のIC化および複合部品の使用、6)タイミング発生回路・電流制限抵抗の一括化。

UDC 681.142.01: 007.3 (083)

MELCOM-70 ミニコンパイラ

出口博章・多田靖幸・佐立良夫

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1418～1425

ミニコンピュータは値段が安いのが魅力的であるが、従来ミニコンピュータに装備されているコンパイラは、主記憶や外部記憶の容量が多く必要であるとか、目的プログラムをいったん出力して、それを再び読込んでから実行に移すという方式のものが大部分であり、値段や操作性の面で問題があった。学校や講習会などで使う場合のように、多数のプログラムを次々に処理しなければならないときは、コンパイラがコアに常駐し、コンパイルアンドゴーができる操作性のよいものが要求される。

本文では、このような目的にマッチした性能のよいミニコンパイラを、MELCOM-70で開発したので報告する。

UDC 681.327.6

M-801 カートリッジディスク駆動装置

織田博靖・千石真治・菊地清秋

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1426～1432

ミニコンの普及に伴い大容量高速ランダムアクセスファイルの需要は爆発的に増加しつつある。このたびこの要求にこたえて業界に先がけてM-801カートリッジディスク駆動装置を開発した。この装置の特長は、1)すぐれた防じん(塵)構造を持つIBM-5440形カートリッジディスクを使用、2)固定ディスク付き、3)高性能高速ナリニアモータサーボディテントアクチュエータ使用等である。本文では詳細な特長、仕様、構造、インタフェイス、コントロールパネルおよびこの装置そのものの位置決め系、情報記録系の技術的概要を記述してある。

UDC 535.3: 546-22: 548.5: 66.04

Zn(S, Se) EL けい光体の特性改善

栗津健三・松永 数・坪井俊吾

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1433～1437

すぐれた特性のELけい光体を得る目的で、調合組成および焼成条件の検討を行なった。母体としてZnSとZnSeの混晶を用い、その組成比による各種特性の測定結果から、Zn(S<sub>0.6</sub>Se<sub>0.4</sub>)で最もすぐれた特性が得られた。また、ELけい光体の合成において焼成雰囲気と冷却条件が重要で、これによりbarrierを形成するCu<sub>2</sub>Sおよび発光中心となるCu-Brの相対的な量が決定される。

二次焼成および劣化の前後における発光スペクトルの変化から、これらの挙動について考察を加えた。

UDC 677.057.5

自動色分離装置 DICTRON®

村田美穂・道家昭彦・伊藤修孝・苗村水戸夫

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1438～1445

なっ(捺)染においては、多色のデザイン原画から1色ごとに色分けする色分離作業(トレース)が、最も重要な工程である。この作業は熟練した技術と多大な時間を要するうえに、熟練者不足等のために深刻な問題になってきている。

このたび、大日本インキ化学工業㈱と三菱電機㈱は、自動色分離装置「DICTRON®」model ACS-1000を開発、製品化を完了したので、なっ染作業を含めその詳細を報告する。

UDC 681.142.01: 007.3

旋削用自動プログラミングシステム「M-SHAFT」

黒田紀典・藤本康律・林田敏生・田村泰造・伊藤暢彦

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1446～1455

M-SHAFTは、軸旋削を対象とする数値制御(NC)用ソフトウェアである。NCソフトウェアにはAPT、EXAPTに代表される大形はん用システムから、個々のNC機械のみを対象とする個別的システムまで数多くのものが存在するが、M-SHAFTは規模としてこれらの中間に位置し、高度の自動化機能とともに、工作機種の変化にも広く対応できるはん用性をもつのが特長である。アウトプットには、使用工具およびその刃物台上のレイアウト、回転数レバーの切換え、ワークの振り換え、バイト寿命によるチップの交換等細かく指示されるので、NC導入による省力効果の顕著な向上が期待できる。

UDC 621.335.2-519

電気機関車の遠隔制御装置

六藤孝雄・吉村元由

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1456～1464

日本国有鉄道で、情報伝送装置を応用した電気機関車の遠隔制御装置を試作され、国鉄車両設計事務所のご指導のもとに当社が製作を担当した。現車試験の結果、今回試作したシステムが、車両の遠隔制御に十分に使用できる見通しができた。今後、引き続き実用化の見地から改良し、長大編成による電気機関車対電気機関車の無線による現車試験が予定されている。

このシステムの実現により、推進運転による回送業務のスピードアップ、ならびに機関車の同期運転・長大編成化による単位貨物輸送量の増大が期待される。

UDC 628.1/2: 621.316.3/7: 681.3.02

神戸市東灘処理場向け電機設備

森田正己・斉藤心一・久保田正義・高木 宏

三菱電機技報 Vol.46・No.12・P1465～1474

近代的産業の発展は、都市部への急激なる人口集中を促してきたが、これに対する都市開発もまた盛んに行なわれてきた。これに比例し上・下水道の整備拡充も盛んに行なわれている。特に近年は、生活環境の向上ということが大きく叫ばれ、各地において下水道施設の計画・旋行が続々とおこなわれている。

神戸市下水道局においても、昭和33年に中部処理場を建設以来数多くの処理場を建設してきたが、このたび都市下水処理場としては代表的な東灘処理場の第1期拡張工事を完了し、運転に入ったのでその概要を紹介する。



# ダイヤグライドエレベータ

## ——半導体制御素子による速度帰還制御方式エレベータ——

原田 輝夫\*・安西 伸夫\*

### Development of Mitsubishi DIA-GLIDE Elevators ——Elevators Controlled by the Speed Feedback System with Semiconductor Element——

Inazawa Works Teruo HARADA・Nobuo ANZAI

DIA-GLIDE elevators are of an epochal, feedback control type which operate by the following principle. The controller compares a speed pattern in conformity to an ideal operation curve instructed by a speed pattern producing device and an actual running speed detected by a cage speed detector. Then the firing angle of the thyristor is so controlled as to make the difference zero between the above two speeds. Thus smooth and variable voltage speed control is effected even with an AC motor. The elevators are possessed of soft, smooth riding, excellent performance of short running time and accurate stopping at the floor. They are adaptable to all kinds of installations ranging from a low speed to a super-high speed running. They are given full consideration to the safety and reliability, decrease of noise and vibration, simplicity in the maintenance and elevation of economy. This article describes the technical details of the devices with medium speed passenger elevators, which are in the highest demands, as the principal theme.

#### 1. ま え が き

日本列島改造政策により過密都市の改造や地域開発が積極的に推進されるようになり、全国的なビルラッシュに一段と拍車がかけてられ、エレベータは縦の交通機関として、ますます重要性をたかめてきた。

特に住宅ビルをはじめとする公共施設の建設はいっそう活発化し、公共用途のエレベータもまた急速に普及して、一般大衆の日常生活に欠くことのできないものとなり、老人・子供等の使用にも適した安全性の向上、乗りごちの改善、着床誤差の縮小などの要望が強まってきた。

他面、土地の有効利用から一般中小ビルでも高層化が進められて、ビル機能の向上からエレベータに対しても、従来以上の性能改善を要求されるケースが増加してきた。大ビルや高層ビルでも、より高層で大規模な計画が次々と進められており、エレベータもさらに超高速化を要請されるようになった。

このような社会的な状況の変化から、乗用エレベータは全般にわたって性能面からの見直しをする必要にせまられてきた。当社ではこのような社会的要望を特に重視し、これにこたえるために鋭意研究を進めてきたが、今度最新の電子技術を結集したダイヤグライド方式を開発した。

この方式は、かごの速度と速度パターンとを比較して、サイリスタの点弧角を制御する当社独特の速度帰還制御方式であって、規格形乗用エレベータと直流可変電圧歯車式エレベータに適用し、前者をダイヤグライド方式エレベータ、後者をダイヤグライドDC-GDと呼称することにした。また、直流可変電圧歯車なし(GL)エレベータについても適用化を進めており、すでに新宿住友ビル向けの世界最高速度の540 m/minエレベータを製作中である。

ダイヤグライド方式エレベータは、起動ひん(頻)度が中程度以下の中小ビルや住宅ビルに最適のものであり、ダイヤグライドDC-GDは、起動

ひん度の大きい中速乗用エレベータとして広範囲の用途を有し、大容量のものにも適用できる。

以下ダイヤグライド方式のエレベータとDC-GDについてその技術的内容を述べる。なお、GLエレベータについては改めて、後日紹介する。

#### 2. ダイヤグライド方式エレベータ

ダイヤグライド方式エレベータの開発に際し、特に重視したことは、エレベータの公共性の増大に対する安全性と信頼性の強化、ユーザの新しい要望にこたえるため、乗りごちの改善と走行時間の短縮および着床精度の向上、環境改善のための騒音振動の縮小、据付調整保守の簡易化、経済的実用的価値の向上などであり、その詳細を項を追って述べる。

エレベータは、これまで交流1段または2段速度方式および直流可

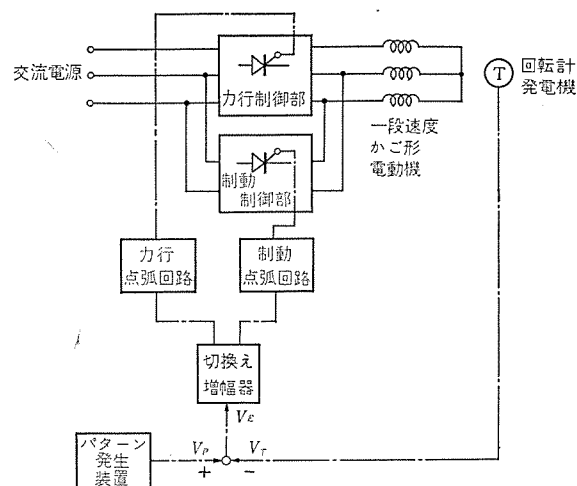


図 2.1 ダイヤグライド方式エレベータ基本構成  
Schematic diagram of the DIA-GLIDE ELEPET control system.

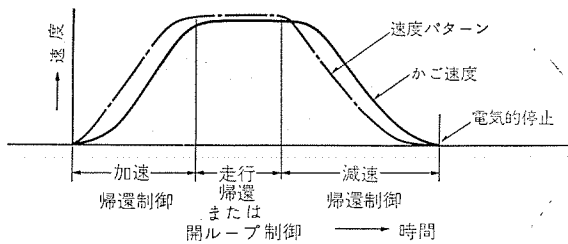


図 2.2 ダイアグライド方式エレペット動作  
Operation of the DIA-GLIDE ELEPET.

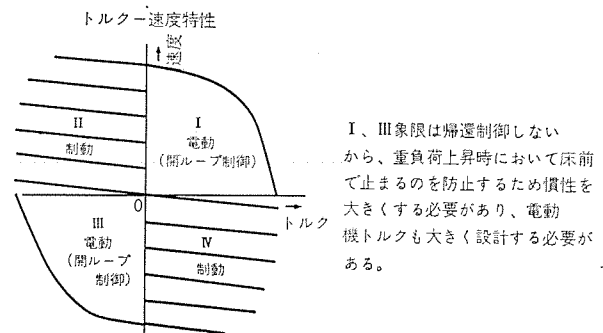
表 2.1 ダイアグライド方式エレペットと従来のエレペットの性能比較  
Comparison of performance between the new system and the old one.

|       | ダイアグライド方式エレペット                                                      | 従来のエレベット                                   |                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
|       |                                                                     | 交流二段速度方式                                   | 直流可変電圧歯車式                       |
| 乗りごころ | 加速、減速共に AC-2 方式より良く、サイリスタアンプと Tacho Gen により閉ループ制御されており、なめらかに減速着床する。 | 慣性率、モータトルク特性を合理的に選択することにより、乗りごころを改善している。   | ダイアグライド方式エレベットとおおむね同じ。          |
| 着床動作  | 安定した精度の高いソフトな着床。                                                    | ダイアグライド方式エレベットより着床誤差が若干大くなる。               | ダイアグライド方式エレベットとおおむね同じ。          |
| 運転能率  | 低速運転期間（クリープ運転）なしに減速着床するから交流 2 段方式に比較して運転能率が高い。                      | 慣性率、リアクトルを合理的に選択しているの、クリープ時間が短縮されている。      | ダイアグライド方式エレベットとおおむね同じ。          |
| 電力消費量 | クリープ運転がないからその分だけ電力消費が少なくなり交流 2 段方式とほぼ同一になる。                         | 減速時に極数切換により再生制動がかかり、電力を電源に回生するので、電力消費が少ない。 | 低ひん度では、ダイアグライド方式エレベットに比してやや大きい。 |
| 機械室重量 | 交流 1 段モータを使用しているから交流 2 段方式より重量小。                                    | 電動機は軽量小形に特殊設計された専用機である。                    | 主機 3 個大                         |
| 信頼性   | 堅固なかご形モータとサイリスタ等のソリッドステート部品との組合せなので、信頼性が高い。                         | 長年の使用実績があり、過負荷に強く、信頼性が高い。                  | ブラシ整流子が多いが永年の実績がある。             |

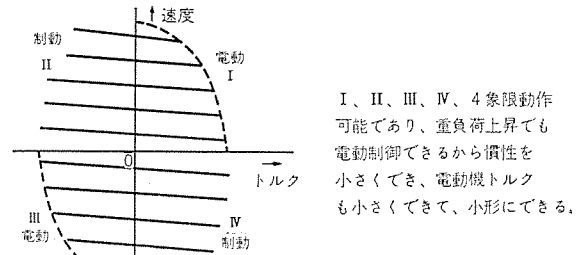
変電圧歯車式を使用していたが、ダイアグライド方式の採用により、単一速度かご形誘導電動機の変速度制御が可能になり、すべてこの方式に統一した。

基本構成は、図 2.1 に示すようにかご速度は回転計発電機により検出され、その速度電圧とパターン発生装置から発生されるパターン電圧とを比較して、その差に応じて切換回路が働き、力行（交流電圧制御）または制動（直流制動）のいずれかのサイリスタが動作し、減速中のみならず加速中も閉ループ制御が行なえるように構成されており、図 2.2 に示すような動作を行なう（特許出願中）。この結果、表 2.1 に示すように従来のエレベットに比較して、いろいろと性能を改善することができ、ユーザの要望している今後の規格形乗用エレベータとして最適のものとなった。

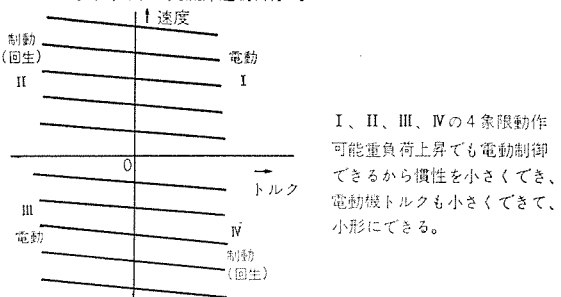
以下ダイアグライド方式エレペットの特長を述べる。



(a) 制動のみ帰還制御する交流帰還制御方式

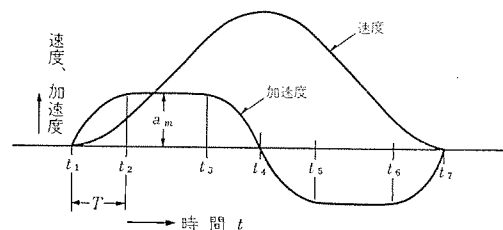


(b) 力行・制動制御する交流帰還制御方式



(c) 直流可変電圧方式

図 2.3 帰還制御方式のトルク・速度特性比較  
Torque-speed characteristics of various feedback control system.



| 区 間                | 状 態     | 加 速 度                           |
|--------------------|---------|---------------------------------|
| $t_1 \leq t < t_2$ | 起動、加速   | $a = a_m \sin \omega t$         |
| $t_2 \leq t < t_3$ | 加速      | $a = a_m$                       |
| $t_3 \leq t < t_4$ | 加速、加速完了 | $a = a_m \cos \omega(t - t_3)$  |
| $t_4 \leq t < t_5$ | 減速開始、減速 | $a = -a_m \sin \omega(t - t_4)$ |
| $t_5 \leq t < t_6$ | 減速      | $a = -a_m$                      |
| $t_6 \leq t < t_7$ | 減速、停止   | $a = -a_m \cos \omega(t - t_6)$ |

ただし  $\omega = \frac{\pi}{2T}$

図 2.4 理想運転曲線  
Ideal performance curves.

## 2.1 ソフトでなめらかな乗りごころ

誘導電動機を用いた帰還制御方式エレベータは、従来から誘導電動機と同軸上に渦電流ブレーキを設けて、減速時のみ帰還制御を行なうものがあり、また最近になって加速時には抵抗ノッチ起動を行ない、減速時にはこの電動機を利用して帰還制動制御を行なうことにより、

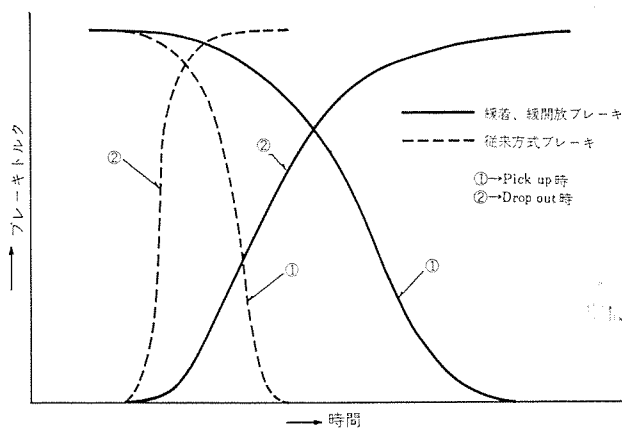


図 2.5 ブレーキトルク 時間特性比較  
Comparison of braking torque—time characteristics.

主機を小形化する改善が行なわれている例もあるが、ダイヤグライド方式エレベータでは、図 2.3 に示すように、この改善に加えて、加速時もなめらかな連続速度パターンに沿って帰還制御を行ないながら加速し、減速過程においても、制動のみならず積極的に力行もできるように構成してあるので、上記二例のように、加速側が微細な制御ができなかったり、減速度がある程度を越えて下げられなかったりするような、本質的な制約条件がなく、理想運転曲線（図 2.4）に従って自由に速度曲線を選択でき、また着床時に完全な電氣的停止保持が可能であるから、直流可変電圧方式とほぼ同様な運転を行なうことができる。さらに新しく開発した緩開放・緩着形の直流電磁ブレーキの採用により、起動・停止のさいのブレーキ作動時のショックが大幅に軽減されて、その効果も相加わって、ソフトでなめらかな乗りごちを実現し得る。図 2.5 は、新形ブレーキと従来ブレーキの動作特性比較を示す。

従来の交流 1 段・交流 2 段速度方式や交流帰還制御方式にあっては、加速時のノッチ制御および減速導入時の高速側電動機のしゃ断低速側電動機の投入は、接触器を介して行なわれるので、電動機に与えられる電流波形はステップ状に変化し、したがって電動機のトルク変化も急しゅん(峻)となり、乗りごち改善上の大きな問題点となっていたが、ダイヤグライド方式では、この問題は本質的に除去されている。

すなわち、起動時の電動機電圧の印加および上述の力行・制動の切換は、サイリスタの点弧制御によってなめらかに無接点的に行なわれ、加速から減速完了に至る間のエレベータの走行中においては、接触器は全く動作せず、また部分速運転を必要とする場合も、力行・制動両面の帰還制御により、まったく容易に行なうことができ、乗りごちの改善に大きく寄与している。

減速開始時の乗りごちは、減速パターンの波形や制御方式などの種々の要因が複雑に関係している。特に交流帰還制御方式では、全速走行中は交流 1 段または 2 段の従来方式と同様、負荷トルクと誘導電動機のトルク・すべり特性によってきまる速度で、閉ループ制御により運転されているが、減速開始後は、全速走行中とは全く異なった直流制動または逆相制動などの動作に移行して減速制動される。これに対して、直流可変電圧方式では、このような動作様式の変化を伴わずに減速に移行する。すなわち、上記の動作様式の切りかわりは、直流可変電圧方式と比較して交流帰還制御の特長なもので、このため力行トルクと制動トルクの切りかわり時に特別な配慮を加えないと、トルクの不連続点を生じて乗りごちを大きくそこなう。

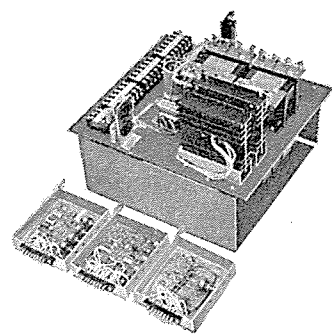


図 2.6 帰還制御装置部品  
Parts of feedback control device.

ダイヤグライド方式では特にこの点を重視し、基本的解決を与える新規な切換制御回路（特許出願中）を開発し、これの適用により慣性を極小にしているにもかかわらず、すぐれた乗りごちを実現することができた。

実際にエレベータの乗りごち品質を決定するものは、単に基本構成だけではなく、据付現場における調整もまた非常に重要である。帰還制御方式は在来の交流 1 段や 2 段方式に比較して、調整技術も高度なものとなる傾向があるので、特に規格形エレベータにあっては、工期・調整時間を勘案して何らかの措置を必要とする。ダイヤグライド方式エレベータでは、この点にかんがみ、すべての制御装置について工場専用調整設備を使用し、完全調整して出荷する工場プレセット化を徹底して実施しているので、最終品質が均一化されて、調整不良に基づくトラブルが解消され、すべての製品が当たりはずれなく、すぐれた乗りごちを発揮でき、また工期短縮に効果をあげている。図 2.6 はプレセット化された制御装置の製品写真である。

## 2.2 静かな運転

規格形エレベータが多く採用されている住宅用ビルやホテルなどにおいて、最近、特に騒音低減を強く要望される傾向にあるので、ダイヤグライド方式エレベータでは、この要求にこたえるために基本設計から騒音を極限するように計画した。

一般にかご形誘導電動機の制動法として、逆相制動・再生制動・直流制動があるが、制動時は力行時に比較して騒音が出やすく、逆相制動は、すべりが大きくなる結果、最も騒音が大きく、次に再生制動が大きく、直流制動が最も小さい傾向にある。前二者は交流による制動法であり、回転磁界を使用しており、また直流制動の場合の制動用磁界は静止磁界である。一般に回転磁界と静止磁界が同一電動機の中で混在すると、大きな振動・騒音を発生することが知られているので、ダイヤグライド方式エレベータの制動はすべて直流制動のみを採用し、電動機も直流制動に適するように専用設計した結果、振動・騒音を実用上まったく支障のないレベルまで小さくすることができた。また力行・制動制御の採用によって、接触器の使用個数・動作回数が大幅に減少し、小形化できたので動作音も格段に小さくなった。

さらに直流可変電圧方式と比較して、MG セットがないので、その起動時騒音がなく、建物側の防音特性が比較的低い規格形エレベータの需要先に適している。

## 2.3 安定した精度の高い着床

安定した精度の高い着床を行なうためには、着床直前の速度を正確に制御する必要があるが、これはさききのべた力行・制動両方の制御によって、乗りごちから要求される速度曲線にそって高精度に実現されており、特に行きたらず気味に床に近づいた場合でも、

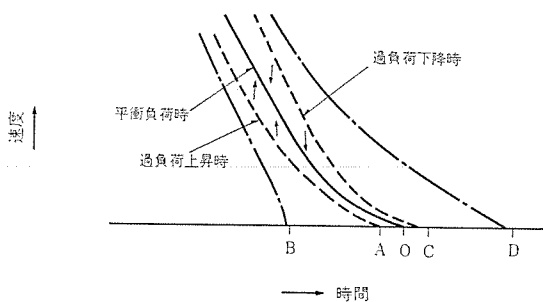


図 2.7 着床動作説明  
Explanation of landing operation.

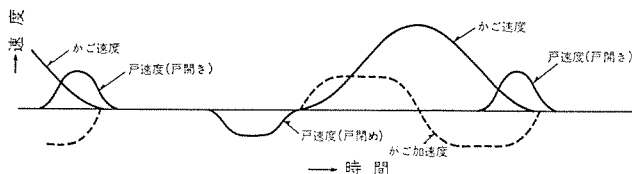


図 2.8 エレベータの標準運転シーケンス  
Typical operation sequence of the elevator.

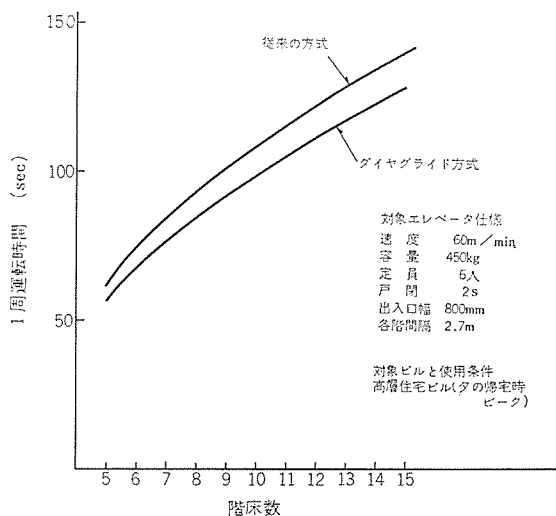


図 2.9 1周運転時間比較  
Comparison of round-trip time.

積極的に力行着床する能力があるので、温度・電圧・負荷変動に対して直流可変電圧方式と同様すぐれた安定性を有している。

すなわち図 2.7 に示すごとく過負荷上昇時などで床の手前で止まり勝ちの場合には、速度パターンに近づけるように力行制御が作動し、トルクを強めて正規着床位置 0 点に引張りこむようにし、0～A 点以内に停止させる。もしこの力行制御を行わなかったならば、たとえば駆動装置の慣性量を特に大きく計画しないかぎり、B 点の位置に停止する。

また、過負荷下降時のごとく、床を行き過ぎて止まり勝ちの場合は、なめらかに正規着床位置 0 点に停止するように制動制御し、0～C 点以内に停止させる。もしこの制動制御が不安定であれば、たとえば D 点の位置まで行きすぎて停止することになる。

#### 2.4 効率のよい実走時間

エレベータの実効運転能率は、図 2.8 に示すように戸の開閉を含んだ床から床までの時間でできる。良い乗りごちを保ちながら実効運転能率をあげるためには、戸の開閉動作も含めて全体をバランスよく計画しなければならない。すなわち、戸閉動作は、乗客に与える危険感、もしくは実際に乗客が戸によれてセーフティシューの働きで戸

が反転するときの危険度、および開閉音から許される限度内ですばやく行ない、戸閉動作が完了してからインタロックスイッチ・ゲートスイッチなどの安全スイッチの動作後、最小の損失時間で起動し、加速・減速中は、乗りごちと走行時間は相反関係にあるから、この兼ね合いを用途に合わせて合理的に選択し、また着床段階においては、高級エレベータのように着床動作中に安全にリズミカルに戸を開き、乗客の乗降を促す等の配慮が必要である。

ダイヤグラインド方式では、前述の力行・制動制御を採用しているので、加速・全速・減速中は、乗りごちと走行時間の兼ね合いを直流可変電圧方式並みに選ぶことができ、またランディングオープンを行なうことにより戸開き時間を有効に利用して、乗りごちよくしかも実効運転能率を高くしている。図 2.9 に従来の交流 2 段方式と比較した運転能率を示した。

#### 2.5 すぐれた安全性と信頼性

安全性信頼性は、帰還制御のごとく制御が従来方式に比較して複雑化するとそこなわれ勝ちとなるが、ダイヤグラインド方式では特にこの点を配慮して構成してある。すなわち半導体部品は十分実績のある部品を適正なデレーチングの下に使用し、特に速度制御の中心部である演算アップには、リニア IC を大幅にとり入れ、部品個数を減じて信頼度を高めた。また主サイリスタは、高信頼度の圧接構造を持つつうパック形サイリスタを使用しており、制御盤の側部に取付けて、冷却効果の向上を計り、信頼度を一段と高くするように配慮してある。

さらに安全面では、調速機・緩衝器・非常止めなどの関係法規で設置を規定されている安全装置に加えて、これらとは独立して、減速およびランディングオープン中の制御状態を監視して、必要に応じて非常制動をかける安全回路を設けており、高級な力行・制動形帰還制御を採用しておりながら、簡単な制御回路をもつ従来の交流 1 段式エレベータと同等以上の安全性・信頼性をもっている。

各制御機器はサージや温度変化などの外乱に対し、慎重入念な保護・補償装置を設け、性能の安定化・信頼性・安全性の向上を計っている。

安全性・信頼性は、このようないわゆるハードの構成のみで決まるものでなく、調整・保守面の配慮もまた重要な条件である。ダイヤグラインド方式では、工場 プレセット を徹底して行なっているため、据付け・調整段階で信頼度が低下するおそれがない。保守面では、万一の故障時主要部分が容易に交換可能であるように、プラグイン式になっており、故障点発見が容易に行なえるように構成され、いわゆる故障復旧時間の短縮を計っている。

既述したように制御が無接点的に行なわれる結果、主回路接触器は電気的な投入しゃ断が行なわれなくなり、接点寿命の考慮を要さなくなつてメンテナンスフリーになった。

据付け・保守作業中の低速運転は力行・制動制御により、容易に行なうことができ、作業の安全を期している。

#### 2.6 建物側への負担の軽減

エレベータの建物側へ与える負担は、機械室面積および設備重量、機械室発熱量、機械室騒音、ビル電源設備への負担、昇降路ピット関係の負担などがある。この内昇降路・ピットの負担は、エレベータ定格がきまるとほぼきまってしまうので、主として問題となるのはこれ以外の項目である。特に住宅用ビルや中小ビルなどにあっては、建物の利用効率をあげ、共通費用を節減するために、上記の負担が軽減されることが望ましい。

ダイヤグラインド方式エレベータでは、共益費の軽減が需要者の強い要望

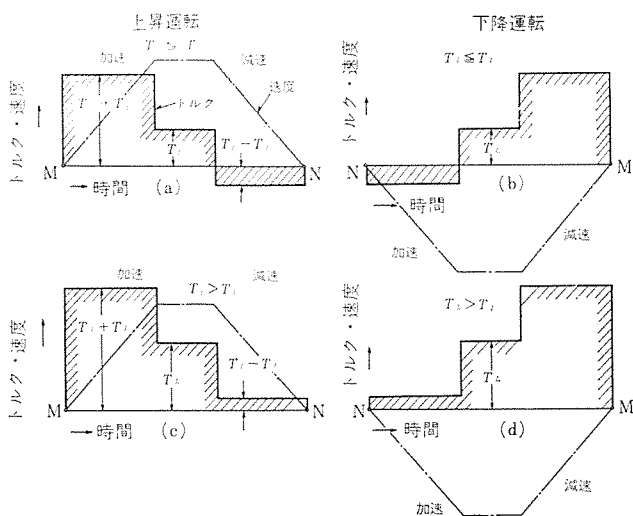


図 2.10 速度トルク曲線  
Torque speed curves.

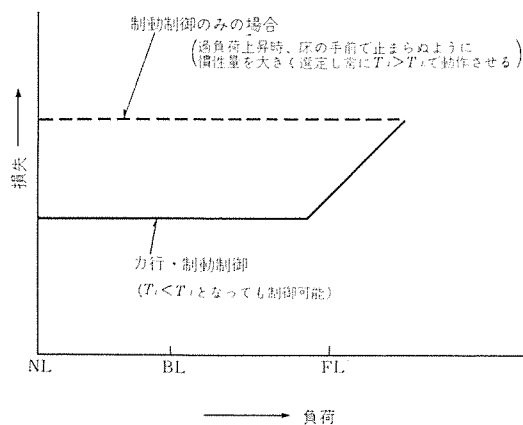


図 2.11 損失比較説明  
Comparison of power losses.

であることに留意し、以下に述べるごとく基本設計から十分な配慮を行なった。

一般に誘導電動機を用いてエレベータを昇降させるとき、発熱の原因になる電氣的損失は大部分が加速・減速中に発生し、銅損が大部分を占めている。この計算を簡単にするために図 2.10 の速度—トルク曲線にそって、一定区間を上昇下降運転する場合、上昇時の加速減速により発生する回転子損失と下降時の同損失の和の1/2、すなわち1回の起動停止ごとの損失の平均値は式(2.1)、(2.2)で示すようになる。

$$T_L \leq T_I \text{ のとき } U = \frac{\omega_0^2}{2\omega} (1+K) T_I \dots\dots\dots (2.1)$$

$$T_L > T_I \text{ のとき } U = \frac{\omega_0^2}{2\omega} (1+K) T_L \dots\dots\dots (2.2)$$

- ただし  $T_L$ : 負荷トルク  
 $T$ : 慣性分を加速または減速させるに要するトルク  
 $\dot{U}$ : 損失の平均値  
 $\omega_0$ : 電動機同期角速度  
 $\ddot{\omega}$ : 加速または減速中の電動機角加速度

$K$ は制動の方法によってきまる定数で、直流制動のとき1、逆相制動のとき3であり、上記平均損失の比は、 $T_L \leq T_I$ 、 $T_L > T_I$  いずれの場合でも1:2で逆相制動が大きい。

次に  $T_I$  について考えると、減速時に制動制御のみを行なう方式

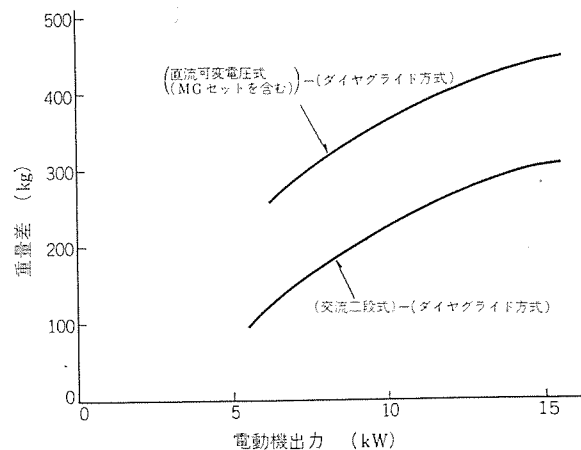


図 2.12 主回転機重量比較  
Comparison of the weight of main rotary machinery.



図 2.13 ダイアグライト方式エレベット納入ビルの一例  
Example of the building equipped with the DIA-GLIDE ELEPET.

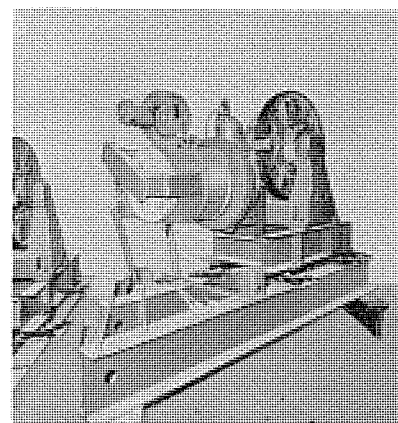


図 2.14 ダイアグライト方式エレベット機械室内部  
Interior of the machine room of the DIA-GLIDE ELEPET.

では、過負荷上昇などのように制動をかけなくても自然に減速するような場合に、エレベータが床前で止まってしまうように十分な慣性量を選ぶ必要があるので、これを加速減速する  $T_I$  は相当大的なものになる。これに対して力行・制動両方向のトルクを制御できる方式では、慣性量に対する上記の制約がなく、慣性量はかなり小さく選ぶことができる。

両方式について、先に述べた平均損失をかご内負荷に対して示したものが図 2. 11 であり、力行・制動制御方式がどのような負荷においても、損失の少ないことが了解されよう。

ダイヤグライド方式エレベットは、以上述べたような基本的考察にもとづいて力行・制動制御を採用しているから、電動機は単一巻線電動機を使用できる利点も併せて小形化されている。図 2. 12 は従来方式との電動機重量の比較を示しており、直流可変電圧方式および交流 2 段方式と比較して、大幅に重量軽減されていることがわかる。

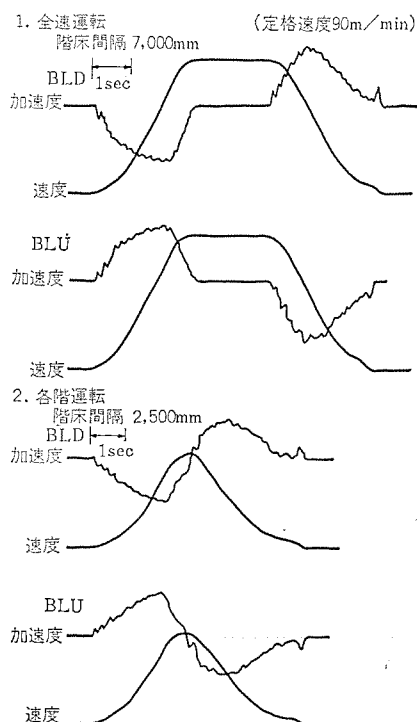


図 2. 15 ダイヤグライド方式エレベットの実際運転特性  
Actual performance curves of the DIA-GLIDE ELEPET.

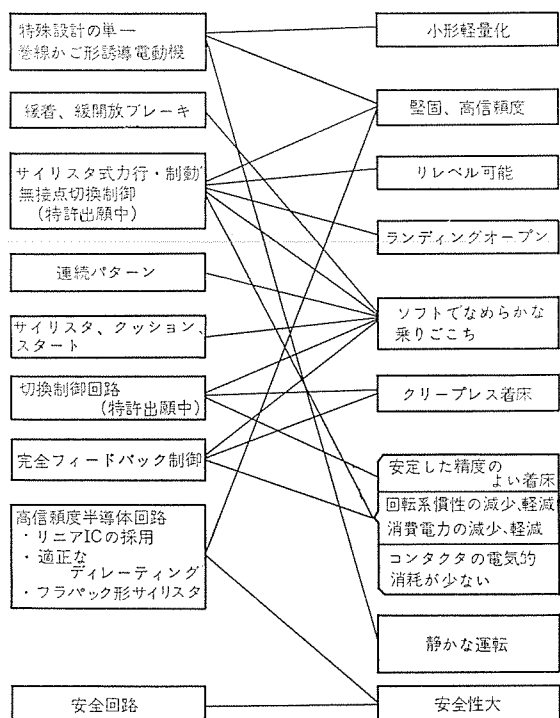


図 2. 16 ダイヤグライド方式エレベットの特長と効果  
Features and effect of the DIA-GLIDE ELEPET.

図 2. 13, 2. 14 は、ダイヤグライド方式エレベットを納入したビルの一例とその機械室内の写真、図 2. 15 は、運転特性曲線を示す。また図 2. 16 は、ダイヤグライドエレベットの特長と効果の関連を要約図示したものである。

### 3. ダイヤグライド DC-GD エレベータ

中速用エレベータとして従来より使用されてきた直流可変電圧歯車式エレベータは、一般にいわれるワードレオナード方式により速度制御を行っており、直流発電機の方巻界磁電流を抵抗タップ切換えにより増減させ加減速制御をしているので、円滑な速度制御を行なうには、経済性・信頼性のうえで種々問題があったが、ダイヤグライド方式の採用により、理想運転曲線に準拠した無段連続速度パターンにそって、分巻界磁電流を変化させ、円滑でむだのない速度制御が可能となり、一段と高性能化することができた。

すなわち、図 3. 1 に示すごとく、発電機と巻上電動機との閉回路における電圧と電流よりエレベータの実走速度を検出し、速度パターンより発信される速度基準値と比較して、その差をゼロとするようにサイリスタアンプを介して、発電機の方巻界磁電流を制御し、可変電圧方式の特長を最大限に活用した速度帰還制御方式とした。この結果、従来の直流可変電圧歯車式エレベータに比べて以下に述べるような数々の性能向上ができて、中速度の高級乗用エレベータとして広範囲の用途に適したものとなった。前述のダイヤグライド方式エレベットでは適用できない大容量のものや、起動ひん(頻)度の激しい場合にはこのダイヤグライド DC-GD を適用する。

#### 3. 1 短い走行時間で快適な乗りごち

従来の直流可変電圧歯車式エレベータでは、前項で述べたごとく発電機の方巻界磁電流を抵抗タップ切換えにより増減して速度制御しており、理想運転曲線に近づくために通常加速時はタイムリレーにより、減速時は昇降路内に直接おかれた位置検出装置により、抵抗タップ切換えを行っていた。そのためにめまぐるしい速度パターンを得るためには多くのタップが必要であり、信頼性が低下して不経済となり、また、タップを減らすと切換え時における界磁電流の変化率が増加し、かごの追従性が劣化して乗りごちや着床精度が低下する不具合があった。ダイヤグライド方式では、サイリスタの点弧角制御によりステップレスな界磁電流の増減を行なっているため、従来方式のような不具合はなくなった。

すなわち、サイリスタ制御の基準となる速度パターンは、前章のダイヤグライド方式エレベットの場合と基本的には同一原理のものを使用し

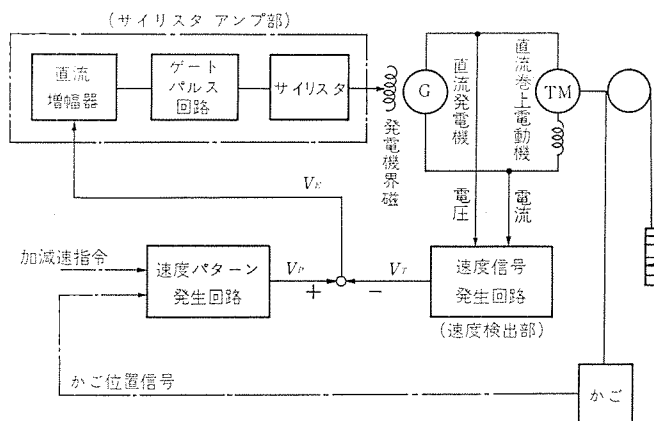


図 3. 1 ダイヤグライド方式直流可変電圧歯車式エレベータ原理  
Schema of the DIA-GLIDE DC-GD elevator.

ているが、起動・停止時および加速の終了時、減速の導入時は特殊なパターン構成とし、エレベータの実走速度が理想運転曲線に沿うように入念精密な配慮が施されている。また、従来より乗りごちの改善要望の強い各階運転に対しては、独立した各階運転用の速度パターンを設定して、短区間走行に適した加減速制御を可能にした。

着床停止動作は、次項で詳細説明のごとく安定した精度の高い制御により、なめらかな減速着床を行ない、緩着ブレーキによりショックレスな停止をする。

主制御装置はスタティック化により、制御系の応答速度が早くなり、適正な速度パターンの構成とあいまって走行時間の短縮に効果をあげており、快適なランディングオープン の組合せによりソフトな乗りごちを保ちながら、一段と実効運転時間を短縮することができた。

なお、界磁抵抗切換用の多くのコストが不要となり、加減速ごとに繰返される投入しゃ断の動作音がなくなって、静かな機械室となった。

### 3.2 安定した速度制御と精密着床

ダイヤグライド DC-GD エレベータでは、ワードレオード方式の特長を利用して、電動機の電機子電圧と電流とから電動機速度に比例した信号を創出し、かごの速度検出を行なっている。この方法は信頼度・経済性の向上にはきわめて有効であり、一部の高速エレベータでは使用されているが、一方電動機の界磁電流を供給する電源電圧の変動、電動機の温度上昇などで界磁磁束が変化し、電動機の最高速度が変動する欠点がある。そのために最高速度が高くなれば、着床速度が高くなって停止時のショックが大となり、また最高速度が低くなれば、着床前に低速で走行する時間が長くなり輸送能力が低下する。このような制御系の不安定要素を除去するために、ダイヤグライド方式 DC-GD エレベータでは、簡便安価かつ精度高い画期的な補償方式を開発し(特許出願中)、速度帰還制御を巧みに組合せて安定性を高めた。

すなわち、電源電圧の変動に対しては、それに起因する電動機ほか励界磁電圧の変動分をトランジスタを介して速度パターンを修正する、たとえば電源電圧が上昇した場合は界磁電流が増加し、電機子電圧が一定ならば速度は低下しようとするが、速度パターンを高めて発電機の発電電圧を上昇させて、電動機速度低下を打消すようになっている。

また、温度変化に対しては、サーミスタにより変化検出をしてトランジスタを介して速度パターンの修正指示をしている。

このように十分な補償対策をしているので、精度の高い着床動作が可能となり、ヘビユースの乗用エレベータとしては最適の性能となっている。

### 3.3 信頼度高く経済的

直流可変電圧歯車式エレベータは、中層ビル用として今後いつその需要の増大が期待されるが、そのためにも経済的で高性能なエレベータにして社会的要望にこたえる必要がある。ダイヤグライド方式では、これまで述べてきたように性能の向上につとめると同時に、経済的価値を高めるために、駆動制御機器の小形軽量化による機械室面積の利用効率の向上と、床荷重の軽減を計り、維持費の節減にも特別の配慮をした。

すなわち、従来の発電機複巻界磁による負荷変動補償方式を、帰還制御系の中に包含して、直巻界磁やダイバータを不要とし、発電機直結の回転形励磁機を、シリコンダイオードの静止形として電動発電機を小形軽量化した。また帰還制御系レギュレータの一体化と、加減速用コンタクタやダイバータの除去による、制御盤内実装の効率化・軽量化



図 3.2 ダイヤグライド DC-GD エレベータ納入ビル の一例  
Example of the building equipped with the DIA-GLIDE DC-GD elevator.

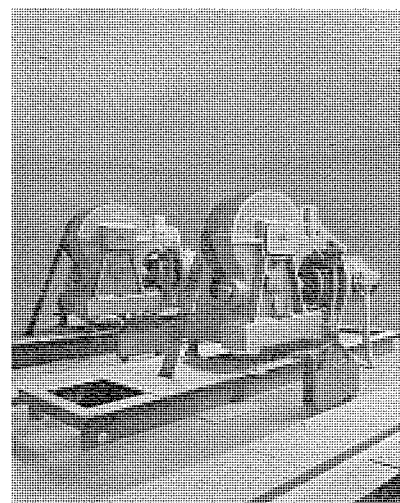


図 3.3 ダイヤグライド DC-GD 機械室内  
Interior of machine room of the DIA-GLIDE DC-GD elevator.

をはかり、部品個数および相互接続箇所を大幅に縮減して、ソリッドステート化による長寿命化と信頼性の向上を一段と強化した。かつ調整箇所の集約と節減が可能となり、工場プレセット化とともに最終品質の向上と均一化に効果をあげている。

また、専用設計された回転機や、静止化された制御装置によって、動力用および制御用の電力消費量の縮減につとめ、維持費の軽減を計った。

ダイヤグライド DC-GD エレベータ納入ビル の一例と、その機械室内の写真を図 3.2、3.3 に示す。

## 4. む す び

電子技術はすでに揺らん期を脱し、成長期に移りつつあるとはいえ、安全性・信頼性を特に重要視するエレベータの駆動・制御部に電子技術を導入することは、格別に慎重を要することである。その意味において三菱ダイヤグライドエレベータの開発は、サイリスタ点弧角制御

による速度帰還方式であるという技術的新規性よりも、エレベータが公共輸送機関として社会的な新しい要望に対応していくために、電子技術をいかに導入し、使いこなしていったかということに大きな意義がある。

したがって、本文においてもその主旨にそって、ダイヤグライド方式を適用したエレベータとDC-GDエレベータについての技術的な紹介を行ってきた。

目下われわれは、ダイヤグライド方式を適用した世界最高速度 540 m/分エレベータを製作中であり、三菱ダイヤグライドエレベータは今後ますます

発展してゆくものと思われる。

この本文により三菱エレベータに対する認識を深めていただくことができれば幸である。

#### 参 考 文 献

- (1) 高村ほか：三菱エレベータの最近の技術的進歩，三菱電機技報，39，No. 12（昭40）
- (2) 高村ほか：超高速化の進む三菱シンクログライドエレベータ，三菱電機技報，44，No. 8（昭45）

# O. S. システム-700 全自動群管理エレベータ —OPTIMUM SERVICE SYSTEM-700—

篠 崎 裕 久\*

## Mitsubishi O. S. System-700 Group Supervisory System of Elevators —Optimum Service System-700—

Inazawa Works

Hirohisa SHINOZAKI

Mitsubishi has developed an epochal new group supervisory system of elevators O. S. system-700, by which the average waiting time in a day service is cut down 30% in comparison with the conventional system and also long waiting calls requiring more than 50 sec. are reduced by 50~70%. This system fully uses high speed operation performance of a exclusive processor provided with all integrated circuits, and offers the optimum service through the development of unique software to distribute the cages in response to the calls.

The cage works under a basic movement of starting from any floor in a desired direction according to the allotment of call and going straight to the floor of assigned call by passing other floor calls on the way. Thus this new system is anticipated to furnish the passengers with the optimum service under any traffic condition and to improve especially the daytime operation.

### 1. ま え が き

三菱電機は、ビル の縦方向交通の重要な手として、本格的な全自動群管理方式エレベータを業界に先がけて世に送り、多くの納入実績とその性能の優秀さによって、国内はもとより諸外国からも高く評価されており、とくに全自動群管理方式 ASP-A MARK-II は、最高水準の群管理エレベータとして長年ビル の経済性向上に寄与してきた。しかし近年、社会の発展はめざましく、ビル の建設においては、40 階 50 階をこえる超高層ビルが増加の一途をたどり、これらビルに居住する各種企業の事務合理化は急速に進み、事務能率の向上はめざましいものがある。こうした情勢の中で、これらビル の経済性と、事務能率向上に寄与するエレベータの設備に対し、いまいっそうの待ち時間短縮が使命であり、これまで以上の高水準サービスが要求されるようになってきた。

しかし、ますます繁雑をきわめるビジネスアワーのビル内交通を、限度ある設備台数をもって、より効率的に従来以上に待ち時間の短縮を計っていくためには、性能的にすでに改良の頂点に達し完成品に近い ASP-A MARK-II に対して、これ以上の改善を期待するのは非常にむずかしくなっている。

ここにおいて、ASP-A MARK-II を性能的に上まわる新しい高性能群管理方式の出現が、強く要望されるようになり、今般まったく新規なエレベータ群管理思想に基づいて、O. S. システム-700 (OPTIMUM SERVICE SYSTEM-700) を開発した。

O. S. システム-700 は昭和 48 年 3 月しゅん(竣)工予定の三菱本館ビルに 6 台、2 バックをはじめとし、新宿住友ビルに 4 台、3 バック、東京海上ビルに 6 台、1 バック、大阪 IBM 4 台、1 バックその他続々と納入が決まっており、ここにその全容を紹介する。

### 2. これまでのエレベータ群管理の考え方

新しい全自動群管理方式 O. S. システム-700 の考え方を理解するために、まずエレベータ群管理の目的、ならびに現在最高級的全自動群管理方式 ASP-A MARK-II について振り返り、これまでのエレベ

ータ群管理に対する考え方をまとめてみる。

#### 2. 1 エレベータ群管理の目的

エレベータの群管理は、その群という字が示すとおり、1 台のエレベータを対象にするものでなく、2 台以上のエレベータを対象に発展してきた思想であり、このエレベータ群に対して巧みな運転管理を行なうことによって、単に台数を増加するだけでは得られない大きな輸送力と、利用客に対する効率よいサービスを生み出し、ひいてはビル の経済効率を向上させることを目的とするものである。

一般の事務所ビル の朝の出勤時や夕方の退勤時には、ほとんどのエレベータ利用客が、それぞれ主階床から各階床へ、各階床から主階床へと、いようように移動し、乗客の流れは一定の傾向を示している。このような状態では、単にグループ内のかご台数を増加するだけでも、ある程度の輸送力を向上することが予想できるが、これをグループとして横の連絡をとり、個々のエレベータの勝手な動きを抑制して、グループとして統率ある動きをさせることにより、輸送力をさらに大幅に向上することができる。

また、エレベータに要求される基本的目標が、乗客をある階床から、他の階床へ安全確実・正確・迅速・乗りごちよく運ぶことであることは、今も昔も変わらないが、ここでいう「迅速に」が単にエレベータの速度が速いというだけでなく、待ち時間や乗ってから目的階へ到着するまでの時間を含めた時間を短くすることを意味することに注目しなければならない。とくに主階床と各階床間の二元的な交通に、各階床間を行き交う多角的な交通が複雑に交差するビジネスアワーにおいては、いかにして各階床で待つ乗客に、平等に平均した短い待ち時間でサービスできるかということは重要な問題であり、近年エレベータ群管理の焦点として、大きくクローズアップされている。これらの基本的目標に対して、輸送力の不足しているエレベータや、待ち時間の長いエレベータによる時間的損失、精神的な損失は個々の利用者にとっては、わずかな損失であっても、ビル全体のエレベータ利用者としてみれば大きな損失であり、ビル の経済効率低下の大きな原因となってくる。

これらの損失を最少限に押え、グループとして最高のサービスを発揮

させるために、エレベータ各個の勝手な動きを抑制し、ある管理の下で統率して、総合的に大きな効果を引き出すのがエレベータ群管理の役割であり、その良し悪しが結果的にビルを経済性に大きな影響を及ぼすことは明らかである。

## 2.2 ASP-A方式の基本的考え方

ASP-Aは1957年(昭和32年)に当社がわが国最初の全自動群管理方式エレベータとして世に送り、わが国のビル特有の実情を反映して、きめ細かな改良を積み重ねながら今日のASP-A MARK-IIへと発展してきたものであり、現在の高級群管理方式エレベータの主流をなすものである。ASP-A方式は交通状態に応じた数種の輸送形式(トラフィックパターン)を内蔵し、大局的な交通需要予測のもとにパターンを選択して切換え、選択されたパターンの中でかごの動きを、こまかにコントロールして交通変動に適切に幅広く対処する一種の階層制御を行なっている。

朝の出勤時のように玄関階床からの入館者が圧倒的に多い交通状態においては、昇りピークのパターンが選択され、玄関階床から乗り込んだ昇り客がすべて目的階で降りてしまうと、かごは直ちに方向反転して、できるだけ早く玄関階床へもどり、入館者の輸送に専念する。このラッシュの状態がきわめて激しいときは、分割昇りピークのパターンが選択され、エレベータが上層行きと下層行きの2グループに分かれ、サービス階も上層と下層に分割して、それぞれのグループが専属にそれぞれの層へ行く昇り客の輸送に専念するようになり、入館者に対する輸送力を大幅に向上することができる。

また、ビジネスアワーにおいてはすべての階床からの乗客に対して待ち時間を短縮し、均等化して平等にサービスするため、エレベータ利用客の到着がきわめてランダムであることにかんがみ、エレベータとエレベータの間の時間的間隔を均等化するのが良策という考えのもとに、かごはサービス階の上下両端階に設けられる上下出発階から時隔出発し、同方向の呼びに順次応答して往復する上下出発階の間の流し運転を主体としている。この方式では、時隔出発が非常に重要な役割を占め、紋切り形の固定タイムによるものではとうてい効果的な待ち時間短縮は不可能であり、それぞれの出発階においては、電子頭脳が交通状態の変化を適確にキャッチし、将来予測に立った出発間隔の自動調整が行なわれている。また流し運転も、単に上下出発階間を循環するだけでなく、電子頭脳の適切な判断のもとに、かごの間隔が開きすぎれば後続のかごが途中から引き返したり、途中でかごがかたまりすぎれば計画的にかごを通過させて間隔を開いたり、長時間待たされた呼びがあれば優先的に応答したり、各階からの需要が多いときにはサービスゾーンを分割して、各かごのロードバランスを取るように、常にそのときのパターンと交通状態に応じて、非常にきめこまかなコントロールを行なっている。

## 3. O.S. システム-700

O.S.システム-700は、朝の出勤時のように乗客の流れに一定の傾向が見られる交通状態を除いて、特別な輸送形式(トラフィックパターン)を設けず、この方式特有の基本動作とその応用動作によって、現在と近い将来の交通状態に対して最も効果的なかごの配車を行ない、あらゆる交通状態において、利用者に最適なエレベータサービスを提供する画期的な全自動群管理方式である。以下その特長・考え方等について説明する。

### 3.1 O.S. システム-700の特長

ASP-A方式における群管理の基本的な考え方は、かごとかごの

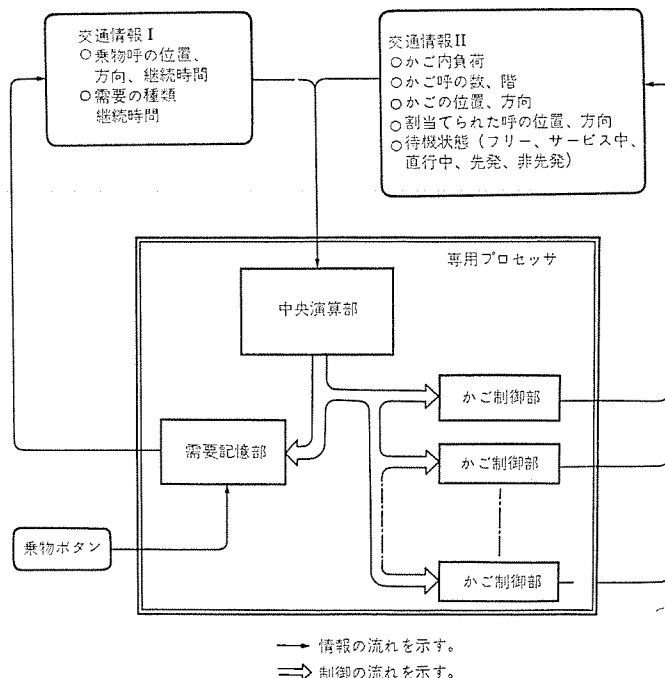


図 3.1 O.S.システム-700の情報処理の流れを示すブロック図  
Block diagram of information processing in O.S. system-700.

時間的間隔を均等化することによって、待ち時間の短縮と平均化を計り、サービス効率を向上しようとする方式である。したがってかごは上と下の出発階から時隔出発し、上下出発階の間を往復運転する動きを主体としており、上下出発階における出発時隔の調整のための待機が必要になったり、いったん出発階を出発したかごは、呼びがなくても他方の上出発階まで走行するようになる。これらの動きはいずれもASP-A方式においては、サービス効率を高めるために必要な動作であるが、エレベータの動きとしてみると、利用客のサービスに対しては有効な働きをしていない、いわゆるむだな待機、むだな走行である。また乗場における乗客の到着はきわめてランダムであり、いかに出発階での出発時隔の自動調整が綿密に行なわれたとしても、後から出発したかごが先のかごに追いついて、いったんだんだん運転となると互いのかごが順次前方の呼びに応答していくため、サービス効率を低下する共倒れ現象も生じやすい。

これらのむだをはぶき、すべてを有効なかごの動きに変え、いっそう効率よいエレベータ群管理を実現することを目標に開発されたのがO.S.システム-700である。ASP-Aにおける群管理がサービスゾーン内で、かごを時間的に等間隔に分散することを主眼として行なわれているのに対して、このO.S.システム-700は乗場に発生する呼びを対象に、その分布に応じたかごの分散を行なうことによってサービス効率を向上することを主眼としており、O.S.システム-700の中核となるオールIC化専用プロセッサが、みごとにこの役割をはたしている。

図3.1に示すようにこの専用プロセッサはあらゆる交通情報を収集して、あらゆるサービスの可能性をさぐり、交通状況に応じて現在、および近い将来を通じて最初にかごを振り向けるにふさわしい呼びを選択し、この呼びに対して最も短い待ち時間で応答できるかごを選び出して割り当て、かごは割り当てられた呼びの階床へ直行して応答するようになる。したがって、この方式からかごが上下の出発階の間を往復運転するという観念は姿を消し、かごは呼びを中心に任意の階床から、任意の方向に動くことができる。最終の乗客が降りてしまえば、その階床で利用可能かごとなって待機し、ふたたび専用プロセッサが選び出した、真に自分が応答すべき呼びが割り当て

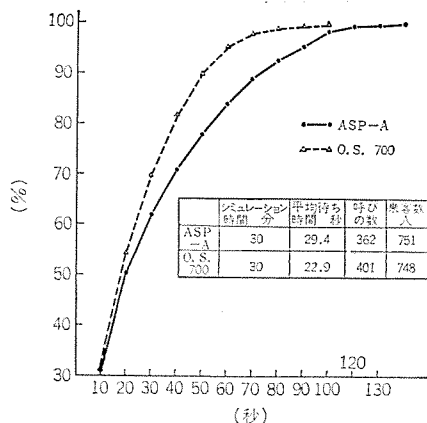


図 3.2 平常時の待ち時間累積分布  
Comparison of waiting time with usual system and O.S. system-700.

られると待機している階床から、割り当てられた呼びの階床へ向けて直ちに出发し、途中階の呼びには応答せず直行していく。この動きから明らかなように、出発時間を調整するための出発階という考えはなく、乗客もないのかごが他端の出发階まで走行することもなくなる。この方式によって、これまで懸案であったかごのむだな走行、むだな待機が一掃され、常に需要に見合った台数のかごが、有効かつ合理的にサービスを行なうことができるようになった。

これらのかごの動きは外見上、一見不規則ででたらめに見えるが、この裏に O.S. システム-700 の神髄が隠されているのであって、どの階で待っている乗客に対しても、最適のかごが平均した短い待ち時間で到着する良好なサービスが実現する。

呼び割り当て式を採用したこの画期的群管理方式 O.S. システム-700 は、世界でも類を見ない膨大な電子計算機によるエレベータ運行シミュレーション結果と、エレベータ群管理に対する長い経験・実績をもとにみがか上げられたソフトウェアを、オール IC 化専用プロセッサが高速で演算処理する最新鋭全自動群管理方式として、世界に誇るものである。

図 3.2 に示すシミュレーションの結果をみれば明らかなように、従来方式に比べて、ビジネスアワーの交通状態において乗客の平均待ち時間は 15~30% も短縮され、50 秒以上待たされる呼びの数を 50~70% も減少する結果を得ている。また従来から定評あるパセンジャサービス装置はすべて完備しており、エレベータの動きそのものは従来方式と根本的に変わったといっても、乗客が目的のかごに乗り降りするには複雑な判断や操作は必要なく、これまでと異なるものはない。

以上の基本動作に加えて、従来実績ある朝の出勤時における分割昇りピーク運転をはじめ、O.S. システム-700 の基本動作を生かした独得な地下・屋上への運転、昼食時の運転等、実績とシミュレーションによって効果が確認された種々の付加動作・応用動作が完備され、幅広い交通変動に対してすぐれたサービスを提供することができる。

### 3.2 O.S. システム-700 の基本的な考え方

O.S. システム-700 は、従来の方式を上下出発階の間をかごが交通状態に応じた時間的間隔をとって往復運転を行なう循環方式とすれば、さしずめ呼び割り当て方式というにふさわしく、乗場に呼びが発生すると、これが中央の専用プロセッサによって次々と最適なかごに割り当てられ、かごは、途中の呼びを通過して割り当てられた呼びの階床へ直行して応答し、呼びに応答してしまうと任意の階床で利用可能かごとなって、ふたたび呼びが割り当てられるまで待機すると

いう呼び中心の運転を行なうものである。この方式で注目しなければならないのは、呼び割り当てが任務を終えて待機している利用可能かごを主体に行なわれるため、自由に希望どおりにかごを割り当てた呼びの階床へ振り向けることができることである。

これに対し、すでに乗客を乗せてサービス中のかごに回答すべき乗場呼びを割り当てたり、予約等を行なう方法が考えられるが、すでに乗っている乗客の行先階による制約があり、希望したとおりにかごを割り当てた呼びの階床へ振り向けることはむずかしく、そのうえ、うまく呼びを割り当てても、その後で乗客が降りた階床から新たに乗り込む乗客によって、状態が変化することも多くなる。それにもかかわらず初期の割り当てや予約に固執していると状況の変化に適合しない、かえって効率悪いかごの運転を継続することになり、これを是正するために状態の変化に応じた割り当て、予約の取り消し変更が必要になるのは明らかである。この傾向はとくに階床相互間の交通が多くなるビジネスアワーにおいてはなほだしく、この取り消し変更のひん(頻)度が多くなると、終局的にはかえってサービス低下を招くことになる。

これにかんがみ、O.S. システム-700 は前述のごとく呼びを割り当てるのは、あくまで任務を終えて待機している利用可能かごが主体であり、走行中のかごに対しては、極力前述の悪影響が出ないように、かごの位置・方向、かご内乗客の行先階、割り当てようとする呼びの位置・方向、および他のかごに対する割り当ての有無を総合的に判断して、利用可能かご同様にこのかごが近い将来、この呼びに最短時間で応答できるかごであることが確定した時点で、呼び割り当てを行なっている。したがって、乗場で待つ乗客は、常に最適かごのサービスを受けることができるようになる。

図 3.3 は、O.S. システム-700 において、かごに割り当てられる呼びの単位、すなわち需要帯域を説明するもので、地下 1 階・地上 14 階のビルをモデルに示している。

かごに割り当てられ、かごが分担してサービスする呼びは一般に複

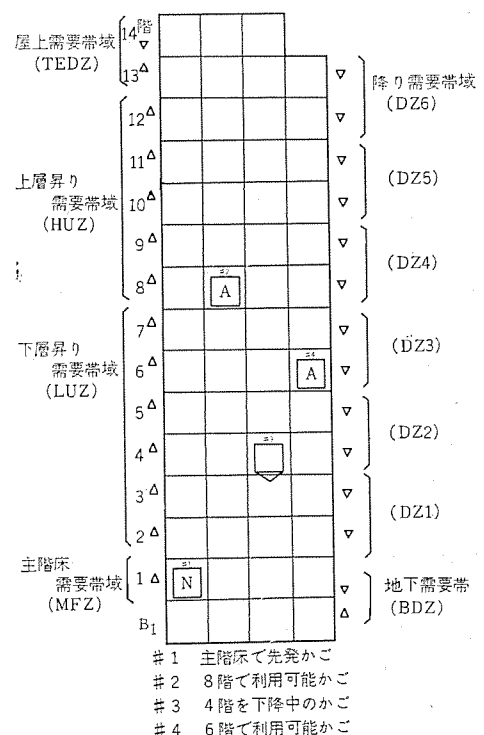


図 3.3 需要帯域の構成  
Construction of the demand zone.

数階床の呼びを1グループとして、図示のごとくいくつかの需要帯域に分類し、帯域単位にかごへの割り当てを行なうようになっている。乗客の到着は時間的に・人数的に・位置的にきわめてランダムであり、限られたかご台数でグループとして効果あるサービスを行なうためには、これら不確定事象に対する総合的な判断に立ったかごの配車が重要である。単に呼びが継続した時間の長短による順序付けのみによって呼びのサービス順序を決めても、現在発生している個々の呼びに対しては妥当なサービス順位に見えるが、これら呼びにサービス中に発生するであろう呼びに対するサービスまで含めて考えると、実際にはかごの配車に片寄りが生じ、全体的に平等で待ち時間の短い効果的なサービスを保証することはできない。

O.S.システム-700は、この乗場呼びを需要帯域としてグループ化し、単なる呼びとしてではなく帯域の需要として扱い、需要の発生状況、すなわち需要の種類・位置・継続時間、およびそのときのかご状態・位置・方向等のあらゆる交通状況と、近い将来発生する呼びの処理をも考慮して、常に呼びを帯域ごとに最適な順序で最適なかごへ割り当て、呼びの発生状況に応じたかごの分散を保持することによって、大きなサービス効果をあげている。

この意味で需要帯域の構成は重要であり、かごの台数、サービス階数、乗場呼びの種類やその呼びがある階床の特殊性、その階床の居住人口、乗客発生状況等を十分考慮して決めなければならない。したがって、需要帯域はビルによってその内容が当然異なるものであるが、種々のシミュレーションを行なった結果と、これまでの実績とを参考に、O.S.システム-700では、標準的に以下に述べるごとくそれぞれの需要帯域を構成している。

#### (1) 降り需要帯域 (DOWN DEMAND ZONE)

降り需要帯域は降り客輸送のためのサービス単位で、通常は主階床(入館階床)より上方の階床に対して隣接した二つの階床で一つの降り需要帯域を構成する。これまでの降り客サービスに対するデータによれば、1社専用の事務所ビルでは降り客の6~7割が、またフロア貸しでは7~9割が主階床へ下降する乗客であり、かごの降り方向における停止は、かご呼びより乗場呼びによるものが非常に多いという結果が出ている。これらの実績をもとにしたデータとシミュレーション結果とから、降り需要帯域は2階床で1帯域を構成するのが、降り客サービスの均等化と、積み残さないサービス確保のため最も適当という結論を得ている。

しかし、集会室とか食堂があるため乗客が集中的に発生する階床に対しては、1階床で一つの降り需要帯域を構成することも、また逆に設備階などのように居住者も少なく乗客発生が少ない階床では、2階床よりも多い隣接階床によって一つの降り需要帯域を構成することも、他の降り需要帯域に対するサービスとのバランス上必要な場合があり、降り需要帯域は同じ階床数のビルでも、居住人口、各階床の降り客の発生状況によってその総数は異なってくる。

#### (2) 昇り需要帯域 (UP DEMAND ZONE)

昇り需要帯域は昇り客輸送のためのサービス単位で、上層昇り需要帯域と、下層昇り需要帯域にサービス階を2分して設定する。昇り客の大半は入館階、すなわち主階床から上昇する客であり、途中階からの上昇客は比較的少なく、降り方向サービスとは逆に昇り方向ではかご呼びによるかごの停止が、乗場呼びによる停止より非常に多くなる。これらの状況とシミュレーション結果による降り需要帯域とのサービスバランスを総合的に判断して、降り需要帯域とは異なり大まかで幅広い二つの帯域として昇り需要帯域を構成している。

#### (3) 主階床需要帯域 (MAIN FLOOR DEMAND ZONE)

主階床需要帯域は入館階からの昇り客をサービスする単位で、ビルの玄関という階床の特殊性から、前述のごとく他の一般階と比べて昇り客が相当多いことがわかっており、サービス上のウエイトを増すため主階床1階床で一つの需要帯域とする。

#### (4) 地下需要帯域 (BASEMENT DEMAND ZONE)

地下需要帯域は地下からの昇り客、地下での降り客を輸送するためのサービス単位で、主階床の降り客を含め地下階床を対象に設定する。日本のビルの地下は交通機関や商店街に通じていることが多く、地下に対するサービスは重要な問題であり、他の階床と別個に一つの需要帯域を設けてサービスのウエイト付けを考慮する。また地下が段違いのときは、地下を上方地下需要帯域と下方地下需要帯域に分けて、地下内でのサービス均等化を計り、地下も他の一般階に比べサービス低下ができるだけ少なくなるよう考慮している。

#### (5) 屋上需要帯域 (TOP EXTENSION DEMAND ZONE)

屋上への上昇客と、屋上からの下降客を輸送するためのサービス単位であるが、ここでいう屋上は地下とは異なり、ビルの本当の屋上とは関係なく、最上方のサービス階が不ぞろいで、すべてのかごがサービスできないとき設けるものである。本当のビルの屋上であってもサービス階がそろっているときには、一般階の中の一つの階床として処理し、不ぞろいで特定のかごしかサービスできない最高階があるときは、一般の需要帯域とは別個に屋上需要帯域を設ける。

以上、呼び割り当ての基本となる需要帯域について説明したが、よほど閑散な交通状態でなければ、きわめて不規則に発生する需要に対して、常時呼び割り当てを受ける利用可能かごが待機しているとは限らず、利用可能かごが発生したときに前述した種々の需要帯域の需要が重複して発生することが当然予想され、このような状態において、どんな順序で需要を処理していくかが群管理性能を左右する重要な問題である。

需要ができた順、すなわち古い順に処理することも考えられるが、単にこれだけでは、確かにそのとき一番古い需要に対しては妥当なサービスであっても、その需要にサービスした後のかごの動き、他のかごの動き、近い将来発生してくる呼び、これらを全然考慮していないのでは、他の需要に対するサービスが阻害され、総体的にはサービス効果を低下するおそれがある。

たとえば、図3.3の降り需要帯域DZ1・DZ3に需要があって、呼び割り当て可能な1台の利用可能かごが発生すると、DZ1が一番古いという理由で、DZ1の呼びをかごへ割り当ててしまうと、このかごはDZ1へ直行して、呼びに回答し主階床へ下降してしまうかもしれない。もし利用可能かごが続いてなければ、DZ1・DZ3の需要発生にはそれほど時間差がなかったにしても、DZ3はしばらく待たされることになる。したがって、DZ3に回答する可能性の強いかごの有無を判断してこれがなければ、DZ3とするのが妥当である。DZ3に回答したかごは降り客を乗せて下降し、もしDZ1の需要が割り当てられないまま残っていれば、続いてこれに回答させることもできるからである。

O.S.システム-700ではシミュレーションの結果をもとに検討を重ね、かご内乗客の行先階、かごの位置と走行方向、需要の継続時間、あるいは需要帯域内の呼びの継続時間、需要の数等あらゆる交通状態を総合的に判断し、交通状態に応じて流動的に最適な処理順を決め、最適なかごに需要を割り当てるきめ細かにねり上げられた方法を採用している。

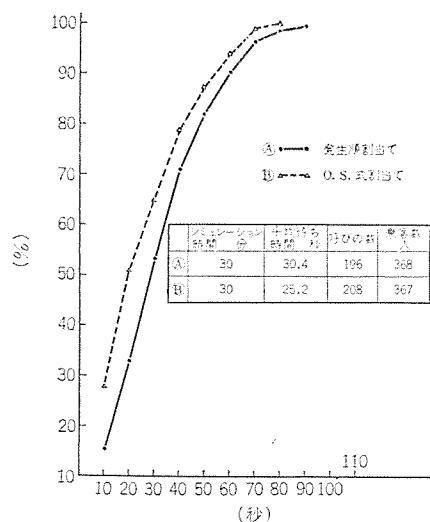


図 3.4 需要発生順割当てと O.S. 式割当ての待ち時間累積分布  
Comparison of waiting time with the demand assigning system on the occurred order and O.S. system-700.

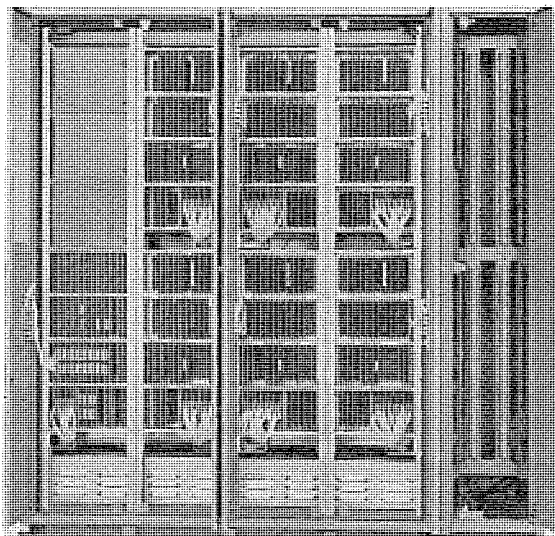


図 3.5 O.S. システム-700 の専用プロセッサ  
Specialized processor of O.S. system-700.

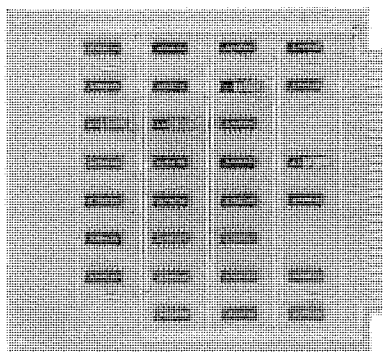


図 3.6 機能カード  
Sample of functional cards.

需要を単に発生順に利用可能かごへ割り当てたときと、O.S. システム-700 が採用している方法で、割り当てたときのサービス結果をシミュレーションによって比べると、前者は上方階のサービスが低下し、下方階との間にサービスの大きなアンバランスが生じる不具合が目立ってくる。図 3.4 にそれぞれの場合について待ち時間の累積度数分布を示すが、後者の優秀さは明らかである。

### 3.3 O.S. システム-700 の群管理装置

この装置は三菱電機の数十年に及ぶエレベータ分野における半導体化技術と、数次にわたる IC 化管理装置の試作、試験ならびに三菱電機ビル第 6, 7 号機管理装置オール IC 化の実績をもとに完成し、リレー系エレベータ管理装置に十分匹敵する信頼性を誇るものである。一般のコンピュータとは比較にならない悪い設置環境においても、耐サージ性が高く、またシステムダウンにならないための備えは万全である。

この装置は数千個の IC 素子によって構成される大規模な専用プロセッサであり、図 3.5 はその全容を示すものである。図 3.6 はこの装置に用いる機能カードの一例を示す。

以下、図 3.1 のブロック図にしたがって、装置内における情報処理の流れを説明する。図示のごとくこの装置を大きく機能的に分類すると、中央演算部・需要記憶部・かご制御部の三つにブロック分けすることができる。需要記憶部は乗場に来た乗客が乗場ボタンを押すとこれを記憶し、図示交通情報 I として中央演算部へ伝送する。中央演算部はこの呼びをかごに割り当てるべきかどうか、すなわちこの呼びのある帯域へかごをサービスのために配車することが必要かどうかを判定し、配車必要と判断結果がでると需要記憶部に対して、この呼びのある帯域に需要の登録を指令し、交通情報 I と II とから最先にサービスすべき需要を選択する。続いて、選択した需要帯域へサービスするのに最適なかごを選択して、そのかごに対応するかご制御部へこの帯域の呼びを割り当てる。かご制御部はこの指令を受けて、速やかにかごを割り当てられた呼びのある階床に向けて出発させ、かごはサービス開始点である最初の呼びの階へ直行する。中央演算部はかごに割り当てられたこの需要帯域の需要解消を需要記憶部へ指令する。

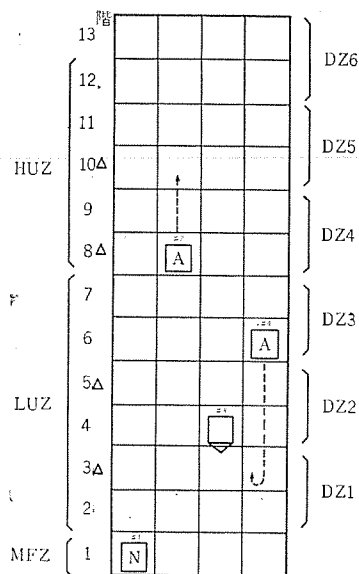
かごは割り当てられた需要帯域の呼びに応答してしまうと、乗り込んだ乗客のかご呼びと、交通状態に応じて途中の需要帯域の呼びに適宜応答し、最終の乗客が降りた階床で利用可能かごとなって再び待機して、中央演算部からの次の指令を待つようになる。これら一連の演算は IC 化専用プロセッサの高速演算により一瞬にして処理され、中央演算部の中では常に最新の情報に基づいて、独得の群管理ソフトウェアが演算処理されるようになっている。

以上、需要の発生とその処理に対する一連の流れを説明したが、3.2 節で述べたように、種々の需要帯域に発生した需要が重畳してくることは当然予想されることであり、中央演算部は、交通状態に応じて最も優先すべき需要を適宜選択して、前述同様に処理するようになっている。

### 3.4 O.S. システム-700 のかごの動き

ここでは図 3.7, 3.8 にしたがって特長ある O.S. システム-700 のかご動作例について説明する。

図中に、図で示される #1 号機は主階床 (1 階) の先発かごである。先発かごは従来方式と異なり乗客が乗り込めば出発時間を待たずに、直ちに出発するようになっており、また規定時間経過しても誰も乗り込まないときは利用可能かごとなって、他の帯域の需要にも応じることができる。図で示される #2, #4 号機は、それぞれ 8 階と 6 階で用済後に利用可能かごとなって待機しているかごである。利用可能かごは、前述のようにいつでも需要の割り当てを受ける状態にあり、割り当てを受けると、直ちに出发できるかごである。#3 号機は 4 階を下降中のかごである。かごが走行中であるというのは、



- #1 主階床で先発かご
- #2 8階で利用可能かごであったが上層昇り需要を割り当てられて昇りサービスを開始する
- #3 4階を下降サービス中
- #4 6階で利用可能かごであったが下層昇り需要を割り当てられて、3階へ直行し方向反転して昇りサービスを開始する

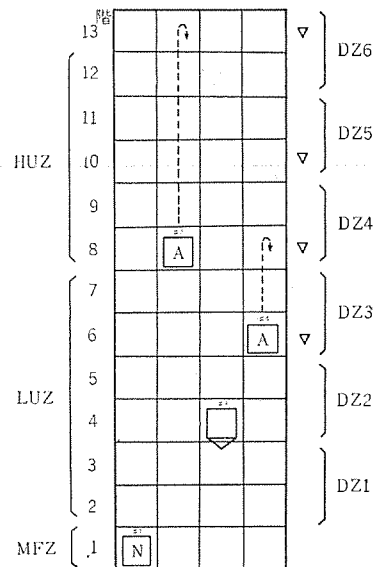
図 3.7 昇り呼びへの応答  
Methods of answering to up hall call.

割り当てられた需要に向って直行中か、かご内乗客のかご呼びに応じて走行中か、割り当てられた需要帯域に到着後、この帯域内の前方に回答すべき乗場呼びが残っているために走行しているものであり、これらの呼びに回答してしまうと、このかごも利用可能かごとなって待機するようになる。

#### (1) 昇り呼びへの応答例

図 3.7 に示すかごの待機状態において、昇り呼びが3階・5階・8階・10階に発生したとすると、3階と5階の昇り呼びが下層の昇り需要を、8階と10階の昇り呼びが上層の昇り需要となり、専用プロセッサが前述したすべての交通情報から上層昇り需要を真先にかごへ割り当ててくることを判断すると、上層昇り需要が最も近い#2号機に割り当てられ、#2号機は自分が待機している8階に昇り呼びがあるので、直ちにゴング（またはチャイム）を鳴して、昇りホールランタンをフリッカしながら戸を開き、8階の昇り客の乗り込みをうながす。乗客の乗り込みが終了すると直ちに10階へ向けて出発する。10階では#2号機に呼びが割り当てられたことを乗場の乗客に前広に知らせるため、#2号機の乗場に昇りホールランタンが点灯し、#2号機が8階を出発して10階に近づくと到着ゴング（またはチャイム）が鳴って昇りホールランタンがフリッカを開始し、乗場の乗客にかごの到着を知らせる。このように#2号機は昇り方向のサービスを続け、最終呼びの階床でふたたび利用可能かごとなって待機し、次の呼び割り当てを待つ。

上層に続いて、下層昇り需要は#4号機に割り当てられ、最初に応答しなければならない呼びが3階の昇り呼びであるから、#4号機は戸を閉めたまま直ちに6階から3階へ下降し、3階で方向反転して上層について述べたと同様に昇り方向の呼びに回答する。このとき、もし2階にも昇り呼びがあれば#4号機は3階で方向反転することなく、2階まで下降して方向反転し昇り呼びに回答するのは明らかである。



- #1 主階床で先発かご
- #2 8階で利用可能かごであったがDZ6の降り需要を割り当てられ13階へ直行して方向反転し降りサービスを開始する
- #3 4階を下降サービス中
- #4 6階で利用可能かごであったがDZ4の降り需要を割り当てられ8階へ直行して方向反転し降りサービスを開始する

図 3.8 降り呼びへの応答  
Methods of answering to down hall call.

#### (2) 降り呼びへの応答例

図 3.8 に示すように、13階・10階・8階・6階に降り呼びが発生し、それぞれの呼びに対応する降り需要帯域 DZ6・DZ5・DZ4・DZ3 に降り需要ができたとする。昇り需要で述べたと同様に、専用プロセッサはこの状態において、真先にかごへ割り当てべき需要を選び出して、順次割り当てを行なっていく。

まず降り需要の内最上方のもの、この場合は DZ6 の需要が選択されると、この需要に最も近い#2号機にこの需要が割り当てられ、#2号機は直ちに13階の降り呼びに向って上昇する。13階の乗場では#2号機にこの階の降り呼びが割り当てられたことを乗場の乗客に知らせるために、#2号機の乗場に降りホールランタンが点灯し、#2号機が13階に近づくと到着ゴング（またはチャイム）が鳴って、ホールランタンがフリッカを開始し、かごの到着が近づいたことを乗場の乗客に知らせる。#2号機は13階で方向反転して停止し降り方向のサービスを開始する。

次は残っている DZ5・DZ4・DZ3 の降り需要の中からそれぞれの需要の位置・継続時間・かごの状態、等のあらゆる条件を判断して、最適な割り当て順を決めて次の需要を選択する。今、もし DZ4 が選択されたとすると、この需要の最も近くにいる#4号機に割り当てて。#4号機は#2号機について述べたと同様に、8階の降り呼びへ直行して方向反転し、降りのサービスを開始する。

残る DZ5 と DZ3 はここでは割り当てることがなく残されることになるが、専用プロセッサは DZ6 へサービスした#2号機と、DZ4 へサービスした#4号機、あるいは4階を下降中の3号機、先発かごの#1号機のその後の状態変化と他の需要の発生状態を監視して、最適なかごができ次第、次々と割り当ててようになっていく。

これら需要の適切なかごへの割り当ては、屋間のいわゆる平常時の交通状態に対してはもちろん、退勤時のような降り方向が混雑する交通状態においても、各階床からの降り客発生状態に応じた最適

なかごの配分が可能となり、すべての降り客に平等でバランスしたサービスを提供し、大きな輸送力を上げることができる。

ここでは急行ゾーンがない場合について述べてきたが、急行ゾーンがある場合には、主階床で利用可能となったかごが、需要を割り当てられたとすると、最近の超高層ビルではこのかごが割り当てられた需要帯域に到着するまでに、急行ゾーンを上昇するだけで数十秒を要するものがでており、急行ゾーンを抜け出るときには状態が変わってしまっており、最適な割り当てでなくなっているおそれが出てくる。この状態を考慮して急行ゾーンがあるときには、利用可能かごに需要を割り当てるだけでなく、主階床へ戻ってくるかごに対して、主階床サービスに必要な台数分のかごを残して、余分なかごは乗降がすみしだい、サービスゾーンへ向けて出発させ、急行ゾーン走行中の状態変化を見込んで、このかごが急行ゾーンを抜け出る寸前に利用可能かご同様に、需要を割り当てようになっており、長距離急行ゾーンがある場合も、O.S.システム-700は乗客サービス用エレベータとして、十分威力を発揮することができる。(特許出願中)

#### (a) その他の付加動作

前述の説明から明らかなように、O.S.システムの基本動作は、発生する呼びを中心に非常に流動的なものがあり、昼間時のビジネスアワーはもちろん、降りの交通が非常に多くなる退勤時、交通が少なくなる閑散時をはじめ、ほとんどの交通状態においてフレキシビリティある非常にすぐれたサービスと輸送力を発揮する。しかし朝の出勤時、あるいは昼食時の食堂階や集会が終了した後の集会室階などの、一時的に一定傾向で急激に増加する交通を能率的に処理するには、やはり従来から実績ある階層制御を取り入れ、輸送形式を切り換えたほうがいっそう効果的なサービスを行なうことができる場合があり、シミュレーションの結果を参考に、O.S.システム-700の全体効率を高める各種の応用動作と付加動作を準備している。

出勤時を対象に主階床からの昇り客に対する輸送力を増強する昇りピーク・分割昇りピーク、閑散時にかごを分散待機するオフアワースポット、昼食堂階や集会室階の混雑を効率よく処理する昼食時サービス、集会室サービス等、従来方式において実績あるサービスとO.S.システム-700の応用動作をミックスして、いっそう効果の高い運転ができるようになっている。

#### (b) O.S.システム-700のホールランタン

かごの動きに付随して、このシステム独得の割り当て式ホールランタンは、前に述べたO.S.システム-700の基本動作をフルに生かして乗場呼びに応答するかご、すなわち呼びを割り当てるかごが確定次第、

点灯して待ち客に前広にサービスかごを予報できるようになっており、これまで乗場で待ち客が呼びボタンを押しても、どこのかごがくるのか到着寸前まで分らないために生じる焦燥感、不安感を軽減し、エレベータへの親和感と乗り安さの向上に大きく貢献するものである。(特許出願中)

ホールランタンをできるだけ早く点灯することは、乗場の待ち客の安心感を増しより親切であり望ましいことである。しかし、エレベータサービスが重要視される交通状態、すなわちビジネスアワーのように中程度以上の交通状態において、呼びの割り当てをあまりに早い時期に行なうと、前に述べたようにサービスの低下が懸念される。またサービス低下を防ぐには、交通状況の変化に応じて割り当てを変更しなければならない。この割り当て変更にとまって、ホールランタンの点灯も変更する必要が生じる。このような不用意なホールランタンの点灯変更は、かえって乗場の待ち客を迷わせ、不安感・焦燥感を増大するものであり、乗りそこないのチャンスを増すのでぜひ避けねばならない。

O.S.システム-700は、利用可能かごを主体に走行中のかごを含めて常に最適かごとして確定した時点で呼びを割り当て、ホールランタンを点灯するので、かごは割り当てられた呼びの階床へ直行して応答し、ホールランタン点灯後の変更は非常にまれであり、交通が混雑しているときも、従来方式に比べて相当前広に点灯するので乗場の乗客は、安心して目的のかごに十分余裕ある乗り込みが可能となる。

## 4. む す び

これまで述べてきたO.S.システム-700を振りかえって、従来方式と異なる特長をまとめてみると、呼び割り当て方式の採用による画期的なサービス効率の向上、オールIC化専用プロセッサの導入、割り当て式ホールランタンによる乗りやすさの増大等を列挙することができる。しかしこのうちサービス効率の増大は、昼間時のビジネスアワーや、退勤時における輸送力とサービス効率の向上を意味するのである。

一方、朝の出勤時における輸送力は、従来の分割昇りピークの方法にまさる方法は現在のところなく、O.S.システム-700においても従来と同じ方法を採用している。

したがってO.S.システム-700は、出勤時の輸送能力の点から、従来と同じ設備台数が必要であるが、1日の大部分を占めるビジネスアワーにおけるサービスが、一段と向上し、今後の活躍が大いに期待されている。

# 超高層ビルにおけるエレベータ システム

新保 松夫\*・寺山 佳佑\*

## Elevator Systems for Skyscrapers

Head Office Matsuo SHINBO・Keisuke TERAYAMA

As to the elevators used for skyscrapers, the double deck system and the skylobby system have come to the front recently. They have, however, merits and demerits. Studies have been made on them to find the most proper style of elevator installations through the consideration of the highest utilization of the buildings.

The skyscrapers in Japan become increasingly taller year after year. Those having the number of floors as many as sixty are now under construction, which was never dream some years ago. For these super-tall buildings the skylobby system employing the shuttle elevators provided with double decks is considered to have the highest adaptability. This article describes the results of studies comparing a number of points in the planning of elevators.

### 1. ま え が き

わが国の超高層ビルも実績をつむにつれて年々高くなり、現在では50～60階級のものが競って建設されている状況にある。

超高層ビルのエレベータシステムとして従来からゾーン方式が多く採用されてきたが、エレベータ占有面積の縮減をはかる方策として、ダブルデッキ方式やスカイロビー方式がクローズアップされている。これらの方式はエレベータスペースの有効活用の有力な手段である反面、エレベータ利用上の不便さが増加するデメリットも伴う。超高層ビルのエレベータシステムについて、詳細に比較紹介された報文が少ないので本文でそれを試み、エレベータ計画の参考に供したい。

### 2. エレベータ システムの種類

ビルのエレベータ設備を計画する場合に、交通需要に見合う輸送能力と待ち時間に関する量と質の2要素を、最も経済的に満足するよう台数・定員・速度・運行方式などのエレベータ基本仕様を選定するのが、計画の基本的やり方である。

超高層ビルにおいても、エレベータ計画の基本に変わりはないが、超高層ビルは単に建物階数が多くなっただけでなく、一般に居住人口も多い大規模ビルとなるのが普通で、エレベータ台数は数十台にもなるので、より綿密な計画ならびに検討が要求される。実際のエレベータ計画に際しては、数多くの計画案を比較検討しながら、最適なものに収れん(斂)させていくことになるが、建物階数が多くなるにしたがって、エレベータ占有面積(昇降路・乗降ホール・機械室の合計面積)が急激に増大していく傾向にある。

この問題に対しては、従来からエレベータのゾーン化と高速化によって対処してきたが、それにもおのずから限界があり、建物の規模や用途によってはよりすぐれたエレベータシステムとして、スカイロビー方式やダブルデッキエレベータ方式が昨今クローズアップされているので、超高層ビルにおける代表的なエレベータシステムの概要について述べる。

#### 2.1 ゾーン方式

このエレベータシステムは建物を6～15階床位のいくつかのゾーンに区切り、各ゾーンごとに1バンクのエレベータを割当て、ロビー階からそのゾーンまでは急行でサービスする方式で、超高層ビルでは基本的なエレベータシステムである。

この方式を通常的全階サービス方式と比較すると、各エレベータの受持ち階床数が少なくなるため、運行効率が向上し、設備費も少なくなる反面、ゾーン間交通が不便になるデメリットがある。特に20階前後の1社専有ビルでは、経済性を若干犠牲にすれば全階サービス方式も可能なところから、このゾーンの得失が常に議論の対象となっている。

そこで、ゾーンのメリット、デメリットを定量的には(把握)するために18階建てのビルをモデルに、全階サービス方式との比較シミュレーションを行なった結果を図2.1に示した。エレベータ設備は6台2バンクで、ゾーン方式の場合は10階を乗換え階とし、乗換え交通量は既設1社専有ビルの実測例より階間交通の15%とした。シミュレーション

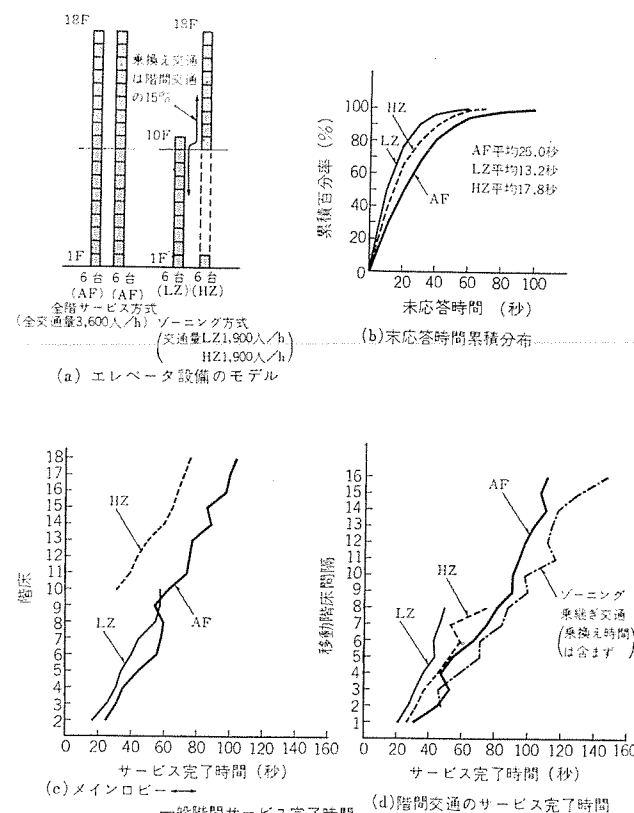


図 2.1 ゾーン方式と全階サービス方式の比較  
Comparison of zoning system and all floor system.

ョンの結果は図 2. 1 (B) (C) (D) に示すように乗継ぎ交通分を除き、大部分のエレベータ利用者にとって未応答時間・サービス完了時間共に短縮され、ゾーニングによるサービス向上の効果は著しい。一方乗継ぎ交通は量も少なく、サービス完了時間の増加分も比較的わずかなので、このデメリットは許容すべき範囲のものと考えてよいであろう。すなわち、高層ビルでは特別な理由がなければゾーニング方式とするのが有利となる。

しかしながら、建物階数が多くなるとゾーニング方式では、必然的にゾーン分割数が多くなることから下層部におけるレタブル比の低下が顕著になり、また急行区間の長大化は、エレベータを高速化してもなおかつサービス上かなりの負担となってくる。したがって建物階数が非常に多くなると、このゾーニング方式では経済的でなくなり、次に述べるダブルデッキ方式やスカイロビー方式への発展が必要となる。

## 2. 2 ダブルデッキ エレベータ方式

このエレベータシステムは、昇降路の利用密度を上げ、建物のレタブル比の向上を目的として考案されたもので、鉄道輸送のごとく、エレベータかご室を複数個連結して輸送力の増強をはかろうという発想に基づいた方式である。ゾーニング方式や後述のスカイロビー方式が、一般のエレベータ(シングルデッキ)の使い方を超高層ビルに適したシステムに工夫しているのに対し、ダブルデッキエレベータ方式は、主としてエレベータの構造を工夫している点に本質的な相違がある。ダブルデッキはシングルデッキに対比した2階建構造のかご室の総称であり、超高層ビル用のエレベータシステムとしては、ダブルデッキゾーニング方式と称すべきであろう。もちろん、ダブルデッキスカイロビー方式も可能であり、特にシャトルエレベータに適用する場合には、その長所を十分に発揮させることができよう。

ダブルデッキエレベータの構造などについては、別論文「ダブルデッキエレベータ」に詳細に述べられているので説明を省略するが、2階建かご室の採用による定員の倍増と、隣接の上下2階床ずつ同時に停止していくことによる、停止数の半減がもたらす重畳効果によって輸送力は大幅に向上し、その結果として設備台数が少なくて済むなど大きなメリットが期待できるので、最近ダブルデッキエレベータが大いに注目されている。

## 2. 3 スカイロビー方式

ニューヨークのワールドトレードセンタービルなどに採用されているエレベータシステムで、図 2. 2 のごとく基本的には30~40階級の独立したビルを2~3段に積み重ね、建物外部と連絡するメインロビーとスカイロビー

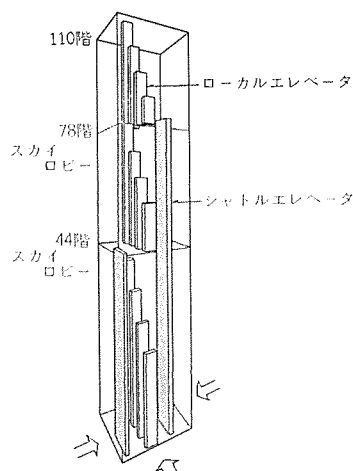


図 2. 2 スカイロビー方式 (ワールドトレードセンタービルの例)  
Skylobby system (example of World Trade Center building).

(上層部のエレベータ出発階)との間を、直通の大容量・高速エレベータ(シャトルエレベータ)を走らせる方式である。積み重ねられた各ビルのエレベータ(ローカルエレベータ)には、2. 1 節で述べたゾーニング方式が採用される。この方式では、ローカルエレベータの他にシャトルエレベータが必要になることから、ビル全体のエレベータ台数はゾーニング方式より多くなるが、スカイロビーの採用により、各ローカルエレベータ群は建物の同じ位置での積み重ねが可能になり、エレベータ占有面積の増大を抑えることができる。またローカルエレベータでは急行区間が短くなるので、特に階間交通のサービスを向上させることができる。

しかしながら、このエレベータシステムでは、上層階へ行くのに必ずスカイロビーで乗継ぎがなければならず、また建築的にもスカイロビーのかなりの部分がパブリックスペースになることと、ローカルエレベータを同じ位置で積み重ねるために、約3階床分の高さが必要になるなどのデメリットがある。したがって、スカイロビー方式を採用するには、これらデメリットを補うだけの効果が期待できる建物高さ、規模が必要であろう。

## 3. スカイロビー方式の検討

### 3. 1 スカイロビーの構成

このエレベータシステムではスカイロビーの数によって、エレベータ計画は大きく変わり、たとえば80階の事務所ビルでスカイロビーを1~3カ所とした場合のエレベータ所要台数は、図 3. 1 に示すようになる。スカイロビーの数が増すとシャトルエレベータの台数も増加するが、1ブロック当たりのローカルエレベータの台数が減るために、建物下層部のエレベータ占有面積は減ることになる。

ローカルエレベータの積み重ね部分では、エレベータサービス確保のために、

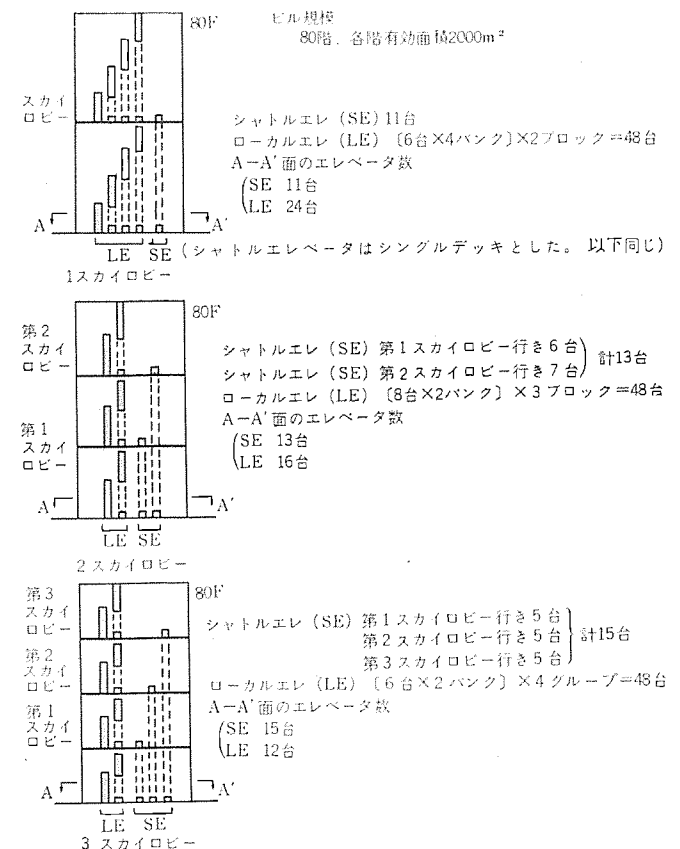


図 3. 1 スカイロビー数によるエレベータ台数の変化  
Change of the number of elevators depending on the number of skylobby.

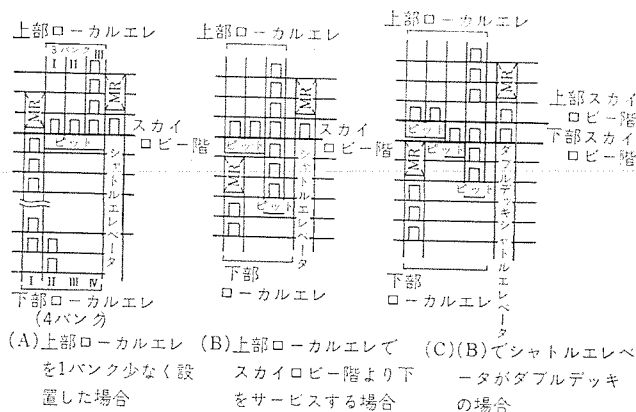


図 3.2 ローカルエレベータ積み重ね部の構成  
Construction of local elevators overlapping section.

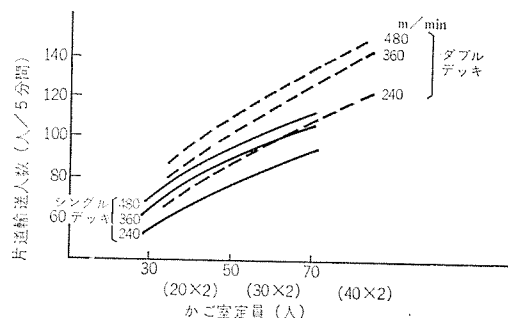


図 3.3 シャトルエレベータの定員と輸送人数の関係  
(昇降行程 156.6 m の場合)  
Relation between the carrying capacity and numbers of passenger (in the case of travel-156.6 m)

図 3.2 のようにローカルエレベータの停止階を工夫する必要がある。図 3.2(A)では上部のローカルエレベータバンク数を下部より一つ少なくしたもので、連続してエレベータの停止階を設けることができるが、ビル下層部ではエレベータの占有面積が増加するデメリットがある。(B)は積み重ね部を上部ローカルエレベータでサービスする方法であるが、これらの階の利用者が乗継ぎ時に後戻りすることに心理的な抵抗を感じることを除けば、エレベータ計画上有利な処理方法といえる。シャトルエレベータにダブルデッキ構造を用いた場合には、(C)のように乗継ぎ階を2層にすることによって、上下の各かご室の負荷を強制的に均等化することができ、またスカイロビー階の混雑も半減させることが可能となる。

### 3.2 シャトルエレベータ

#### (1) 仕様

シャトルエレベータは、できるだけ少ない台数で所要輸送能力を確保することが占有面積縮小に必要であり、行先階がスカイロビー1カ所で昇降行程が長いところから、大容量・高速エレベータが有効になる。

シャトルエレベータの定員と輸送人数の関係を、スカイロビーを44階(昇降行程 156.6 m)に設けた場合について示すと、図 3.3 のようになり、ダブルデッキではシングルデッキに比較して、同一かご室定員では10～15%、同一昇降路面積では70～80%も輸送力が向上し、シャトルエレベータに適していることがわかる。

シャトルエレベータの速度は、スカイロビーまでの走行時間が30～40秒の範囲になるよう選択するのが、今までの超高層ビルのエレベータの速度選択からいって妥当なところであろう。速度と昇降行程の関係を図 3.4 に示す。

ここで参考までに、今までスカイロビー方式として計画されている

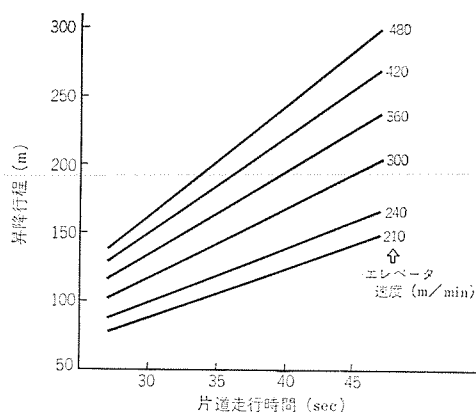


図 3.4 シャトルエレベータの速度と走行時間の関係  
Relation between the shuttle elevator speed and running hours.

表 3.1 シャトルエレベータの実施例  
Example of shuttle elevators installed.

| ビル名                           | スカイロビー階 | シャトルエレベータ仕様  |                      |           | 接続するローカルエレベータ台数            |
|-------------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|----------------------------|
|                               |         | 台数           | 容量                   | 速度        |                            |
| ワールドトレードセンタービル<br>(110階)      | 44階     | 11台          | 10,000 lbs<br>66人    | 480 m/min | 6台×4バンク<br>計24台            |
|                               | 78階     | 12台          | 10,000 lbs<br>66人    | 480 m/min | 6台×4バンク<br>計24台            |
| シカゴ・ジョン・ハンコックセンタービル<br>(100階) | 44階     | 3台           | 4,000 lbs<br>26人     | 420 m/min | 3台×2バンク<br>計6台             |
| シアーズ・タワ<br>(109階)             | 33/34階  | ダブルデッキ<br>8台 | 5,000 lbs×2<br>33人×2 | 420 m/min | 6台×3バンク<br>5台×1バンク<br>計23台 |
|                               | 66/67階  | ダブルデッキ<br>6台 | 5,000 lbs×2<br>33人×2 | 480 m/min | 4台×3バンク<br>5台×1バンク<br>計17台 |

例から、シャトルエレベータの仕様を表 3.1 に示した。

#### (2) 所要台数

シャトルエレベータの所要輸送人員は、分担するブロックの居住人口に集中度をかけて求められる。一方シャトルエレベータの輸送力は図 3.5 に示すように、仕様によってかなり幅があるので、次に述べる適正な運転間隔を満足でき、シャトルエレベータとして最も望ましいレイアウトになるように仕様・台数を選定すればよい。

シャトルエレベータでは運転間隔に対する検討が重要で、出勤時などのピーク時には、効率的な乗込みが行なえるように乗客の最小乗込み時間が確保できる長さの運転間隔とし、平常時においては、シャトルエレベータがメインならびにスカイロビーで常に1台が待機し、しかも出発間隔が30秒程度になるようになっていなければならない。

今、出勤時の交通におけるシャトルエレベータの運行を図 3.6 のようにモデル化すると、最小乗込み時間<運転間隔の条件より、シャトルエレベータの台数  $n$  は次式で表わされる。

$$n \leq \frac{R.T.T.}{t_j \min} \quad (3.1)$$

ここに、R.T.T. : 1 周時間

$t_j \min$  : 最小乗込み時間

一方、平常時において、メインロビーならびにスカイロビーでの出発間隔(待機時間)を  $t_s$  以下とするための台数は

$$n \geq \frac{R.T.T.}{t_s} \quad (3.2)$$

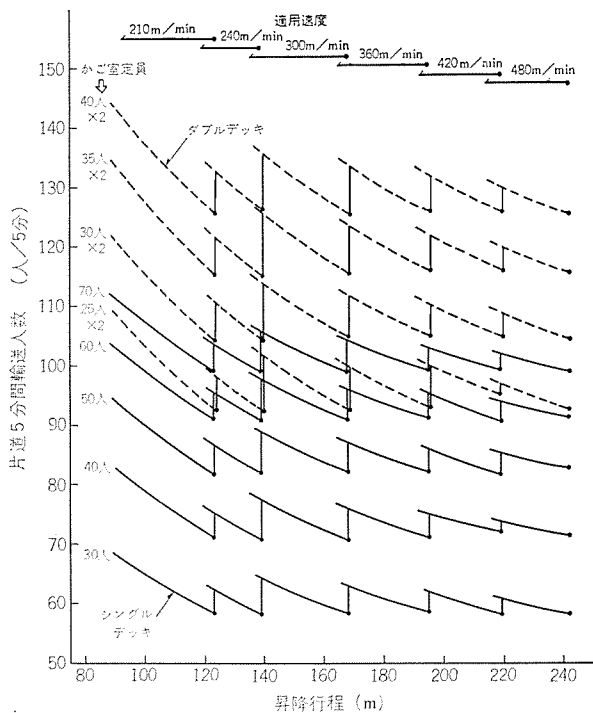


図 3.5 シャトルエレベータの輸送人数算出図表  
Calculation diagram of passenger numbers of shuttle elevators.

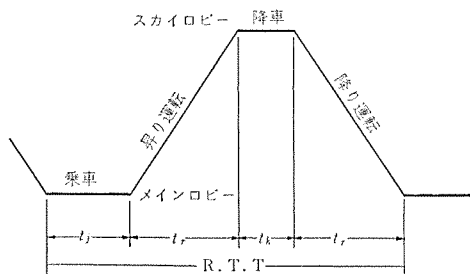


図 3.6 シャトルエレベータの運行モデル  
Operation model of shuttle elevators.

シャトルエレベータへの乗込み時間を0.8秒/人、降車時間を0.5秒/人として、片道運転時間、かご室定員に対して式(3.1)(3.2)を満足するシャトルエレベータの台数を求めると、図3.7の実線または破線と鎖線ではさまれた範囲となる。すなわち、ダブルデッキエレベータでは、通常適用されうる範囲内のかご室定員で上記の条件を満たせるが、シングルデッキエレベータではかご室定員が大きくなるにしたがい、平常時の運転間隔を長くしなければならないデメリットがある。

### (3) シャトルエレベータの配置

シャトルエレベータの配置、ローカルエレベータとの位置などについては、ワールドトレードセンタービルの計画が典型的なので紹介する。

この計画では、

(a) シャトルエレベータは、ローカルエレベータ群の側面に1列に配置され、メインロビーではシャトルエレベータへの動線が明確であり、また、前面に広いスペースが確保されており、利用者が一時的に集中しても十分な余裕がある。

(b) スカイロビーでは、シャトルエレベータの出入口はローカルエレベータ側にあけられ(出入口は2方口)、乗継ぎ客の動線を最短かつ単純にしている。(わが国の場合、乗用エレベータの2方口は法で禁止されているが、寝台用エレベータでは認められており、シャトルエレベータの特殊性から建築基準法第38条による建設大臣認定も考えられよう)。

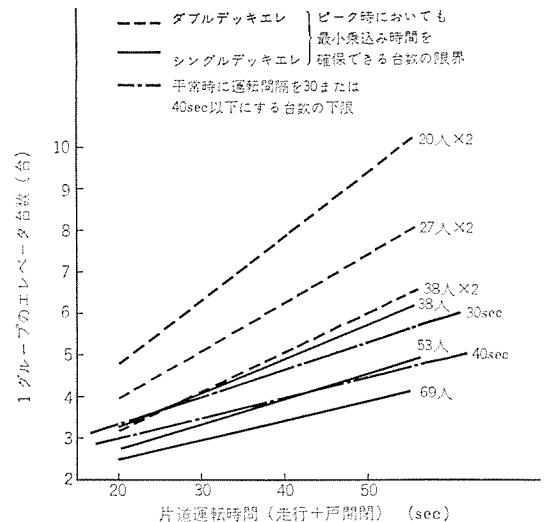


図 3.7 シャトルエレベータの適正バンク内台数  
The number of shuttle elevators within proper bank.

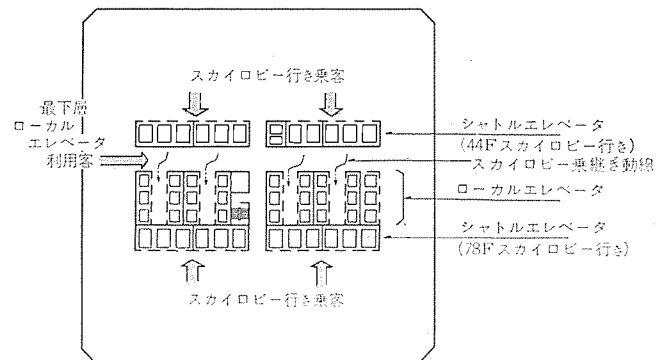


図 3.8 シャトルエレベータの配置(ワールドトレードセンタービル)の例  
Arrangement of shuttle elevators (example of World Trade Center building).

シャトルエレベータの配置では、これらの条件が実現できるように計画されなければならない。

シャトルエレベータをシングルデッキとして計画した場合には、昇降路寸法がローカルエレベータより大きく、またロビー面積も大きく必要となるから、2方口出入口を前提としたいうえで、ワールドトレードセンタービルのような配置とすることが望まれる。ダブルデッキではかご室定員によっては、昇降路面積をローカルエレベータより若干大きくすることで納めることもできるため対向配置の可能性もある。この場合には、ローカルエレベータと同列で検討を進めることも可能で、建物の平面計画も容易となるであろう。

以上、シャトルエレベータについて検討してきたが、ダブルデッキエレベータは、メインロビーにおいて上下の乗降ロビーへ乗客を間違いなく、スムーズに誘導することのダブルデッキ特有のむずかしさはあるものの、所要台数、配列、平常時の運転間隔の短縮化など、シングルデッキエレベータより有利な点が多いといえる。

## 4. 各エレベータシステムの占有面積の比較

ここでは各システムのエレベータ占有面積がどれぐらいの値になるか、また建物階数と関連したエレベータ占有面積の増加傾向を具体的に知るために、モデルビルについて検討を試みた。

### (1) モデルビルの用途・規模

ビル用途……事務所ビル

表 4.1 エレベータのかご、昇降路、ホールの寸法・面積  
Dimensions and areas of cage, hoistway and hall of elevator installation.

| かごの構造                 | 定員             | かご内法寸法            | 出入口幅 | 昇降路面積                                                                                      | 乗降ホール面積                                                                                    |
|-----------------------|----------------|-------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| シングルデッキ               | 24名            | 間口 奥行<br>2.0×1.75 | 1.1  | 間口 奥行<br>6台バンク…(8.5×3.05)×2=52.0 m <sup>2</sup><br>8台バンク…(11.2×3.05)×2=68.4 m <sup>2</sup> | 間口 奥行<br>6台バンク…(8.5×4.3)=36.6 m <sup>2</sup> /階<br>8台バンク…(11.2×4.3)=48.2 m <sup>2</sup> /階 |
| ダブルデッキ                | 48名<br>(24名×2) | 2.0×1.75          | 1.1  | 6台バンク…(8.8×3.15)×2=55.4 m <sup>2</sup><br>8台バンク…(11.6×3.15)×2=73.0 m <sup>2</sup>          | 6台バンク…(8.8×4.3)=37.8 m <sup>2</sup> /階<br>8台バンク…(11.6×4.3)=49.9 m <sup>2</sup> /階          |
| シングルデッキ<br>(スカイロビー直通) | 50名            | 2.8×2.3           | 1.8  | (3.8×3.8) =14.4 m <sup>2</sup>                                                             | (3.8×3.8)=14.4 m <sup>2</sup> /階                                                           |
| ダブルデッキ<br>(スカイロビー直通)  | 76名<br>(38名×2) | 2.5×2.0           | 1.7  | (3.6×3.6) =12.9 m <sup>2</sup>                                                             | (3.6×3.6)=12.9 m <sup>2</sup> /階                                                           |

注) 表中の6台、8台バンクの数値は3台または4台並設の対面配置の場合を示す。  
スカイロビー直通のシャトルエレベータについては1台当たりの所要面積を示す。

地上階数……40, 60, 80, 100階  
貸室面積……1,500~2,500 m<sup>2</sup>/階 (各階同面積)  
人口密度……10 m<sup>2</sup>/人  
階高……1階: 5.4 m, その他の階: 3.6 m

## (2) エレベータ仕様

定員……24名 (シングルデッキ)  
24名×2 (ダブルデッキ)  
50名 (シャトル シングルデッキ)  
38名×2 (シャトル ダブルデッキ)

速度……150~600 m/min (建物階数, エレベータシステムに応じ  
て適宜選定する)

台数……6~8台/各バンク

かご、昇降路、ホールの寸法……表 4.1 による

## (3) 交通計算条件

計算対象……出勤時におけるアッパピーク (1階と事務所階との間の  
昇り交通のみとする)

交通需要……出勤時の集中率: 12, 15, 18%

$$\text{集中率} = \frac{\text{5分間エレベータ利用人数}}{\text{エレベータ利用居住人口}}$$

## (4) エレベータ占有面積率

エレベータの占有面積に関する指標として、建物階数との関連を知るために、同一輸送能力におけるエレベータ占有面積の合計と貸室総面積との比率を求める。

$$\text{エレベータ占有面積率} = \frac{\text{各階における昇降路、乗降ホール面積と機械室の総面積}}{\text{1階(地下階)を除いた総貸室面積}}$$

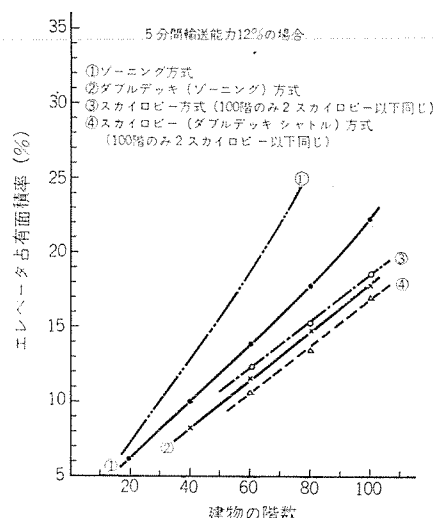


図 4.1 エレベータ占有面積率  
Elevator occupation space factor.

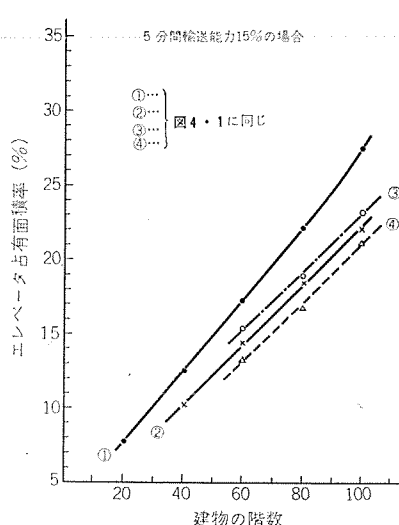


図 4.2 エレベータ占有面積率  
Elevator occupation space factor.

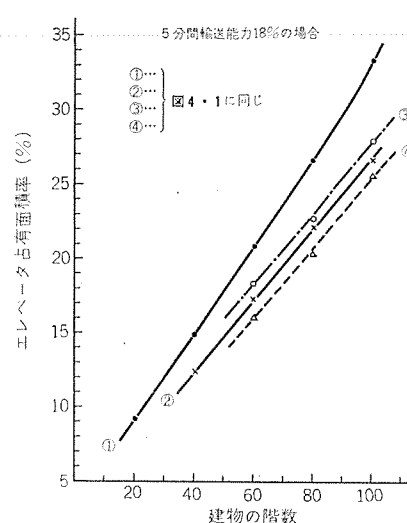


図 4.3 エレベータ占有面積率  
Elevator occupation space factor.

表 4.2 エレベータ占有面積率の相対比較  
Relative comparison table of elevator occupation factors.

| 建物階数                              | 40階  | 60階  | 80階  | 100階 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| ゾーニング方式                           | 1    | 1    | 1    | 1    |
| ダブルデッキ方式<br>(ゾーニング)               | 0.83 | 0.84 | 0.84 | 0.80 |
| スカイロビー方式                          |      | 0.90 | 0.86 | 0.83 |
| スカイロビー方式<br>(ダブルデッキ<br>シャトルエレベータ) |      | 0.78 | 0.75 | 0.77 |

ただし、エレベータ占有面積には、急行区間における乗降ホール部分の面積は含まないが、事務室階にあるエレベータ機械室 (3階床分を見込む) およびピット部分 (スカイロビーを出発階とするローカルエレベータにあっては、1階床分を見込む) の面積は含むものとする。

## (5) 計算結果

出勤時のアッパピーク交通に対する5分間輸送能力が、12, 15, 18%の場合におけるエレベータ占有面積率と建物階数との関係を、図 4.1~4.3に示す。また、表 4.2は、ゾーニング方式 (シングルデッキ) を基準とした場合の各エレベータシステムの占有面積率の相対比較数値を示したものである。ただし、これら図および表の占有面積率は、表 4.3のエレベータ仕様における値である。

上記の図から明らかなごとく、エレベータ占有面積は、建物階数に正比例して急激に増加している。ゾーニング方式の場合、15階級高層ビルのエレベータ占有面積に対し、40階級の超高層ビルで約2倍の面積が必要となり、100階級では約4.5倍の面積が必要である。ただし、図中の曲線①で示された上記の値は表面上のもので、高層サービスの急行区間における乗降ホール部分の利用価値などを考慮に入

表 4.3 エレベータ占有面積率の算定条件（エレベータ仕様）  
Calculation condition of elevator occupation space factor.

| 建物階数                              | 40 階                                                                                 | 60 階                                                                                                                    | 80 階                                                                                                                                                     | 100 階                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ゾーニング方式                           | 6 台×4 バンク<br>150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台<br>360 m/min…6 台 } 24 台 | 6 台×6 バンク<br>150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台<br>360 m/min…6 台<br>420 m/min…6 台<br>480 m/min…6 台 } 36 台  | 6 台×8 バンク<br>150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台<br>360 m/min…6 台<br>420 m/min…6 台<br>480 m/min…6 台<br>540 m/min…6 台<br>600 m/min…6 台 } 48 台 | 6 台×10 バンク<br>150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台<br>360 m/min…6 台<br>420 m/min…6 台<br>480 m/min…6 台<br>540 m/min…6 台<br>600 m/min…6 台<br>660 m/min…6 台 } 60 台 |
| ダブルデッキ方式<br>(ゾーニング)               | 8 台×2 バンク<br>150 m/min…8 台<br>240 m/min…8 台 } 16 台                                   | 8 台×3 バンク<br>150 m/min…8 台<br>240 m/min…8 台<br>300 m/min…8 台 } 24 台                                                     | 8 台×4 バンク<br>150 m/min…8 台<br>240 m/min…8 台<br>300 m/min…8 台<br>360 m/min…8 台 } 32 台                                                                     | 8 台×5 バンク<br>150 m/min…8 台<br>240 m/min…8 台<br>300 m/min…8 台<br>360 m/min…8 台<br>420 m/min…8 台 } 40 台                                                                      |
| スカイロビー方式                          |                                                                                      | ローカルエレベータ<br>(6 台×3 バンク)×2<br>[150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台]<br>シャトルエレベータ<br>300 m/min…9 台 } ×2=36 台 | ローカルエレベータ<br>(6 台×4 バンク)×2<br>[150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台<br>360 m/min…6 台]<br>シャトルエレベータ<br>360 m/min…11 台 } ×2=48 台                | ローカルエレベータ<br>(6 台×3 バンク)×3<br>[150 m/min…6 台<br>240 m/min…6 台<br>300 m/min…6 台]<br>シャトルエレベータ<br>300 m/min…8 台<br>420 m/min…9 台 } ×3=54 台                                   |
| スカイロビー方式<br>(ダブルデッキ<br>シャトルエレベータ) |                                                                                      | ローカルエレベータ<br>(6 台×3 バンク)×2=36 台<br>シャトルエレベータ<br>300 m/min…6 台                                                           | ローカルエレベータ<br>(6 台×4 バンク)×2=48 台<br>シャトルエレベータ<br>360 m/min…8 台                                                                                            | ローカルエレベータ<br>(6 台×3 バンク)×3=54 台<br>シャトルエレベータ<br>300 m/min…6 台<br>420 m/min…6 台 } 12 台                                                                                      |
| 注 記                               | 1. エレベータ定員 (2) 項による<br>2. ダブルデッキ方式は 8 台バンクであるが各方式の比較のため 6 台バンクに換算してエレベータ占有面積率を求めた    |                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |

れると、さらに大幅な実質増加となり、曲線①と①の中間の値となろう。図 4.1 の曲線③は、ゾーニング方式の急行区間の乗降 ホール 部分の面積もエレベータ占有面積に加算した場合の値を参考に図示したものである。

ダブルデッキ (ゾーニング) 方式では、シングルデッキの一般エレベータのゾーニング方式に比較して、占有面積率は 15～20 % 減となり、エレベータスペースの節約に効果的なシステムである。

スカイロビー方式は、ダブルデッキ方式の場合と同様に、占有面積が少なく超高層ビルに適応性の高いエレベータシステムであることがわかる。シングルデッキのスカイロビー方式では、ダブルデッキ方式より占有面積はやや高いが、ダブルデッキシャトルエレベータを採用したスカイロビー方式は、占有面積が最も小さい。

上述のエレベータ占有面積の比較は、(4) 項に記したごとく、1 階を除いた各地上階の貸室面積に対するエレベータ占有比の総平均に対するものであるが、スカイロビー方式は、ローカルエレベータの積み重ねによって建物の低層部におけるエレベータ占有面積の低減を大きなねらいとしているので、各エレベータシステムの低層部における占有面積の比較を求めたのが表 4.4 である。たとえば、100 階級の超高層ビルでスカイロビー方式 (ダブルデッキシャトルエレベータ) を採用した場合には、一般エレベータのゾーニング方式に比べて、建物低層部におけるエレベータ占有面積は約 60 % に節減できることを示している。

モデルビルの設定、計算仮定条件などの設定には、実際の建築と異なる事項もあるが、超高層事務所ビルを対象としたエレベータシステムでは、ダブルデッキ方式とスカイロビー方式はエレベータ占有面積の節減、レンタル比の向上に有利なシステムであることが明らかになった。しかしながら、すでに指摘したごとく、メリットには必ずデメリットが伴うので、実際の計画においては、できるだけデメリットを改善する

表 4.4 低層部におけるエレベータ占有面積の相対比較  
Relative comparison of elevator occupation space at the lower floor section.

| 建物階数                              | 60 階 | 100 階 |
|-----------------------------------|------|-------|
| ゾーニング方式                           | 1    | 1     |
| ダブルデッキ方式<br>(ゾーニング)               | 0.75 | 0.73  |
| スカイロビー方式                          | 0.81 | 0.76  |
| スカイロビー方式<br>(ダブルデッキ<br>シャトルエレベータ) | 0.68 | 0.60  |

方策が必要であり、建物の企画、基本設計段階で慎重に検討を要する。

## 5. ダブルデッキ方式とスカイロビー方式の比較

超高層ビルのエレベータ方式として、ダブルデッキ方式とスカイロビー方式が有利であることはすでに述べた。

ここでは 80 階建て (有効貸室面積 2,000 m<sup>2</sup>/階) の超高層ビルを例にとり、サービス状況、設備費、問題点等について比較検討を行なうことにする。

### 5.1 エレベータ設備規模

出勤時の 5 分間輸送能力 12 % を確保できる設備として、図 5.1 に各エレベータ方式の規模を示す。

エレベータの台数比で、ダブルデッキ方式：スカイロビー方式 (ダブルデッキシャトルエレ) = 36 : 59 (56) であるが、かご室数では 72 : 59 (64) となる。占有面積は図 4.1 を参照願いたい。

### 5.2 サービス状況

各方式について平常時の交通状況でシミュレーションした結果、未応

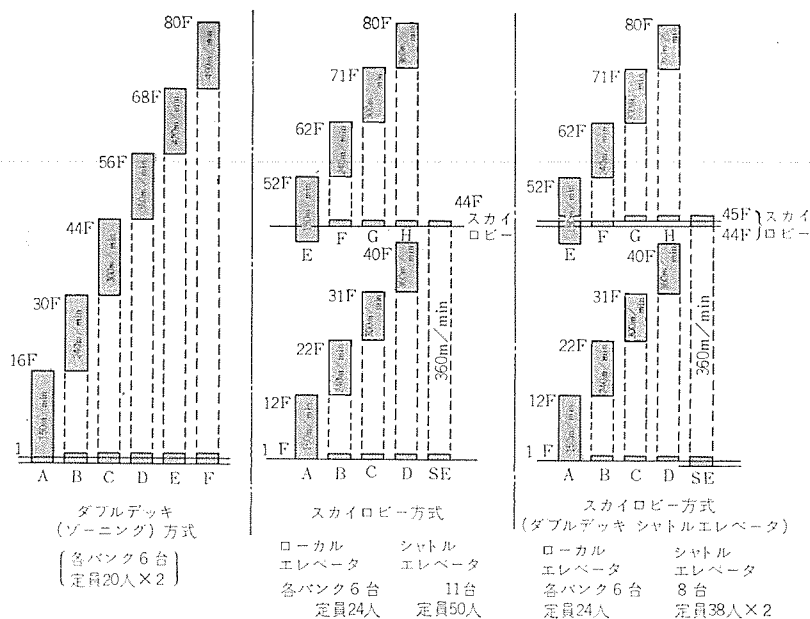


図 5.1 モデルビル のエレベータ設備  
Elevator installation of model building.

表 5.1 ダブルデッキ方式とスカイロビー方式の未応答時間  
(平均値) の比較  
Comparison of answered time (average value) of  
double deck system and skylobby system.

| ダブルデッキ方式 |           | スカイロビー方式            |           |
|----------|-----------|---------------------|-----------|
| サービスゾーン  | 未 応 答 時 間 | サービスゾーン             | 未 応 答 時 間 |
| 1・69~80階 | 29.3 秒    | 44・72~80階           | 21.5 秒    |
| 1・57~68階 | 28.9 秒    | 44・63~71階           | 19.8 秒    |
| 1・45~56階 | 26.6 秒    | 44・53~62階           | 20.5 秒    |
| 1・31~44階 | 32.7 秒    | 41~43<br>・44・45~52階 | 17.3 秒    |
| 1・17~30階 | 24.7 秒    | 1・32~40階            | 23.2 秒    |
| 1・3~16階  | 19.8 秒    | 1・23~31階            | 23.7 秒    |
|          |           | 1・13~22階            | 22.6 秒    |
|          |           | 1・2~12階             | 23.3 秒    |

注 1) ダブルデッキ方式 45~56階サービスで未応答時間が下層バンクより短くなるのは受持ち階が2階床減ったことによる。  
2) スカイロビー階は44階

答時間を表 5.1, サービス完了時間を図 5.2 に示した。

ダブルデッキ方式の運行形態はダブル運転方式として、階間交通のうち奇(偶)数階↔偶(奇)数階の交通では、1階床分階段を上下することを前提とした。

スカイロビー方式ではシャトルエレベータをスケジュール運行すれば、ロビー階には必ず待機中のエレベータがあることになり、シャトルエレベータでの未応答時間は0となる。(ただし、乗車してから出発までかご内での待機時間が必要となる)、したがって図 5.2 の未応答時間の比較ではローカルエレベータのそれのみで対比してある。また、図 4.3 のメインロビーと上層ブロックの各階とのサービス完了時間では、ローカルエレベータのスカイロビーと各階間のサービス完了時間に、シャトルエレベータでの平均所要時間(走行時間+出発間隔/2=55.9 秒)を加えた値とした。なおスカイロビー階での乗換時間は含んでいない。

各方式のサービスを未応答時間で比較すると、スカイロビー方式のローカルエレベータのみでは、ダブルデッキ方式より短くなるが、シャトルエレベータのかご内での待機時間ならびに乗換えの心理的な抵抗感を考慮に入れれば、ダブルデッキ方式のほうが有利であるといえよう。またサービス完了時間では、下層のブロックはスカイロビー方式が有利である

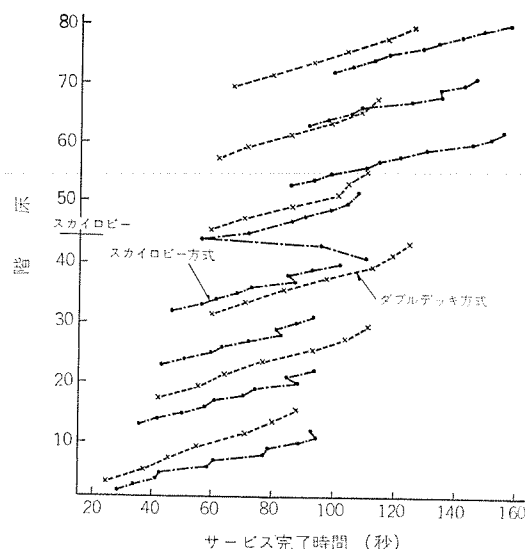


図 5.2 ダブルデッキ方式とスカイロビー方式のサービス完了時間(メインロビーと各階)の比較  
Comparison of service finished time (at main lobby and each floor) between double deck system and skylobby system.

が、上層ブロックではシャトルエレベータの利用時間分だけ不利となる。

### 5.3 エレベータ利用上の便利さ

エレベータ交通はおもにメインロビーと一般階、一般階相互の交通で構成されるので、エレベータ利用上の便利さは次のようになる。

ダブルデッキ方式では1バンクの受持ちサービス階床数が多くでき、またメインロビーと一般階との交通では、メインロビーで行先階により上部かご室に乗るか、下部かご室に乗るかの選択を要するが、大きな不便さはない。一般階相互間の交通では先に述べたように、奇(偶)数階↔偶(奇)数階の交通がダブル運転では行なえないデメリットがある。もしこの交通を確保しようとする、上部かご室のみを利用してシングルデッキで運転するか、ダブルデッキのまま全階停止が可能なセミダブル方式とする必要があるが、これらの運行方式ではスカイロビー方式よりサービスは低下することになる。超高層ビルでは、階段が特別避難用として通常の利用にはきわめて不便に設置されているため、1階床の上下にもエレベータを利用している実情を考えれば、ダブルデッキ方式のこの制約は大きなデメリットとなる。

スカイロビー方式では、スカイロビーより上方の入居者に対して、メインロビーとの交通において乗継ぎを必要としている点でダブルデッキ方式に劣るが、一般階相互間の交通では制約はなく、しかも建物の最上層のゾーンでも昇降行程が短縮されているため、サービス低下の割合は小さい。エレベータ利用上の点からは、総じてスカイロビー方式の方が利用しやすいといえることができる。

### 5.4 配 置

エレベータの配置では、ダブルデッキ方式では全エレベータが同性格のものであり、昇降路面積でも通常のエレベータと大差ないのでほとんど問題はないであろう。この方式では、入館者を先行階別にダブルデッキの上下のロビーに間違いなくスムーズに分離するための動線計画が最も重要なポイントになる。なお、ダブルデッキエレベータでは、通常のエレベータと同様のスペースで2倍の巻上げ能力を有する巻上機を設置しなければならず、高速化に伴って巻上機の配置が困難になる。これは直流ギヤレス巻上機を極小形化することが解決策となるが限界もあるので、高速のダブルデッキエレベータでは巻上機設置スペース確保のために、昇降路を広げなければならない場合も生じるであろう。

表 5.2 設備費の比較  
Comparison of expenses.

| エレベータシステム             | ダブルデッキ方式                                                                                                                                  | スカイロビー方式                                                                                                                                         | スカイロビー方式<br>(ダブルデッキシャトルエレ)                          | [参考] ズーニング方式                                                                                                                                                          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エレベータ設備<br>(図 5.1 参照) | 20人×2 150 m/min 6台<br>20人×2 240 m/min 6台<br>20人×2 300 m/min 6台<br>20人×2 360 m/min 6台<br>20人×2 420 m/min 6台<br>20人×2 480 m/min 6台<br>計 36台 | ローカルエレベータ<br>24人 150 m/min 6台<br>24人 240 m/min 6台<br>24人 300 m/min 6台<br>24人 360 m/min 6台<br>24台/ブロック<br>計 48台<br>シャトルエレベータ<br>50人 360 m/min 11台 | ローカルエレベータ<br>同 左<br>シャトルエレベータ<br>38人×2 360 m/min 8台 | 24人 150 m/min 6台<br>24人 240 m/min 6台<br>24人 300 m/min 6台<br>24人 360 m/min 6台<br>24人 420 m/min 6台<br>24人 480 m/min 6台<br>24人 540 m/min 6台<br>24人 600 m/min 6台<br>計 48台 |
| 設備費比                  | 1.11                                                                                                                                      | 0.95                                                                                                                                             | 0.93                                                | 1.0                                                                                                                                                                   |

スカイロビー方式では、シャトルエレベータの配置と適正な広さのロビーの確保、最下層のローカルエレベータ群との動線の分離が問題点となる。しかも、スカイロビーではシャトルエレベータからローカルエレベータへの乗継ぎの動線が短く、明快になっていなければならない、ビル平面計画上むずかしい問題を含んでいるものと考えられる。

### 5.5 設備費

ここで取り上げているエレベータ設備は、まだ実現していないものが大部分であるが、一応設備費を概算し、表 5.2 に比較しておいた。スカイロビー方式が最も安くなっているが、これはローカルエレベータが昇降行程の短縮、速度の低減などでかなり設備費が小さくなっており、またシャトルエレベータが2カ所停止と簡単な構造のため、全体としてダブルデッキ方式より有利となったものである。

### 5.6 まとめ

超高層ビルでは法的に階段が閉鎖的になるので、館内の上下の交通は大部分エレベータに頼ることになる。したがって入居が2階床以上にわたる場合には、階間交通に対するエレベータサービスの良否が入居者の活動に与える影響は大きく、超高層ビルのエレベータシステムは、この点に十分な配慮が必要となる。

今まで比較してきたように、ダブルデッキ方式は、ダブル運転を行なうことによりその特長を発揮できるシステムであり、階間交通に対しては階段利用を前提としたものであるといえる。また、ズーニング方式をとっているためメインロビーとの交通の便利さが確保されている代わりに、長い急行区間を持つことによる運行効率の低下も避けら

れない。したがってダブルデッキ方式はすぐれたエレベータシステムではあるが、建物が高くなるにしたがいズーニング方式のデメリットが表面化し、限界があるのは避けられないであろう。

一方スカイロビー方式では、メインロビーとの交通に乗継ぎが必要になるものの、階間交通に対するサービスなどは30~40階級の通常のエレベータとまったく変わらず、建物の高さにも影響されない。またシャトルエレベータは縦のパスのようなもので、設置条件によっては常にロビー階に待機させておくこともできるため、スカイロビーでの乗継ぎはサービス上マイナスではあるが、超高層ビルを経済的に成り立たせるためには許容しなければならない性質のものであろう。スカイロビー方式では、シャトルエレベータにダブルデッキエレベータを使用した方式が、ダブルデッキエレベータの特長を完全に生かすことができ、超高層ビルのエレベータシステムとして有効である。

## 6. む す び

超高層ビルにおける代表的なエレベータシステムとして、ズーニング方式、ダブルデッキ方式およびスカイロビー方式をとりあげ、メリット、デメリット占有面積の比較、計画上の問題点等について紹介した。特に建物階数が少ない場合には、あまり問題にされなかったエレベータ占有面積に関して、超高層ビルでは設備規模の大形化、走行距離の長大化よりビルのレントラブル比の圧迫の主因子の一つとして顕在化してくるので、占有面積をも含めた総合的な評価、検討が必要になる。超高層ビルのエレベータ計画の際にご参考になれば幸いである。

## ダブルデッキエレベータ

浅川元治郎\*・石 嶋 進\*

## Double Deck Elevators

Inazawa Works

Motojirô ASAKAWA・Susumu ISHIJIMA

As the buildings become very tall, a number of new measures are tried for the elevators that are vertical transport facilities; the measures are the reduction of their occupation areas, cutting down of the operation time and increase in the transport capacities.

One of the measures referred to, that is to increase the capacities, is now met by the employment of double deck elevators, which are able to carry a great number of passengers at a time with the least occupation area and now drawing attention of the circles.

Mitsubishi is the first to work out the double deck elevators in this country to meet a request of the Obayashi-gumi, the leading constructor. They are going to be delivered to the head office of this building company in Osaka and expected to begin practical operation in the end of 1972.

## 1. ま え が き

建物が高層化するに伴って、縦の交通機関としてのエレベータに対し占有面積の縮小、運行時間の短縮、および輸送力増大の方策が種々試みられてきた。

その1方策として、最小の占有面積で大量の乗客を輸送するダブルデッキエレベータがクローズアップされはじめた。

すでにアメリカでは本格的な実用例が二、三あるが、わが国においてはまだ実用化されていない。

当社では今回、わが国最初のダブルデッキエレベータを開発し、特殊構造エレベータとしての認定を得て、大阪大林ビルに納入し、本号発行直後の47年末に実用運転に入る予定である。

本文では、ダブルデッキエレベータの概要と特色を中心に紹介する。

## 2. 概 要

ダブルデッキエレベータを簡単に定義すると2階建のエレベータである。

すなわち図2.1のように、上下2組の独立したかご室を一体のかごわくに取付け、各かごの出入口を、上下に隣接した2階床の出入口に合致するように配置したものである。戸の開閉装置は上下かごごとに設けられており、上下かご室の乗客の出入りがそれぞれ終わり、戸じめが完了するとかごが発券するようになっている。

このようにかごを構成することにより、

- (1) 上下かご室を同時に使用できるため乗客定員が倍増する。
- (2) かごが1階床とびにサービスするため停止回数が半減する。
- (3) 上下かごで同時に乗降できるため乗降時間が短縮される。

などの効果があり、一般のエレベータに比較して輸送力が増大し、さらに乗場での待時間も同一設置台数の場合にくらべて短縮される。したがって、必要輸送能力を満足させるためのエレベータの設置台数が少なくなり、建物に対するエレベータの占有面積が減少し、建物のレンタル比が向上する利点がある。

このようなダブルデッキエレベータは、従来、展望用エレベータやスカイロビー方式を採用した、超高層ビルのシャトルエレベータとして設置するのに適しているとされていた。

しかしながら、最近一般事務所ビルにおいても、レンタル比をあげビルの経済性を向上させるために、ダブルデッキエレベータを設置する

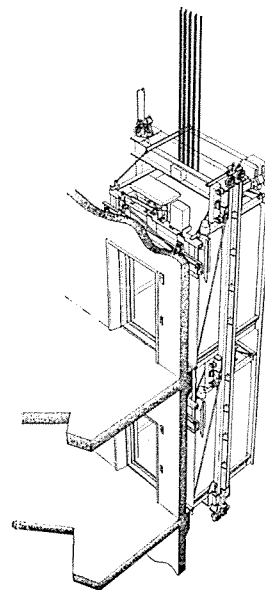


図 2.1 ダブルデッキエレベータのかごと乗場  
Car and entrance of double deck elevator.

ケースがみられるようになってきた。前記の大阪大林ビルに納入したダブルデッキエレベータも、一般事務所用として使用するものである。

一方、ダブルデッキエレベータを設置する場合、階間交通に対しては、約半数の人は階段を1階床分利用しなければならず不便になること、あるいは、ビルの入館者は、目的階が偶数階か奇数階かによりエレベータ乗場が異なるため、不慣れな人には乗りにくいことなどエレベータ利用上の問題もある。

これらの問題を解決するためにはエレベータ側で、かごの動き、かご内の表示などに関する対策が必要となるが、同時にまた建築面での種々の配慮も必要となる。エレベータ設備を含めた総合的な建物の設備計画がなされて、さらに利用者へのダブルデッキエレベータに対する周知なコミュニケーションがあつて、はじめてダブルデッキエレベータの効果を最大限に発揮できることになる。

法規のうえでは、建築基準法は一般のシングルデッキエレベータを対象として制定されており、ダブルデッキエレベータは特殊構造のエレベータとみなされる。したがって、ダブルデッキエレベータを設置する際には、建設大臣の認定を得る必要がある。

### 3. 運転方式およびその特長

ダブルデッキエレベータを一般事務所ビルに設置する場合、ZBC、ASP-A方式など従来の操作方式が適用されるが、ダブルデッキエレベータ特有の運転方式としては、ダブル方式・シングル方式・セミダブル方式の3方式が考えられる。以下、各運転方式の内容およびその特長について説明する。

#### 3.1 ダブル方式

たとえば上部かごを奇数階のみに、下部かごを偶数階のみに停止させるごとく、上下のかごを常時1階床とびにサービスさせるものである。(図3.1(a)参照)

このように、上下両方のかごを使用し1階床とびにサービスさせることは、ダブルデッキエレベータの本来の運転方式であり、一般のエレベータに比較して定員が2倍になるばかりでなく、停止個所が半分になるために1周時間が短縮され、高い輸送能力が期待でき、さらに乗場での待時間も短くなる。

奇数階から偶数階、あるいは偶数階から奇数階への階間交通に対しては、利用者は1階床分階段を利用しなければならない不便さがあるが、これはダブルデッキエレベータを設置する以上避けられない点であり、むしろ5章で述べるように階段を極力利用しやすい位置に設けるなど、建築面での配慮をお願いしたい。

#### 3.2 シングル方式

上下二つのかごのうち下(上)部かごの戸を閉鎖して、上(下)部かごのみで一般のエレベータのように全階サービスさせる方式である。(図3.1(b)参照)

この方式は階間交通を処理するには適している反面、一方のかごは使用しないためダブルデッキエレベータを効果的に活用できない面がある。

通常、ダブルデッキエレベータでは、かごを2階建にすることにより輸送力の向上をはかっているため、一般のエレベータの設置計画台数に比較し約2/3程度のエレベータ台数しか設置されない。したがって、シングル方式にすれば少ない設置台数で全階サービスさせることになるためサービス上不利である。日中の大部分を占めるビジネスアワーにシングル方式を適用すると、1周時間が伸び、かごの運転間隔が長くなり、ダブル方式に比較して大幅に平均待時間が伸びることになる。

シングル方式は、夜間などの交通の閑散な時間帯に限り適用され

る運転方式であるといえる。

#### 3.3 セミダブル方式

ダブル方式とシングル方式の折衷方式であり、ダブルデッキエレベータの長所をできるだけ確保し、階間交通にも対処しようとするものである。

この方式における乗場呼びに対するかごの応答のしかたは、ダブル方式と同じで、上部かごは奇数階、下部かごは偶数階のように上下かごを1階床とびにサービスさせる。さらに出発階からの乗込者に対するかご呼びの登録方法もダブル方式と同じで、たとえば上部かごでは奇数階のみ、下部かごでは偶数階のみのかご呼びが有効となる。しかし、かごがいったん出発階を出発し途中の乗場呼びにより停止すると、以後は上下かご共奇数階・偶数階の区別なく全階のかご呼びが有効となる。(図3.1(c)参照)

すなわち、出発階での乗込者に対しては偶数階行・奇数階行と行先階により乗場を分けるが、途中階からの乗込者に対しては、上下いずれのかごに乗り込んでも、階段を利用せずに直接目的階まで行けるようにすることをねらったものである。

ただし、このような意図が、結果としてかごの停止回数を増加させることになり、乗場での待時間の増加、すなわちサービス低下につながることを考えれば、サービス上すぐれた方式であるとはいえない。

#### 3.4 各運転方式の適用

以上説明したように各運転方式ともそれぞれ長所・短所があるので、より効果的な適用のしかたを考えなければならない。

一般に出・退勤時、昼食時などのピーク時には輸送力をあげる目的からダブル方式が最適である。また、日中の大部分を占めるビジネスアワーにも、乗場における平均待時間を短縮するためにダブル方式を適用するのが望ましい。

ダブル方式では待時間およびサービス完了時間は短くなるが、1階床分階段を歩かなければならない不便さもある理由から、ビジネスアワーにセミダブル方式を適用する例もみられるが、セミダブル方式では階段を利用する不便さは解消されても、ダブル方式に比較して待時間およびサービス完了時間が長くなる。ダブル方式における階段利用者は一部の人でもあり、一般的にはビジネスアワーにおいてもダブル方式が望ましいと思われるが、ビルの管理者、あるいはエレベータの利用者の考え方により、いずれが適用されるかが決定されよう。

ビジネスアワーにシングル方式を適用することも考えられるが、ダブルデッキエレベータの場合には、前記のようにかごの設置台数が少ないことによりサービス面で無理があろう。夜間、休日などの交通の閑散時には、シングル方式でも問題はない。

ダブル方式の他に、セミダブル方式・シングル方式も可能なようにすれば、回路構成・乗客の誘導など複雑となり、当然価格も高くなるので、上記の利害得失を考えあわせて、どのような方式を採用するかについては、慎重に考慮する必要がある。

#### 3.5 運転方式の切り換え時の対策

以上述べたように、各運転方式は、1日のうちでも交通需要の変動に応じて切り換えられて使用される場合がある。

運転の切り換えは、切り換え時の乗客の混乱をさけるために、一般に出発階で行なわれるのが普通であるが、たとえばダブル方式からシングル方式へ切り換える場合には、次のような点に注意する必要がある。

すなわち、上下かごのうち的一方のかごの戸は閉鎖されるため、

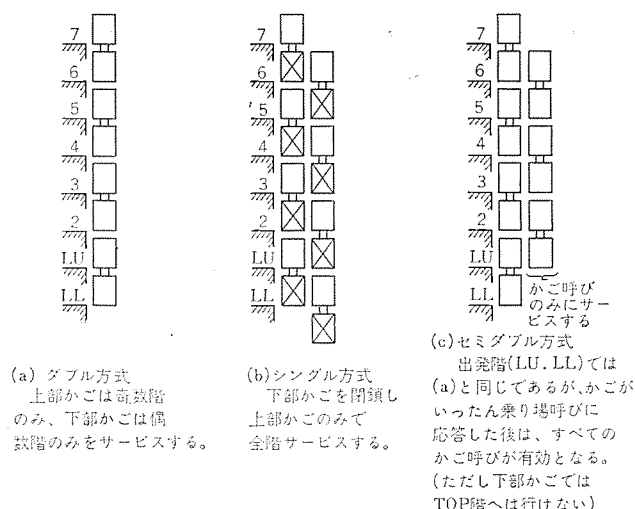


図 3.1 ダブルデッキエレベータの運転方式  
Operation system of double deck elevator.

乗客がかご内に閉じ込められないように、閉鎖される側のかご内の乗客に対し、アナウンス その他で閉鎖することを連絡するなどの対策を実施することが望ましい。

シングル方式からダブル方式などへの切り換え時には、閉鎖されている側のかごの戸が開くだけであり、直接乗客に迷惑を及ぼすことはないで、特に上記のような配慮は必要ないであろう。

#### 4. 運転上の問題点および対策

ダブルデッキエレベータが採用されだしてからまだ歴史も浅く、運転上の問題に関する研究も十分とはいえない。したがって、今後さらに検討を加えていかなければならない問題も数多く残されている。

たとえば、一般のエレベータにおいては、利用者がかご内に乗り込んだ場合戸がしまりきれば、かごは直ちに出発するのが常識である。しかるにダブルデッキエレベータにおいては、一方のかごが戸じめ完了しても他方のかごで乗客の出入りが続いていれば出発できず、乗客に対し不安感・焦そう感を与えることになる。

このようにダブルデッキエレベータには、一般のエレベータにはなかったようなかごの動作、戸の開閉動作が必然的に生じ、そのような現象が乗客に心理的な不安感を与える要因となりやすい。

この章では運転上の問題点およびそれに対する現時点で考えられる対策などについて述べる。

##### 4.1 戸の開閉

(1) ダブルデッキエレベータでは、上下かごのうち一方のかごに対する呼びのみがあり、他方のかごには呼びがないような状態で停止することがしばしばある。

この場合、呼びのないほうのかごの戸はしめたままにしておき、呼びのある方のかごの戸のみ開かせる方法と、呼びの有無にかかわらず必ずいったんは戸を開かせる方法とが考えられる。

前者の方法では、かご内の乗客は戸が開かないことに対し不安感を抱きやすい。また、たまたま乗場に利用者があらたに到着しても、その階の乗場呼びの登録ができない方式のため、かごに乗り込むことはできない。仮に、乗場呼びが登録されたら戸を開けるような対策を実施しても、一方の戸がしまる時期にきていれば、それだけ滞留時間がのび全体のサービスを低下させることになる。

したがって、後者、すなわちかごが停止すれば呼びの有無にかかわらず必ず戸開きさせるほうが、乗客に不安感を抱かせることもなく、乗場にきた利用者をスムーズに乗せることもできるので望ましい。

(2) エレベータに対する交通需要は時々刻々変動するものであり、上下かごの利用者の数には常にアンバランスが生じる。そのため、上下かごで乗客の出入りに要する時間も異なり、一方のかごで乗客の出入りが終了しても、他方のかごでは乗客の出入り中であることもしばしばある。

このような場合、上下かごの戸じめ時期を別々にすれば、早く戸じめしたかご内の乗客は戸じめのままの状態でも出発まで待たされることになる。したがって、上下かごの戸じめ時期はそろえるような配慮が必要であろう。

ただし、このように上下かごの戸じめ時期をそろえた場合でも、戸じめ中に一方のかごに待客が乗り込み、戸が反転したような場合には、他方のかごが戸じめ完了してもかごが出発できないこともあるので、先に戸じめ完了したかごの内部に「しばらくお待ち下さい」などの表示を出すことが、乗客に不安感・焦そう感を抱かせないようにするために効果的である。

#### 4.2 安全に関する問題

(1) 一般のエレベータでは、かごに乗客が乗りすぎた場合かごの運転を不能としている。

ダブルデッキエレベータの場合には二つのかごを備えているため、一方のかごは乗りすぎていても、他方のかごは乗客が少なく上下かご全体としては乗りすぎではない場合もある。

このような場合、かごを運転させても巻上機、ロープその他は十分安全のように考慮されてはいるが、一方のかごでも乗りすぎた場合には、かごの運転はできないようにするのが望ましいであろう。

(2) 何らかの原因で乗客がかご内に閉じ込められた場合、上部かごであればかごの天井部に設けられた非常救出口よりかご内の乗客の救出が可能である。

しかし、一般にダブルデッキエレベータでは、下部かごの場合天井部から直接外部へ乗客を救出することは不可能である。

したがって、下部かご内の乗客の救出を安全に行なえるよう救出口直上部の上部かご床面にマンホールふたを設け、下部かごより救出口、マンホールふた部を経て上部かごに救出できるような対策が必要となる。

(3) 急行ゾーンがある場合で、上下かごのうち一方のかごは床面に合っているが、他方のかごが床面と合わずに出入口のない所で停止するようなことが万が一発生したとしても、出入口のないところに停止したかごの戸は絶対に開かないような対策が必要である。

##### 4.3 その他

ダブルデッキエレベータにおいては、一般のエレベータに比較して、故障その他の理由で1台が運転不能になったとき、及ぼす影響が大きい。

仮に、一般のエレベータであれば6台設置する必要があるビルで、メンテナンスをあげるために4台のダブルデッキエレベータを設置したものとすれば、1台故障時の影響は一般のエレベータであれば1/6であるのに対し、ダブルデッキエレベータでは1/4と大きくなる。

したがって、ダブルデッキエレベータでは、装置は大形化・複雑化するにもかかわらず、より故障の少ないエレベータを要求されることになる。

荷物の運搬などの目的で1台をバンクから切り離して使用するようなことも、上記の理由によりできるだけさけるべきである。

#### 5. 建物の計画

2章で述べたように、ダブルデッキエレベータの乗りにくさ、不便さを改善し効果を最大限に発揮させるためには、エレベータ側での対策だけでは限度があり、建築計画との協調が必要である。

この章では、ダブルデッキエレベータを設置するにあたり、ビル計画面で特にどのような点に注意が必要であるかについて述べる。

##### (1) 乗客の誘導法

ダブルデッキエレベータではロビー階で利用者を奇数階行、偶数階行に分ける必要があるため、エレベータホールへの乗客の誘導のしかたは重要である。

出発階のエレベータホールは、通常、奇数階行・偶数階行の利用者に対し正確な誘導を行なうため、図5.1のようにするのが望ましいが、さらに誘導装置は大きく、はっきりとしていて見やすいものでなければならない。

もし、誘導装置が見にくいものであり、利用者が目的でない側のエレベータホールへ行くようなことがあれば、その利用者はかごを降り

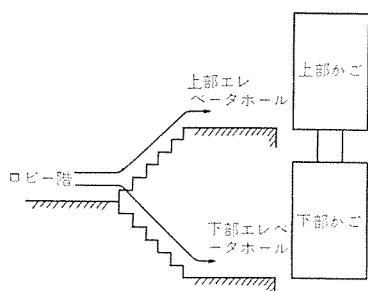


図 5.1 エレベータホールへの乗客の誘導  
Guidance of passengers to elevator hall.

てから1階床分歩かねばならないばかりでなく、このように一方のエレベータホールへのみ誤って行くようなことがしばしばあれば、上下かご内乗客数にアンバランスを生じる結果を招き、ダブルデッキエレベータの機能を大きく低下させる原因となる。

## (2) 階段の設備

ダブルデッキエレベータでは奇数階から偶数階、偶数階から奇数階への利用者は1階床分階段を歩かねばならない。

したがって、利用者に便利のように階段はエレベータホールの近くに設置しておく必要がある。階段が使いやすい位置に設けられているかどうかは、ダブルデッキエレベータを効果的に使用するうえで特に重要なことである。

## (3) 昇降路および機械室

ダブルデッキエレベータを適用するためには、当然のことであるが建物の階床間隔を全階にわたって等しくする必要がある。階床間隔は最低3,500mm以上必要となる。階床寸法の誤差は直接床精度に影響するので極力少なくしなければならない。

また、下部かごを閉鎖し、上部かごのみでシングル運転を行なうとき、かごを最下階までサービスさせるのであれば、ピットを1階床分余分に深くしておく必要がある。

かごわく、レールその他が大形化するため、昇降路の寸法も一般のエレベータの場合より大きくなり、さらにかごの動きも複雑化するため制御盤類の寸法も若干大きくなる。したがって、機器の搬入経路およびスペースの確保にも注意が肝要である。

## (4) 各階の施設

エレベータの台数は出・退勤時、昼食時などピーク時の輸送能力から決定されるのが普通であり、ダブルデッキエレベータの場合も例外ではない。ダブルデッキエレベータにおいてピーク時の輸送能力を向上させるためには、上下かごの利用者数のバランスがとれていることが必要である。たとえば、上下かごのうち一方のかごは満員であっても、他方のかごには乗客がほとんどいないようなことがしばしば起こるので、輸送力をあげることはできない。したがって、各階の施設、テナントなどを決定するときには、上部かご・下部かごの利用者数が等しくなるような配慮が必要である。

特定階のみの利用者が多くなるような設置、たとえば、ホール、食堂階などを中間階に設けるのは望ましいことではない。このような施設を設けるときはエスカレータを設置し、利用者へのサービスの均等化をはかる必要がある。

また、相互に関連があり利用者の多い階同志は、偶数階なら偶数階のみ、奇数階なら奇数階のみに設け、階段を利用せずに直接行き来できるようにすることも重要なことである。

## (5) 電源設備

ダブルデッキエレベータにおいては、かごの定員が2倍になることおよ

びかご室が2個設けられることにより、動力用電源・照明用電源とも一般のエレベータに比較してほぼ2倍の容量のものが必要となる。

## 6. 適用機器

ダブルデッキエレベータに適用する機器のうち、設計上特に留意すべきものとしては、かごわくをはじめとするダブルデッキ専用の機器と巻上機・非常止め・ガイドレールなど大形の機器に大別される。

いずれの機器においても、大積載量・高速度に対する考慮が必要であるが、今回、各機器の構造・性能など基本事項を再検討し研究・開発した結果、初期の目標を達成したのでここに紹介する。

### 6.1 かご

ダブルデッキエレベータのかごは、図6.1に示すように、一般エレベータとは異なった構成である。かご全体の構造は縦方向に長くなり、しかも中央部に上部かご床があるため、中央部分に大きな質量が集中している。また、上部かごの乗場すき間からじんかい(塵芥)・水滴などが落下すること、上部かごで乗客の出入りの際の歩行音により、下部かご内の乗客に対し不快感を与えることなどダブルデッキエレベータ個有の解決すべき問題がある。

かごわくは縦柱・上はり・下はりの他に上部かご床下に中間はりを設置して、全体を2層ラーメンとした。縦柱は全長約7.5mになり、この剛性が上部かごの乗りごちに影響を及ぼすので、2本の形鋼を組み合わせ、フーレンディールラーメン(Vierendeel Rahmen)として剛性をあげた。

ガイドローラは、かごの構造を考慮して、かごわくの上下端4個所に設置し、地震時に発生する一般エレベータの約2倍の水平力に耐える高速高荷重用を開発し採用した。また、裂震時には縦柱の横たわ

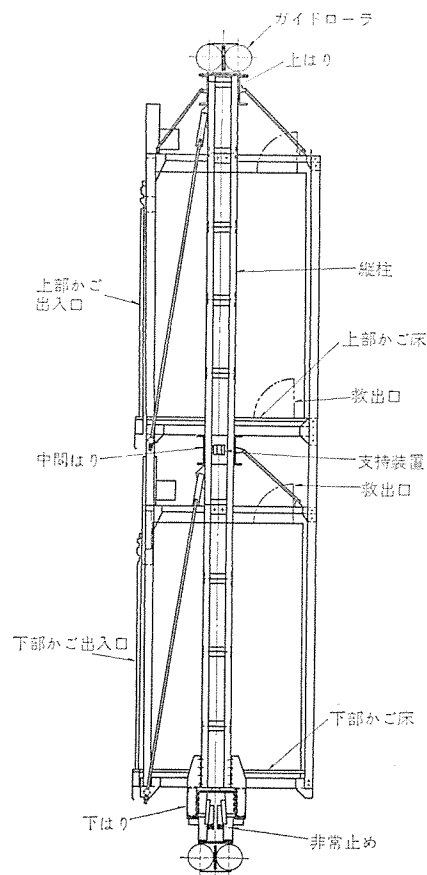


図 6.1 かごの構造 Structure of car.

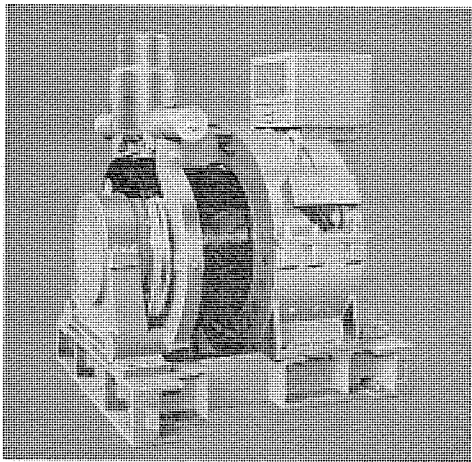


図 6.2 巻上機の外観 Exterior view of traction machine.

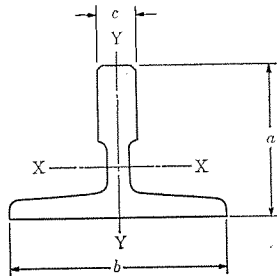


図 6.3 37 kg レールの断面 Section of 37 kg guide rail.

表 6.1 37 kg レールの諸元 Key data of 37 kg guide rail.

| レール<br>名称 | 最大<br>適用荷重<br>(kg) | 主 要 寸 法<br>mm |     |    | 断面積<br>cm <sup>2</sup> | 断面二次モー<br>メント cm <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>cm <sup>3</sup> |                |
|-----------|--------------------|---------------|-----|----|------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|           |                    | a             | b   | c  |                        | I <sub>X</sub>                | I <sub>Y</sub> | Z <sub>X</sub>          | Z <sub>Y</sub> |
| 37 kg     | 15,000             | 108           | 140 | 29 | 44.31                  | 539                           | 349            | 76.7                    | 49.9           |

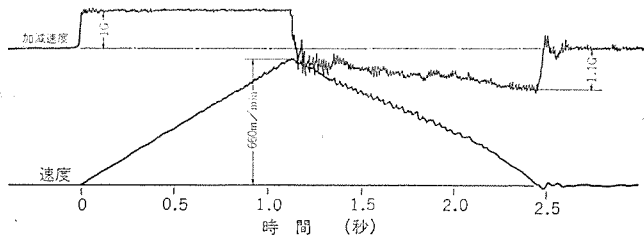


図 6.4 非常止めの動作特性  
Operating characteristics of safety device.

みが中央部で約 10 cm にもなるため、地震などの異常状態にのみかごわくをレールに支持させる装置（実用新案出願中）を採用して、異常時の安全性を高めた。

上部かごへの乗降時の歩行音防止対策としては、上部かご床フローリングに防音材を積層し、上部かご床裏面には特殊防音材を塗布した。加えて、上部かご床に耐水性じゅうたんを敷きつめて、騒音の発生を最少限にし万全を期している。

上部かごの乗降すき間から、乗降時にじんかい・水滴等が落ちることが予想されるが、物が落下するすき間は 30 mm と非常にせまいため、現実には、下部かごの乗降者に不快感を与えるほど落下物があるとは思われない。しかし、下部かごの戸が開くと同時に、上部かごの出入口部分の間げきを閉鎖する装置（実用新案出願中）を開発して設置し、不快感の危ぐ（惧）を排除した。

## 6.2 巻上機

一般的には、大形直流ギヤレス巻上機を適用するが、これの据付ス

ペースは、昇降路の配置より制約されて、同一積載量の一般エレベータにくらべて、70% 程度のスペースしか確保できないのが現実である。そのために、巻上機の小型化が要求され、特に軸長寸法を短縮する必要がある。

今回のダブルデッキエレベータ用巻上機の開発にあたっては、2:1 ローピング、小径ロープ、補極、強制冷却の採用、および電動機制御回路の改良（実用新案出願中）など総合的な検討を加え、その目標を達成している。

## 6.3 ガイドレール

現在乗用エレベータに使用できる最大のガイドレールは 30 kg/m レールであるが、ダブルデッキエレベータは、ほとんどこの適用限界を越えるため、より断面性能の大きい 37 kg/m レールを開発した。諸元は、表 6.1 に示す。

このレールは、ANSI CODE（アメリカのエレベータ法規）に規定されている 22 $\frac{1}{2}$ # レールをベースにして、形状に若干の改良を加えたものである。37 kg/m レールの開発により、ダブルデッキエレベータを含む大積載量の乗用エレベータを可能にした。

## 6.4 非常止め

ダブルデッキエレベータの開発を契機として、大積載量で超高速度エレベータに適用できるかご非常止め装置を開発した。

大容量の非常止め方式としては、中容量の非常止めをかご上部とかご下部に各 1 基設置し、それらを連動させる方式も考えられるが、かご重量の軽減とかご上部の狭いスペースなどを考慮し、かご下部に大容量の非常止めを 1 基設置する方式を採用した。

制動力発生機構は従来の装置と同方式であり、ガイドレールにシューを圧着しゅう（摺）動させる方式であるが、高速度から動作させる場合は、シューが摩擦熱によって局部的に溶融・変質し、またガイドレール面をかじり、しゅう動中に摩擦特性が著しく変動し、制動力が不安定になる傾向がある。この傾向を最少にするために、各種のシュー材料について制動試験を繰返して新材料を開発し、その結果、図 6.4 に示すとおり 660 m/min の超高速度から動作させても、平均減速度 0.81 g、最大 1.1 g と非常に安定した動作特性を得ることができた。

本非常止めの適用範囲は、積載量・速度共に世界最大級のダブルデッキエレベータを含む乗用エレベータをカバーできると考えている。

## 7. む す び

以上、ダブルデッキエレベータの概要について説明してきた。

ダブルデッキエレベータは、同一輸送力に対して、レタブル比を向上し、ビルを経済効率を高めることができるため、今後、超高層ビルなどで次第に用いられるであろう。一方、ダブルデッキエレベータは階間交通に対して不便な面もあり、今後、建築・建築設備の設計者、エレベータメーカーが一体となって研究、改善を進めていく必要がある。なお、大阪大林ビルでは電子計算機 MELCOM-350 によるエレベータの運行データ収集が可能とされており、後日大阪大林ビル管理者と共同してその結果を発表する予定である。

本文がダブルデッキエレベータの設置計画をされるに際し、少しでもご参考になれば筆者の幸いとするところである。

最後に、今回ダブルデッキエレベータの研究、開発に際して終始ご指導とご協力を得た大林組の関係者各位に、この紙面をもって謝意を申し上げる。

# 工事用移動機械室形エレベータ

福嶋 務\*・豊田 敏嗣\*  
河田 久男\*\*

## Temporary Elevators with Portable Machine Room

Inazawa Works Tsutomu FUKUSHIMA・Toshitsugu TOYODA  
Osaka Sales Office Hisao KAWADA

A construction period of skyscrapers is becoming shorter nowadays. It is an important problem how to transport a great many workers of construction to upper floors in a short time. Elevators are indispensable for vertical transport facilities in tall buildings even under construction. This article introduces temporary elevators to be used from the beginning of building construction to a stage when regular elevators start operating to take care of transportation service. The temporary elevator has some features that it utilizes much of permanent equipments in the regular elevator hoistway, has a compact portable machine room to be lifted up to the new level in a short time as one unit in accordance with extension of steel erection.

### 1. ま え が き

最近のビル建築技術の進歩はめざましく、超高層ビルのあけぼのとして世の注目を集めた霞ヶ関ビル、それに続く世界貿易センタービルという超高層ビル開発の時代から、数年にして、地方の大都市にも続々建設され発展の時期を迎えた。そして、いかにしたら建てられるかという技術的問題はすでに克服され、いかに短工期で計画どおり完工させるかが重要な問題となってきている。この工期短縮問題には、日々の多数の作業員や資材を、最小の時間で目的とする上方階へ上げることが重要な問題となる。従来からも作業員輸送と小形資材の揚重を目的とした自立鉄塔式仮設人荷用エレベータが、ビル外壁部の仮設昇降路、またはビル内部の本設エレベータ昇降路に設置されて利用されており、その効果は大きいものがある。しかし、この種エレベータが本設エレベータ昇降路に仮設される場合、本設エレベータ1台分のスペースには設置できず、仮設使用が長びくと本設エレベータの据付期間が圧迫され、エレベータしゅん(竣)工に重大な影響が出ることもあり、仮設品と本設品を連携をとって切換えられるエレベータが望まれていた。

当社では、この点に着目し、将来本設エレベータを据付けける昇降路に設置して、低層の段階からエレベータサービスを行ない、鉄骨建て方の進行に合わせて、数階とびに機械室ごとつり上げ移設し、短時間に昇降行程の延長ができるユニークな工事用エレベータを、わが国で初めて開発した。開発品は、竹中工務店施工の大阪国際ビル・大阪ロイヤルホテルに納入され、十分その機能を発揮した。以下本工事用エレベータの概要を説明する。

### 2. 特 長

- (1) 本設エレベータ1台分の昇降路に設置するので、ビル外壁部や内部にだめ工事が残らない。
- (2) 鉄骨建て方の初期の段階から使用できる。
- (3) 昇降行程延長のための休止期間(クライミング期間)が約2日ときわめて短い。
- (4) 各階の出入口は任意に取付け可能で停止数の制約がない。
- (5) 安全性は一般のエレベータとまったく同等である。

(6) 本設エレベータの一部機器を流用するので経済的で、本設エレベータへの切換期間が短い。

(7) クライミング時のタワークレーン借用時間が約1時間と短い。

### 3. 標 準 仕 様

表3.1に本エレベータの標準仕様を示す。本仕様は、工事用エレベータとして必要と思われる各種機能を考慮検討の結果、標準仕様としてまとめたもので、適応性は大きく、他の建築現場への反復使用が可能である。

表 3.1 エレベータ標準仕様  
Specification of temporary elevator.

|                 |                                                                                   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 用 途             | 人荷用                                                                               |
| 積 載 荷 重         | 最 大 1,450 kg                                                                      |
| 速 度             | 90 m/min                                                                          |
| 制 御 方 式         | 直流ギヤード                                                                            |
| 操 作 方 式         | カースイッチ(専任運転手付き)                                                                   |
| 昇 降 行 程         | 最 大 200 m                                                                         |
| 昇 降 路 寸 法       | 間 口 2.22~2.72 m<br>奥 行 2.25~2.75 m                                                |
| か び 室 内 法 寸 法   | 間 口 (A) 1.6~2.1 m<br>奥 行 (B) 1.5~2.0 m<br>ただし $A \times B \leq 3.25 \text{ m}^2$  |
| ド ア 装 置         | 間口×高さ 1.2 m 以下×2.1 m<br>か び……たたみ格子戸<br>乗 場……窓付きパネル戸2枚片開き<br>または窓付きスイングドア          |
| 停 止 個 所         | 任 意                                                                               |
| 安 全 装 置         | 過速度検出装置、次第ぎき非常止め、過負荷防止装置、下部緩衝装置、上下端リミットスイッチ、ゲートスイッチ、ドアインタロックスイッチ、ロープスリップ検出スイッチ    |
| 信 号 装 置         | か び 過負荷表示灯<br>乗 場 運転灯、休止灯                                                         |
| タワークレーンつり荷重     | 10 トン                                                                             |
| ク ラ イ ミ ン グ 期 間 | 約2日(労基局検査時間は含まず)                                                                  |
| 設 置 環 境         | 昇降路 { 乗場側を除き3方を囲ってあること<br>周囲は少なくともデッキプレートが敷いてあること<br>落下物防止がなされていること<br>昇降路機器 防滴構造 |

### 4. 構 造

図4.1に全容を示す。一口に言って、一般のエレベータとの差は昇降行程を延長するために機械室を上方へ移動する時間、およびそこで再び据付けを行なう時間を、できるだけ短縮するよう関連機器を専用化したこと、悪い設置環境において故障休止となりにくいよ

う手動操作部分を増し、機構・制御回路を簡略化したことである。  
以下に主要点を説明する。

#### 4. 1 移動機械室

移動機械室は、巻上機・そらせ車・電動発電機・制御盤・制御ケーブルリール、および調速機を一体のわく組内に収納し、一体のままトラック輸送ができる可搬性を持つ。投影面積はエレベータ1台分の昇降路内に収まるよう小形化されている。図4.2に搬入中の移動機械室を示す。

機械室わく組はタワークレーンのつり上げに適した構造をしており、下部に設けたフックにチェンブロックを介して、かごをつり上げたまま一つのユニットとして新しい機械室位置へ移設される。移設時は4個のガイドシュでメインレールに案内をとり、移動中のゆれを防ぐとともに新しい設置階での位置決めを容易にしている。

機械室荷重は、機械室支持はり（2本のH形鋼）で建築はりへ伝える構造を採用している。実施例においては、昇降路に面するはりのうち機械室荷重を支持できるはりは昇降路後側のみで、乗場側のはりは、昇降路から数m離れたはりを使用した。このため支持はりサイズはやや大きくなったが、機械室下に支持ローを設けて支持はり自重を保持させ、安全容易に出し入れできるようにした。

機械室荷重支持方法としては、上記支持はりに代えて、スライド式あるいは回転式可動形アームを機械室内に蔵し、張り出して荷重を支持する方法もある。これらの方法は、昇降路の脇に所要強度のはりが常になければならないという制約を持つが、初期の鉄骨計画の段階から配慮されるなら、適当な建築はりの配置は可能なので、この方法も十分適用されるであろう。

そらせ車、調速機およびガイドシュは、スライド式に出し入れ可能なアームに取付けられ、昇降路寸法の変化に対応できる構造となっている。かごと機械室を結ぶ制御ケーブルは、リールに巻いて機械室内に収納されている。端末には、繰り出しが容易にできるよう多極コネクタが用いてある。

#### 4. 2 ロープ繰り出し装置

かご上には、その工事の最大昇降行程分の長さのワイロープを巻込んだ4個のロープリールと、ロープ固定装置から成り立つロープ繰り出し装置が設けてある。この装置は、昇降行程を延長する際、その都度ロープを交換しなくても繰り出すだけでよいという利点の反面、一般のエレベータでは例のないロープの途中でロープに損傷を与えないで、かご側の全重量を保持しなければならないという問題があった。

エレベータではロープ緊結部は、ロープ1本ごと合金詰ソケット止めとすることが規定されているが、建築工事用エレベータについては、エレベータ構造規格例規として、従来のU形ボルトを使用しない形式のワイヤクリップであって、1個で完全な握力を持つことが試験で確認されたものを、2個以上使用する場合は認められることになっているので、当社もこれによる構造検討を行なった。U形ボルトを使用しないワイヤクリップとして、某メカからM形クリップの名で市販されており、緊結個所の圧こん（痕）チェックの結果使用可能であることがわかった。

ロープは握力について引張試験を行なったところ、M形クリップのみに頼る場合、クリップ1個では、16φロープにおいて3.75トンですべりはじめ、4.15トンをピークとしてスリップが急増することがわかった。これでは、ロープ破断強さの約1/3しかない。これを改善するため、図4.3のごとく回り止めを施した2個のつな車にロープを巻

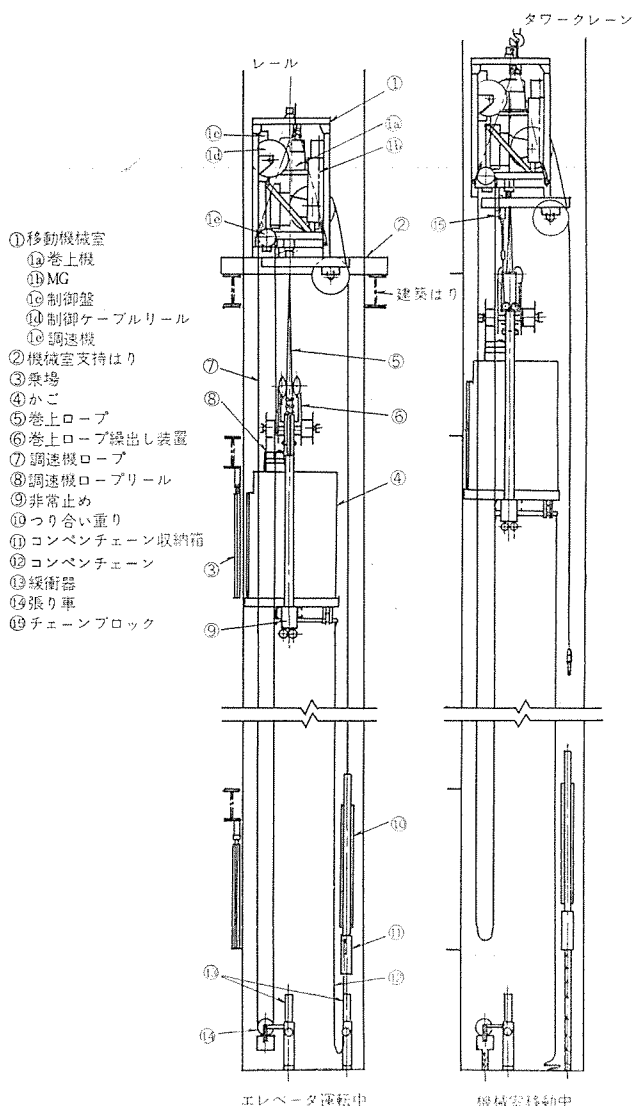


図 4. 1 移動機械室形 エレベータ 全容  
Outline of temporary elevator.

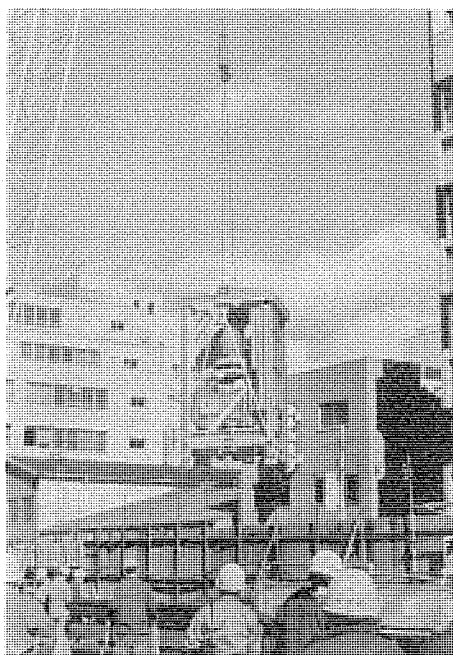


図 4. 2 搬入中の移動機械室  
Portable machine room being lifted up.

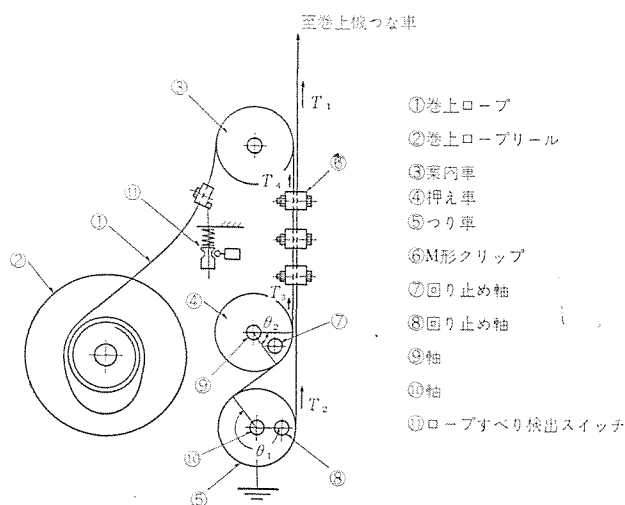


図 4.3 ロープ繰り出し装置原理図  
Schematic diagram of rope reel and clamping device.

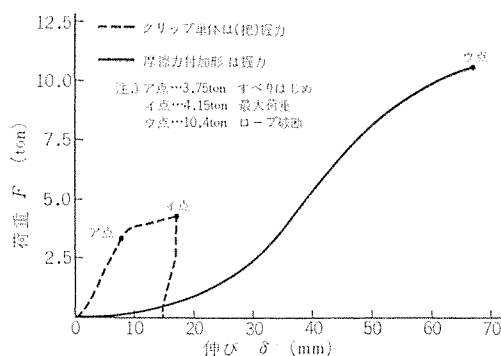


図 4.4 ロープ緊結部引張試験  
Test curves of rope clamping arrangement.

きかけ、その摩擦力をクリップのは握力に付加する構造とした(実用新案出願中)。

図 4.3 において

$$T_1 - T_2 = T_c$$

$$T_3 = T_c$$

$$T_4 = 0$$

$$\frac{T_2}{T_3} = e^{\mu'(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

$T_c$ : M 形クリップ 1 個の ロープ は握力 3,750 kg (実験値)

$\mu$ : ロープ とつな車みぞ間の摩擦係数

$\theta_1, \theta_2$ : 図 4.3 に示す ロープ の巻きかけ角

$\alpha$ : ロープ をはさむつな車 V みぞの半角

ただし、数値計算の結果

$$\mu' = 0.164$$

$$e^{\mu'(\theta_1 + \theta_2)} = 2.36$$

$$T_2 = T_3 e^{\mu'(\theta_1 + \theta_2)} = 3,750 \times 2.36 = 8,850 \text{ (kg)}$$

$$T_1 = T_c + T_2 = 3,750 + 8,850 = 12,600 \text{ (kg)}$$

となり、クリップを用いた ロープ は握力が、ロープ 破断力 (10.6 トン) 以上あることが期待できる。これを引張試験で確かめた。試験結果を図 4.4 に示す。M 形クリップ 単体のときと摩擦力付加形の止め方とでは、は握力に大きな差があり、後者による改善をはからねばクリップ 1 個で ロープ 破断力まで期待できないことがわかった。実機では、

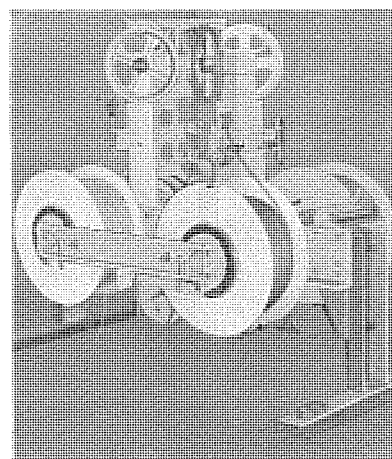


図 4.5 ロープ繰り出し装置  
Assembly of rope reel and clamping device.

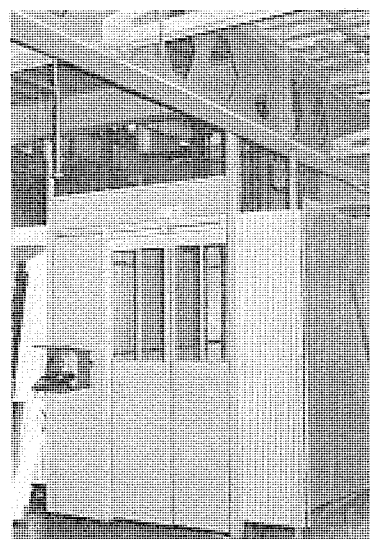


図 4.6 乗場ドアおよび仮設昇降路囲い  
Landing entrance and temporary hoistway enclosure.

M 形クリップ を 3 個並置して安全性をあげている。

ロープ 固定装置とロープリールから成る ロープ 繰り出し装置は、図 4.5 に示すごとく仮設かごわくに組立てられて工場出荷され、本設への切換えの際は、上はりごとと置換えることができる。各リールはブレーキ機構をもっており、ロープ 繰り出し時、ロープ 自重により必要以上に繰り出されてしまうことのないよう配慮してある。

#### 4.3 かご

かごわくは本設エレベータ用を使用する。かご室は工事使用による損傷がありうることを、専用手動ドアとの関連から、本エレベータ専用の機能本位のものを使用する。内部には、かご操作盤、電話器、過負荷表示灯および照明装置を持つ。かご天井はロープ 繰り出し作業の足場となるので、十分な強度・剛性をもった平板としてある。天井の一部に所要長さのガバロープを収納しておくリールが設けられている。かご下部に本設用の非常止めを持ち、万一の安全性を確保している。

#### 4.4 ドア装置

ドア装置は、悪い設置環境で故障休止を最小とするため、複雑な機構をいっさい省いた簡単な手動のドアとしている。図 4.6 に乗場ドアを示す。かご側はたたみ格子戸、乗場側は金網製で昇降路の内外を見やすくし、またとびらを軽量にして、運転手の労力負担の

#### 4.5 制御装置

#### 4.5 制御装置

制御機器は小形化された移動機械室に収納され、反復工事使用されるものであるため、一般エレベータ用とは異なった工夫がなされている。すなわち

- ### 5. 操作方式

(1) 運転手は手で乗場の戸、かどの戸を閉める。

(2) 運転したい方向にカースイッチを倒すと、自動的に最高速度 90 m/min まで加速する。加速過程は制御装置により制御されるから、乗りごころは運転手の操作の仕方に関係なくなめらかである。

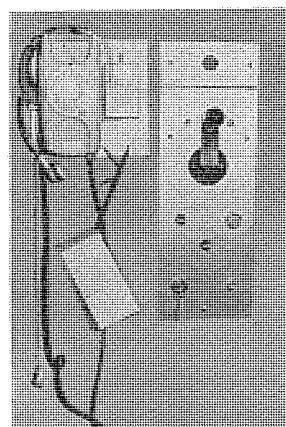


図 5.1 かご操作盤  
Car operating panel.

- カースイッチ 操作に対し、次の安全対策が施してある。

- (1) エレベータの走行中 カースイッチから手を離せば、ハンドルは中立点に戻り、かごは減速停止する。
- (2) 走行中に誤って運転方向とは逆方向にカースイッチを倒しても、運転方向が急に反転することはない。かご内の乗客に損傷を与えない。小さい減速度で停止してから方向を反転する。

## 6. クライミング作業

鉄骨建て方が進行し、より上方の階までエレベータサービスを行なえる状態になったとき、機械室を上方階へ移設する。この作業をクレンジングと呼んでいる。

大阪国際ビルでは図 6.1 に示すごとく、鉄骨建て方の進行に追

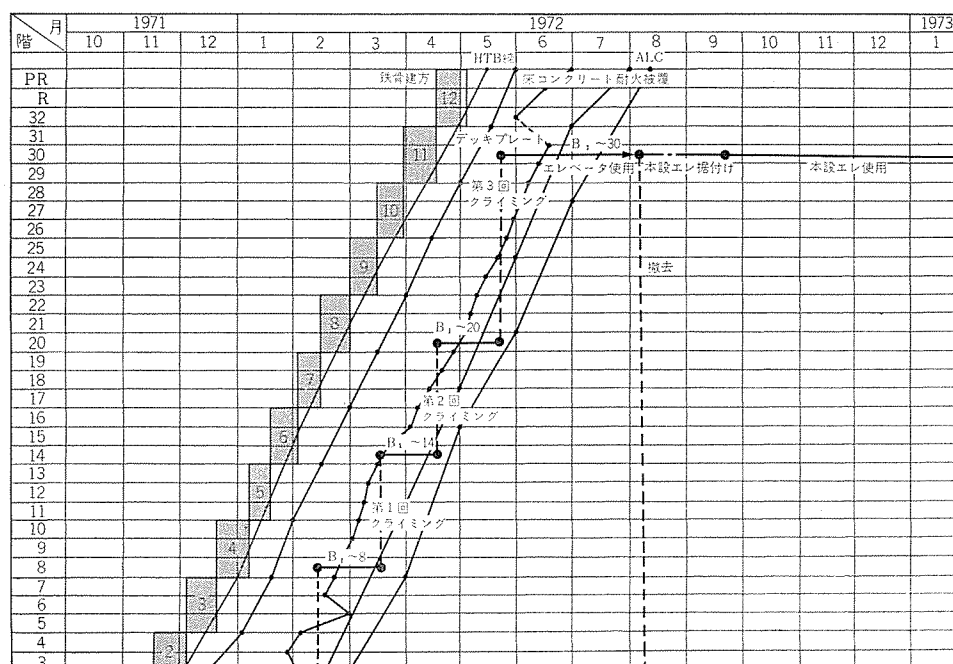


図 6.1 鉄骨部階別実施工程およびエレベータ運転状況  
Time diagram of steel erection and elevator operation.

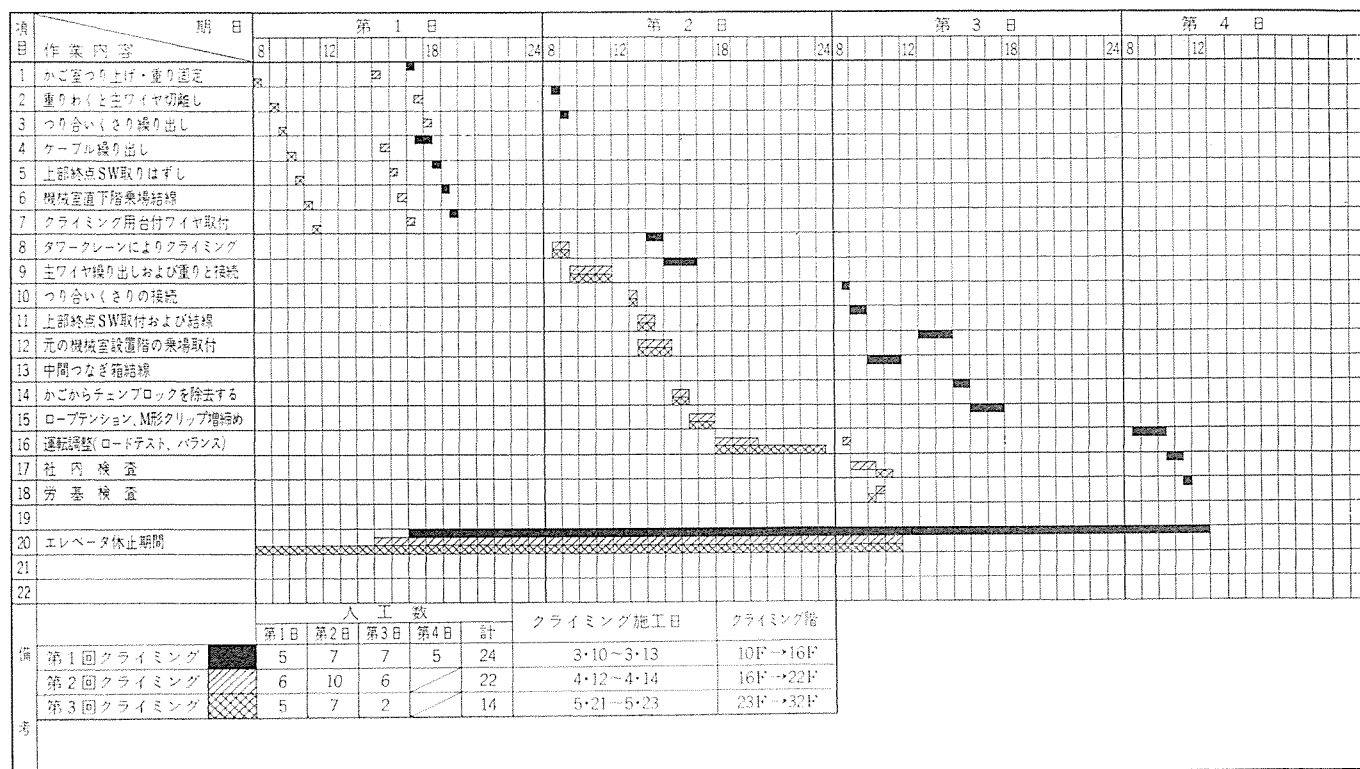


図 6.2 エレベータクライミング作業実績日程  
Real working time of elevator climbing operation.

随してクライミングを行ない、エレベータサービスゾーンを逐次上方に延長した。クライミング作業の実績日程を図 6.2 に示す。図にも示されているように、タワークレーンの借用時間が1時間と、短いのが特長である。

## 7. 設置上の留意点

### 7.1 設置昇降路の条件

本エレベータを設置する昇降路は、高層階をサービスするエレベータの昇降路を使わねばならないが、できるだけ非常用エレベータの昇降路を用いることが望ましい。非常用エレベータはパンク運転をするエレベータとは独立しており、他号機の据付けに危険を及ぼさず、パンクとしての調整を妨げない利点がある。

昇降路周囲は、オープンのままでは認められないので、機械室設置階を除いて、ALC板等を早期に取付けて正規の昇降路の形態をつくるのが最も好ましい。しかし、早期使用を行なう場合は、図 4.6 のごとく、パイプ支柱にトタン張りの仮設囲いとするとも多いと思われる。この場合デッキプレート端部のせき板からコンクリート打設の際、コンクリートがこぼれ落ち、エレベータ機器にたれかかることのないよう、また各階床から水が流れ落ちたりしないよう、建設施工サイドにて留意願う必要がある。昇降路ピットの排水設備も重要で、これがないとピットに水がたまり、重要な安全装置である油式緩衝器を損傷

することになる。昇降路環境が悪いと使用している本設機器を損傷させ、本設切換の際の修復費用がかかり、本設品流用のメリットが減殺されてしまうので注意を要する。

### 7.2 機械室設置階

機械室の最終設置階としては特に制約はないが、本設切換を短期間に行なわねばならぬときは、ビルの高層にもよるが、移動機械室は本設エレベータの最上着床階設置にとどめるのがよい。このようにすれば、仮設使用中に本設エレベータ機械室の据付けを行なうことができ工期が短縮できる。

## 8. む す び

大阪国際ビルでは、3回のクライミングを行ない半年間のエレベータサービスを行なった。この間数多くの従業員の縦の輸送機関として、わずか数日のクライミングのための休止期間を除いてフルに運転され、予期以上の成果を上げることができた。

今後高層ビルはいっそうの普及が予想され、以上述べた工事用エレベータの需要も増加が見込まれる。さらに改善を加えて、建築業界の期待にこたえていく所存である。

終わりにあたって、種々ご教示ご協力いただいた(株)竹中工務店の関係各位に深謝します。

# 展望用エレベータの設置計画

山 田 春 夫\*

## Planning of The Observation Elevators

Inazawa Works Haruo YAMADA

Demands for elevators are greatly influenced by the tendency of building industry. Fostered by the latest economic growth, the demands become increasingly active and keep rising without stop. On the other hand, the elevators are required many various problems from the viewpoints of economic pursuit, improvement of transport capacity, essential problems concerning human engineering and specifications derived from new considerations in every respect. Above all, elevators used for observation are now rapidly coming in the limelight. This article describes their outlines, standard for selection and questions on the design of the observation elevators.

### 1. ま え が き

経済の成長にともなう、ビル建設は活発であるが、それに伴うエレベータの設備計画は、需要の増大とともに質的にもめまぐるしい進歩を示している。すなわち、乗客輸送力のいっそうの効率化という本来の課題のほか、意匠デザインの高級化および新規な創造を伴う仕様が強く要望されてきた。中でもこれまで比較的数量少なかった展望用エレベータの需要が、最近特にクローズアップされてきたのも、その傾向の一つの現われといえよう。

この展望用エレベータの設置計画において考慮すべき事項、つまりビルの性格・設置環境・規模などについて、その概要を説明し、計画の参考に供したい。

本文に述べる展望用エレベータには、昨今の超高層ビルにおいて、ビル内部に設けた昇降路により最上階展望室へ直通運転をするエレベータは除外する。



図 1.2 展望用エレベータの外観  
Exterior view of the observation elevator for Aloha Sanko building (Open air type).

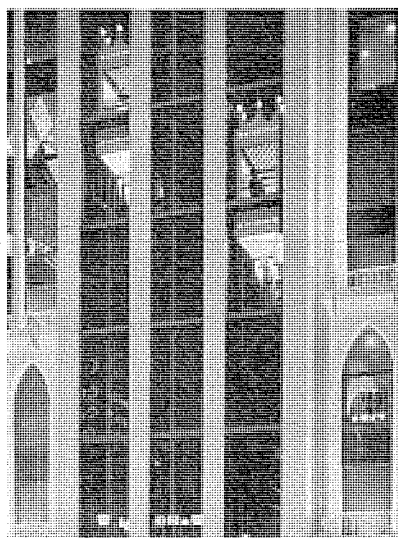


図 1.1 展望用エレベータの外観  
Exterior view of the observation elevators for Ginza Core.

### 2. 展望用エレベータとは

従来の展望用エレベータは、主として工作物の範ちゅうに属するタワーなどに、観光用エレベータ(時には鉄塔自体の保守の目的を兼ねる)

を設置してきたものが大多数であった。その実施例としては、当社が納入した東京タワー・名古屋テレビ塔・大阪朝日放送タワー・エキスポタワーなどが代表的なものである。それらは出入口階より展望室への直通運転により、乗客を運ぶのが主目的であるが、二次的には、エレベータのかご室内より野外眺望のサービスを行なっている。これらはあくまでもタワーそのものがシンボルであり、エレベータは副次的なものとなっていた。また、これらのエレベータの環境は、好むと好まざるにかかわらず露天開放昇降路形の構造が基本となっている。

一方最近では、一般の企業でも建築の高層化と企業のイメージアップに真剣に取り組まれており、建物の内外装にはいっそう留意される傾向になってきた。この時流に応じ、建物の外壁部に開放的で親しみやすい展望用エレベータを設置することが、にわかにクローズアップされてきて、各企業とも積極的に実現に踏み切られており、その心理的効果は非常に大きいことが認められてきた。展望用エレベータを設置する昇降路は大別して、露天開放形(オープンエアタイプ)と、建物前面の展望部分を透明ガラスでおおう形式(クリスタルエンクロースタイプ)とに区分できる。

技術面では、いずれのタイプも、一般屋内用のエレベータの基本的機能や安全性を保ち、さらにかご室についての居住性と最も比重の

大きい、内外装の意匠デザインのきびしい要求を両立させなければならぬところに、そのむずかしさがある。

前述したとおり展望用エレベータには二つの形式があり、エレベータの置かれる環境一つを取り上げてみても、すでに根本的な相違があるが、その他周囲の道路状況・建築構造との取り合わせなどいろいろ考慮すべき条件により、設置位置・構造・デザインは当然異なってくる。いずれにしても単純に取り組むことは失敗のもとになるので、建築の初期計画時から慎重に計画されることを切に望みたい。

ここでは建築計画の参考として、外壁部に設置されるエレベータを主体として述べる。

### 3. 昇降路環境からの分類と法的見解

前節でもふれたが、展望用エレベータは昇降路環境により下記の二つに大別することができる。

#### (1) オープンエアタイプ

開放形昇降路で、エレベータは露外全天候に耐える構造でなければならない。

#### (2) クリスタルエンクローズタイプ

昇降路のうち展望側をサッシュ付き透明ガラスでおおった外気シャ断の構造である。エレベータの基本機器は、一般屋内用とほぼ同様な構造でよい。

展望用等のエレベータかご室へのガラスの使用に関しては、後述のごとく性能評定委員会で定められた基準を守る必要があり、設置計画については、個々に事前の確認手続が重要である。(性能評定を要する場合もある)

展望用エレベータに関する主な都市における関係官庁の行政指導のこれまでの例では、専用運転であること、およびクリスタルエンクローズタイプの採用が望ましいとの見解が明らかにされている。オープンエアタイプは、よほど特別な条件でない限りは許可される可能性が少ないのが実態である。

### 4. 基本計画の着眼点

展望用エレベータを計画されるに際し、是非考慮すべき事項は次のとおりである。

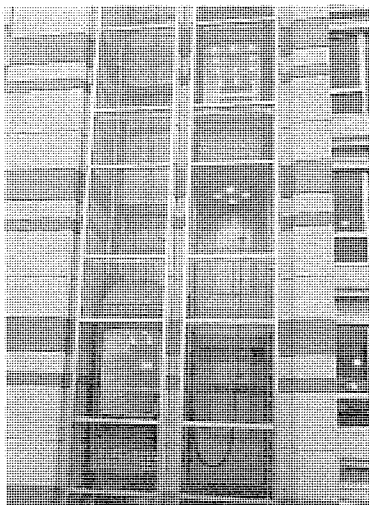


図 3.1 展望用エレベータの外観  
Exterior view of the observation elevators for Benten building.

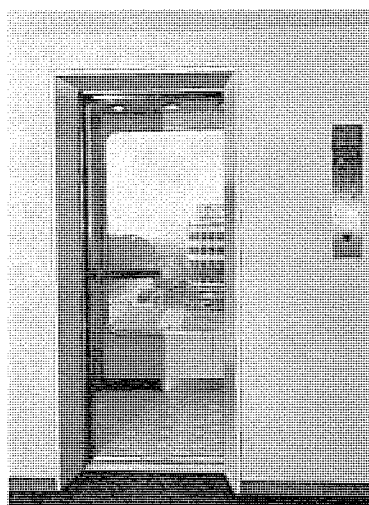


図 3.2 かご室および乗場  
Elevator cage and entrance for Benten building.

#### (1) 展望用エレベータはどのようなビルに効果的か

ユニークな展望用エレベータも、どのような性格のビルにでも適するものではなく、事務所ビル・学校・高層住宅などには、まず不要と考えられ、ホテル、デパート、ショッピングセンタ、レジャーセンタおよびショールームなど客の注目を引く要素が効果的なビルに適している。

#### (2) 展望用エレベータの設置位置

このエレベータはビルのシンボルとして計画されるので、一般的には交通量の多い道路から目立つ位置に設置される。したがってビルの外壁部で、特に二つの大通に面したコーナ部に設置すれば効果的である。また、夜間のかご照明・電飾がいつそうその存在を浮き立たせるので、夜間の交通量についても考慮を要する。

また、かご内からの展望の良さも大きな要素であるが、一般的には前述した、外部からよく見えることへの配慮と両立するのが普通である。

また、オープンエアタイプの場合は、公道からある程度離れた位置に設けることが、安全の点から必ず(須)条件となる。

#### (3) 台数、積載量、速度

展望用エレベータは、一般エレベータよりもインシャルコストもランニングコストも高額となるので、設置台数はビルのイメージアップという観点と予算面から決定され、必ずしも必要輸送力からは決定されない。不足する一般乗客の輸送は、従来どおりのエレベータ、エスカレータによって補うべきである。輸送人員が少なく、1~2台の展望用エレベータだけで十分な場合ももちろんあり得る。

次に積載量であるが、これも上記と同じ考察から決められるべき要素である。しかし、運転手付きサービスが普通であるから、あまり小さい積載量ではかごの居住性が悪く、いずれの規模のビルでも11~17名乗り程度は必要であろう。

速度の選択については、輸送力と眺望サービスの両面を考慮して、一般的には60~105 m/minの範囲が適当と考えられる。

#### (4) オープンエアタイプかクリスタルエンクローズ形か

オープンエアタイプのかご室は、その内外から文字どおりダイレクトに見ることができ、クリスタルエンクローズ形よりいつそう明快であることは明らかである。しかし、かごや昇降路が風雨にさらされるので、エレベータのインシャルコスト、メンテナンスおよび耐用年数などの点で不利は避けられない。また、オープンエアタイプでは、地上風速で15 m/sを越すと、ワイロープの揺れなどから運転を中止せざるを得ないから、輸送力をこのエレベータだけに頼る計画は適当でない。その他、前述した関係官庁の指導方針も大きな決定要素である。両者を細部比較したまとめを表4.1に示す。

### 5. 展望用エレベータの構造と計画時の配慮

展望用エレベータは、一般のエレベータと違った構造・機能を持っている。これらを十分配慮したうえでエレベータを計画すべきであるが、主要なポイントをエレベータ側から説明する。

#### 5.1 レイアウト

かご室の形状は各種のものがあるが、オープンエアタイプで最もポピュラーな、台形のかご室を持ったエレベータの平面レイアウト推奨例を図5.1に示す。この図に示すように、制御ケーブルや釣り合いおもりはそれぞれ専用のスペースに収納し、外観上はかごだけが昇降するような構成が好ましい。この簡潔な外観はオープンエアタイプにとって

表 4.1 展望用 エレベータ の分類, 総括  
Classified table of the observation elevators.

| 分類                 | エレベータ設置<br>形態                          | エレベータ設置の<br>おもな目的                                                       | かご室を中心とする意匠デザイン                                                    |                                                                                                                            |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                        |                                                                         | かご室内装部                                                             | かご室外装部                                                                                                                     |
| クリスタル<br>エンクローズタイプ | 建物外<br>壁または建物<br>内の吹き抜け<br>昇降路<br>中庭など | かご室内部の密室感の<br>解放                                                        | 天井照明を含み一般的<br>な標準デザインの採用。<br>正面壁のみにガラス窓<br>付き                      | 特に配慮する必要はな<br>い                                                                                                            |
|                    |                                        | かご室内部より屋外の<br>眺望または眺望                                                   | 一般的な標準デザイン<br>正面または側面壁にガ<br>ラス窓をつける                                | 簡単な外装, 要すれば<br>かご室上下部の機器を<br>最小限にカバーする程<br>度                                                                               |
|                    |                                        | 特に企業イメージア<br>ップの目的で外部よりエ<br>レベータを注目させ印<br>象づけることをねらう<br>とともに乗客の屋外眺<br>望 | 居住性を中心とする設<br>置環境に順応する装置<br>ならびに意匠デザイン<br>の採用。ガラス窓は正<br>面または側面に設ける | 屋外よりそのエレベ<br>ータ, 特にかご室の存在<br>を積極的に印象づける<br>ような意匠デザインと<br>する。具体的方法とし<br>てはカラフルな塗装ま<br>たは電飾装置を設ける                            |
| オープン<br>エアタイプ      | 建 物 外 壁                                | かご室内部よりの眺望                                                              | 一般的な標準デザイン<br>正面壁またはかごドア<br>部にガラス窓をつける                             | 屋外よりそのエレベ<br>ータ, 特にかご室の存在<br>を積極的に印象づける<br>ような意匠デザインと<br>する。具体的方法とし<br>てはカラフルな塗装ま<br>たは電飾装置を設ける<br>これに加えて特に防水<br>・防せい対策が必要 |
|                    |                                        | 特に企業イメージア<br>ップの目的で外部よりエ<br>レベータを注目させ印<br>象づけることをねらう<br>とともに乗客の屋外眺<br>望 | 居住性を中心とする設<br>置環境に順応する装置<br>ならびに意匠デザイン<br>ガラス窓は要すれば可<br>能な範囲で計画する  | 鉄塔のために, その構<br>造体が外部よりの視角<br>範囲を狭くするので,<br>せん光性のある電飾<br>などを適用することが効<br>果的である。当然それ<br>ぞれの機器の防水・防<br>せい対策には留意を要<br>する        |
|                    | 自立形<br>鉄 塔                             |                                                                         |                                                                    |                                                                                                                            |

不可欠な条件ともいえる。

エンクローズタイプでもできるだけ外観を尊重して, 制御 ケーブル や釣  
り合いおもりを専用スペースに格納したほうが好ましい (図 5.2 参  
照)。しかしオープンエアタイプのように必ず的なものではなく, スペース  
に余裕がなければ, 制御 ケーブル だけはかご下につり下げるのも止む  
を得ない。その際でも, 釣り合いおもりだけはしゃへいすることが  
好ましい。

また, エンクローズタイプで2~3台を併設するときは, 前述のよう  
なスペースを取り得ない場合も起こりうる。く(矩)形かご室で2台併  
設のレイアウトを図 5.3 に示す。

次にオーバヘッドやピットの寸法は, かごに冷暖房装置が付くかどう  
か, およびかご外装のデザインいかんによるが, 一般的にはかごの全  
高が高くなるので, 法的最小寸法では不足する場合が多い。

エンクローズタイプの昇降路縦断面図の例を図 5.4 に示す。

## 5.2 か ご

展望用 エレベータ で, 最も注目を集めるのはかごの内外装であり,  
それがエレベータの評価に大きく影響する。しかしながら, かごのデ  
ザインは, エレベータとしての機能も十分に配慮されたバランスの良いも  
のでなければならない。その要点をあげれば次のとおりである。

(1) かごに外装を取付けるため, 一般にかご重量が増加する。  
特に冷房を取付けるとさらに重量が上積みされる。かご重量が増加  
すると, エレベータとしての安全性を確保するため各機器の サイズアップ  
が余儀なくされ, 不経済なものとなる。要は, かごのデザインはぜい  
肉の取れた簡潔で優美なものが望ましい。基本形かご室構造の外観  
を図 5.5 に示す。

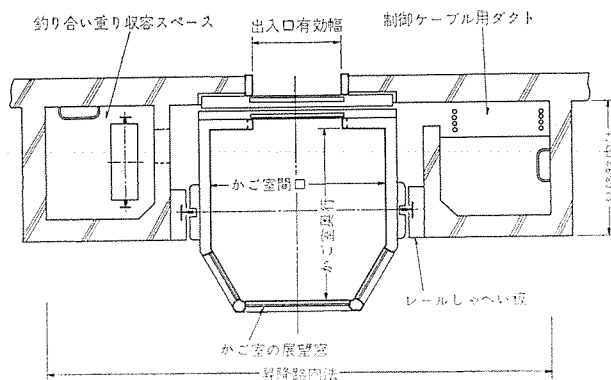


図 5.1 昇降路平面計画図例  
Hoistway layout (open type).

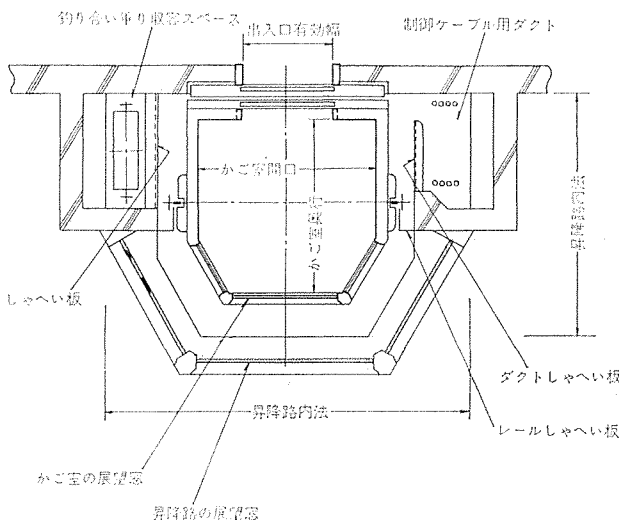


図 5.2 昇降路平面計画図例  
Hoistway layout (enclosed type).

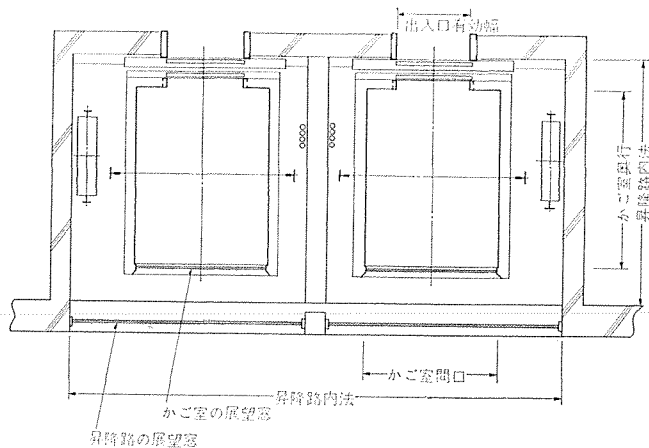


図 5.3 昇降路平面計画図例  
Hoistway layout (enclosed type).

(2) かごの内外装に電飾を施す例が多いが, それらはすべて制  
御 ケーブル によって給電される。したがっておのずと電力には限界が  
あり, 照明用としては1kW 以下が望ましい。

また, かご内照明はあまり明るすぎると, 夜間の眺望に支障が出  
るので注意を要する。

(3) オープンエアタイプのかごは風雨にさらされるため, かごの設  
計製作には細かい配慮が必要である。たとえば発せい(錆)対策, 雨  
水を防ぐレール部分対策, さらに強風時の風圧や飛来物による破  
損対策などが特に重要である。2形式の技術的対策を表 5.1 に示す。

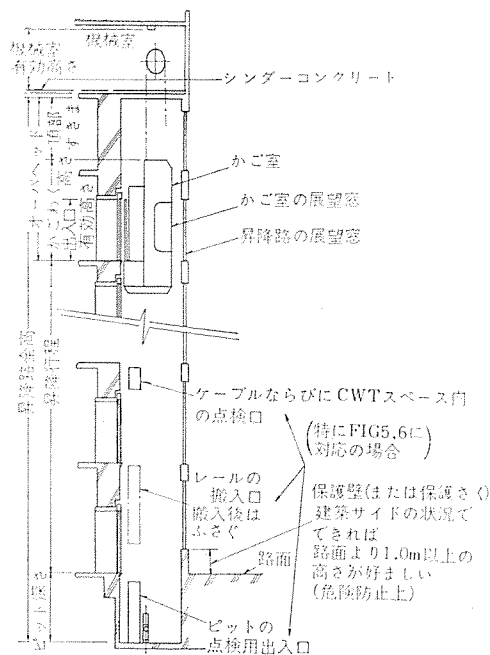


図 5.4 昇降路縦断面計画図例  
Hoistway section (enclosed type).

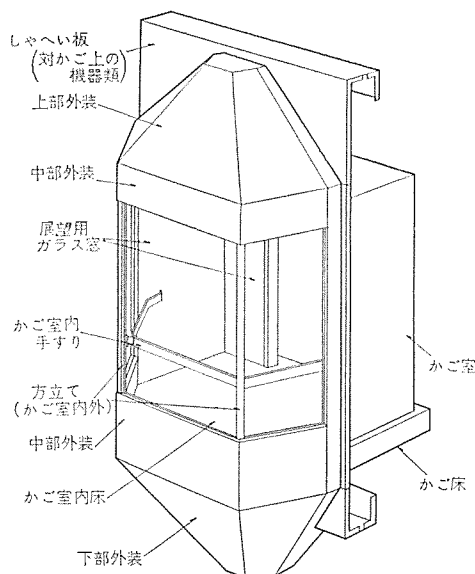


図 5.5 基本形、かご室構造の外観  
Exterior view of basic cage construction.

(4) かごのデザインに当たっては、保守サービスに対する十分な考慮が必要である。たとえば、昇降路やかご上の機器をメンテナンスするため、サービスマンがかご上に立てることは不可欠であり、そのための安全な足場が確保されなければならない。またかご外装の清掃手入れ、電球交換作業などを考え、かご全周にわたって作業が安全にできることも必ず条件である。

(5) ビルの耐用年数が長いことから、展望用エレベータも当然長年月にわたって満足な運転が期待されている。したがって、たとえば電飾用電球などの消耗品の選択は、安定して長期間入手できる標準品でなければならない。その他、故障や破損を起こすと運転に直接支障を起こす部品は、メーカー標準品の採用が予備品の面できわめて有利である。

(6) かごの展望面に取付けるガラスは、性能評定委員会によって認定された下記の仕様を満たさなければならない。

表 5.1 2形式の技術面の対策に関する対比  
Comparable table of technical aspect about elevators of both types.

| タイプ別   |                                | クリスタルエンクローズタイプ                      | オープンエアタイプ                                                              |
|--------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 風対策    | メインロープ、ガバナロープの振れ               | 従来の一般屋内用に設置するエレベータに準ずることにて特に対策の要はない | それぞれ防止・保護対策を要する。種々対策を施してもなお安全確保のため運転速度を下げるとか、停止する必要がある                 |
|        | 制御ケーブルの保護                      |                                     |                                                                        |
|        | かご室の剛性強度                       |                                     |                                                                        |
|        | ガイドレールの強度                      |                                     |                                                                        |
|        | 運転速度の制限                        |                                     |                                                                        |
| 対砂し策   | 機械室内・昇降路各機器の損耗                 | 設計段階で配慮するが、メンテナンスが増える               | それぞれに適切な対策を要する。また発せ防止には不銹鋼(錆)鋼材、防せい・耐候性塗料を使用する<br>大雨の場合もやはり運休することが好ましい |
| 雨・雪対策  | 昇降路乗場、かご回りの機器およびかご室、三方わく、ドア類   |                                     |                                                                        |
|        | ビット部の排水設備                      |                                     |                                                                        |
|        | 機械室機器への雨・雪の侵入による発せ(各ロープを媒介とする) | 該当工事計画のなかで緩和されるケースが多い               | 確実な対策を要する                                                              |
| その他の対策 | 救出経路の設置                        |                                     |                                                                        |
|        | 昇降路と公道の完全な隔離                   |                                     |                                                                        |
|        | 保守サービス面                        | 一般エレベータに比べてガラス清掃作業の増加程度             | ガラス清掃頻度は大となり、その他の関連機器のメンテナンスの周期は短くなる                                   |

板 厚 6.8 mm

寸 法 幅 1,250 mm 以下×高さ 1,800 mm 以下

構 造 鋼線 ワイヤ 入り ガラス

使用条件 (a) ガラスの下端はかご床面から 50 cm 以上とし、75 cm 以下の場合は、ガラスに面する側に手すりを設けること。

(b) ガラスとわくとの間げき(隙)には緩衝ゴム等を充てん(填)し、非常止めが作動した場合でも、異常を生じない構造のこと。

### 5.3 乗場関係

一般のエレベータと異なり、乗場関係機器も外部から見えるので、外観や塗色に特別な配慮が必要である。一般的には外観の点から2枚戸中央開き形式が好ましい。特にオープンエアタイプでは風雨の侵入を防ぐ目的からもこの形式とすべきである。

### 5.4 駆動装置関係

昇降行程の高いエレベータでは、一般にかごとおもりの間にコンペンロープをつり下げ、モータ出力を節減するとともに駆動シーブとロープの間の摩擦駆動を確保している。しかしオープンエアタイプでは、台風時このコンペンロープが揺れて昇降路機器をいためたり、コンペンロープ自体が損傷を受ける。そのためコンペンロープを使用できない。その結果、一般エレベータよりもモータ出力が大きくなる傾向にある。また、十分な摩擦駆動力を得るために、他の手段が必要となる。

## 6. 建築側で配慮願う事項

前記の項で展望用エレベータの特殊性について述べ、建築側でもご理解願いたい事項をあげたが、本項では主としてビル構造の面から

配慮願いたい事項を述べる。

### 6.1 機械室

ビル全体のデザイン上、機械室壁面もクリスタルガラスで構成する例がある。特に機械室の南面にガラスを設けると機械室の温度上昇がはなはだしいので、必ずブラインド等で直射日光を避けるとともに、換気は通常の2倍程度確保する必要がある。特にエンクローズタイプでは、昇降路の熱気が吹き上げることがあるので注意を要する。

また展望用エレベータでは、かごとおもりのつり(吊)心間距離が一般に大きくなり、十分な駆動力を得るため、巻上機とそれせ車の上下間隔を大きくする対策を取る。その結果、機械室の高さが一般エレベータのそれよりも高くせざるを得ない場合がある。

### 6.2 かごの格納ひさし

オープンエアタイプの場合、かごが最上階に停止した位置で、かごの四周を取囲む形の深いひさしが必要である。これは、エレベータ休止時かごをこの中に停めて、少しでも風雨から保護すること、および台風時のかごの被害を最小にするための配慮である。

### 6.3 昇降路

オープンエアタイプの昇降路は構造が簡潔で、かごを浮き立たせて見せるような構造・色調が好ましい。またこの形式の乗場は、ドア1枚を隔てて外気に接しており、エレベータ側でも防水・防風対策を実施するが、完全に密閉することは困難である。したがって建築側では前室を設けて二重とびらにするとか、床の敷物を耐水性のものにするなどの配慮が必要である。

一方、エンクローズタイプでは、特に南に面したとき昇降路の温度上昇の問題がある。この対策としては、北側から冷気を導入して強制換気する方法と、ビルの空調の冷気を導入する方法がある。また、この形式では外気と昇降路、あるいは昇降路とかご内で温度差が生じガラスが曇ることがある。その対策としてはペアガラスの採用、強制換気、および冷房の採用などが考えられる。

### 6.4 ピット

展望用エレベータの昇降路が地面と接する部分の安全対策は、特に重要である。

特にオープンエアタイプでは、人が近付いてピットへ転落したり、エレベータのかごに接触する事故は厳に防止しなければならない。それにはピット外周にさくか壁面を作ること是最小限必要であるが、さらに植込や池を作って人が近寄れないようにすべきである。この点からオープンエアタイプは公道の近くに設けることはできない。またオープンエアタイプでは、ピットにたまる雨水の排水設備が必要である。エンクローズタイプでも、かごを冷房するときはドレンの排水設備がピットに必要である。

一方、エンクローズタイプでは、昇降路のガラス面が公道に面することが多いが、不可抗力によるガラスの破壊によって人がピットに転落する事故を防ぐため、保護さくを設け、ガラスの下面を地上50cm以上とするなどの対策が必要である(図5.4参照)。

### 6.5 据付けとメンテナンスのスペースの確保

図5.1、5.2に示すレイアウトで、おもりやケーブルの専用スペース

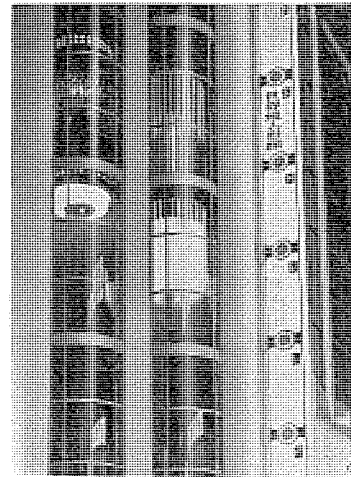


図 6.1 展望用エレベータの外観  
Exterior view of the observation elevators of Joy Pack building.

を設けた場合、これらの据付けやメンテナンスのため特別な出入口が必要である(図5.4参照)。一般エレベータよりも悪条件に置かれるこれらの機器のメンテナンスは、特に重要であり、長期間の円滑な運転のためこれらの考慮は不可欠である。

また、先にも述べたがかご裏面のガラスの清掃、外装照明のメンテナンスのため、人が入って作業できるスペースを昇降路の少なくとも1カ所に確保する必要がある。そのスペースの幅は作業性から最小400mm以上必要である。

## 7. む す び

以上、展望用エレベータの特長とその計画時の要点について説明した。いずれにしても展望用エレベータは、計画時の配慮によってイメージアップの効果が決定されるが、それらとともに一般エレベータと同様の信頼性・安全性・経済性も同時に満足されなければならない。それらを十分に考慮されるならばオープンエアタイプか、クリスタルエンクローズ形かの疑問もおのずと解決されると思う。

また、展望用エレベータはその特殊性のゆえに、一般的には納期も長い期間を要するのが普通である。われわれとしては計画初期の段階からコンタクトさせていただき、エレベータシステム全般に助言をさせていただきたい。たとえばかごの内外装も単独で決められるべきものではなく、それらはかご自重に影響を与え、基本機器の選択にも関係を生ずるからである。

当社は展望用エレベータに関して、円形・台形・六角形・く形などのかご室形状、ならびにオープンエアタイプ、エンクローズタイプについてもすでに認定を取得し、これまで数多くの納入実績をあげ、それぞれの目的に対して十分協力してきた。これからも、さらに新しい要望に答えるべく技術開発に全力をつくして、顧客の要望に創造的意欲をもって答える所存である。今後とも関係各位のご協力をお願いしたい。

## エレベータ用 油圧緩衝器の減速特性

松倉 欣孝\*・岸本 福太郎\*  
大富 貞行\*\*・小倉 宣弘\*\*

## Retardation Characteristics of Elevator Oil Buffers

Central Research Laboratory Yoshitaka MATSUKURA・Fukutaro KISHIMOTO  
Inazawa Works Sadayuki ÔTOMI・Nobuhiro OGURA

According to the tendency of high speed and long travel of elevators, retardation characteristics of oil buffers must be more minutely predicted at the time of design, because the oil buffers are the most important safety devices in the system. The dynamic behavior of them has been analyzed with BACS program system, which is one of block diagram simulators in the digital computer. Calculation results about the retardation, oil pressure and decreasing velocity are agreed very well with measuring results.

Based on the success in the above calculation, a trial and error method on computer, so called, the computer simulation method is proved applicable. Consequently, longer stroke oil buffers have been successfully developed in a short period for a skyscraper, Sumitomo Building, now under-construction at Shinjuku, Tokyo with elevators of such high speed as 540 m/min.

## 1. ま え が き

最近の建築物の高層化にともない、これに設置されるエレベータは高速・高揚程化の傾向にあり、このすう(趨)勢は今後ともますます著しくなるものと考えられる。このようなエレベータを開発する場合、従来機では遭遇しなかった幾多の新しい技術的難関を突破しなければならない。現に、当社ではこれらの問題を順次解決して、国内国外に、従来機をはるかにしのぐ高速・高揚程エレベータを納入している。

このような新しい技術的問題の一つとして、表題の油圧緩衝器の開発があげられる。油圧緩衝器はエレベータ昇降路のピットに設置され、かごが何らかの原因で、調速機の作用速度に達しない状態で下降し終点スイッチが働かなかった場合、およびかごが最上階を行き過ぎて突き上げた場合に、かごまたは釣り合いおもりを機械的に受けとめて緩衝し、乗客の安全をはかる装置である。緩衝器は最終安全装置であるから、正確に間違いなく作動することが要求され、平均減速度・最大減速度等、緩衝器の諸特性についての ANSI 規格 (American National Standard Safety Code) A 17.1を考慮して設計する必要がある。

従来の中速度のエレベータに使用されてきた油圧緩衝器は、各種の試験によって、その機能を十分に発揮することが確認されてきたが、前に述べたすう勢により、新しく高速エレベータ用油圧緩衝器を開発することが必要になった。これらの周囲状況のもとに、まず緩衝器の動的な挙動を解析し、その後電子計算機で模擬するいわゆるコンピュータシミュレーション法を用いて、運動を精度よく掌握した。以下、緩衝特性の解析計算と特性測定結果などについて、二、三の考察とともに述べる。

## 2. 油圧緩衝器の概略構造

エレベータ用油圧緩衝器の構造断面を、図 2. 1 に示す。詳細構造寸法は、適用されるエレベータの速度によって若干異なるが、速度 60~240 m/min の緩衝器は、高さ 0.2~3 m・直径 20 cm 程度の円柱形状となっている。構造は図に示すごとく、シリンダとその内側に

入り込んだプランジャとに大別でき、いずれも高压に耐えるよう十分な強度をもった引抜鋼管を使用している。また、このシリンダとプランジャのすべり面には、銅系ブッシュをはめ込む構造とし、プランジャの円滑な案内と油漏れを防いでいる。プランジャ下面には、プランジャオリフィスを設け、このオリフィスの中に制御棒をシリンダ下面中心部より取り付けている。この制御棒には多段テーパをつけて、プランジャが下降するにしたがい、プランジャオリフィスの面積を順次減少させるようになっている。プランジャ上端には、かごがプランジャに当たったときの衝撃をやわらげるために、緩衝ゴムを取り付けてある。さらに、プランジャには復元ばねを取り付けて、緩衝動作を終了した後、プランジャを再び正規の位置まで所定の時間内に復帰させる構造になっている。この復元ばねのばね力はプランジャ重量をささえるのみであり、

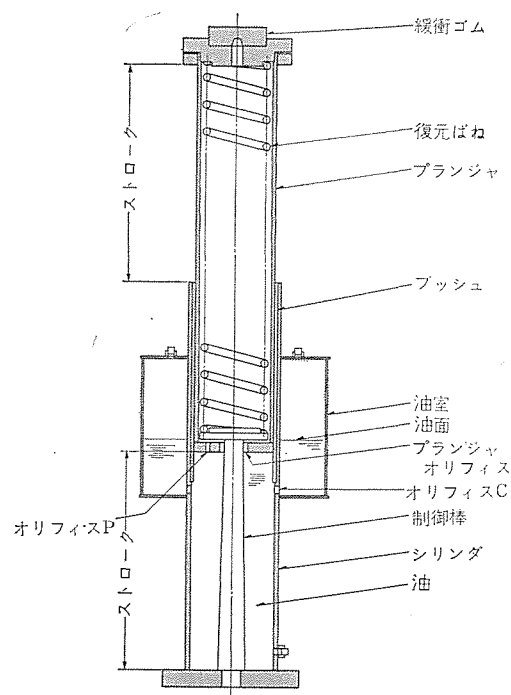


図 2. 1 油圧緩衝器構造断面  
Cross section of oil buffer.

落下荷重に比べてきわめて小さい。

かごと緩衝器に衝突すると、プランジャはその荷重を受けシリンダ内に押し込まれる。シリンダ内の油は、プランジャによって圧力を受け、プランジャオリフィスから流れ出る。このときの油の反力によって、プランジャとかごは減速され停止に至るが、減速特性はプランジャを流れる油の流量、すなわち、プランジャオリフィスの面積をコントロールする制御棒により決定される。

シリンダには、プランジャオリフィスのほかに、プランジャに通じるオリフィスP、油室に通じるオリフィスCを設けているが、この面積は、プランジャオリフィスに比べて十分に小さく、減速特性に及ぼす影響は少ない。緩衝油としては粘度が170 SSU(100°F)程度のものを使用している。

### 3. 油圧緩衝器の特性解析

#### 3.1 油圧緩衝器の運動方程式

緩衝器特性を解析するにあたり、2章で説明した油圧緩衝器を図3.1のごとくモデル化して取り扱うことにする。なお、モデル化には、次の仮定を取り入れる。

- (1) 緩衝ゴムを、ばね要素のみとし減衰を無視する。
- (2) プランジャ、シリンダ内の空気と油は、すべり面より漏れないとする。
- (3) 油が流れる際の慣性、および粘性抵抗を無視する。
- (4) かごは、プランジャ上の緩衝ゴムに瞬間的に密着する。
- (5) プランジャ、シリンダ等の構成部材の油圧による変形を無視する。

表3.1に示す記号を用い、運動方程式を導く。まず緩衝器へ衝突するかご、巻上機を介してかごとロープで結ばれている釣り合いおもり、およびプランジャの質量に関し、次の力の釣合式が成立する。

$$\frac{W_1 + W_2}{g} \ddot{x}_b + k_b(x_b - x_p) = W_1 - W_2 \quad (3.1)$$

$$\frac{W_P}{g} \ddot{x}_p + k_b(x_p - x_b) + k_p \cdot x_p + A(P_C - P_P) = W_P \quad (3.2)$$

式(3.1)はかご、式(3.2)はプランジャの運動を示す。次に、かごによってプランジャがシリンダ内に押し込まれ、シリンダ内の油がプランジャに流れこむことにより、次式が成立する。

$$A_0 C_0 v_0 + A_P C_P v_P + A_C C_C v_C + \beta A(l - x_p) \frac{dP_C}{dt} = A \dot{x}_p \quad (3.3)$$

$$\frac{\gamma}{2g} v_0^2 = P_C - P_P \quad (3.4)$$

$$\frac{\gamma}{2g} v_P^2 = P_C - P_P \quad (3.5)$$

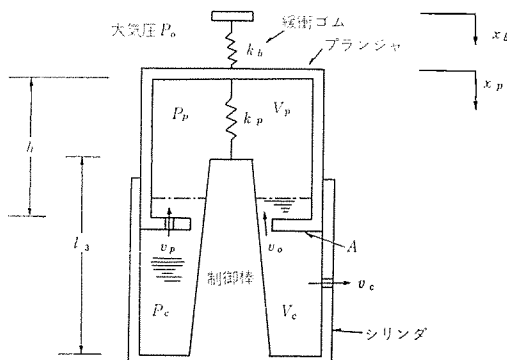


図 3.1 緩衝器の模型  
Scheme for analysis.

表 3.1 記号対照表  
List of symbols.

| 記 号                                                               | 内 容                  | 単 位                 |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|
| A                                                                 | シリンダの内面積             | m <sup>2</sup>      |
| A <sub>0</sub>                                                    | プランジャオリフィス穴面積        | m <sup>2</sup>      |
| A <sub>C</sub> , A <sub>P</sub>                                   | バイパスオリフィスC, Pの面積     | m <sup>2</sup>      |
| C <sub>0</sub> , C <sub>C</sub> , C <sub>P</sub>                  | オリフィスO, C, Pの流量係数    | —                   |
| D                                                                 | シリンダ内径               | m                   |
| D <sub>00</sub>                                                   | プランジャ中央穴径            | m                   |
| d <sub>0</sub> , d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , d <sub>3</sub> | シリンダシャフトの段付外径        | m                   |
| g                                                                 | 重力の加速度               | m/s <sup>2</sup>    |
| h                                                                 | プランジャ部の高さ            | m                   |
| k <sub>b</sub>                                                    | プランジャ上の緩衝ゴムのばね定数     | kg/m                |
| k <sub>p</sub>                                                    | プランジャ復元ばねのばね定数       | kg/m                |
| l <sub>1</sub> , l <sub>2</sub> , l <sub>3</sub>                  | シリンダシャフトの段付長さ        | m                   |
| P <sub>0</sub>                                                    | 大気圧                  | kg/cm <sup>2</sup>  |
| P <sub>C</sub> , P <sub>P</sub>                                   | シリンダ, プランジャ内の圧力      | kg/cm <sup>2</sup>  |
| t                                                                 | 時 間                  | s                   |
| V <sub>P</sub>                                                    | プランジャ内の空気容積          | m <sup>3</sup>      |
| v <sub>0</sub> , v <sub>P</sub> , v <sub>C</sub>                  | オリフィスO, C, Pを通る油の速度  | m/s                 |
| W <sub>P</sub>                                                    | プランジャ重量              | kg                  |
| W <sub>1</sub> , W <sub>2</sub>                                   | かごおよび釣り合いおもりの重量      | kg                  |
| x <sub>b</sub> , x <sub>p</sub>                                   | プランジャ緩衝ゴムおよびプランジャの変位 | m                   |
| β                                                                 | 油の圧縮率                | cm <sup>2</sup> /kg |
| γ                                                                 | 油の比重                 | kg/m <sup>3</sup>   |
| ẋ <sub>00</sub>                                                   | 衝突速度                 | m/s                 |
| (·)                                                               | 時間の1階微分              |                     |

$$\frac{\gamma}{2g} v_0^2 = P_C - P_P \quad (3.6)$$

$$P_P = \frac{P_0 A h}{A h - \int_0^t (A_0 C_0 v_0 - A_P C_P v_P) dt} \quad (3.7)$$

式(3.3)はシリンダ内の容積変化を示す式で、プランジャはプランジャオリフィスO、オリフィスP、Cからの油の流出量と、油の圧縮性による体積減少量との和の分だけ下降することにより成り立っている。このオリフィスを流れる油の流速に関して、ベルヌーイの定理より式(3.4)～(3.6)が成立する。また、プランジャ内の空気に関して、ボイルの法則より式(3.7)が導かれる。

以上式(3.1)～(3.7)の計七つの式が油圧緩衝器についての運動方程式である。式(3.1), (3.2)の初期条件は、 $t=0$ において $x_b = x_{b0}$ ,  $x_p = 0$ ,  $\dot{x}_p = 0$ ,  $\dot{x}_b = 0$ , 式(3.3)の初期条件は、 $P_C = 0$ である。

プランジャ下降時におけるシリンダ内の油の反力比べ、空気の圧縮反力、復元ばね反力が非常に小さいと考えられるので、前述の仮定以外に次の仮定をもうける。

- (6) プランジャ内の空気の影響を無視する。
- (7) プランジャの復元ばねを無視する。
- (8) プランジャ上の緩衝ゴムを無視する。

以上の仮定より、式(3.1)～(3.7)中、 $P_P = P_0 = 0$ ,  $k_p = 0$ ,  $x_b = x_p$ となり、これらの式は次の形に簡略化できる。

$$A_0 C_0 v_0 + A_P C_P v_P + A_C C_C v_C + \beta A(l - x_p) \frac{dP_C}{dt} = A \dot{x}_p \quad (3.3')$$

$$\frac{\gamma}{2g} v_0^2 = P_C \quad (3.4')$$

$$\frac{\gamma}{2g} v_P^2 = P_C \quad (3.5')$$

$$\frac{\gamma}{2g} v_C^2 = P_C \quad (3.6')$$

$$\frac{W_1 + W_2 + W_P}{g} \ddot{x}_P + A P_C = W_1 + W_P - W_2 \quad (3.8)$$

ここで、式(3.4)～(3.6)を式(3.3')へ代入して、次式を得る。

$$\frac{dP_C}{dt} = \frac{1}{\beta A(l - x_p)} \left\{ 1 - (A_0 C_0 + A_P C_P + A_C C_C) \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \sqrt{P_C} \right\} \quad (3.9)$$

以上式(3.8), (3.9)が、仮定(1)～(8)のもとでの油圧緩衝器

の挙動を表わす運動方程式である。

以下の検討では、式(3.8)、(3.9)をおもに用いるが、ここですらに、

(9) 油の圧縮性を無視する。

(10) プランジャの重量を無視する。

(11) プランジャオリフィス以外のオリフィスを無視する。

の仮定をもうけると、式(3.8)、(3.9)は次のように簡略化できる。

$$\frac{W_1 + W_2}{g} \ddot{x}_P + \frac{\gamma A^3 x_P^2}{2g C_0^2 A_0^2} = W_1 - W_2 \quad (3.10)$$

この式より、油圧緩衝器の基本的緩衝特性への影響因子を知ることができる。

プランジャオリフィスは、制御棒が中央に入っているのでストロークにより面積が変化する。この面積変化は、ストロークに対して一定ではなく、制御棒が多段テーパとなっていることから多段に変化する。以上の折れ線特性を考慮して、式(3.8)、(3.9)を解くと、油圧緩衝器の運動挙動が明らかになる。

### 3.2 緩衝特性の概略

前節で緩衝器の挙動をあらわす運動方程式をあきらかにしたが、これを精密に解くに先だち、緩衝器の概略の特性について述べる。

緩衝器が動作する場合、落下荷重  $W$  (かご側総自重と乗客重量との和) が、落下速度  $v$  (一般にはかごの定格速度の115%) で緩衝器先端に衝突する。緩衝器がかごに及ぼす減速度  $\alpha$  は、乗客の心理面を考えると小さければ小さいほどよく、ANSI規格では平均1G以下となっている。他方、緩衝器のストローク長  $l_3$  はスペースファクタなどの関係から短いほうが望ましいが、ストローク長と減速度とは反比例する。したがって、許容最大減速度  $\alpha_0$  が決まると、緩衝器作動中常に減速度が  $\alpha_0$  一定に保たれるようにすれば、ストロークは最短になる。標準落下速度を  $v_0$ 、標準荷重を  $W_0$  とすると、ストローク  $l_3$  は、

$$l_3 = v_0^2 / 2\alpha_0 g \quad (3.11)$$

で与えられる。また、全ストロークにわたって減速度を  $\alpha_0$  と一定に保つための条件を、簡略運動方程式、式(3.10)から導くと、制御棒の形状を

$$d/D_0 = \sqrt{1 - k\sqrt{1 - x/l_3}} \quad (3.12)$$

と、一種の放物線形状に仕上げればよいことがわかる。ここで  $k$  は  $\alpha_0$ 、 $l_3$ 、 $W_0$ 、等によって決まる制御棒定数である。

つぎに式(3.12)に従って製作した緩衝器に、標準落下荷重・標準落下速度と違った荷重  $W$  が速度  $v$  で衝突したとき、減速度は目標値  $\alpha_0$  と異なってくる。式(3.10)に式(3.12)等を代入して整理すると、減速度  $\alpha$  は、

$$\left. \begin{aligned} \frac{\alpha}{\alpha_0} &= \frac{1}{\gamma} + \delta \frac{1 + \alpha_0}{\alpha_0} \frac{W_0}{W} \left(1 - \frac{x}{l_3}\right)^{\frac{1 + \alpha_0}{\alpha_0} \frac{W_0}{W} - 1} \\ \text{ただし、} \delta &= (v/v_0)^2 - 1/\gamma \\ \gamma &= (1 + \alpha_0) W_0 / W - \alpha_0 \end{aligned} \right\} \quad (3.13)$$

であらわすことができる。実際には落下速度  $v$  が標準値  $v_0$  からかけ離れた値にならないことを考慮し、 $v/v_0 = 1$ 、目標減速度  $\alpha_0 = 1$  とすれば、減速度  $\alpha$  はかご荷重  $W$  により図3.2に示す変化をすることがわかる。すなわち、荷重  $W$  が標準荷重  $W_0$  よりも重い場合、ストロークの後半になって減速度が大きくなり、荷重の軽い場合ストロークの前半で大きい。また、荷重の標準値からの差が、大きくなればなるほど減速度のピーク値が大きくなり望ましくない。したがって乗客の変動による荷重の変化率を考慮して、最も重い場合、軽い場合の減速度ピークが等しくなるように標準荷重を決める。

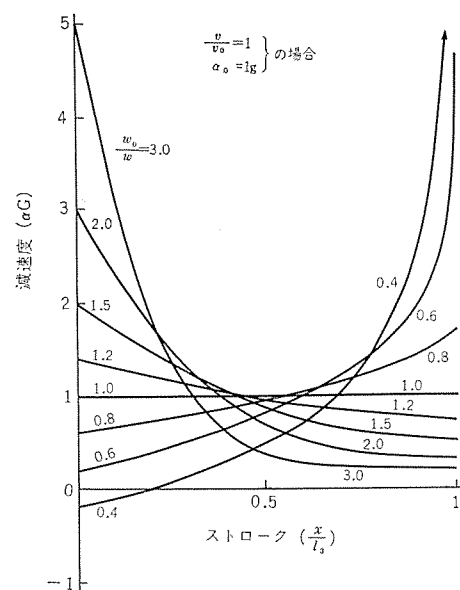


図 3.2 減速特性とストローク・衝突荷重の関係  
Retardation characteristics vs. load and stroke of oil buffer.

以上のように式(3.12)を満足する制御棒を用いると、標準荷重、標準速度に対しては、一定の減速度  $\alpha_0$  が実現でき、また荷重・速度が標準値と異なった場合の特性が明らかになった。しかし、i) これらの結論を導きだした式(3.10)が、油の圧縮性を無視しているなど近似式であること、ii) 実際の制御棒形状は式(3.12)を近似した折れ線構造であること、のために、実際の減速度は正確に目標値と一致しない。

正確な動挙動については、次節以下の精密解析にゆずる。

### 3.3 運動方程式の解法と数値計算例

式(3.8)、(3.9)は、非線形連立微分方程式であるため、これを直接解析的に解くことは、きわめて困難である。従来この種のシステムの動特性を計算する手法の一つとして、ディジタル計算機の構成図シミュレータ(Block diagram simulator)を使用する方法があり、飛行機の空母着艦時のダンパ特性の計算に、「DSL」(IBM社の構成図シミュレータプログラム)を使用した例がある<sup>(1)</sup>。当社でも、同種のプログラム「BACS」がすでに開発され、ここでは、これを使用した専用プログラムを作成した。

当社の「BACS」は、非線形問題・過渡応答問題等の解析に多くの長所をもち、あえてアナログ計算機に比較すれば、約1,200個の計算要素をもったアナログ計算機といえるものである。しかもきわめて簡単に、低コストで使用することができる。

プログラム手法にもとづいて、式(3.8)～(3.12)をブロックダイアグラムに書き換えたものを、図3.3に示す。図中、FUNC3～6は特殊関数部、たとえば制御棒の多段テーパによるオリフィスの折れ線的面積変化など、非線形特性部を示す。

ここで開発した手法にもとづき、従来品の油圧緩衝器の減速特性を、図3.4の鎖線で示す。図中、横軸は緩衝器作動後の経過時刻を示し、縦軸はそれぞれ、減速度(G)、シリンダ内油圧(kg/cm<sup>2</sup>)、プランジャストローク(mm)を示す。この計算結果は、衝突荷重5,000kg、衝突速度296m/minの場合の緩衝特性例である。

計算結果で、まず減速度に注目する。重力場で静止中の状態をゼロGとすると、自由落下中のかごに働く減速度は、-1Gである。この状態で緩衝器に衝突すると、その瞬間減速度は0.5Gとなる。

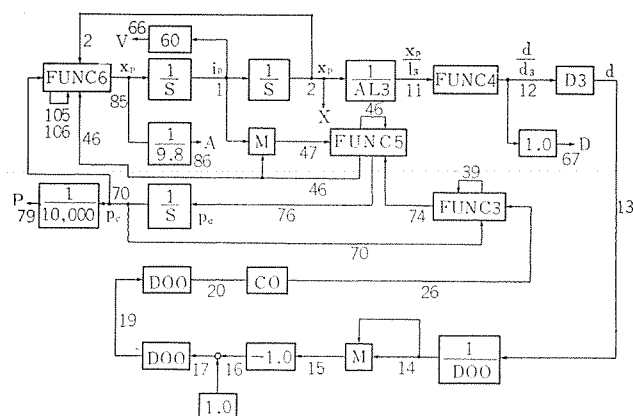


図 3.3 BACSブロック線図  
Block diagram for analysis.

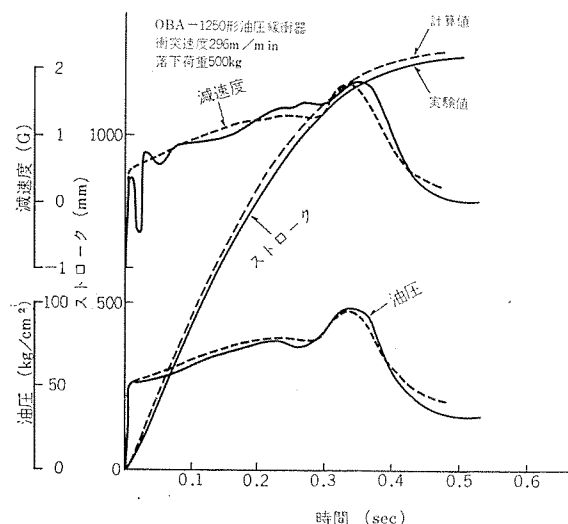


図 3.4 緩衝器の減速特性  
Retardation characteristics of oil buffer.

その後時間とともに増加し、約0.30秒後に急に大きくなって、0.35秒後最高値の1.6Gになる。その後ゆるやかに減少し、緩衝器作動後約0.5秒でかごが停止する。シリンダ内の油圧も減速度とほぼ同一の経過をたどる。すなわち、かご室の衝突直後急激に50 kg/cm<sup>2</sup>に立ち上り、その後ゆるやかに増加を続け、やはり約0.3秒後に急に大きくなって、0.35秒後に最高値の95 kg/cm<sup>2</sup>を示し、その後減少する。プランジャストロークは、衝突後ほぼ一様に増加し続け、約0.5秒後の停止時に全ストロークの1,250 mmに至る。

減速度と油圧が約0.3秒後に急に増加するのは、プランジャストロークが約1 m、すなわち多段テーパー形状制御棒の最後の折れ点に一致することから、この制御棒の最終段目テーパー部の影響と考えられる。

図3.4以外の例についても、種々計算を行なったが、いずれも図3.4と同一の傾向を示したので、ここでは省略する。

#### 3.4 油圧緩衝器の試験方法と結果

エレベータ用油圧緩衝器の試験規格は国内にない関係上、アメリカのANSI規格に基づいて、これを十分満足するよう考慮して試験を行なった。

図3.5に、油圧緩衝器の減速特性試験装置を示す。試験装置は、つりビームから電磁シャックルを介してつられている落下おもりと、落下おもりをガイドする垂直に立てられた2本のガイドレールとにより構成されている。試料としての油圧緩衝器を、落下おもりの真下に

垂直に立てて設置する。落下おもりとガイドレールの間には、落下時の摩擦抵抗が小さくなるように配慮されたガイドシューが取り付けられている。電磁シャックルは、落下おもりを瞬間的に落下させる。

減速特性としては、落下おもりの位置・速度・減速度、ならびに緩衝器のシリンダ内油圧の、計4項目について測定した。図3.6に減速特性測定ブロック線図を示す。図に示すごとく、位置検出には可変抵抗器、速度検出には回転発電機、加速度検出にはひずみ形加速度計、シリンダ内油圧検出には圧力変換器を、それぞれ使用し、記録には周波数特性の良い直記式電磁オシログラフを使用した。

試験は次の手順で行なった。まず落下おもりを電磁シャックルにより、油圧緩衝器のプランジャ頂部に所定の速度で衝突するような高さにつり下げておく。次に直記式電磁オシログラフの記録を開始する。これに少し遅れて電磁シャックルを励磁し、落下おもりを瞬間的に切り離して自由落下させ、プランジャに衝突させる。その後、落下おもりが完全に停止するのを確認して、記録を終わる。

図3.8に試験結果例を示す。この結果は、落下おもり重量2,000 kgと7,500 kgの場合についての測定例であり、衝突速度はともに450 m/minである。図中、横軸は時刻を示し、縦軸は減速度と速度を示す。落下おもりの位置と、プランジャ内油圧は、見やすくするため省略した。

電磁シャックルから落下おもりが切り離されると、落下おもりは減速度-1G、すなわち、1Gの加速度で落下するので、当然、減速度波形も-1Gを示す。また、落下速度は時間とともに速くなる。

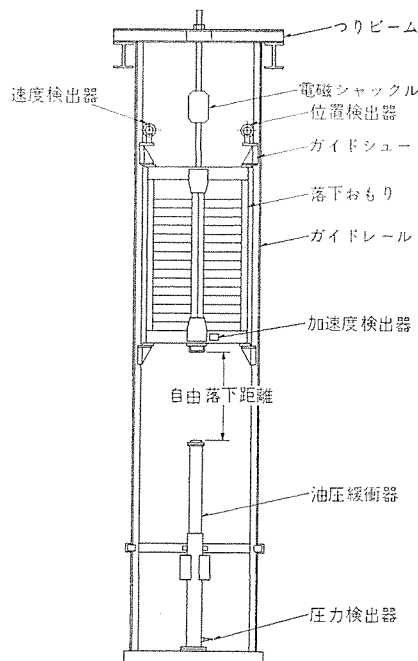


図 3.5 油圧緩衝器の減速特性試験装置  
Testing equipment of retardation characteristics of oil buffer.

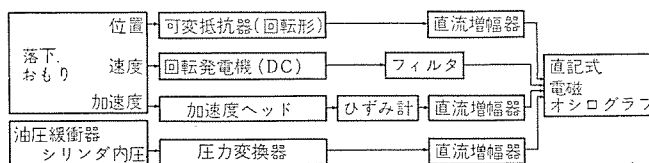


図 3.6 減速特性測定ブロック線図  
Block diagram of measurement of retardation characteristic.

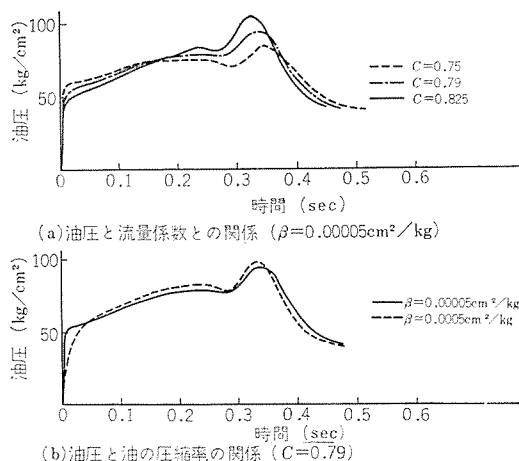


図 3.7 油圧と流量係数・圧縮率の関係  
Relationship between retardation characteristics and calculation conditions.

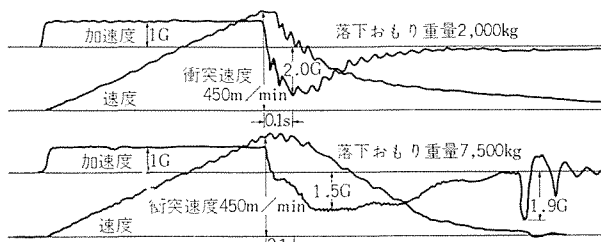


図 3.8 超高速エレベータ用油圧緩衝器の減速特性  
Retardation characteristic of oil buffer for super-high speed elevator (measurement).

その後、落下おもりが緩衝器先端に衝突すると、落下おもりは緩衝器により減速され、減速度波形は負側より正側へ移る。それと同時に落下おもりの速度は減少しはじめる。その後、それぞれの最高減速度 2.0 G、1.9 G を示して、落下おもりは停止に至る。

7,500 kg の落下おもりの結果で、停止直前に比較的高い減速度を示している。これは緩衝器のプランジャオリフィス面積をストロークの最終段でゼロにすることが構造的に困難なため、落下おもりのもっている運動エネルギーが 0.05 % 程度残ったまま、プランジャがシリンダ底部に到達してしまったために生じた現象と考えられる。実際のエレベータでは、かごわくとかご室の間に緩衝ゴムがとりつけられており、この程度の小さいエネルギーは吸収される。今回の実験では、落下おもりにわくこのような処置がどこされていなかったため、この現象が著しかったもので、実際のかごでは問題にならない。

また、測定波形が波打っている部分が多く見られるが、これは落下衝突時の衝撃によって、ガイドレール・落下おもり・わく、等の構造部材の自由振動が誘発されたために生じたものと考えられ、試験装置に改良の余地があることを示している。

3.3 節で計算した油圧緩衝器についても同様の試験を行なった。構造部材の自由振動と思われる波形の乱れを除外して減速特性のみを図 3.4 に示す。

### 3.5 計算結果と試験結果の比較

図 3.4 に、油圧緩衝器諸特性の計算値および試験値を併記した。図から明らかなように、両者は、定性的にも定量的にもよく一致している。すでに述べたように、試験データでは構造部材の自由振動が誘発され、減速度波形が著しく乱れている。自由振動を無視して平滑化した図 3.4 のデータにおいても、衝撃的減速度の乱れを無視

することはできない。図 3.4 と同様に、各種の条件下で計算値と試験値とを比較したところ、油圧は 3 % 以下の誤差で一致することがわかった。他方、減速度は、構造部材の自由振動成分を除外して、約 15 % 以下の誤差で両者が一致した。減速度の計算値と試験値とをこれ以上の精度で一致させるためには、プランジャ、シリンダ、落下おもりにわくなど、構造部品の弾性体的性質を考慮したうえで計算ならびに実機試験をすすめる必要がある。

図 3.4 などの緩衝器諸特性の計算にあたっては、文献の数値をもとに、流量係数  $C=0.79$ 、油の圧縮率  $\beta=5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{kg}$  とした<sup>(2)</sup>。この流量係数と圧縮率とが緩衝器諸特性に及ぼす影響を調べるため、 $C=0.75, 0.79, 0.825$  ( $\beta=5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{kg}$ ) および  $\beta=5 \times 10^{-5}, 5 \times 10^{-4}$  ( $C=0.79$ ) にとって、図 3.4 に示すと同様の計算を行なった。減速度と油圧とは同一の経過をたどるので、緩衝特性の代表として油圧の計算結果のみを図 3.7 に示す。流量係数が小さいときのほうが油圧の立上り量が大きく、その後の油圧の変化は少ない。また、油の圧縮率を小さくしたほうが最初の立上りが急しゅん(峻)で、その後の経過にたいして差はみられない。 $C=0.79$ 、 $\beta=5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{kg}$  にとったとき、図 3.7 と図 3.4 の実測値とが最もよく一致するため、今後のこの種の計算には、一応、この値を採用することにした。

流量係数は、オリフィスから流出する油のレイノルズ数の関数である。前節で試験した緩衝器の動作範囲内でのレイノルズ数は、プランジャの落下速度、ひいては油の噴出速度から逆算して、 $15 \sim 2 \times 10^3$  であったと推定できる。したがって、緩衝器の動作始めと終わりとは流量係数の値が変化しているものと考えられる。先に  $C=0.79$  としてよいとしたが、この値は上のレイノルズ数の範囲内での平均的な値であり、ストロークとレイノルズ数との相対関係、レイノルズ数自体がうえの値と大幅に異なっている場合など、改めて流量係数を検討しなければならない。

次に、通常の気ほう(泡)を含まない油の圧縮率は、 $50 \sim 100 \text{kg}/\text{cm}^2$  の圧力下で  $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{kg}$  であるが、10% の空気を含むと  $10 \text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $100 \text{kg}/\text{cm}^2$  の圧力下で圧縮率は  $3 \times 10^{-3}$ 、 $3 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{kg}$  と大幅に変わってくる。したがって、現在の緩衝器内圧力、 $50 \sim 100 \text{kg}/\text{cm}^2$  よりも油圧が一様に低い場合、または緩衝器内油が多量に気ほうを含む場合など、別個に圧縮率について検討する必要がある。

いずれにしても、流量係数・圧縮率を正しく評価することは、この種の計算の死命を制する問題であり、諸条件下での流量係数・圧縮率等基本データを、別途着々と収集して設計計算に役立てている。

以上により、先に設定した(1)～(8)の仮定と、理論的扱いとは、流量係数、油の圧縮率の正しい評価のもとに、前述の精度程度で、正当であったことがわかる。

上記の研究成果を、長ストローク緩衝器の開発に応用した結果、所要の特性を十分に満足する減速特性が第一次試験で得られ、非常に短期間で開発を完了することができた。また、計算が実験によく一致することを利用して、オリフィスの加工誤差に対する減速特性のばらつきを計算した結果、この点でも安全性の高い油圧緩衝器を提供できることが判明した。

このようにして開発した緩衝器の減速度等測定値を図 3.8 に示す。落下荷重 7,500 kg に対し、減速度は、時間に対してほぼ一定値になっている。

#### 4. む す び

現在、新宿副都心に建設中の超高層ビル、新宿住友ビルには世界最高速度 (540 m/min) の超高速エレベータが納入される。このエレベータは従来のものに比べ、速度が非常に高く、使用する緩衝器はストロークが約3 m、全高が約7 m という記録的なものである。緩衝器はエレベータにとって最後に働く安全装置であり、速度が高くなればなるほど信頼性が高くなければならない。このような社会的要請に対し、緩衝器の減速特性をはじめとする動挙動を詳細に解析し、設計の基礎とすることにした。

この種の緩衝器の運動方程式は非線形項を含んではいるものの、比較的単純な形であらわすことができ、また一種の初期値問題であることから、アナログ計算機に適した問題である。しかし、設計作業の標準化・固定化を考えると、アナログ計算機と同様の機能をもつデジタル計算機用の構成図シミュレータ (Block diagram simulator) プロ

グラムを採用するのが有利であるので、当社で開発した BACS プログラムシステムを使って計算することにした。この結果、緩衝器オリフィスの流量係数、油の圧縮率の評価に関し一部問題は残ったものの、実測と計算とはきわめてよく一致した。以上により構造体の各部寸法変更が減速特性に及ぼす影響を計算機上で実現する、いわゆるコンピュータシミュレーションが可能となり、緩衝器設計の有力な武器になる。事実、仮想の仕様のもとに数種の緩衝器を設計したところ、設計上は簡単に所要の特性を実現できることがわかった。

以上の研究により、超高速エレベータ用にも、ANSI 規格を十分満足した安全性の高い油圧緩衝器を以前よりも非常に短期間に開発することが可能となった。(昭和 47-10-4 受付)

#### 参 考 文 献

- (1) 成田：システム工学の手法，コロナ社 (昭 45)
- (2) 竹中，浦田：油力学，菱賢堂 (昭 43)

## 透明形エスカレータ

鬼頭 勝巳\*

## Mitsubishi Escalators with Transparent Balustrades

Inazawa Works    Katsumi KITO

It is an age of big consumption. Department stores have been building new stores and expanding existing stores. Shops have been becoming of a large scale and extending to the suburbs. Under the circumstance the demands for escalators are increasing. About 2,000 escalators will be installed in a year in Japan, and most of them are provided with transparent balustrades. Mitsubishi has completed new series of transparent escalators which are composed of high grade Mitsubishi STAIR-ACE type KSS, standard type KS-A and standardized type ES. This article introduces their features and outlines.

## 1. ま え が き

世界で最初の透明欄干形 エスカレータ（実用新案第 590227 号）が、三菱電機の手によって 昭和 30 年 に発表されるや、その最新で堅快な意匠は、需要家の好評をうけ、エスカレータ 発展の一大 エポック を築きあげ、国内のみならず欧米を含む全世界に透明旋風をまきおこした。透明欄干形が世に出たころは、中間傾斜部分のみが透明の部分透明形であったが、技術の進歩とともに、欄干全面に透明 ガラス を設けたものや、欄干柱のまったくなく、柱なし全透明形など次第に高級化されてきた。

このように エスカレータ の欄干意匠が高級化するにつれて、エスカレータ の本来の用途である人員輸送機関としてのほかに、建物の室内装飾品として非常に重視されるようになった。また、デパート、ショッピングセンタ、量販店、レジャーセンタ、ホテル、銀行、病院、ターミナル 等その用途はますます拡大され、エスカレータ の欄干形式も多様化の傾向にある。

一方大量消費時代を迎えて、デパートの新增築、量販店の大形化および多店舗化、都市近郊住宅地へのスーパーの進出等にささえられて、透明欄干形 エスカレータ の需要は拡大の一途をたどり、エスカレータ の全生産台数のうちの 90% 以上が透明欄干形 エスカレータ で占められるようになり、まさに透明 エスカレータ の全盛時代を迎えるにいたった。このような背景において、当社では長年の エスカレータ 製作の経験を生かし、将来の動向を十分考慮して、各種の透明形 エスカレータ を製作し、透明欄干形 エスカレータ の新シリーズを完成した。本文ではその概要を紹介し、ご需要家の参考に供したい。

## 2. 新系列エスカレータの特長

透明 エスカレータ として 3 機種を準備した。第一は高級 ホテル・高層ビル 等の高級建築を対象とした高級 エスカレータ “ステアエース KSS 形” であり、第二は大形百貨店・大形量販店等規模が大きく、混雑度の比較的大きいビル を対象とした標準形 エスカレータ KS-A 形である。これらのステアエース KSS 形および KS-A 形の欄干幅は、800 形・1200 形の 2 種類がある。第三は中小ビル や中形ストア 等を対象とし、実用をねらった規格形 エスカレータ “エスパット ES” 形で、欄干幅は 800 形 1 種である。このように各種の透明 エスカレータ を豊富に取りそろえたので、需要家の要望にあわせて、自由に幅広く選択することができる。



図 2.1 三菱 ステアエース KSS 形 エスカレータ  
Mitsubishi STAIR-ACE type KSS escalator.

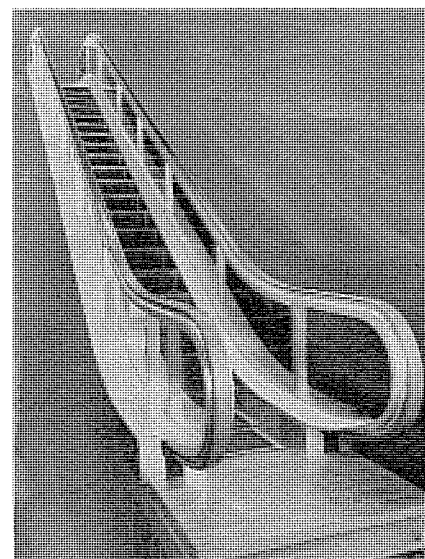


図 2.2 三菱 KS-A 形 エスカレータ  
Mitsubishi type KS-A escalator

## 2.1 欄干形状

新系列 エスカレータ のもっとも大きな特長の一つは、欄干のガラスパネルを全機種とも鉛直に設けたことである。すなわち 図 3.1~3.3

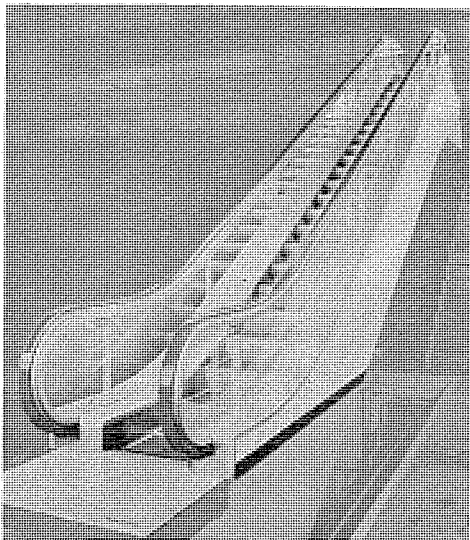


図 2.3 三菱 ESPET 形 ES 形  
Mitsubishi ESPET type ES escalator.

に示したように欄干幅は、欄干の上端からステップの近くまでほぼ同じで、ふところが広くなり、大きな手荷物や、買物袋を持った乗客でも、エスカレータにゆったり乗ることができる。また欄干の鉛直 ガラスパネルは、その軽快さが近代建築のインテリアの一部としてみごとに調和する。

ガラスパネルとスカートガードの間をカバーしているインナデッキは約 30°の傾斜をつけてあるが、好奇心旺盛な子供が足を乗せて転倒することを心配される向きもあると思うが、過去数年間の 1,000 台近い国内での実用実績や、欧米諸外国においても鉛直パネルタイプのものが長年にわたって、安全に実用化されている現状から、安全性についての危ぐ(惧)は皆無にひとしく、むしろ軽快な意匠や、欄干幅のゆとり等の面でご好評をいただいている。

## 2.2 安全性

エスカレータは、大量の乗客を安全に連続して輸送することがもっとも重要な機能であり、当社では長年の経験から、安全性についてはとくに考慮をはらった。すなわち安全条例によって装備することを義務づけられている各種安全装置、たとえば駆動チェーン安全スイッチ、ステップチェーン安全スイッチ等のほか、ご要望に応じて、スカート安全スイッチ(スカートパネルとステップ間に異物がはさみ込まれたとき作動する)、手すりガード安全スイッチ(移動手すりの出入口に異物がはさみ込まれたとき作動する)、调速機等を設けることができる。

さらにクリートライザ、デマケーションコム付きステップや移動手すり出入口安全カバーは、以下に述べるように当社独特の安全構造である。

### 2.2.1 クリートライザ ステップ

クリートライザ、デマケーションコム付きステップ(実用新案第 590275 号)は、三菱 D 形エスカレータ<sup>(1)</sup>の発売以来すでに多くの人になじまれたもので、その高い安全性は過去長年の実用実績や統計が如実に物語っており、し(斯)界で高い評価を受けている。このステップは、ステアエース KSS 形と標準形エスカレータ KS-A 形に標準仕様として装備されている。

クリートライザは、隣接ステップのデマケーションコム(境界くし)と常に数ミリのかみ合い深さをもっており、そのすくい取り効果は非常に高い。

エスカレータが昇りあるいは降り運転中に乗降場に近い部分で、ステップは階段状から平面上に移行する。図 2.4 の A 点では昇り運転中、

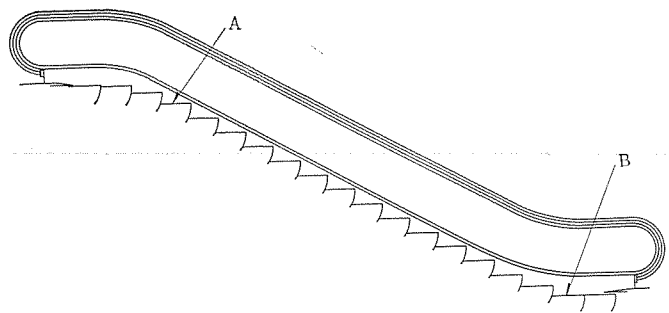


図 2.4 エスカレータのステップ  
Steps of escalator.

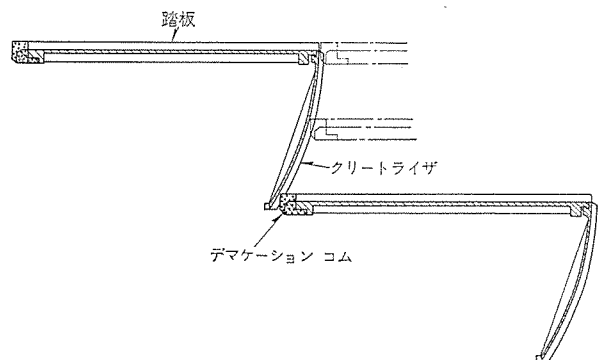


図 2.5 クリートライザ、デマケーションコム付きステップ  
Steps with cleated riser and demarcation comb

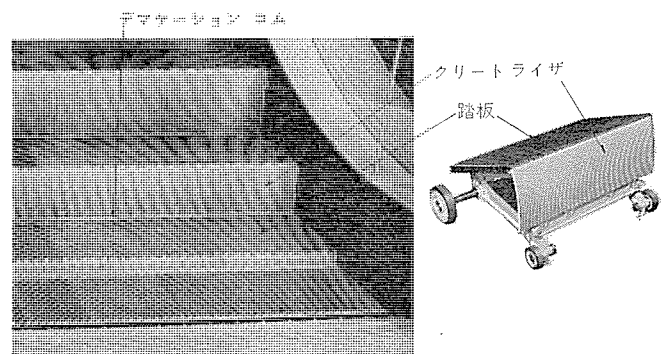


図 2.6 クリートライザ付きステップ  
Steps with cleated riser.

B 点では降り運転中に図 2.5 に示すように階段状から平面状になろうとして相対運動をする。このときステップのライザに靴などが強く押しつけられていても、クリートライザとデマケーションコムのすくい取り作用によって、ステップ間のわずかなすき間に引き込まれるおそれは皆無となる。図 2.6 にクリートライザとデマケーションコム付きステップ、図 2.7 にクリートライザとデマケーションコムのかみ合いを示す。一方デマケーションコムは、ステップの先端に設けた黄色のプラスチック製で、ステップとステップの境界を鮮明にしかも半永久的に明示し、エスカレータに乗込む際、乗客の足元を安全に誘導することができる。

### 2.2.2 手すりガード

移動手すりの出入口部分は、好奇心にあふれた子供、とくに小学生低学年以下の幼児、学童にとって、きわめて興味ある個所で、好奇心のあまりつい手や指を触れたいところである。非常にまれではあるが移動手すりや手すりガードのすきまに指や手をはさまれ、痛ましい事故になることがある。このような事故を未然に防ぐ目的で、図 2.8 に示すような二重構造の手すりガードを設けた(実用新案第 965876 号、米国特許第 3670862 号)。すなわち比較的硬度が小さく柔らかいゴムで作られた手すりガードと、比較的硬度が大きく硬

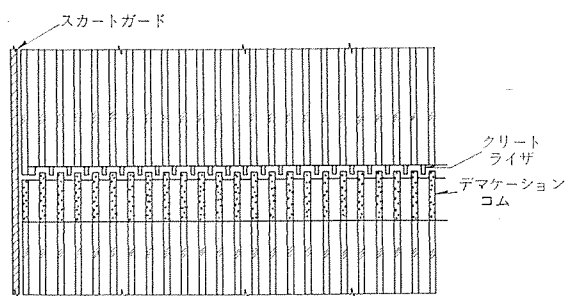


図 2.7 クリートライザとデマケーションコムのかみ合い  
Mesh of cleated riser and demarcation comb

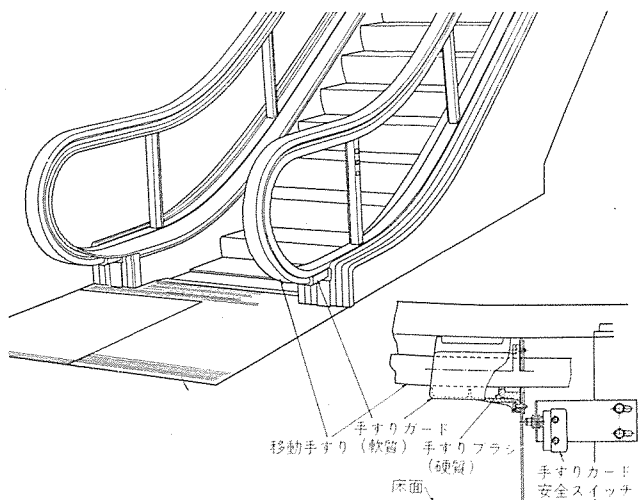


図 2.8 手すりガード  
Handrail guard.

いゴムで作られた手すりブラシとから構成され、たとえ手すりガードの中に指がはさみ込まれても、手すりガードは柔かいので、子供が危険を感じたとき自力で容易に指を引き出すことができるし、万一手すりガードの奥まで指が引き込まれても中にある手すりブラシで二重に保護されているので、指はそれ以上奥へ引っ張り込まれる心配はほとんどなくなった。

この二重構造の手すりガードは、昭和43年に発売された三菱K形

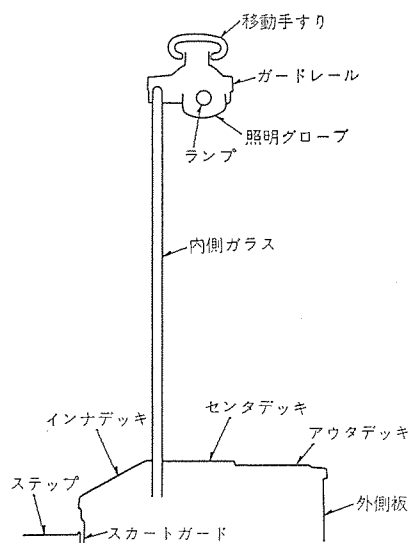


図 3.1 三菱ステアエース KSS 形  
欄干断面  
Balustrade of Mitsubishi STAIR-ACE  
type KSS.

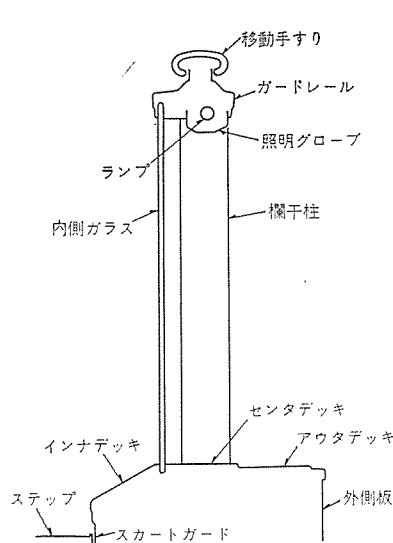


図 3.2 KS-A 形 エスカレータ  
欄干断面  
Balustrade of type KS-A escalator.

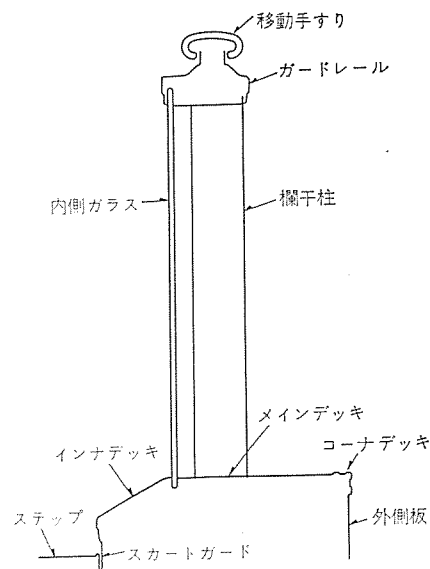


図 3.3 三菱エスペット ES 形  
欄干断面  
Balustrade of Mitsubishi ESPET  
type ES.

エスカレータに採用されて現在に至っており、その高い安全性はすでに実証済みである。なお要望に応じて手すりガード安全スイッチ（万一中の手すりブラシに指などの異物がはさみ込まれた場合、作動してエスカレータを停止するスイッチ）を設けることも可能である。

### 3. 標準仕様

#### 3.1 ステアエース KSS 形

高級ホテル・高層ビル等の高級建築や大形百貨店を対象にした高級エスカレータであり、欄干幅は 800 形・1200 形の 2 種、適用最大揚程は 7.7 m、欄干柱のまったくない全透明形エスカレータである。

欄干は 12 mm 厚の強化ガラスで構成された内側パネルで支持されている（実公昭 47-10696）。

ステアエース KSS は欄干柱がまったくなく、大形の内側ガラスで継目が少なく、欄干先端のニュアルの張り出しを長くしたので透明意匠の効果は抜群にすぐれ、すっきりしたシンプルな感覚を強調している。

図 2.1 に 800 形のステアエース KSS 形の写真、図 3.1 にその欄干断面を示す。デッキボードはすべてアルマイト仕上げの耐食アルミ合金型材で構成し、手すり下照明を設けた。デッキボードの仕上げは銀白色を標準とするが、豪華な金色アルマイトや落ちついたアンパ調等の自然発色仕上げ等も可能である。また内側ガラスは着色透明ガラス、たとえば淡いブロンズ、グレー等のものにすることも可能である。図 3.4 にステアエース KSS 形の標準据付図を示す。

#### 3.2 KS-A 形 エスカレータ

大形百貨店・大形量販店・レジャーセンタ等を対象とした標準形透明エスカレータで、欄干幅は 800 形と 1200 形の 2 種、適用最大揚程は 800 形が 12 m、1200 形が 7.7 m である。図 2.2 は 800 KS-A 形の写真、図 3.2 は欄干断面を示す。

欄干柱はアルマイト仕上げのアルミ型材でおおい、欄干先端のニュアル張り出しを大きくして、乗客が乗り降りする際に便利にするとともに、意匠的にも美しい流線形とした。また内側ガラスは鉛直平面にし大形で継目を少なくし、かつ継目は欄干柱に一致させたので、ガラスの継目が目立たない。デッキボードはすべてアルマイト仕上げの耐食アルミ合金型材で構成し、手すり下照明を設けた。

ステップは前述した安全性の高い クリートライズ、デマケーション コム 付き ステップを採用した。

上下階乗降場の床板は、すべり止め模様入りのアルミ合金材の張り付けとし、長年の使用で摩滅した場合は簡単に取替えができる。

図 3.4 に KS-A 形 エスカレータの標準据付図を示す。

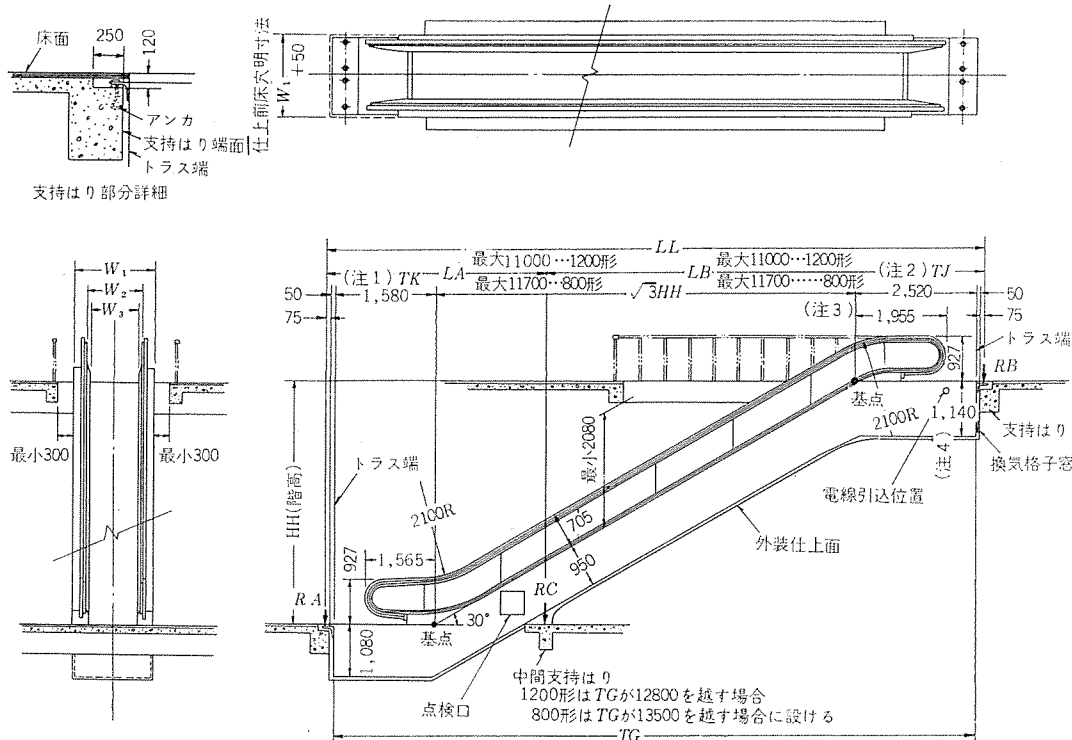
### 3.3 三菱エスパット ES 形

昭和 40 年、規格形 パネルエスカレータ “三菱 エスパット EP<sup>(2)</sup>形” を発表し、大方の好評を博したが、欄干意匠の高級化・透明化の気運は、規格形エスカレータにもおよび、規格形透明エスカレータを要望する声に応じて開発されたものであり、エスパット EP 形での経験をもとに、設計を合理化し、仕様を規格化した規格形透明エスカレータが “三菱 エスパット ES 形” である。

欄干幅は 800 形 1 種類とし、揚程も 4.5 m 以下 50 mm 単位とすることで据付面積や建物内にかかる荷重を軽減した。

また工場でのプレハブ化率を高め、工場でほぼ完全に近い状態に組み立てた後、そのままの姿で設置建物へ輸送搬入して架設する。これによって据付期間が大幅に短縮され、納期も短縮することができる。ただ建物にエスパットを搬入するため間口 2 m、高さ 3 m 以上の大きさの搬入路を準備していただく必要がある。また道路条件や建物の都合により、一体のままでは搬入ができない場合は二分割にして輸送することができる。しかし二分割にして輸送する場合には、建物内へ搬入し架設する際に、一体に結合したり、結合する部分の各部品の取付けや、移動手すりの組み込み等 一体輸送にくらべて据付現地における作業が増える。

エスカレータの工場におけるプレハブ化率を高めることは、建物への搬入口や搬入路を設ける必要から、多少の煩雑さも考えられるが、エスカレータの品質を安定させ、納期を短縮することで十分補うことができるものと信ずる。



| はり荷重 (kg) | LL, TK, TJ, LA, LB (単位 mm)                                  | $\alpha = \frac{0.465 \dots 1200 \text{ 形}}{0.365 \dots 800 \text{ 形}}$ | $\beta = 1220$                                                              |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 中間支持はりなし  | 中間支持はりあり                                                    |                                                                         |                                                                             |
|           | LA < LB                                                     |                                                                         | LA > LB                                                                     |
|           | RA = $\alpha \times LL + \beta - \beta(TK - TJ + 390) / LL$ |                                                                         | RA = $2\{LA(\alpha \times LL + \beta) - \beta(TK - TJ + 390)\} / (LL + LA)$ |
|           | RB = $\alpha \times LL + \beta + \beta(TK - TJ + 390) / LL$ |                                                                         | RB = $\{LL(\alpha \times LL + \beta) + \beta(TK - TJ + 390)\} / (LL + LA)$  |
|           | RC = RA                                                     |                                                                         | RC = RB                                                                     |

#### 標準仕様

| 形 名            |         | 800 KS-A<br>800 KSS-A           | 1200 KS-A<br>1200 KSS-A |
|----------------|---------|---------------------------------|-------------------------|
| 輸 送 能 力 人/時    |         | 5,500                           | 9,000                   |
| 速 度 m/分        |         | 30                              |                         |
| 欄 干 幅 mm       |         | 800                             | 1,200                   |
| ス テ ッ プ 幅 mm   |         | 604                             | 1,004                   |
| 傾 斜            |         | 30°                             |                         |
| 使用電動機<br>と 階 高 | 5.5 kW  | 4,700 mm 以下                     | —                       |
|                | 7.5 kW  | 4,701~7,000 mm                  | 4,000 mm 以下             |
|                | 9 kW    | —                               | 4,001~5,000 mm          |
|                | 13.5 kW | 7,001~12,000 mm                 | 5,001~7,700 mm          |
| 電 源            | 動 力 用   | 三相 200 V 50 Hz, 200~220 V 60 Hz |                         |
|                | 信号用照明用  | 単相 100 V 50 Hz, 200~220 V 60 Hz |                         |

注) 800 KSS-A 形の適用最大階高は 7,700 mm である。

- 注) 1. 下部トラスは保守点検に便利のように(注1)寸法を 2,130 mm にすることを推奨したい。  
 2. 1200 形で階高 5 m を越えるとき(注2)寸法は 2,820, (注3)寸法は 2,175, (注4)寸法は 1,300 になる。  
 3. 800 形で階高 7 m を越えるとき(注2)寸法は 3,120, (注3)寸法は 2,175, (注4)寸法は 1,300 になる。

| 外形寸法 mm        |       |        |
|----------------|-------|--------|
| 形名             | 800 形 | 1200 形 |
| W <sub>1</sub> | 1,280 | 1,680  |
| W <sub>2</sub> | 800   | 1,200  |
| W <sub>3</sub> | 610   | 1,010  |

図 3.4 KS-A 形およびステアエース KSS 形 エスカレータ  
Standard layout of type KS-A and STAIR-ACE type KSS.



## トラベータ

中 谷 博\*

## Mitsubishi Travators

Inazawa Works Hiroshi NAKATANI

Moving walks have found their use in most cases for service facilities at recreation grounds as public conveyance. But recently, as a means to deal with the traffic mess and hazard caused by the latest overpopulation in cities, the moving walks have come to draw the attention. The moving walks are gradually being installed for taking care of continual traffic growth at such crowded places as the railroad, bus terminals and airports as a notable recent trend. This article describes the outlines of Mitsubishi Travators about their features, layout and applicable ranges for reference to the planning of the installation at the places referred to and also gives outlook of moving walks for the future.

## 1. ま え が き

最近、都市の過密化がますます強くなり、都市問題なかんずく都市交通の問題が大きくクローズアップされている。自動車の急激な増加が、道路状況の悪さとあいまって交通渋滞をもたらし、さらに自動車公害など、都市交通の機能を大きく低下させている。

以上のように、都市交通が重要な社会・政治問題となり、従来の交通方式にとって代わる新交通システムの開発研究がまことに著しく、アメリカをはじめとしてヨーロッパ諸国でも多くの研究開発が活発に進められている。わが国においても公的機関や各企業で研究開発が実施されている。新交通システムにおいて注目すべきことは、都市交通を総合的にとらえ、従来のようにばらばらな交通機関の集合でない、トータルシステムとしてとらえている点である。

動く歩道は、このトータルシステムの中の有力な一交通手段として最近注目されており、特に都心部のターミナル駅を中心とした比較的短距離の連続大量輸送機関としての役割が期待される。

昭和45年の日本万国博では、3.5 km をこえる動く歩道が、大群集の輸送に効果的な役割を果たしたことは記憶に新しい。当社も三菱未来館などに三菱トラベータを設置してその役割を果たした。

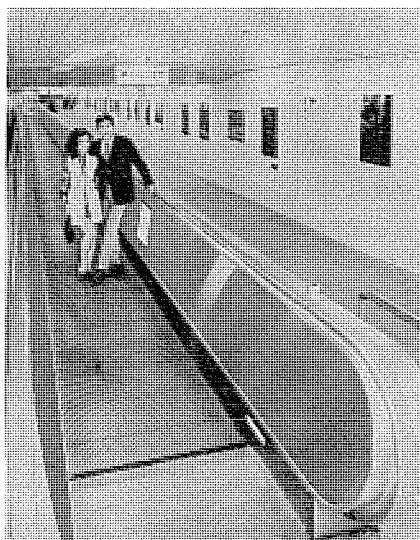


図 1.1 阪急梅田駅納め三菱トラベータ  
Mitsubishi travator for Hankyu Umeda, Railway station.

当社では、それ以後改良を重ね、据付所要寸法を小さくし、性能の向上を計った三菱トラベータを46年11月阪急梅田駅に納入し、現在順調に運転中である。47年末にはさらに2台が同じく阪急梅田駅構内コンコースに設置される予定である。

また48年初めには、新東京国際空港旅客ターミナルビルディングのフィンガに機長約80 mの三菱トラベータが4台設置されることになっており、ジャンボジェット機やエアバスなどの大形旅客機の乗客輸送に威力を発揮する予定である。

本文では、最新の三菱トラベータの概要を紹介する。

## 2. 基本構造と駆動方式

動く歩道は、大別してパレット式・ゴムベルト式・ベルトパレット式があり、現在世界中で最も多く実用されているのはゴムベルト式であるが、これは動く歩道の分野に最初に進出したのが、ベルトコンベヤメーカーが主体であった歴史的背景によるところが大きく、エスカレーターメーカーが製作したのは、パレット式が大部分である。

当社では、昭和33年の最初の開発<sup>(1)</sup>以来、一貫してエスカレータの技術を取り入れたチェーン駆動パレット式を採用しているが、耐久性・安全性・乗りごち・維持費用などの点で最も本格的な動く歩道であると考えている。

三菱トラベータが採用しているチェーン駆動パレット式<sup>(2)</sup>は、アルミダイカスト製のパレット(踏板)をチェーンで連結し駆動する方式で、エスカレータと類似の構造であるが、隣接するパレットを支持するパレット軸を順次リンク機構を用いて連結し、1パレットを2個のローで支持しているのが大きい特色である。

## 3. 安全性と法規

動く歩道は老人から子供まで、一般大衆の集る場所に設置される交通機関であるから、特に安全性が強く要求される。初期の動く歩道は、今日のように踏面にクリートがないフラットベルトが多かったために、床板とゴムベルトの間にはさみ込まれる事故を起こしたようである。今日では、パレット式はもちろんゴムベルト式も特別の用途のものを除いては、クリートが設けられているので、踏面と床板の間にはさまれる人身事故は非常に少なくなっている。

三菱トラベータは、ピッチのこまかいクリート付きアルミダイカスト製パレットを用いているので、乗降場においてくしとかみ合いによる

表 3.1 ANSI CODE<sup>(3)</sup> による許容最大速度  
Maximum treadway speed according to ANSI CODE.

| 中部路面最大傾斜角      | 許容最大速度                  |
|----------------|-------------------------|
| 8° まで          | 54.9 m/min (180 ft/min) |
| 8° をこえ 15° まで  | 42.7 m/min (140 ft/min) |
| 乗降部路面最大傾斜角     | 許容最大速度                  |
| 3° まで          | 54.9 m/min (180 ft/min) |
| 3° をこえ 5° まで   | 48.8 m/min (160 ft/min) |
| 5° をこえ 8° まで   | 42.7 m/min (140 ft/min) |
| 8° をこえ 12° まで  | 39.6 m/min (130 ft/min) |
| 12° をこえ 15° まで | 38.1 m/min (125 ft/min) |

表 3.2 B.S. CODE<sup>(4)</sup> による許容最大速度  
Maximum treadway speed according to B.S. CODE.

| 中部路面最大傾斜角                                               | 許容最大速度                  |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| 8° まで                                                   | 54 m/min または 180 ft/min |
| 8° をこえ 12° まで                                           | 45 m/min または 150 ft/min |
| ○乗降部路面の傾斜角は 5° を越えてはならない。<br>○路面の傾斜変化の最小曲率半径は 20 m とする。 |                         |

表 3.3 ANSI CODE<sup>(3)</sup> による許容最大踏面幅  
Maximum moving walk-width according to ANSI CODE.  
ANSI CODE A 17.1 (1971年)

| 踏面最大傾斜角       | 許容最大踏面幅 mm (in)            |                                                           |                                                              |
|---------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|               | 27 m/min 以下<br>(90 ft/min) | 27 m/min をこえ<br>42.7 m/min まで<br>(90 ft/min) (140 ft/min) | 42.7 m/min をこえ<br>54.9 m/min まで<br>(140 ft/min) (180 ft/min) |
| 5° まで         | 制限なし                       | 1524 (60)                                                 | 1016 (40)                                                    |
| 5° をこえ 8° まで  | 1016 (40)                  | 1016 (40)                                                 | 1016 (40)                                                    |
| 8° をこえ 15° まで | 1016 (40)                  | 1016 (40)                                                 | —                                                            |

物体をすくいとり作用が大きく非常に安全である。

動く歩道の安全性で特に問題となるのは、水平あるいは水平に近いなだらかなスロープで利用される場合が多いため、混雑している場合は降場の位置を確認することがややむずかしい点であろう。これに対して当社では、阪急梅田駅に設置した3台はすべて降場に近い位置の内側板に照明を設けて、乗客に降場が近づいたことを知らせることにより、降場で戸惑うのを未然に防止している。

また、万一転倒事故の生じたときのために、だれでもわかる乗降部デッキボードの上に非常停止ボタンを設けるなど安全面には特に留意している。その他安全対策の一つとして、乗客の混雑の度合いに応じて自動的に運転速度を変換する方法なども開発した（特許出願中）。

エスカレータと異なり現在わが国には動く歩道に関する法規はないが、個別に昇降機等、性能評定委員会の評定をうけているのが実情である。アメリカでは、エスカレータに比べると比較的新しいが、1962年 ANSI CODE<sup>(3)</sup> A 17.1 に MOVING WALK の項が設けられ、各部分についての規程が詳細に規定されている。また B.S. CODE<sup>(4)</sup> では PASSENGER CONVEYOR の規定ができ、これらは世界的に権威のある安全基準である。

三菱トラベータは、ANSI CODE および B.S. CODE に合致する安全性の高い動く歩道である。

速度と傾斜角の関係、および速度・傾斜角・踏面幅に関する ANSI CODE<sup>(3)</sup> および B.S. CODE<sup>(4)</sup> の規定を参考のために、表 3.1、3.2、3.3 に示す。

#### 4. 三菱トラベータの特長

三菱トラベータが安全性の高いチェーン駆動パレット方式を採用して

いること、および ANSI CODE<sup>(3)</sup> や B.S. CODE<sup>(4)</sup> に合致することは先に述べたが、以下にその特長を述べる。

##### 4.1 パレット

パレットは、アルミダイカスト製でエスカレータと同一の細かいピッチのクリート（棧）を設けている。アルミダイカスト製のクリートの安全性は、すでにこれまで数千台設置されたエスカレータステップの安全性が実証している。ゴムベルトのように負荷によるクリートの変形がなく、堅固で安全性が高い。

##### 4.1.1 パレットの境界

三菱トラベータでは、特に隣接するパレットの境界部分を図 4.1 に示すようにジグザグ状にかみ合う構造にしているため、スリット状のすき間ができることなく、境界部分に乗っても安全である。動く歩道はエスカレータと異なり、階段状にはならないので、乗客がパレットの境界上に乗るのはむしろ当然のことであるから、境界部分の安全性は特に重要といえる。

##### 4.1.2 パレットの強度

動く歩道は一般にパレット面の上を歩くのが普通であるから、エスカレータに比べて乗客から受ける衝撃荷重も大きいと思われる。したがって、パレットは長年の使用に耐えるよう十分な強度をもたせている。強度が大きいので、破損することはまずないが、万一クリートが破損してもパレットの交換のみで簡単に補修できるので、いつまでも正常な機能を経済的に持続することができる。

##### 4.1.3 パレットの保守

隣接するパレットを互いにリンク機構を用いて連結する構造としているが、リンクは完全に無給油で半永久的寿命を保持し得るので、保守が容易でいつまでも正常な機能を保つことができる。

##### 4.1.4 乗りごこち

パレットは、特殊ゴム製ローラで支持され、ローラはなめらかなレール上を案内されて走るので非常に静かで、ゴムベルト式のような波動感はなく乗りごこちは快適である。

##### 4.2 パスと据付所要スペース

パスは、パレットローラを案内するレールを展開することによって上下方向に自由に屈曲させることができる。図 4.2 に示すように傾斜のゆるやかな場合に適用する直線形、上下曲部を設けた急傾斜形な

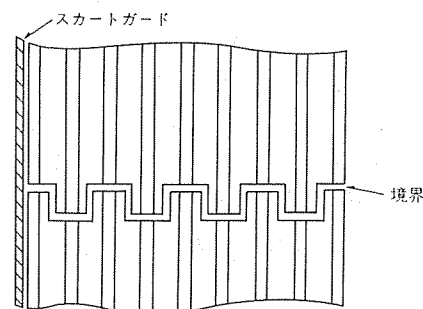


図 4.1 パレットの境界  
Interlocking pallets of Mitsubishi travator.

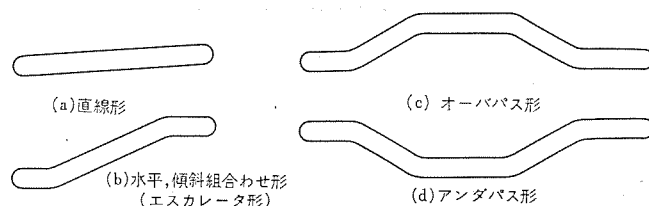


図 4.2 パスの代表例  
Typical arrangement of Mitsubishi travator.

どはもちろん オーパス 形, アンダパス 形など, 設置場所の形状に応じたどんなパスでも製作可能である。また, 据付所要スペースを極力小さくしたので, 建築スペースの有効利用を計ることができる。

#### 4.3 手すり装置

動く歩道は機長が一般に長いので, 無負荷の場合でもゴム手すりの走行抵抗は非常に大きくなる。三菱トラベータでは全行程にわたって手すり案内ローを設けて走行抵抗を大幅に減らした。また手すり駆動力を大きくしたので正逆運転共に強力な駆動が可能である。

#### 4.4 自動チェーン給油装置

三菱トラベータでは, チェーンの自動給油装置(実用新案出願中)を標準として設けているので, 高精度で強度の高いチェーンと相まって, なめらかな運転と長寿命が保証できる。特に機長が長い場合が多いので, 自動給油装置が保守作業を容易にするメリットは大きい。

#### 4.5 フレーム構造

全長にわたってトラスを設けるのを標準としているが, 設置場所によっては, 両端部のみトラス構造で中間部をトラスレスとして, 支持部材が直接レール, 欄干などを支持する構造をとることも可能である。

### 5. 標準仕様と輸送能力

三菱トラベータの標準仕様を表5.1に示す。

#### 5.1 速度と輸送能力

速度は30, 35, 40 m/分を標準とする。ANSI CODE<sup>(3)</sup>では, 表5.1に示したように, 傾斜角が8°以下では最大速度54.9 m/分, B.S. CODE<sup>(4)</sup>でも54 m/分となっている。しかし傾斜角0°~10°の範囲で老人や子供を含めて安全に乗降できる速度は40 m/分程度を限度とするのが現状では適当であろう。

輸送能力は乗込能力によって決まり, 速度が30 m/分をこえると乗込能力が徐々に落ちるので, 輸送能力=単位時間当たりの輸送人員は, 速度40 m/分の場合, 速度に比例して増加することなく, 30 m/分の場合に比べわずかしき増加しないことが実験で明らかとなっている。しかし, 単位時間当たりの輸送人員の増加がなくても, 乗客にとって輸送距離が速度に比例して伸びること, および乗客が低速度に対して持ついらだちを少なくする効果がある。

機長が長く傾斜角5°までの範囲では, 速度を40 m/分とするのが適当であろう。また比較的機長が短く傾斜角が5°を越える場合は, 速度より安全面に重点を置いて, 30 m/分あるいは35 m/分を選ぶのが適当と思われる。しかし, 乗客の混雑の度合いなど設置環境を十分考慮したうえで決めることがたいせつである。

1200形の輸送能力は, 各パレットに2人乗るとして次の式で表示できる。速度30 m/分以下のときは,

$$\text{輸送能力(人/時)} = \frac{\text{速度(m/分)} \times 2 \text{ (人)}}{\text{パレット1枚の長さ(m)}} \times 60$$

したがって速度30 m/分のときは,

$$\text{輸送能力(人/時)} = \frac{30 \times 2}{0.4} \times 60 = 9,000 \text{ (人/時)}$$

速度30 m/分をこえ40 m/分以下のときは, 各パレット当たり2人乗り込むのが困難となり速度が大きくなるほど1パレット当たりの乗り込み人員は少なくなる。したがって輸送能力は30 m/分のときに比べほとんど増加しない。まして老人・子供を含めた一般の乗客を対象にすれば, 40 m/分の場合も30 m/分の場合の輸送能力に等しいと考えるのが適当と考え, 30 m/分をこえ40 m/分のときの輸送能力は9,000 (人/時)と表示することにした。ただし, モータの適用に当たっては, 速度に比例して輸送人員が増すことを想定して実施している。

また, 900形の場合の輸送能力は, パレット幅に比例するものと考えて, 6,000 (人/時)と表示している。

#### 5.2 傾斜角

傾斜角は0°~10°を標準とし, この範囲内で任意の角度で製作可能である。

#### 5.3 操作盤の方向表示

三菱トラベータでは, 操作盤のキースイッチの運転方向表示を水平形の場合も含めてUP, DNとするのを標準としている。往路側のパレットが駆動機の方に向かって進む方向をUPとし, その反対をDNとする。要望によって特別の表示をすることは可能である。

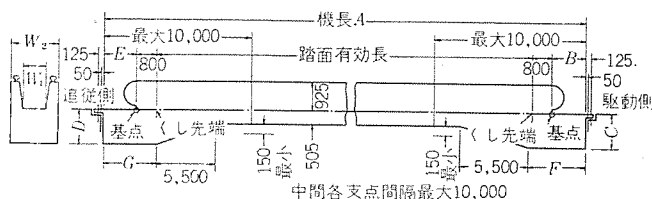
### 6. レイアウト

図6.1に水平形, 図6.2, 6.3に傾斜形の標準レイアウトを示す。

図6.2に示すように傾斜角5°までは乗降口を直線で結ぶ直線形とする。この場合, 傾斜角θのときくし板は水平に対してθだけ傾斜する。したがってくし板の最大傾斜角は5°となる。前面スカートから先で床板は水平とする。

また, 図6.3に示すように傾斜角5°を越え10°までの範囲では, 上下曲部を設ける。この場合, 傾斜角θのときくし板は水平に対して, θ-5°傾斜する。したがってくし板の最大傾斜角はθ=10°のときで5°となる。このときも上下部の前面スカートから先を水平とする。適用駆動機の大きさと傾斜角によって変化する各部寸法の概略値を示す。

図6.4, 6.5は, おおの1200形・900形の機長・揚程・傾斜角・速度と所要モータ出力の関係を示すので, 設備計画の際利用していただきたい。ここに示した標準レイアウト以外のもの, 機長・揚程がここに示す範囲を越えるものについては当社に照会願いたい。



| モータkW | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H1  | H2    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 5.5   | 950   | 1,150 | 1,050 | 1,000 | 1,750 | 2,100 | 982 | 1,680 |
| 7.5   |       |       |       |       | 1,850 |       |     |       |
| 13.5  | 1,050 | 1,300 |       |       |       |       |     |       |
| 30    | 2,850 | 1,450 | 1,450 | 2,000 | 3,650 | 2,800 |     | 1,830 |
| 500形  |       |       |       |       |       |       |     |       |
| モータkW | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H1  | H2    |
| 5.5   | 950   | 1,150 | 1,050 | 1,000 | 1,750 | 2,100 | 654 | 1,352 |
| 7.5   |       |       |       |       | 2,150 |       |     |       |
| 13.5  | 1,350 | 1,300 |       |       |       |       |     |       |
| 30    | 3,150 | 1,450 | 1,450 | 2,000 | 3,950 | 2,800 |     | 1,502 |

図6.1 水平形三菱トラベータ標準レイアウト  
Standard layout of Mitsubishi travator, horizontal type.

表5.1 三菱トラベータの標準仕様  
Standard specification of Mitsubishi travators.

| 形名         | 1200 T形      | 900 T形  |
|------------|--------------|---------|
| 踏面幅 mm     | 977          | 649     |
| 輸送能力 (人/時) | 9,000        | 6,000   |
| 速度 (m/分)   | 30, 35, 40   |         |
| 傾斜角 θ (度)  | 0~10         |         |
| 最大機長 Amax  | 図6.4に示す      | 図6.5に示す |
| 運転方式       | キースイッチ操作可逆式  |         |
| 移動ゴム手すり    | 両側           |         |
| 内側板        | パネル式・ステンレス鋼板 |         |

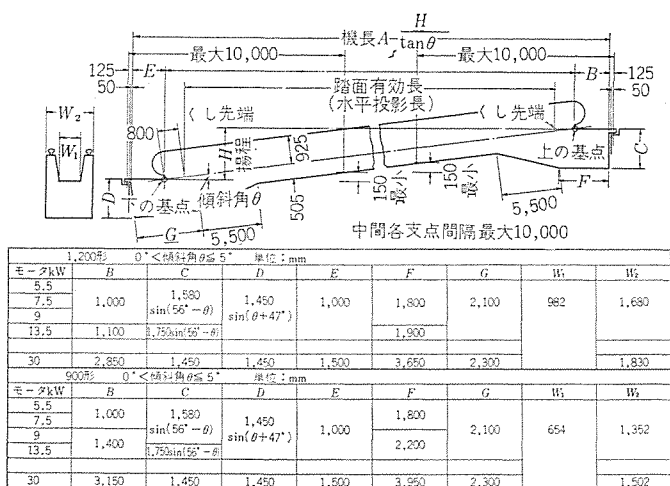


図 6.2 緩傾斜形 三菱トラベータの標準レイアウト  
Standard layout of Mitsubishi travator, gently inclined type.

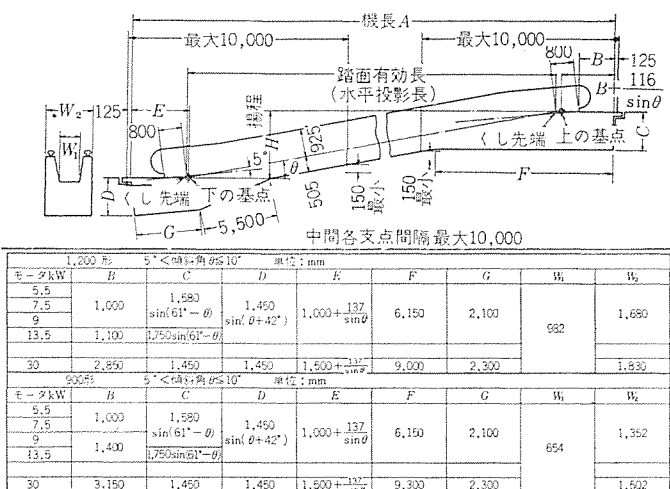


図 6.3 急傾斜形 三菱トラベータの標準レイアウト  
Standard layout of Mitsubishi travator, steeply inclined type.

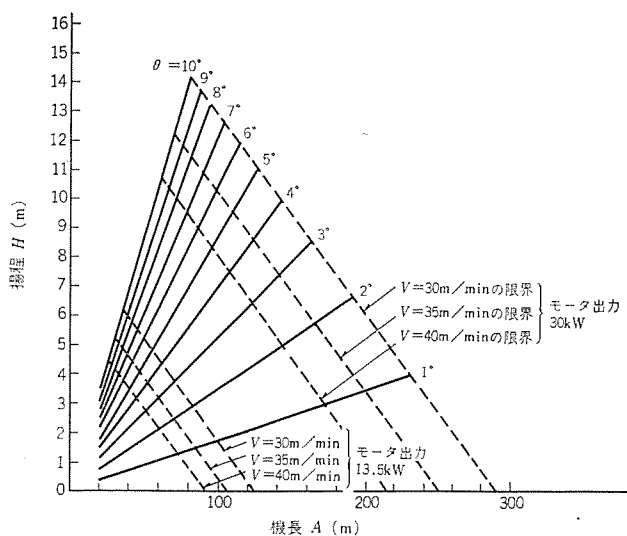


図 6.4 1200 形 三菱トラベータの機長・揚程・傾斜角度・速度とモータ出力の関係  
Diagram of length, rise slope angle, speed and motor output.

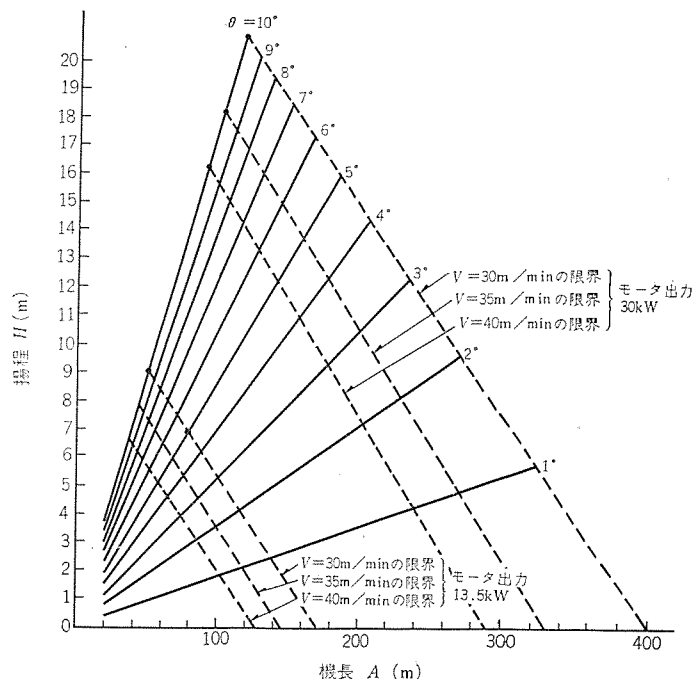


図 6.5 900 形 三菱トラベータの機長・揚程・傾斜角度・速度とモータ出力の関係  
Diagram of length, rise slope angle, speed and motor output.

## 7. 用途

### (1) 鉄道・空港・バスのターミナル

阪急梅田駅の三菱トラベータはこの一例であるが、混雑する場所での人の流れを円滑にする。今後の発展が大いに期待できる領域で、三菱トラベータの性能に適した使用例といえる。

### (2) ショッピングセンタ

最近では郊外のスーパーマーケットに自動車で行く客が増えている。駐車場と建物の間を直接結ぶサービス用として、またエスカレータと同様に階段輸送用として大いに利用できる。

### (3) 遊園地、観光施設

入口から会場までの誘導用および会場内の観覧客輸送用として利用できる。万国博での設置はこの好例である。

### (4) 都市交通の一手段として

都市のビルの高層化、地下道の複雑化で、ターミナル駅あるいは自動車駐車場から目的の場所までの距離が次第に長くなる傾向があるので、歩行と一般の乗物とをつなぐ中間的な交通手段として利用できる。この場合は他の交通手段と有機的につながっているのが特長で、今後の発展が大いに期待できる。

### (5) 身体障害者用の乗物として

身体障害者用の車椅子も動く歩道ならば自由に利用できる。

## 8. 動く歩道の役割と将来の展望

都市における交通システムの中で、動く歩道が果たす役割について考えるとき、C・ブラッドのトランスポーションギャップ<sup>(5)</sup>の考え方が一つの参考になると思われる。彼によれば、時間・距離の関係を示す輸送関数

$$t = kd^\alpha$$

$t$ : 分

$d$ : 距離

$k, \alpha$ : 定数

を示し、短距離における歩行(0から0.4km)、中距離の乗用車(3kmから80kmまで)、長距離の航空機(300kmから4,000km)の範囲は、アクセス時間=アプローチの時間+待ち時間を考慮して満足できるものであるとしている。上記の考えおよび範囲の取り方に異論があるかもしれないが、上記の間に満たされるべきギャップが存在するのは事実である。動く歩道は歩行と自動車の間に位置づけられ、上記のギャップ0.4km~3kmの間を埋める有力な交通手段と考えることができる。

動く歩道の特性は、

- (1) 低速であるが連続大量輸送が可能
- (2) アクセス時間が短い
- (3) 輸送人員当たりの設備の占有面積が小さい
- (4) 輸送費(維持管理費用)が少なくすむ
- (5) 公害がない

などすぐれた点が多く、新しい都市交通の手段として見直されている。しかし、現在まで実用化されている動く歩道の速度が40m/分のものが大部分で、歩行を助ける補助手段としては有効であろうが、このままでは都市交通の手段としては副次的な乗物の領域にとどまると思われる。

上記のギャップを埋めるには、さらにスピードアップが必要と考えられ、150m/分ないし200m/分程度の速度が必要であろう。現在アメリカやヨーロッパで研究開発が進んでいるのは、150~200m/分の範囲のもので2~3年のうちに実用化される見込みとの情報もある。この場合は、乗降の際低速とする必要があることから、インテグレータ(Integrator)と称する加速装置を用いて、3~4倍の速度まで加速する必要がある。ダンロップ社がジュネーブのBattelle研究所で実験中の動く歩道や、ボストン市が都心のショッピングセンタと駐車場を結ぶため開発計画を進めている数kmにおよぶ動く歩道<sup>(6)</sup>は、いずれも速度150m/分をこえるものである。原理的には実用化可能と思われる。

るが、特に安全面を中心に研究解決すべき多くの問題点を残している。

いずれにしても動く歩道を、新交通システムの一手段として活用するための課題として、高速で安全な動く歩道の実用化をぜひ達成しなければならない。

## 9. む す び

動く歩道の歴史は決して浅いものではないが、本格的な需要が出始めたのは欧米諸国を含めてこの数年で、今後の急激な発展が期待される。三菱トラベータもようやく実用される段階に入ったばかりであり、交通混雑の緩和にそのすぐれた性能を発揮することを期待する。

われわれは現在の動く歩道に決して満足するものではなく、高速化をも含めてさらに幅広い需要に対処できるよう研究開発を進めている。

本文が都市交通を含む設備計画の参考になれば幸いである。

## 参 考 文 献

- (1) 河合：三菱電機 32, 1,296 (昭33)
- (2) 鬼頭，浅野：三菱電機技報 41, 946 (昭42)
- (3) American National Standard Institute, A 17.1 : Safety Code for Elevators, Dumbwaiters, Escalators, and Moving Walks.
- (4) British Standard : B.S. 2655, Part 4 (1969)
- (5) 運輸経済研究センター：動く歩道の都市交通機関への適応性に関する研究
- (6) ASCE National Meeting on Transportation Engineering : Role of Moving Walks in Downtown Distribution, Boston, Massachusetts, July 13-17 (1970)



# 特許と新案

## 集中制御装置のテスト装置

発明者 梶田 保雄

この発明は、電動機等を制御する集中制御装置のテスト装置の改良に関するものである。

この発明の実施例を図について説明すると、図1において、(1)は三相母線、(2)は誘導電動機、(10)は制御ユニットで、(3)はしゃ(遮)断器、(4)は電磁開閉器、(5)はその励磁コイル、(6)は過電流継電器、(17)は切換えスイッチで、図2に示すようにユニット(10)を運転位置にしておくと、図1に示すように運転側に接続され、また図3に示すようにユニット(10)をテスト位置に引きはらずと図1に示す反対側のテスト側へ切換え接続されるものである。(7)は外部から遠方操作する自動復帰形切用押しボタンスイッチ、(8)は同じく遠方操作作用の入用押しボタンスイッチ、(9)はシーケンステスト用の入用押しボタンスイッチ、(25)はテスト用しゃ断器である。

この装置において、運転停止操作はスイッチ(7)(8)で行なう。配線テスト時には、ユニット(10)を図3に示すテスト位置に引きはらずとともにコンセント(141)(151)(162)をコンセント(14)(15)(16)からはずし、この代わりにコンセント(142)(162)をコンセント(14)(16)に接続する。この接続状態で、テスト用しゃ断器(25)を投入しスイッチ(9)を操作すれば、配線用しゃ断器(3)の開閉に関係なく配線テストを行なうことができるものである。

以上のようにこの発明によれば、制御ユニットの位置をテスト位置と運転位置とに変えることに連動させて切換スイッチを操作し、これ

によってテスト回路を閉じまたは開くようにしたので、テスト回路を運転回路へ戻し忘れるおそれもなく、またコンセントの接続換え箇所も少なくなり、この結果誤接続のおそれもなくなる。

(特許第593193号)(村松記)

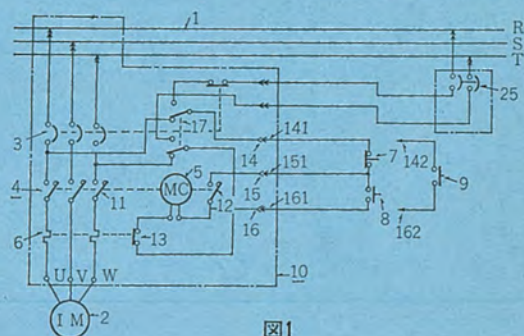


図1

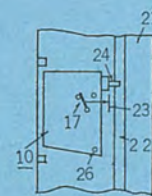


図2

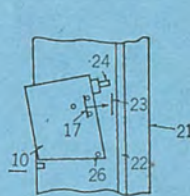


図3

## 鑄造作業における鑄物およびその抱持材の冷却方法

発明者 星野 克英・外山 隆

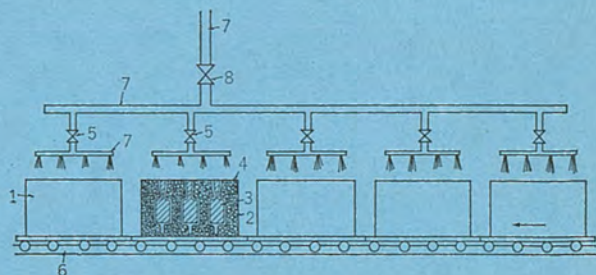
従来の鑄造作業における冷却手段は、鑄造後に長時間放置して自然冷却するか、あるいは冷風による強制冷却を行なうようにしているが、これら手段によっては十分な冷却効果は望めず、鑄物と抱持材とを分離して鑄物を取り出す時点に至っても、鑄物の温度、400～600℃程度にも達し、作業が困難であるだけでなく、この作業中に鑄物の割れを生ずるなどのおそれがあった。

この発明はこの欠点を改良したもので、鑄込まれた鑄物(3)とその抱持材(4)とを収容する型わく(枠)(1)を図に示すように冷却区域内に配備し、この冷却区域において型わく(1)を段階的もしくは漸進的に移送させ、この移送中の適宜個所において、抱持材に所望量の水等の冷却液体を散布することを特長とするものである。

そしてこの発明によれば、鑄物に悪影響を及ぼすことなく、これ

を短時間に効果的に150℃～200℃程度にまで冷却でき、鑄造作業全体の作業時間を短縮できるとともに、作業設備ならびに作業そのものを簡易化できる。

(特許第594311号)(村松記)



## 電車電動機等の自動排水装置

考案者 前田 義和

降雨中に電車が走行する場合、電動機の空気吸込口から雨水が侵入して電動機のカバーの底部にたまり、その性能に悪影響を及ぼすおそれがある。

この対策として、カバーの底部に排水口を設け、外部から侵入した雨水を排水する方法が考えられるが、電動機内部の気圧は、運転時に冷却ファンの回転によって外部の気圧より低くなるので、排水とは逆に、この排水口から外気とともに、雨水・じんあいなどが吸い込まれるので、ふつどうである。

この考案は、このような点を考慮してなされたものである。

図中、(1)は電動機ヨークに取り付けられるカバー本体の下側部、(2)は質量の小さな球、たとえばプラスチック製の排水弁、(3)は排水弁の案内板、(4)は案内板の取付け具、(5)は鉄あみで、排水弁(2)の落下を防止する受材の役目をも兼ねている。(6)は案内板(3)に設けられた逆テーパ状の排水口である。

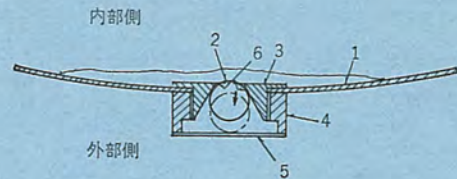
電動機運転時には、電動機の冷却用ファンが回転するため、電動機内部の気圧は、外気の気圧より低くなるので、排水弁(2)は上方へ吸着されて排水口(6)を閉そくし、ここから外気および雨水・じ

んあいなどが吸い込まれるのを阻止する。

次に、電動機の運転が停止すると、電動機内部の気圧と外部の気圧との差がなくなるので、排水弁(2)は落下して排水口(6)を開口する。このため、内部にたまっていたじんあいなどを含んだ汚水は、排水口(6)を通して外部へ流出する。

この考案は、質量の小さい球が逆テーパ状の排水口をふさぎ、外気などの吸込みを阻止するという簡単な構造であるため、長期間使用しても、雨水に含まれたじんあいなどが、排水口に付着して排水作用をそこなうようなことがまったくなく、排水を確実にこなうことができる。

(実用新案第921586号)(西野記)



## プッシュプル形トランジスタモータ用定電圧回路

考案者 藤井 学

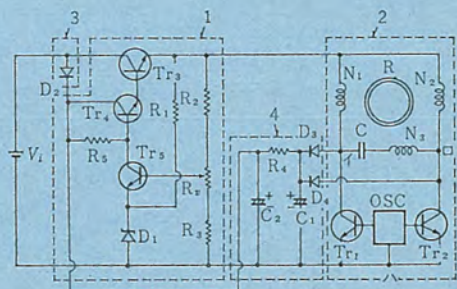
この考案は、非安定化直流電源の電圧を安定化して、プッシュプル形トランジスタモータ回路に供給する定電圧回路に関するものである。

この考案の実施例を図について説明すると、(1)は定電圧回路、(2)はプッシュプル形トランジスタ回路、(3)は起動回路、(4)は全波整流回路である。そして、この回路ではトランジスタ回路(2)の主巻線  $N_1$ 、 $N_2$  の端子間に発生している定電圧回路(1)出力電圧の約2倍の交番方形波状電圧を利用したもので、この電圧を整流回路(4)でリップル分の少ない直流電圧に整流し、この直流電圧を定電圧回路(1)において、主トランジスタ  $Tr_3$  のベース電圧源としたものである。

以上のようにこの考案によれば、主トランジスタ  $Tr_3$  は十分高いベースバイアス電圧で制御されるので、コレクタ電圧-コレクタ電流特性の負荷直線上において飽和点に近い領域で動作し、この結果、この主ト

ランジスタの電圧降下は小さく、たとえば電源電圧が12Vの場合には通常0.5~1.0Vを見込めばよい。

(実用新案第927916号)(村松記)



## 増設変圧器接続方法

発明者 神谷友清・三浦良和

この発明は、将来直列変圧器などの付属変圧器を増設し、既存変圧器と一体の変圧器として運転することが予想される変圧器に、完全でしかも容易に増設および結線を行なうことができる増設変圧器の接続方式に関するものである。

将来増設予定の単相主変圧器を示す図1において、(1)は変圧器本体、(3)は低圧ブッシング、(4)は高圧中性点ブッシング、(5)は低圧コイル、(6)は高圧コイル、(7)は将来の直列変圧器増設を考慮して設けた油中絶縁貫通装置で、このうちの(7a)は高圧側線路端子引出用、また(7b)は将来直列変圧器を設置するときに必要な低圧側並列用のものである。(7a)の端子は、主変圧器を単独で使用するときには高圧線路端子として外部気中に引き出す必要があるため、小タンク(8)を設け、この小タンクにブッシング(2)を取り付けてある。また、(7b)は単独使用時には外部引出しの必要がないので、めくら板(9)が取り付けられている。

直列変圧器を増設する場合には、図2に示すように、直列変圧器として、主変圧器と結線するために、主変圧器の油中絶縁貫通装置(7)に対応して設けられた油中絶縁貫通装置(14)、および気中引出しを要する高圧側端子(11)を有する直列変圧器(10)を製作し、既設

変圧器からめくら板(9)、および単独使用時に必要であった小タンク(8)およびブッシング(2)の部分の油を抜いて取りはずし、油中絶縁貫通装置(7)および(14)が対応するように直列変圧器を据え付け、接続線(15)の結線、および接続室部分への注油を行なうことにより、容易に接続作業を完了することができ、接続完了後には直列変圧器(10)および主変圧器(1)の高圧側巻線(13)、および(6)が直列に、また低圧側巻線(12)と(5)が並列に接続され、新しい電圧比および容量定格を備えた1台の変圧器と同等の運転を可能にするものである。

(特許第613197号)(和田記)

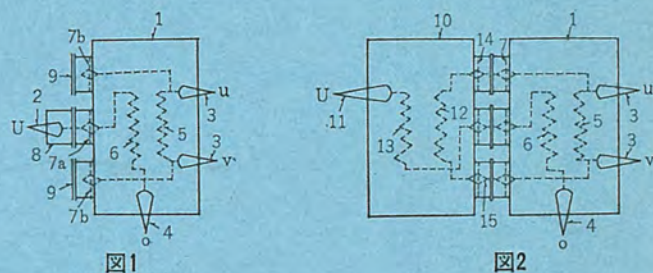


図1

図2

## 空気調和機の制御装置

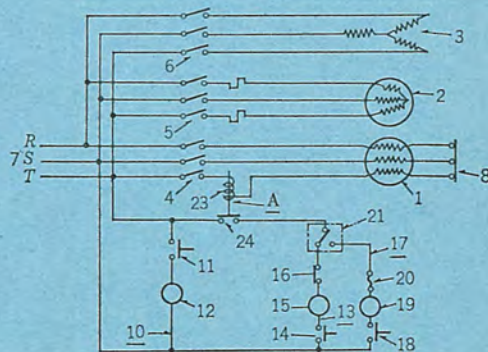
考案者 木ノ内達夫

この考案は空気調和機の保護用制御装置に関するものである。

図に示すように、この出願の制御装置は、送風機用電動機(1)、冷凍機用電動圧縮機(2)および暖房用電熱器(3)を、それぞれの電磁開閉器接点(4)(5)(6)を介して電源(7)にそれぞれ接続し、送風機用のスイッチ(11)と電磁開閉器コイル(12)を有する送風機制御回路(10)、圧縮機のスイッチ(14)と電磁開閉器コイル(15)と保護装置(16)を有する圧縮機制御回路(13)、および電熱器のスイッチ(18)と電磁開閉器コイル(19)と温度ヒューズ(20)を有する電熱器制御回路(17)をたがい並列にして、電源(7)に接続するとともに、上記送風機用電動機(1)のY結線された巻線の中性点に熱動安全器(8)を設け、この熱動安全器の開路状態で消費するように、上記電動機(1)の主回路に電流作動形継電器(A)のコイル(23)をそう(挿)入接続し、この継電器(A)の接点(24)を上記送風機制御回路(10)と並列に、かつ上記圧縮機制御回路(13)および電熱器制御回路(17)と直列になるよう

に接続したものであり、電流作動形継電器(A)を用いることにより、送風機用電動機として市販の標準形電動機を使用できるので、価格が安くなるという利点がある。

(実用新案第929280号)(大須賀記)



# 特許と新案

## 冷媒圧縮機の冷媒分離装置

考案者 田中 満・大日方 興信

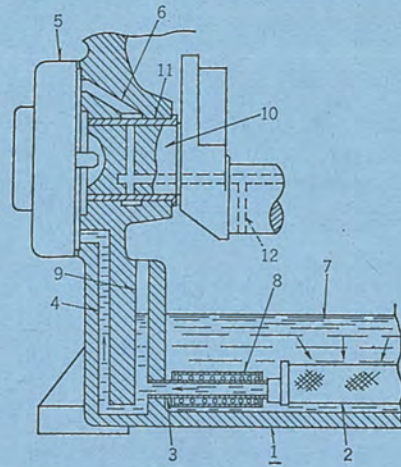
この考案は冷媒圧縮機の潤滑装置のうち、特に吸入側回路における冷媒液と潤滑油との分離装置の改良に関するものである。

冷媒圧縮機のクランクケース内の潤滑油内には多量の冷媒液が混入しており、油が潤滑回路を流れる途中において加熱されたり、あるいは加振されると、この油の中に混入している冷媒液が気化して潤滑油量を減少させたり、または潤滑のために必要な油膜の発生を妨げるような弊害がある。

この考案はかかる弊害を除去したもので、図示実施例により説明すると、クランクケース(1)内の底部にたま(溜)った潤滑油(7)が、クランク軸(10)と直結した油ポンプ(5)の吸引力によりフィルタ(2)から吸引され、吸入管(3)および油吸入路(4)を経て油ポンプ(5)に至り、そして油吐出路(6)を経て、軸受部(11)とクランク部(12)に圧送されるところまでは従来装置と同じであるが、この考案では吸入管(3)を流れる潤滑油(7)をヒータ(8)により加熱し、この加熱作用によって潤滑油(7)から分離された冷媒ガスをガス通路(9)よりクランクケー

ス(1)内に放出させて、従来装置の欠点をなくしたものである。

(実用新案第931690号)(大須賀記)



## けい光体

発明者 大田 重吉・山崎 清司

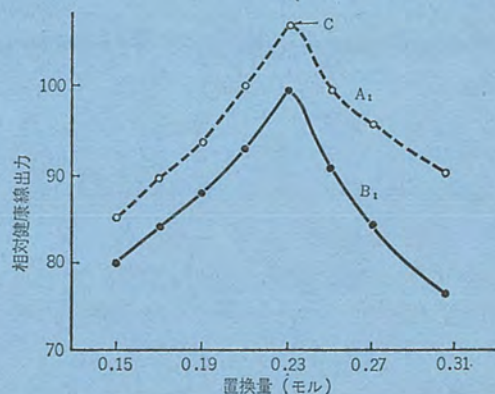
この発明は、短波長の紫外線にて励起させることにより、健康線を多量に含んだ紫外線を放射させることができる新規なけい光体に関し、正りん酸カルシウム中のカルシウムの一部をマグネシウムにて置換したものを基体とし、これをタリウムで付活したものである。

図示のグラフにおいて、曲線A<sub>1</sub>は、基体中のカルシウムの一部をマグネシウムで置換したこの発明のけい光体の特性を、また曲線B<sub>1</sub>は、基体中のカルシウムの一部を亜鉛で置換した従来のけい光体の特性を示したものであり、その横軸はそれぞれの置換量を、また縦軸は健康線の相対出力を示したものである。このグラフから明らかなように、カルシウムの一部をマグネシウムで置換したこの発明のもののほうが、従来のものよりも健康線の出力が大幅に増大している。

なお、この発明のけい光体は、その置換量が0.15モル未満では出力が相当低下して実用上好ましくなく、また置換量が0.30モルより多くてもその出力が低下して実用上好ましくないことから、基体中

のカルシウムの0.15~0.30モルをマグネシウムで置換したものを基体とするのが望ましい。

(特許第590728号)(大須賀記)



## MELCOM-70 の主記憶装置

蒲生 容仁\*・南部 元\*・松本 典明\*  
加茂 正義\*・田中 立夫\*  
水上 益良\*\*

## Main Memory of MELCOM-70

Kamakura Works Yoshimi GAMÔ・Hajime NAMBU・Noriaki MATSUMOTO  
Masayoshi KAMÔ・Tatsuo TANAKA  
Sagami Works Masura MINAKAMI

A minicomputer MELCOM-70 has the main core memory of type 3D3W. The brief description of it is as follows: (1) memory capacity.....4k~32k words, 17 bits/word (2) cycle time.....800 ns (3) working temperature.....0°~60°C (4) dimensions.....310×430×15/4k words. Differing from the old core memory, it has many features mentioned below, and is small sized and of high speed. In addition, its productivity, maintainability and reliability are all very high. Other features worthy of mention are: (1) mounting 4k words×17 bits on a single large card (2) employment of 3D3W planer stack (3) employment of 17 mil core (4) unbalanced drive system with two-diode matrix (5) memory circuit of IC construction and use of integrated parts (6) timing generating circuit and current limiting resistors used in common.

## 1. ま え が き

ミニコンピュータ MELCOM-70 の主記憶装置は 3D3W 方式のコアメモリであり、その仕様は下記のとおりである。

記憶容量: 4k語~32k語 (4k語単位で増設可能)

17ビット/語 (パリティ1ビットを含む)

サイクルタイム: 800 ns

アクセスタイム: 290 ns (最大)

使用温度: 0~60°C (駆動電流の温度補償付き)

使用電源: +20V, +16V, +5V および -5V

寸法: 310×430×15/4k語

このメモリは、今までのコアメモリと違って、次に述べるように多くの特長を持っている。

## (1) 大形カード

主メモリの基本構成単位である 4k語×17ビットを1枚の大形カードに実装し、小形化および高信頼度化を図っている。

## (2) 3D3W プレーナスタック (planar stack)

ヘリッポン方式、折返し編組、両面実装などにより、小形化および高信頼度化を実現している。

## (3) 17 mil コア

3線式にすることにより 17 mil コア (中温度範囲用) の使用が可能となり、高速化が実現されている。

## (4) 2ダイオードマトリクス 不平衡駆動方式

編組方式の改良、駆動電圧の低下などにより誘導ノイズが減少し、この方式の採用が可能となった。その結果、部品数が大幅に減少し、小形化および高信頼度化が実現された。

## (5) 周辺回路の IC 化

XY 駆動系の全面的 IC 化のほか、半導体・抵抗・トランス・コンデンサなどの複合部品を積極的に採用し、小形化・高信頼度化に加えて生産性の向上を図っている。

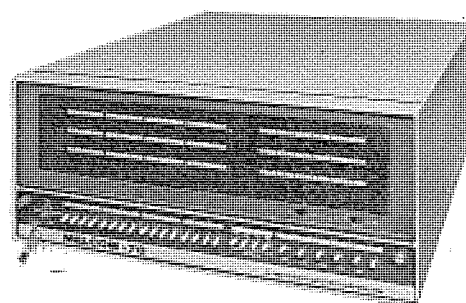


図 1.1 MELCOM-70 MELCOM-70.

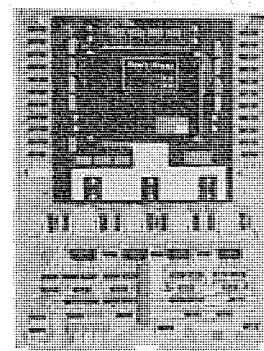


図 1.2 メモリカード CM1 Memory card CM1.

## (6) 共通部分の一括化

タイミング発生回路は CPU 内に、電流制限抵抗はきょう (筐) 体の最下段の RS1 カードに実装することにより、増設時の小形化を図っている。

図 1.1 は MELCOM-70 の外観であり、図 1.2 はメモリカードである。以下に、構成法・コアスタック・周辺回路・特性等について述べる。

## 2. 構 成 法

MELCOM-70 の主記憶装置は、メモリカード (CM1)、電流制限抵抗カード (RS1)、タイミング発生回路 (P11) および電源によって構成

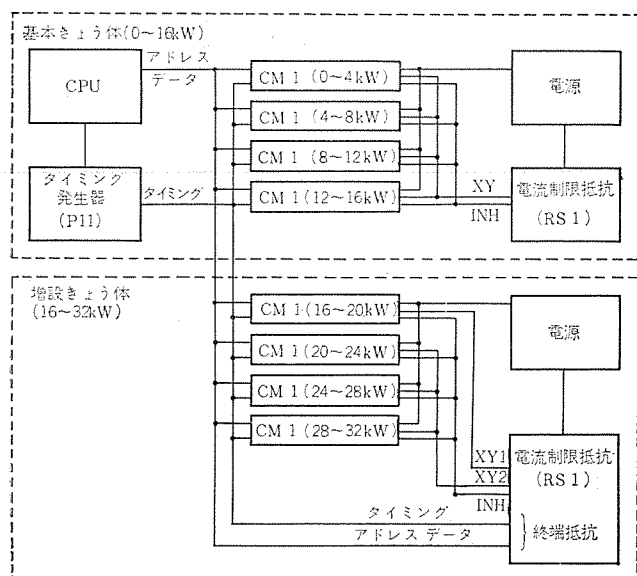


図 2.1 32k 語の場合の構成例  
Example of a 32kW system.

される。図 2.1 に 32k 語の場合の構成例を示す。RS1 は各きょう体に 1 枚必要であるが、P11 は全体で 1 枚あればよい。

### 3. 実 装 法

図 3.1 に示すように、カードはきょう体の後側から実装される。基本きょう体には CPU カードが 5 枚と RS1 が 1 枚実装されるほか、CM1 または I/O カードが 5 枚まで実装できる。したがってメモリは 20k 語まで増設できる。増設きょう体には、RS1 のほかに、CM1 または I/O カードが 10 枚まで実装できる。したがって、32k 語に増設するには、増設きょう体が 1 個あればよい。

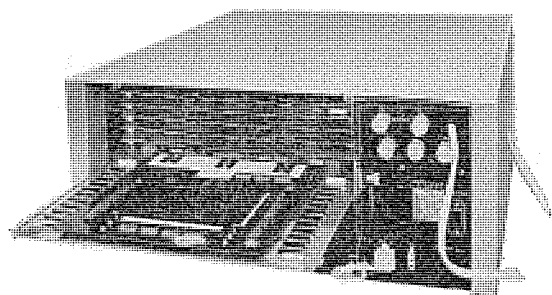


図 3.1 カード実装法  
Cards inserted from rear side.

### 4. コアメモリスタック

#### 4.1 3D3W 方式とは

従来の 3D4W (三次元選択 4 線式) 方式におけるセンス線とインビット線を共通にして、編組線を 1 本減らしたもので、その構成法の概略を図 4.1 に示す。X 線および Y 線は 4 線式の場合と全く同じである。共通化されたセンス/インビット線は両端と中央の 3 端子が出ている。インビット電流が流れたときのノイズを最小限に押える必要があるため、3D3W 方式では特に編組をきれいにし、センス/インビット線のバランスを良くする必要がある。

#### 4.2 特 長

- (1) 外径 17 mil の中温度範囲用コアを使用したので高速である。
- (2) 図 4.2 に示すヘリングボーン (Herring bone) 編組方式を採用したので、従来の方式に比べて 2 倍以上実装密度が上がっている。

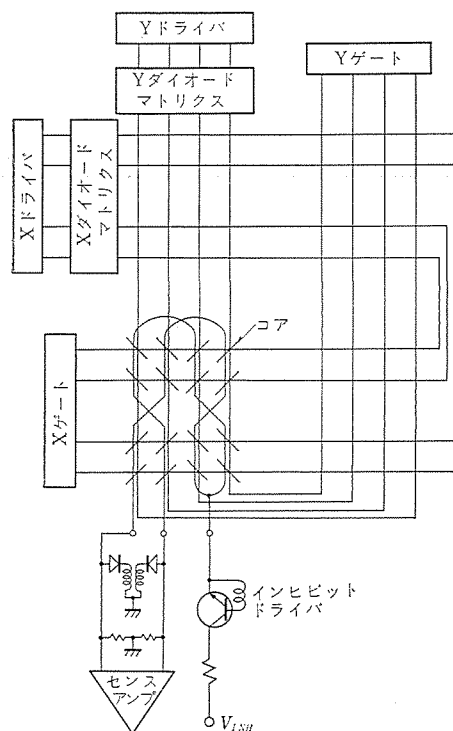


図 4.1 3D3W メモリスタックの構成法  
Constitution of 3D3W memory stack.

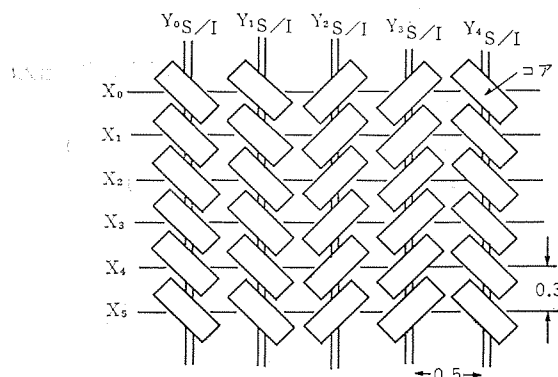


図 4.2 ヘリングボーン方式  
Herring bone structure.

その結果、小形の プレーナスタック が実現された。

(3) 折返し編組方式により、X 線と Y 線は複数ビットを 1 本の線で編組している。このため、従来の方式に比べてハンダ付け点数が減り、信頼度が向上している。

#### 4.3 構 造

図 4.3 に示すように、基板の両面におおの 8 ビットおよび 9 ビットを実装した プレーナメモリスタック である。基板の周辺には、マトリクス用の IC ダイオードのほか、周辺回路との接続用コンタクトがある。コア部には保護板が表裏とも付いている。編組線はコーティング材およびシリコンゴムで全体にわたって固定されているので、断線はほとんど起こり得ない。CM1 への取付けは モジュールヘッド (Burndy 社製) によるねじ止めである。

### 5. CM1

図 1.2 に示すように、CM1 は、MELCOM-70 用に設計されたコアメモリカードであって、4kW×17 ビットの プレーナスタック とその周辺回路を 1 枚の基板にとう (搭) 載している。周辺回路は、タイミング系・X 系・Y 系・センス系・インビット系に分けられる。これをブロック図

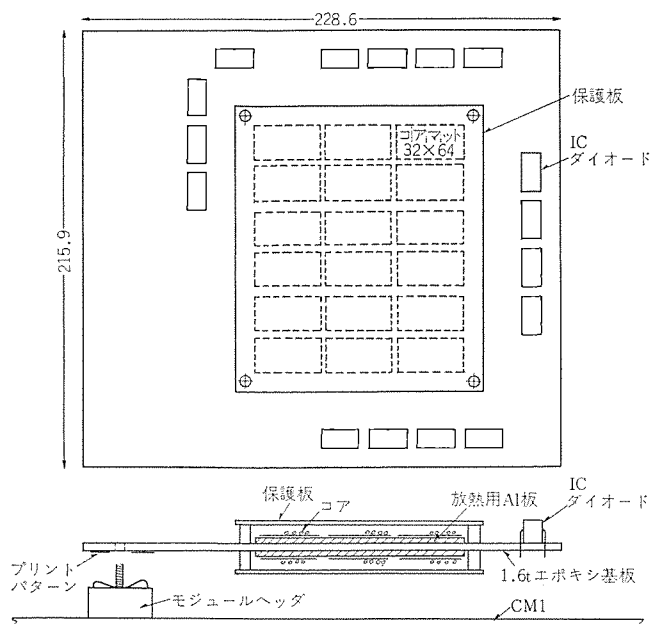


図 4.3 コアメモリスタックの構造  
Structure of core memory stack.

で示したのが図 5.1 である。図 5.2 は CM1 上での周辺回路の配置を示す。

CPU から送られてくるメモリタイミングは、次の 5 種類である。

- (1) MRT1L : 読出しタイミング (ゲートタイミング)
- (2) MRT2L : 読出しタイミング (ドライブタイミング)

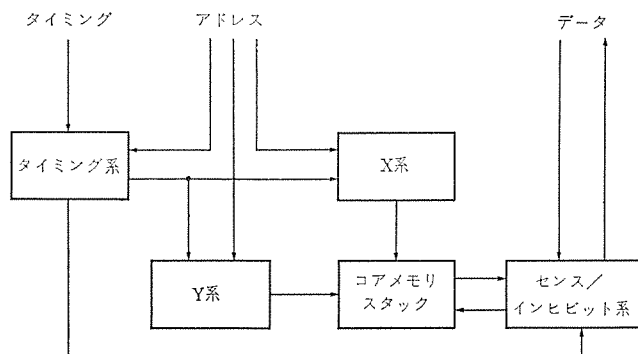


図 5.1 CM1 ブロック図 Block diagram of CM1.

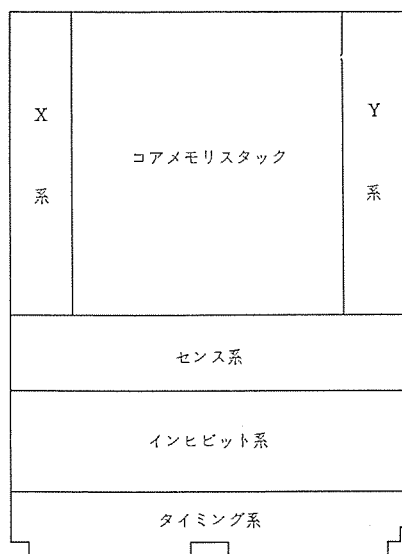


図 5.2 周辺回路の配置  
Allocation of memory circuits.

- (3) MSTL : ストローブタイミング
- (4) MWTL : 書込みタイミング
- (5) MITL : インヒビットタイミング

これらの関係を図 5.3 に示す。

メモリ動作は次のようにして行なわれる。X 読出し電流および Y 読出し電流の電流一致によって読み出されたコア出力は、増幅され、ストローブされて、読出しデータとして CPU へ送られる。また、CPU から送られてくる書込みデータと MITL によって、“0”を書き込みたいビットにインヒビット電流が流れる。ほぼ同時に、MWTL によって X 書込み電流および Y 書込み電流が流れ、この三つの電流によって“1”または“0”が書き込まれる。

診断機能としては、リファレンス (reference) 電圧マージン試験のためのリファレンス電圧切換え回路がある。

増設時のアドレス設定は CM1 上の 4 個のスイッチによって行なわれる。したがって、CM1 は 16 枚まで増設が可能である。

以下に周辺回路の各部を説明する。

### 5.1 タイミング系

CM1 のタイミング系の主たる機能は、図 5.4 に示すメモリ選択回路でメモリ選択信号 MSELH を発生することである。この信号で、CPU から送られてくるすべてのメモリタイミングをゲートすることによ

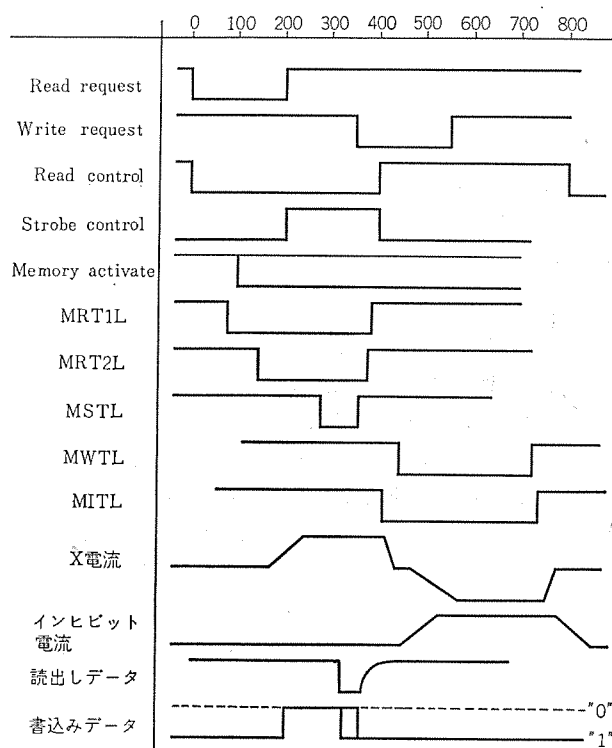


図 5.3 メモリタイミングチャート  
Memory timing chart.

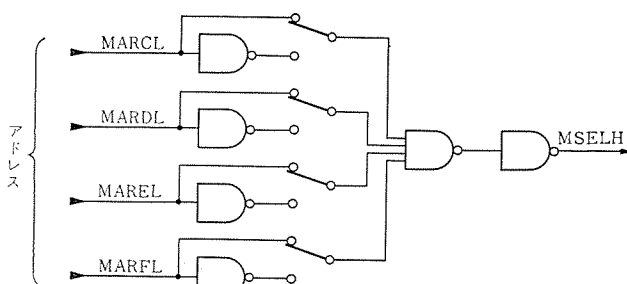


図 5.4 メモリ選択回路  
Memory select circuit.

って、選択された CM1 のみを動作させる。CPU から送られてくる 16 ビットのアドレスのうち、下 12 ビットは CM1 内での番地選択に用いられる。したがって、上位の 4 ビットでメモリ選択信号が作られている。

## 5.2 X/Y 系

X 系、Y 系はおのの X 電流、Y 電流を流す回路である。図 5.3 に示すように、書き込み電流は読出し電流と逆極性で、大きさおよびパルス幅は読出し電流に等しい。X 系と Y 系の回路方式は同一で、TI 社製メモリドライバ用 IC の SN75325 N が用いられている。図 5.5 に X 系の動作原理を示す。

コスタックの X/Y 線は  $8 \times 8$  の 2 ダイオードマトリクス構成になっている。X/Y 線の 1 本に電流を流すためには、図示のように、ソース回路とシンク回路がおのの 1 回路ずつ必要である。SN75325 N はソース回路とシンク回路をおのの 2 個ずつ持っているので、X 系と Y 系のドライバはおののわずか 8 個の IC で構成される。

X 電流は次のようにして流れる。まず、CPU から送られてきたアドレスのうち、6 ビット～8 ビットと 9 ビット～B ビットの 2 組は、おののデコーダ IC の SN7442 N で 1/8 デコードされる。前者の 8 本のデコーダ出力はダイオード側ドライバのアドレス入力となる。後者の 8 本のデコーダ出力は、バス側ドライバのアドレス入力となる。そしてタイミング MRT1 L でダイオード側ドライバのシンク回路を開き、編組線の浮遊容量を放電した後、MRT2 L で読出し電流を流す。書き込み電流は MWTL で流される。図に示すように、読出し電流はバス側からダイオード側へ、書き込み電流は、逆にダイオード側からバス側へ流している。

Y 電流も同様にして流される。ただし、アドレスのうち 0 ビット～2 ビットと 3 ビット～5 ビットの 2 組がおののデコードされ、ダイオード側とバス側の入力となっている。

## 5.3 センス/インビット系

センス系の機能は、コスタックのセンス/インビット線に読出されるコア出力を、増幅し、ストロープし、読み出しデータとして CPU およびチャネルへ送り出すことである。図 5.6 にセンス回路を示す。読み出されたコア出力は、センス線終端に、ピーク値が約 40 mV の電圧出力として表われる。これを低域フィルタを通してセンスアンプ IC (SN7524 N) の入力とする。この IC は、振幅弁別・増幅・ストロープの三つの機能を有する。振幅弁別のためのスレッシュホールド電圧  $V_T$  は、リファレンス電圧  $V_{ref}$  から作られる。センスアンプ入力電圧が  $V_T$  より大きければ、論理レベルまで増幅されタイミング MSTL でストロープされる。このセンスアンプ出力はオープンコレクタゲートでバッファされて、CM1 出力となる。 $V_{ref}$  は  $V_{REF}$  を分圧して作られる。この  $V_{REF}$  は、スイッチで 3 段階に切り換えることができるので、容易にマージンチェックができる。

センス系には 3 種類の複合部品が用いられている。すなわち、センス線終端抵抗と低域フィルタより成る RC01、 $V_{REF}$  の分圧回路とセンスアンプの発振防止用コンデンサを複合した RC03、センスアンプ出力のつり上げ抵抗 6 個より成る RC04 がそれである。このような集積化がメモリの小形化・高信頼度化に役立っている。

インビット系の機能は、書き込みデータが“0”の場合に、センス/インビット線にインビット電流を流すことである。図 5.3 に示すように、インビット電流は X/Y 書き込み電流と逆極性で、X/Y 電流の一致による“1”書き込みを妨げるために、パルス幅も少し広がっている。

図 5.7 にインビット回路を示す。書き込みデータが“0”の場合、

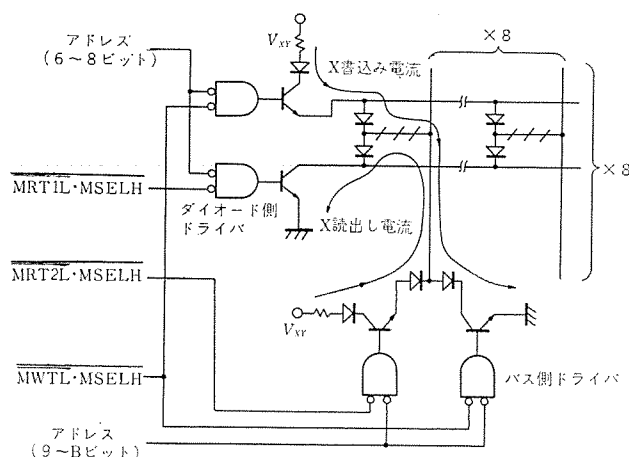


図 5.5 X系動作原理  
Schematic diagram of X drive circuit.

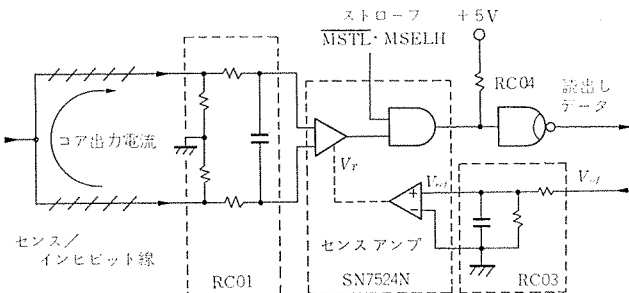


図 5.6 センス回路  
Sense circuit.

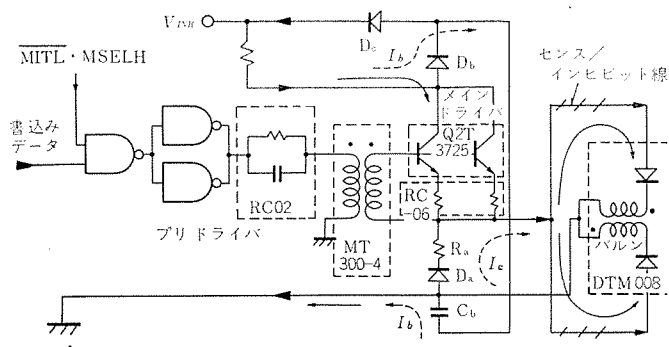


図 5.7 インビット回路  
Inhibit drive circuit.

タイミング MITL で入力ゲートが開き、ブリドライバを経て、パルス伝送 MT 300-4 に電流が流れ、メインドライバが駆動される。その結果、実線で示す電流が、インビット電源  $V_{INH}$  から電流制限抵抗とメインドライバを経てセンス/インビット線に流れ込む。この電流はセンス/インビット線の中点から流れ込むので、両方に等分されて分流する。この等分された電流がインビット電流  $I_{INH}$  である。正確に等分されるように、センス/インビット線の開放端にはダイオードを経てバルンが入れられている。分流した  $I_{INH}$  はバルンの出口で合流し、リターン電流となって、CM1 より流れ出る。メインドライバは、2 個のトランジスタを並列に使用しているので、電流バランスのためにエミッタに抵抗を用いている。

メインドライバを OFF にしたときは、 $I_{INH}$  はダイオード  $D_a$  とダンピング抵抗  $R_a$  を通ってしばらく流れる。これを破線  $I_a$  で示す。このほかに、ダイオード  $D_b$  とコンデンサ  $C_b$  を通って、破線  $I_b$  で示す電流がしばらく流れる。 $I_a$ 、 $I_b$  を流さないとスパイク電圧が発生し、メインドライバが破壊されるおそれがあるほか、インビットノイズが大きくなる。

インビット系でも各種の複合部品が用いられている。メインドライバとしての複合トランジスタ Q2T 3725 およびそのバース抵抗 RC 06, ベース電流回路の RC 02, 4個のバーストランスを複合した MT 300-4, そしてダイオード10個とバース5個を複合した DTM 008 がそれである。その結果、インビット系も従来のものに比べて非常に小形になっている。

## 6. タイミング発生回路

すでに述べたように、タイミング発生回路は CPU 内にあって、図 5.3 に示すように、5種類のメモリタイミングを発生して CM1へ送っている。図 6.1 にタイミング発生回路を示す。この回路の入力信号は次の5種類である。

- (1) Read Request
- (2) Write Request
- (3) Read Control
- (4) Strobe Control
- (5) Memory Activate

Read Request は読出しタイミングパルス (MRT1L, MRT2L, MSTL) を作り、Write Request は書込みタイミングパルス (MWTL, MITL) を作る。Read Control は、読出しタイミングパルスと書込みタイミングパルスの弁別信号であり、Strobe Control はストローブタイミング MSTL のゲート信号である。Memory Activate は先取制御のための信号である。これらの入力信号と出力信号の関係は図 5.3 に示されている。

動作原理は次のとおりである。

- (1) 短い遅延線 (100 ns×2) で長い時間 (800 ns) の制御を行なうために、Read Request と Write Request は OR される。
- (2) 両 Request 信号は feed back loop を有する遅延回路で一定パルス幅に整形される。この整形されたパルスを Basic Timing と名付ける。パルス幅は、BT 端子と遅延線端子の接続を変えることにより可変である。図 6.2 に、両 Request 信号と Basic Timing の関係を示す。Basic Timing のパルス幅を  $T_B$ , Request 信号のパルス幅を  $T_R$ , Read Request と Write Request の間隔を  $T_I$  とすると、 $T_B \leq T_R$  および  $2T_B \leq T_I$  なる関係が成立せねばならない。
- (3) 各出力信号は、遅延線で適当な時間だけ遅延した Basic Timing を AND または OR して作られる。
- (4) このままでは、各出力信号が、間隔  $T_I$  で2度発生するので、Read Control または Strobe Control によって必要なほうだけ

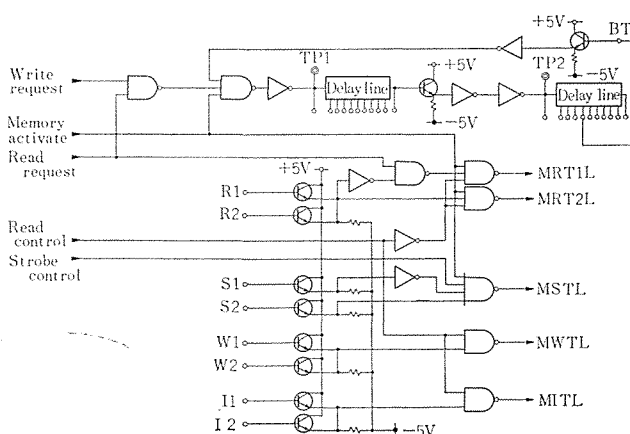


図 6.1 タイミング発生回路  
Timing generator.

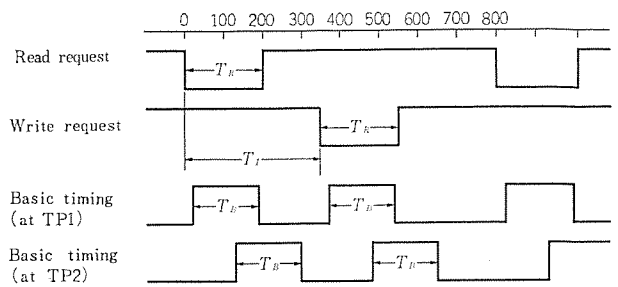


図 6.2 ベーシックタイミング  
Basic timing.

をゲートして取り出す。

(5) アクセスタイムを短縮するため、Request 信号の発生は先取りして行なわれる。したがって、メモリアクセスをしてはいけないサイクルでは、Memory Activate 信号によって MRT2L 以後のメモリタイミングの発生を阻止する。

## 7. RS 1

図 7.1 に RS 1 を示す。

RS 1 の機能は二つある。一つは、すでに述べたとおり、コアメモリの電流制限抵抗カードとしての機能であり、他の一つはきょう体間接続のためのインタフェースとしての機能である。信号線の終端機能も後者に含まれる。ここでは前者について述べる。

5.3 節で述べたように、3D3W 方式ではインビット電流の2倍の電流が電流制限抵抗を流れる。したがって、消費電力は従来の方式に比べて相当大きい。これが電流制限抵抗を CM1 から分離した理由の一つである。

XY系の電流制限抵抗は2組用意されている。増設きょう体では、最大10枚まで CM1 を増設することができるが、これを1組の抵抗に接続すると、抵抗とドライバ間のパターンの浮遊容量が大きくなり、読出し電流波形に影響が出るおそれがある。したがって、1組の抵抗には最大5枚までしか CM1 が接続されないようになっている。各組に、X系、Y系それぞれ1個ずつ電流制限抵抗が必要なので、全体で4個の抵抗が必要である。RS 1 では、4本の巻線抵抗が集積されたメタルクラッド抵抗を使用している。XY系には、このほかに補正用の抵抗とクランプ用のダイオードが取付けられている。電流経路は、往復電流がループを作らないように注意が払われており、ほかの回路にノイズを誘導しないようになっている。

インビット系の電流制限抵抗は、各きょう体内で1ビットにつき1個使用する。すなわち、全部で17個の抵抗を使用する。インビット系でも、XY系と同種のメタルクラッド抵抗を使用しており、このほか

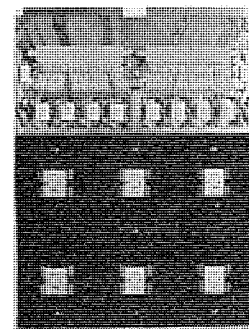


図 7.1 電流制限抵抗カード RS 1  
Resistor card RS 1.

に、補正用の抵抗とスピードアップ用のコンデンサが取付けられている。電流経路に対しても、XY系と同様の注意が払われている。

RS1で消費される電力は全体で40W程度になるので、温度上昇を避けるために、厚さ1.6mm、大きさ300×250のアルミ板を放熱板として使用する。その結果、温度上昇は少なく、使用上の問題はなくなった。

## 8. 検 査 法

コアメモリの検査は、中間検査としてのカード検査およびマージン検査、ならびに出荷検査の3段階に分けられる。

カード検査は、CM1のコアスタックを除いた周辺回路を検査するもので、MELCOM-9100-5により計算機制御されるカードテストを用いて行なわれる。このカードテストは、すべての論理回路およびリニア回路の故障診断を行なって不良部品を指摘することができるほか、故障データの集積および分類ができる。故障診断の方法は次の手順で行なわれる。

(1) CM1の接せん(栓)およびモジュールヘッドにアダプタを接続し、コア出力を模擬した信号をはじめ、メモリアイミング・アドレス信号・書込みデータ等を与える。

(2) テスタに内蔵されている、Digital read out sampling headにより、入力信号と、それに対応する出力信号の振幅、パルス幅、伝ば(播)遅延時間を測定し、故障を調べる。

(3) 故障が表示された回路については、計算機から指示されたICの入出力信号を、ICクリップを用いてテストへ入れる。

(4) 故障部品がすべて指摘されつくすまで(3)を繰返す。

正常なCM1の場合は、約30秒でカード検査が終了する。故障部品が多いカードでも、数分で検査は終了する。

マージン検査は、コアスタックと組合せられたCM1が、必要な動作マージンを有するかどうかを検査するもので、メモリテストを用いて行なわれる。図8.1にメモリテストを示す。このメモリテストの特長は次のとおりである。

- (1) アドレス : 16ビット
- (2) データ : 16ビット+1パリティビット
- (3) サイクルタイム : 0.5μs~1.5μs
- (4) 記憶パターン : All 1, All 0, WCP (Worst Case Pattern) WCP, Address
- (5) 動作モード : Store, Fetch, Bit complement, Slow
- (6) 電圧切換 : ±5V電源電圧を独立に±5%変化させる。XY電源電圧を検査中に変化させて、いわゆるCross operation testを行なう。
- (7) その他 : 50°Cでのマージン検査用の簡易恒温そう(槽), オシロスコープ, DVM, 差動プローブ, などを内蔵。

このようにメモリテストは非常に豊富な機能を有しているが、正常なCM1のマージン検査は、25°Cおよび50°Cにおいて、WCPおよびWCPパターンのBit complementモードでCross operation testのみを行なう。その他の機能は、不良品の検査の際に威力を発揮する。Cross operation testでは、XY電流を最もきびしい組合せで±15mA変化させているので、25°Cにおいて、ストロブ時間-リファランス電圧マージンが28ns×6mVあれば合格としている。

出荷検査はメモリテストプログラムによるgo/no go検査である。メモリテストプログラムは、最悪パターンを書き込んだ後、注目コアの近傍をアクセスすることによって外乱を与えて検査をするプログラムである。

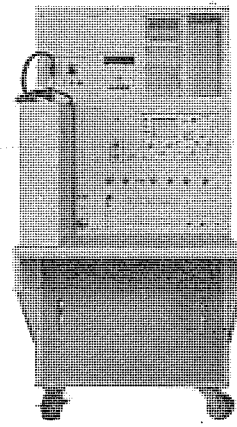


図 8.1 メモリテスト  
Memory tester.

5.3節で述べたリファランス電圧切換スイッチで、必要マージンの上限と下限の $V_{REF}$ に設定したうえで、メモリテストプログラムが通れば合格としている。

## 9. 諸 特 性

CM1の温度特性をはじめ電流特性・パルス幅特性・Cross operation 特性について述べる。

### 9.1 温度特性

図9.1に、駆動電流と温度の関係を示す。実線はMELCOM-70における設定値である。必要マージンが取れる電流範囲を斜線で示した。斜線領域の上限はコアのブレイク電流で決まり、下限は“1”出力が規格以下になる点である。ただしインヒビット電流はXY電流の75%または80%で、マージンの狭いほうをグラフにした。図9.2は、25°Cにおける代表的なCM1のストロブ時間-リファランス電圧マージンで、中央の斜線領域は必要マージンを示す。

### 9.2 電流特性

図9.3に、XY電流とコア出力電圧の関係を示す。ただし、この章で述べるコア出力電圧とは、マージン検査の際に測定されるリファランス電圧の“1”レベルおよび“0”レベルを意味する。“1”レベルが400mAで飽和するのは、電流がふえるとコア出力のピーク時間が早くなり、固定されたストロブ時間よりも前に、コア出力のピーク時間が移動するためである。すなわち、図9.3は、コア出力のピーク値を示したものではない。測定条件は、25°Cで、インヒビット電流はXY電流の75%であり、記憶パターンはWCPまたはWCPで、動作モードはBit complementである。

図9.4に、インヒビット電流とコア出力の関係を示す。測定条件は“1”レベルが $I_{XY}=380\text{mA}$ 、“0”レベルが $I_{XY}=420\text{mA}$ である。 $I_{INH}/I_{XY}$ が小さいほどマージンが広いが、あまり小さくするとBreakするので、設定点は $I_{INH}/I_{XY}=0.775$ とした。従来のコアメモリでは、この値は0.9程度であったが、18ミル以下の高速コアでは、この値が小さくなるのが一般的傾向である。

### 9.3 パルス幅特性

図9.5に、XY電流パルス幅とコア出力の関係を示す。測定条件は“1”レベルが $I_{XY}=380\text{mA}$ 、“0”レベルが $I_{XY}=420\text{mA}$ 、 $I_{INH}/I_{XY}=0.75$ 、温度は25°Cである。パルス幅が160ns以上では“0”レベルは変わらない。“1”レベルはパルス幅が広いほど高い。コア出力のピーク値は170nsで飽和するが、スイッチング時間はパルス幅が広いほど大きくなる。したがって、コア出力のピークよりも後方でスト

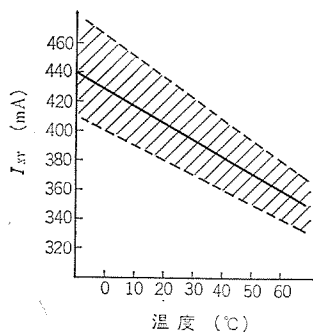


図 9.1 温度特性  
 $I_{XY}$  vs. Temperature.

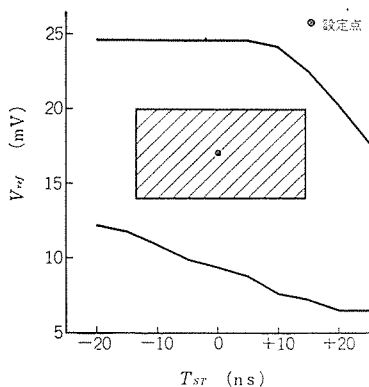


図 9.2 ストロブ時間-リファレンス  
電圧マージン  
Strobe time-reference voltage  
margin.

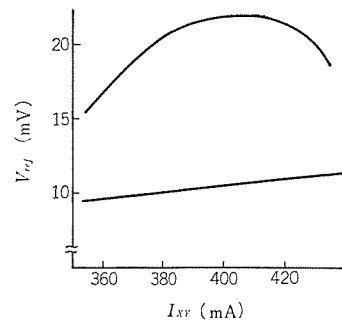


図 9.3 XY 電流特性  
XY current characteristics.

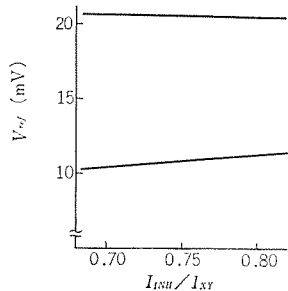


図 9.4 インヒビット電流特性  
Inhibit current characteristics.

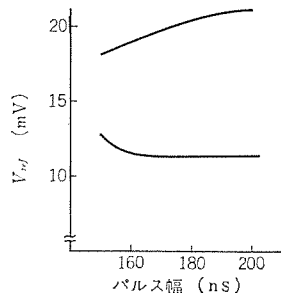


図 9.5 パルス幅特性  
Pulse width characteristics.

ロ-ブすると、図のような特性が得られる。サイクルタイムとの関係で、設定点は 180 ns に選ばれている。

#### 9.4 Cross operation 特性

8 章で述べたように、Cross operation test はマージン検査中に、XY 電流を  $\pm 15$  mA 変化させるものである。電流を変化させるモードは、“0” の読出し、書込みは大きいほうの電流で行ない、“1” の読出し、書込みは小さいほうの電流で行なう。CM1 の中間検査はこの方法で行なわれている。

#### 9.5 駆動電流とコア出力波形

図 9.6 に、読出し電流とコア出力波形 (WCP・Bit complement) を示す。

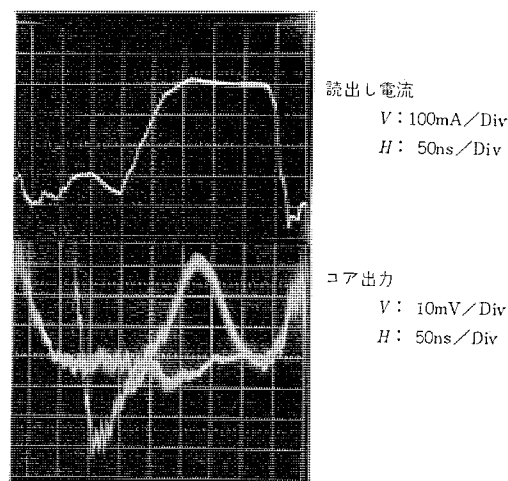


図 9.6 読出し電流とコア出力波形  
Waveforms of read out current and output.

タック・周辺回路および諸特性について述べた。IC メモリが実用されはじめた今日、コアメモリには、不揮発性と安価であるという長所のほかに、高速化・小形化・高信頼度化がいつそう要求されている。IC メモリとの競合の過程において、これらの技術がさらに進歩することが期待される。

最後に、本記憶装置の開発にご協力下さいました各種部品メーカーおよび当社の関係各位に深謝の意を表す。

## 10. む す び

以上、MELCOM-70 主記憶装置に関し、その特長・構成・コアス

## MELCOM-70 のミニコンパイラ

出口 博章\*・多田 靖幸\*・佐立 良夫\*

## Minicom compilers of MELCOM-70

Kamakura Works

Hiroaki DEGUCHI・Yasuyuki TADA・Yoshio SADACHI

One of the attractive point of the minicomputer is its inexpensive price. However, most of compilers available nowadays require the main memory of large capacities or external memories. Moreover, they deliver object programs to be loaded on main memory for execution again. This poses problems in the point of prices and operation. When it is necessary to process a good number of programs one after another as is used in schools or institute classes, the core resident type processor which permits compile-and-go operation is persistently demanded.

This article is a report on the development of a minicompiler MELCOM-70 having good performance to meet the objective given above.

## 1. ま え が き

MELCOM-70 は、処理速度・コスト・パフォーマンスなどの面で最新鋭の性能をもつミニコンピュータ(ミニコン)として、昨年秋デビューした。ミニコンは現在まで実に多くの種類のものが製造・販売され、さらに将来においてもその応用分野が拡大され、生産台数もふえるものと予想されている。

ミニコンに備わるソフトウェアも各社多種多様であり、基本ソフトウェアからアプリケーションソフトウェアに至るまで、数多くのプログラムが開発されているが、それらのものをながめてみると、ミニコンはハードウェアが小形であるから用意されるソフトウェアも小規模でよいということには、必ずしもならないようである。むしろユーザの側からすれば、通常の計算機のオペレーションや言語プロセッサのイメージや習慣から、ミニコンを提供する側にとってかなりきびしい条件を要求しがちである。FORTRAN が装備されているといえ、カタログに書いてあるメーカーが出荷する最小のハードウェア構成で動作することが、必ず(須)条件となるのである。

われわれは、このような状況の中から MELCOM-70 に備わるべきものとして

(1) 言語プロセッサとしては、FORTRAN が優先的に要求される。

(2) 同じ FORTRAN でも、使い方・オペレーション・機能・コアメモリの大きさ・入出力機器構成などによって何種類ものプロセッサが要求される。

という観点から、次のようなシステムを計画し、開発に着手した。

- (a) BASIC
- (b) 4k FORTRAN

コアメモリ 4k 語 + 入出力タイプライタの最小構成で動作可能で、おもに教育実習用

- (c) 8k FORTRAN……技術計算用
- (d) リアルタイム FORTRAN

プロセスコントロール、技術計算用、コアメモリ 12k 語で動作可能 BASIC、4k FORTRAN は開発を完了し、か(稼)動している。他は本年末にデバッグ完の予定である。

本文ではこのうち、BASIC、4k FORTRAN を取り上げ、ME

LCOM-70 におけるミニコンパイラシステムの特長や構造などについて概説する。

## 2. 基本設計方針

## 2.1 ミニコンパイラ

通常、プログラムの作成には、FORTRAN、COBOL で代表されるコンパイラ言語を使用するのが、簡単でわかりやすいと言われている。ミニコンにおいても同じことが言えるのであるが、ミニコンの発達の経過やその使われ方から、一口にミニコンのコンパイラと言うと、言語は FORTRAN がほとんどを占めている。中には PDP-8 の DIBOL や V-620i の RPG など、外国機種では事務計算向きのコンパイラをもっているものもあるが、そのようなものは今のところ数が少ない。最近では米国のダートマス大学で開発された会話型言語、BASIC も広くミニコンに装備されてきている。

このように従来の大形や中形の計算機で使われてきているコンパイラ言語の流れは、そのままミニコンにも受継がれてきているが、一方においていわゆるミニコンの特長を生かしたミニコンパイラという、多少言語仕様や性能の面で制限のついたコンパイラ言語が、FORTRAN をベースに作成されている。ミニコンパイラの定義はむずかしいが、ここではコアメモリ 4k 語(外部記憶なし)と、入出力タイプライタだけのハードウェア構成で動作しうるコンパイラと定義しておく<sup>注1)</sup>。すなわち価格の安いミニコンのハードウェア構成を、そのまま生かして動作することである。

特にそれが常駐型のコンパイラで、システムやオブジェクトの再ロードなしで、コンパイルアンドゴーが可能であれば、教育や講習会などにおいて、多数のソースプログラムを能率よくさばくことができるという点で、非常に魅力的なものといえることができる。大形のコンピュータでは、このような常駐コンパイラで成功している例もあるが、わが国ではそういう常駐コンパイラの必要性が十分認識されておらず、特にミニコンでは、実現困難であるというふうに思われてきた。このような通念

注 1) われわれのグループで担当している FORTRAN でも、大は MELCOM-7000 の FORTRAN のように、コンパイラのみで 32 ビットコアメモリ 14k 語で動作、総ステップ数 24k 語というものから、ここで取り上げるようなコンパイラ、ライブラリ、ユーザエリア全部を含めて、16 ビットコアメモリ 4k 語というものまでであるが、後者の場合まさしくミニ FORTRAN と言うことができる。

にちょう戦する形で、昨年 ミニコン 教育用 FORTRAN コンパイラ 開発コンクール が、日本経営情報開発協会主催で行なわれた<sup>(1)</sup>。応募の時点ではまだ MELCOM-70 が発表されておらず、われわれは参加できなかったが、すでにコンクールに応募されたものの中から審査が行なわれ、最優秀作品が公表されている<sup>(2)</sup>。5章に今回われわれが開発した 4k FORTRAN の概要と、その最優秀作品との比較表を示す。

いずれにせよ メモリ 容量 4k 語 というきわめてきびしい制限の中で、どれだけの性能をもつミニコンパイラが作れるかという実現上の問題で、相当苦心してでき上がったものといえることができる。

## 2.2 設計方針

われわれのミニコンパイラは、以下にあげるような諸点を目標に設計されている。

(1) 計算機を使用する人間が、直接計算機を操作しながら、意のままに使用できるシステムであること。このためにシステムを会話型に製作する。これはユーザが身をもってマンマシンコミュニケーションを体験できるということから、教育用として使われた場合の意味も大きい。

(2) 計算機がひん(頻)繁に使用でき、さらに計算機にかけた結果がすぐ手元に入ること。コンパイラは常駐型とし、新しい仕事にかかるごとに、コンパイラまたはオブジェクトプログラムをロードしなおすという手間を省く。連続的にコンパイルアンドゴーができ、多数のプログラムを次々に処理し、計算機使用の回転率をよくする。

(3) 試行錯誤という、いわゆる教育の基本が可能であること。プログラムのエラーが、その場で(ステートメント単位で)わかり、しかも修正が簡単にできる機能をもたせる。これはプログラムを作成してから、デバッグ、完成させるまでの時間の短縮をはかるものである。

(4) 言語が簡単であること。もっともよく知られている FORTRAN をベースにし、FORTRAN プログラミングの基本が習得できるものであると同時に、さらにレベルの高い JIS 5000, 7000 の FORTRAN へ進む 1 ステップとなりうる言語体系とする。

(5) ユーザが任意の時点で、どこにも影響を与えることがなく計算機を止め、再開できること。これはプリント用紙のとりかえ、入力データの準備などへの配慮である。

(6) 経験者や熟練者にも満足いくシステムであること。コアメモリ 4k 語と、入出力タイプライタの最小ハードウェア構成で動作することが必要条件であるが、高速紙テープリーダー、パンチなどのハードウェア構成の拡張にも対処しうるものであること。さらに将来、TSS で使用できるような内部処理方式とする。

(7) プロセッサの方式は、インタプリタ方式を採用する。コンパイル方式で直接オブジェクトを機械語におとすほうが、実行時の効率はよいが、コンパイルの部分が簡単になり、機械語命令に制約があるミニコンでは、直接機械語に変換するより、中間的なコードにいったん変換し、実行をインタプリタ方式で行なうほうが容易である。

(8) 任意の時点で、ソースプログラムのリストがとれること。このような会話型のプロセッサでは、ユーザが入力するプログラムは一般に誤りが多く、ソースプログラムを入力した時点でのそのままの記録は、非常に見にくいものである。

一つのプログラムを入力し終わり、プログラムの修正なども終了した時点で、最後に正しいソースプログラムリストを再現できる機能の効用は大である。

(9) ユーザプログラムの保存の機能をもたせる。ユーザプログラムを紙テープにパンチ出力したり、パンチされたプログラムを入力して、コンパイル、

実行に容易に移すことを可能とする。

(10) 端末操作の不なれからくる人間のミスや、プログラムの誤りによって、コンパイラがこわれないようにする。

(11) ユーザエリアは、800 語内外とする。ミニ FORTRAN は、4k 語のメモリで、ユーザプログラムのエリアに割り当てられる量は少なく、800 語ぐらいでユーザプログラムのステップ数に換算すれば 100 ステップぐらいで、一般の技術計算としての実用性からは疑問がある。しかしながら、数は多いが、一つ一つのプログラムは割合小さい場合が多い、高校の教育用 FORTRAN としては、十分使用できると考えられる。メモリの増設が行なわれれば、ただちにそれに比例したユーザエリアの拡張ができるよう考慮する。

## 2.3 言語仕様

現在世の中でか動しているミニ FORTRAN の言語水準は、JIS 3000 レベルを目安としているものが大部分であるが、それを完全に満足するものは、ほとんどないようである<sup>(4)</sup>。

われわれの 4k FORTRAN においても、次のような考え方で言語仕様が設定されている。

(1) ステートメントの書き方は、フリーフォーマットとする、ミニコンのようにプログラムの媒体として、カードより紙テープを多く使う場合は、ソースプログラムがカラムを意識せずに書けるメリットは大きい。反面、注釈行や文番号を区別するため、特殊文字を使うなどの手当てが必要である。

(2) 英字名の字数は最大 4 文字 (JIS 3000 では 5 文字) とし、コンパイラの前予約語を設ける。この制限によりコンパイラのシンタックス解析の部分が簡単にでき、使用上からも大きな制限とはならない。ミニコンパイラのほとんどが、このような制限をもっている。

(3) 手続き副プログラムを除く。この機能の削除は言語仕様上のスペックダウンである。しかし副プログラムは、CALL 文、SUBROUTINE 文、FUNCTION 文、RETURN 文、さらに COMMON 文の処理というように、一挙にコンパイラの仕事量がふえて、コンパイラを所定のメモリサイズの範囲に納めるのが困難となる。

(4) 添字、DO パラメータ、入出力リストに算術式を書けるようにする。この拡張は、ほとんど代入文における算術式の扱いと同じように処理でき、コンパイラの負担にはならない。

## 2.4 操作性

ミニコンにおけるコンパイラを、

非常駐型  
常駐型 [ コンパイル アンド ゴー 型  
          会話型 ]

というタイプに分類すると、それぞれの型で、プログラムのコンパイルから実行に至る過程が特長づけられる。

非常駐型の場合は、コンパイラが目的プログラムを一度外部記録またはペーパーテープに出力し、実行時にあらためてコアメモリにサブルーチンとともにロードするというタイプである (図 2.1)。

この方式は、一つ一つのプログラムは割合小さいが、数多くのプログラムを処理しなければならない教育実習などには不向きである。

常駐型のうちコンパイル アンド ゴー型は、システムをこわさずにコアメモリに常駐させ、オブジェクトプログラムを出力せず直ちに実行に移すことができる方式のもの (図 2.2) で、この場合は教育実習という目的を一応は満足している。

われわれの会話型はプログラムを実行し、計算結果を見て、もし誤りがあれば、ソースプログラムを再入力することなく、修正・再実行を

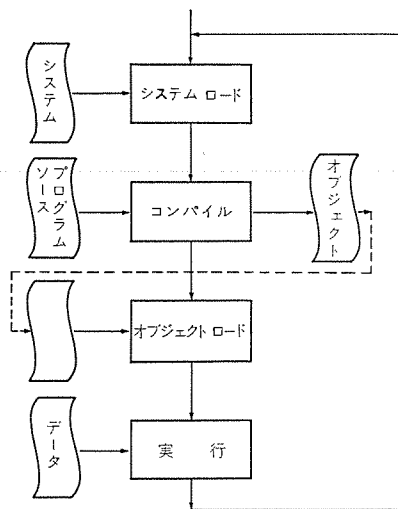


図 2.1 非常駐型  
Non-resident type.

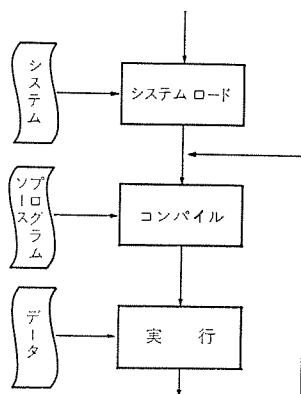


図 2.2 コンパイルアンドゴー型  
Compile-and-go type.

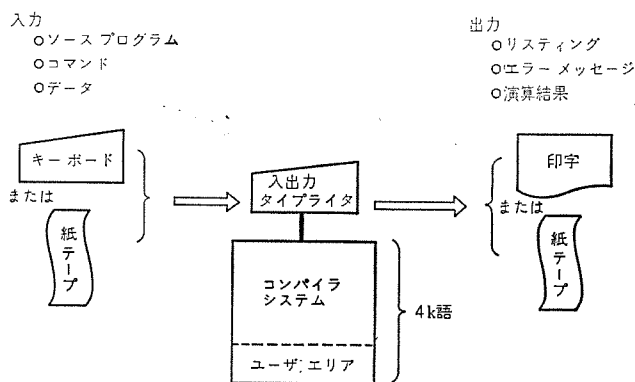


図 2.3 MELCOM-70 会話型コンパイラシステム  
MELCOM-70 conversational compiler system

くりかえし、最後に完了したソースプログラムのリストやパンチを行なうことができる。すなわち操作面からは、コンパイルアンドゴー型よりは使いやすく、したがって教育用としては、会話型のほうがすぐれている。

MELCOM-70 ミニコンパイラは会話型のコンパイラシステムである（図 2.3）。

### 3. プロセッサの概要

#### 3.1 コンパイラの処理方式

一般に言語プロセッサは、コンパイル方式とインタプリタ方式があるが、MELCOM-70 ミニコンパイラでは、会話型で使用できるようにするた

めに、インタプリタ方式を採用している。すなわち図 3.1 に示すように、キーボードまたは紙テープリーダーから入力されたソースプログラムは、エディタ・ランチャーによって簡単な変換が行なわれ、オブジェクトコードとテーブル類に分解される。同時にここでエラーチェックも行なわれている。このオブジェクトコードとテーブルは、LIST コマンドによって、任意の時点で逆変換されて、ソースプログラムリストとして、プリントできる形となっている。オブジェクトコードは、RUN コマンドを入力すると、インタプリタによって解釈が開始される。インタプリタは、各種のスタックを使用しながら、実行を進めていく。

この方式の利点は、

- (1) オブジェクトコードを、ソースプログラムのリスティングに逆変換できる形にすることができる。
- (2) ステートメントの種類があまり多くないミニコンの言語では、インタプリタの負担は大きくならない。
- (3) いったん入力したプログラムの修正・追加・削除が簡単にできる。反面、このようなインタプリタ方式の欠点は、実行速度が遅いということがあげられる。

#### 3.2 テーブルとオブジェクトの構造

##### (1) 変数名テーブル

変数名を表わす英字名コードと、変数名の属性を示す情報で構成される。変数エリアは、変数名テーブルのポインタによって示す方法（BASIC）と、変数名テーブルの直後に割付ける方法（4k FORT-RAN）とがとられている。（図 3.2, 3.3 参照）

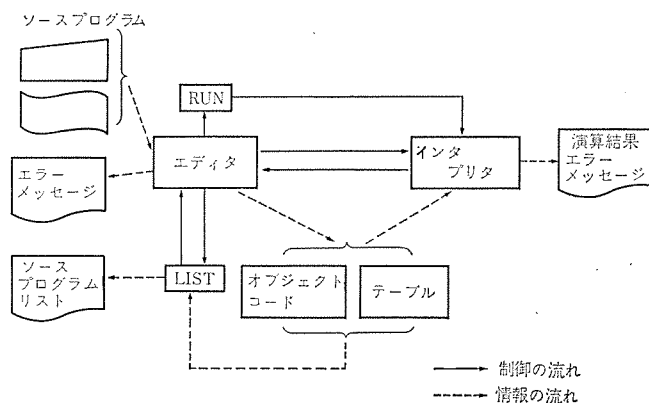
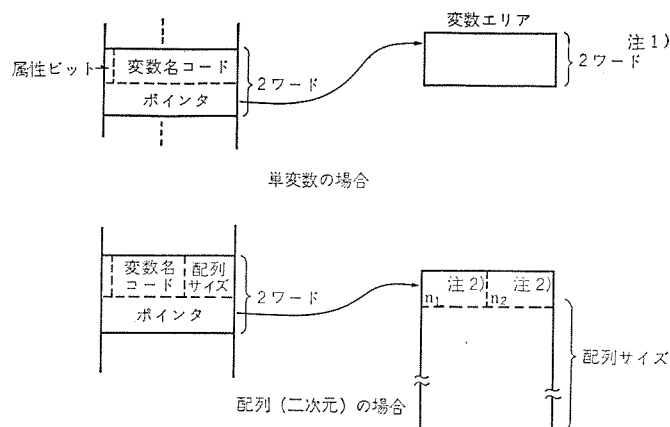


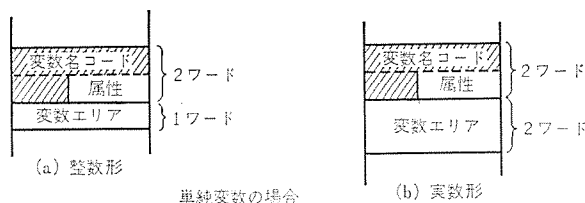
図 3.1 プロセッサ概要  
Outline of processor.



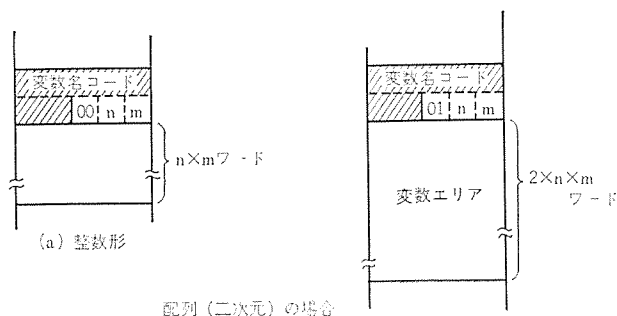
注1) BASICでは整数形・実数形のデータの形は区別しない

注2)  $n_1, n_2$ は各次元の大きさを示す; DIM ( $n_1, n_2$ )

図 3.2 BASIC 変数テーブル  
BASIC symbol table.



単純変数の場合  
DIMENSION A(n,m)



配列 (二次元) の場合  
図 3.3 4k FORTRAN 変数名テーブル  
4k FORTRAN symbol table.

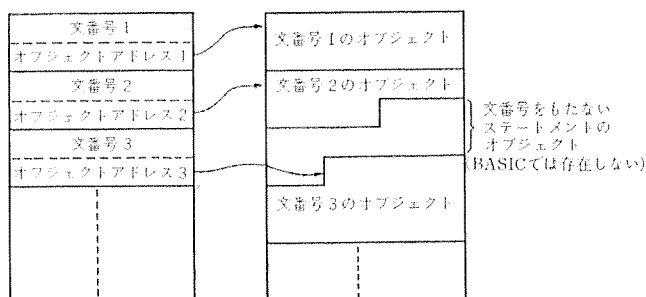


図 3.4 文番号テーブル  
Statement number table.

## (2) 文番号 テーブル

文番号 テーブル は、オブジェクトの生成される順に並んで作られる。BASIC 場合の文番号 テーブル は、したがってその昇順に作られ、4 k FORTRAN の場合は、必ずしも昇順ではないが、ステートメントが入力された順に作られる。プログラムの修正などにより、途中で新しいステートメントが入ってきたり、消去されたりしたときは、このテーブルはオブジェクトの作られる順序に再編成され、むだなエリアが生じないように考慮されている。(図 3.4 参照)

## (3) オブジェクトの構造

オブジェクトは、次に示すようにキイコードと、いくつかのオペランドから成っている。キイコードは、コンパイラの予約語をコード化したものであり、オペランドには次の種類がある。

- (a) オブジェクトの形: キイコード, オペランド 1, オペランド 2, ……
- (b) オペランドの種類: 変数参照, 定数, 文番号, デリミタ (カンマ, (, ), エンドマーク)

キイコードは、GO TO 文, IF 文の場合をのぞいて、次のように 1 バイトのコードで表わされる。

- (a) 組込み関数: 5E~68
- (b) 各ステートメント: 4C~5D

GO TO 文, IF 文に関しては、キイコードと文番号が、図 3.5 のように表わされる。文番号をオペランドとしてもつのは、これらのステートメント だけである。

オペランドは、次のように表わされる。

- (a) 変数参照: 変数名 テーブルのポインタ (80~DE)

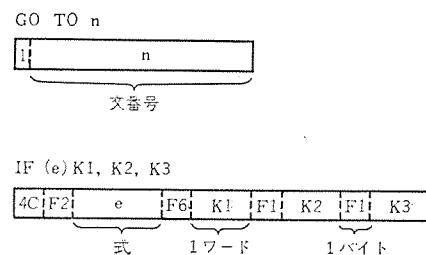


図 3.5 GO TO, IF ステートメントのオブジェクト  
Object form of GO TO and IF statement.

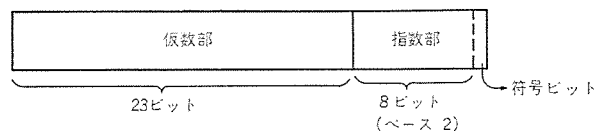


図 3.6 浮動小数点データのフォーマット  
Format of floating point data.

(b) 定数:  $\pm 0 \sim 128$  の整数は、数そのもののバイナリ数として記憶される。それ以外の整数および浮動小数点定数は、7F という 1 バイトの浮動小数点識別子を先頭にして、後 4 バイトのバイナリ浮動小数点定数がつく。(図 3.6 参照)

(c) 演算子とデリミタ: E8~FF

## 3.3 主要ルーチンのロジック

### (1) 式の解説

EL, EN という二つのスタックを使って、通常よく用いられる逐次翻訳の方法で行なう。以下 2, 3 の例について、EL, EN スタックの状態の変化を示す。

EL は、演算子と被演算子のスタックであり、EN は、一種の アキュムレータ または一時的なスタックとして使用される。

例をあげる前に、逐次翻訳の方法を簡単に説明すると、まず左からスキャンし、被演算子は EL スタックに無条件にスタックする。演算子はそれぞれ優先順位をもっており、最後にスタックされた演算子と、今、取り上げられた演算子 (カレントオペレータ) の優先順位を比較し、カレントオペレータのほうが高い場合は、カレントオペレータをスタックする。同じかまたは低い場合は、カレントオペレータが高くなるまで、スタックから取り出す作業を行なう。スタックから取り出すとき、その演算子に対する被演算子の演算が行なわれ、結果が EN スタックに記憶され、そのアドレスが EL にスタックされる。

例 1.  $B+C*D$  @ @: エンドマーク

例 2.  $B+C*(E+F)$  @

例 3.  $10+15+B*C$  [I, J] @ 注 2)

### (2) DO 文の解説

DO 文は、インタプリタによって解説されたとき、まず制御変数に初期値パラメータの値が与えられ、DO スタックが作られる。(図 3.10 参照)

DO の端末文である CONTINUE 文の解説は、図 3.11 のように行なわれる。

DO 文は、一般に入れ子構造に作ることができるが、これは、DO 文が現われるたびごとに、DO スタックを積み上げることによって行なう。

### (3) コマンドプロセッサ

注 2) 閉じカッコ ")" はスタックしない。また開カッコ "(" はカッコの左辺に対しては優先順位が高く、右辺に対しては低いという性質をもたせ、特殊に扱わなければならない。

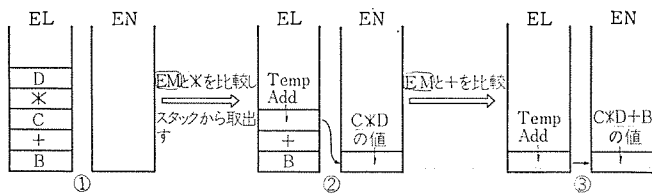


図 3.7 例1のスタックの変化  
Stack transition of example 1.

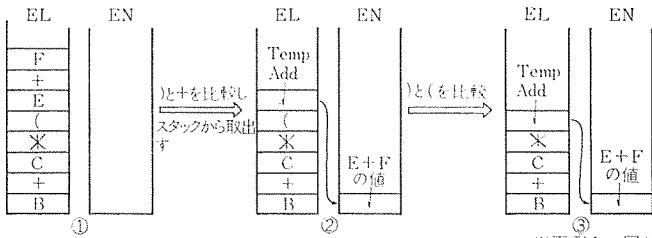


図 3.8 例2のスタックの変化  
Stack transition of example 2.

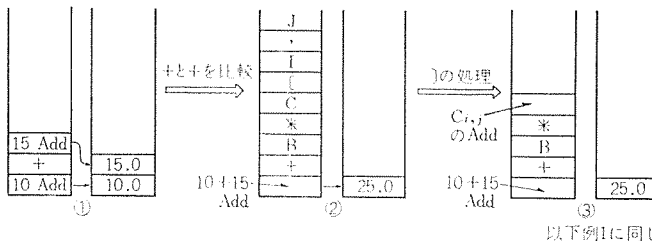


図 3.9 例3のスタックの変化  
Stack transition of example 3.

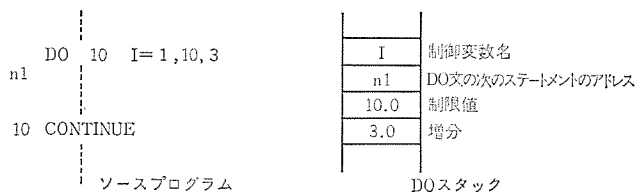


図 3.10 DO 文と DO スタック  
DO statement and DO stack.

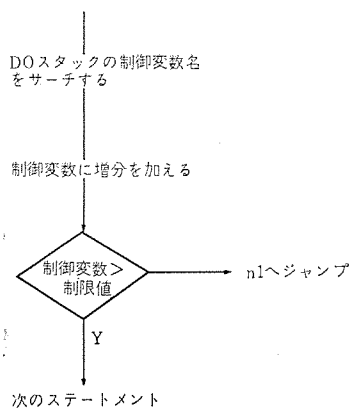


図 3.11 CONTINUE 文の処理  
Processing of CONTINUE statement.

図 3.12 でそのブロック図を示す。この流れを追ってみると、コマンドは端末からシステムに入ってきて、コマンドデコーダによって解読され、同時にチェックも行なわれる。コマンドに不正が発見されると、メッセージが端末に送り返され、オペレータの指示を待つ。

コマンドが正しいときは、コマンドに付属するパラメータをスタックし、コマンドプロセッサに制御を移す。コマンドプロセッサは、コマンドの種類ごとに決められた機能を遂行し、それが終了すると再びオペレータの指

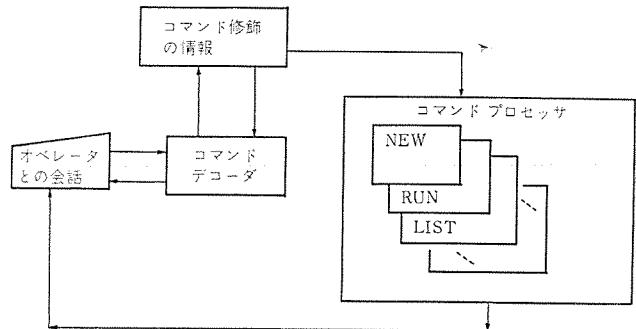


図 3.12 コマンドプロセッサ  
Command processor.

示を待つループに入る。

システムは、コマンドによって、このような制御のループをえがいて動作している。

## 4. BASIC の概要

### 4.1 はじめに

BASIC—Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code—は、米国ダートマス大学で開発された会話型言語である。非常に簡単でわかりやすい言語で、計算機のプログラミングが全く初めての人でも、短時間でこの言語を使って、いろいろな問題を解くことができるようになる。

MELCOM-70 の BASIC 言語の特長は

- (1) プログラムおよびデータの書式が自由である。
- (2) 出力の書式を特に指定しなくても印字させる、標準書式をもつ。
- (3) 整数と実数の区別に気をを使う必要がない。
- (4) 各プログラムステートメントの分析を即座に行ない、その診断メッセージを返送するので、ユーザはその場でプログラムの修正ができる。
- (5) 入力されたソースプログラムは、必要に応じタイプライタ上に印刷し、再現することができる。
- (6) プログラムステートメントの修正・追加・削除が容易にできる。
- (7) ステートメントを入力するつど、即座に実行することができるので、ディスクカルキュレータなみの手軽さで扱える。
- (8) 一連の入力しているステートメントを、途中で部分的に実行してみることができるので、デバッグしながらプログラムを作ることができる。

### 4.2 言語仕様

本節で BASIC 言語の仕様を簡単に紹介する。□で囲んだものが、命令語である。

#### (1) 入出力に関するもの

**READ** : DATA 文によって定義されたデータを、変数に割りあてる。

**DATA** : READ 文で読む入力データブロックの数値を定義する。

(例) 10 READ A, B, C

20 PRINT A, B, C

30 DATA 2, 3.14, 1.71E7, 100

このプログラムの実行の結果は、次のように印字される。

2 3.14 1.71E+7

**RESTORE** : データブロックの先頭に戻す。

**INPUT** : タイプライタからデータを入力するよう要求する。

**PRINT** : 式の値またはリテラルストリングを印字する。

```
(例) 10 LET I=3.14
      20 LET J=I*100
      30 PRINT "ANSWER="; I, J
```

この結果は、次のように印字される。

ANSWER=3.14 314

(2) 演算に関するもの

**LET** : 変数に式の値を計算して代入する。

(3) 分岐に関するもの

**GOTO** : 他のステートメントへ実行の制御を移す。

**IF……GOTO** : 条件判断を行なって、実行の制御を移す。

(例) 10 IF B<3.18/SIN(X) GOTO 1

(4) ループに関するもの

**FOR** : ループのパラメータ設定と、管理を行なう。

**NEXT** : ループを閉じる。

(例) 10 FOR I=1 TO 10 STEP 2

20 LET X=X+I

30 NEXT I

(5) リストやテーブルに関するもの

**DIM** : リスト(一元表)またはテーブル(二元表)の寸法の宣言を行なう。

(例) 10 DIM A (15, 5)

(6) 関数とサブルーチンに関するもの

**DEF** : ユーザ関数を定義する。

(例) 10 DEF FNT (X)=SIN (X)/3.5

```
.....
40 LET Y=FNT (B)
.....
```

**GOSUB** : サブルーチンへ飛ぶ

**RETURN** : サブルーチンからそれと呼んだ GOSUB の次のステートメントへ戻る。

```
(例) .....
40 GOSUB 50
.....
50 LET A=B
.....
90 RETURN
```

(7) 組み込み関数

SIN (X) Xの正弦  
COS (X) Xの余弦 } Xはラジアン  
TAN (X) Xの正接

ATN (X) Xの逆正接, 結果はラジアン

EXP (X)  $e^x$

LOG (X) Xの自然対数

SQR (X) Xの平方根

ABS (X) Xの絶対値

SGN (X) Xの符号 (正=+1, 零=0, 負=-1)

INT (X) Xの最大値

RND (X) 0と1の間の乱数発生

(8) その他

**STOP** : プログラムの実行を停止

**END** : プログラムの最終ステートメント

**REM** : 注釈ステートメント

```
LIST -----LIST コマンド
10 DIM A (10)
20 LET M=0
30 LET S=0
40 FOR I=1 TO 10
50 READ A (I)
60 IF A (I)-M<=0 GOTO 90
70 LET M=A (I)
80 LET N=I
90 LET S=S+A (I)
100 NEXT I
110 PRINT "AVERAGE:";S/(I-1)
120 PRINT "HIGHEST:"M,"NUMBER:"N
130 DATA 78,61,92,54,80,81,39,68,75,73
999 END
RUN -----RUN コマンド
AVERAGE: 70.1
HIGHEST:92 NUMBER: 3
READY
```

図 4.1 BASIC の使用例  
Examples of BASIC statement.

### 4.3 コマンド

(1) 実行に関するもの

**RUN** : 最小のステートメント番号をもつステートメントから実行を開始する。

**GOTO** : 指定されたステートメントへ実行の制御を移す。

(2) 表示に関するもの

**LIST** : プログラムステートメントを出力する。

**PRINT** : 式の値を印字する。

(3) イニシャライズに関するもの

**NEW** : 現在入っているユーザプログラムを消去し、新しいプログラムの入力にそなえる。

**RESTORE** : データブロックの先頭へ戻す。

(4) その他

**LET** : 変数に式の値を計算して代入する。

**DIM** : リストまたはテーブルの寸法を宣言する。

**REM** : 注釈を入れる

**LOAD** : プログラムを紙テープからロードする。

**ESC** : 強制的に、オペレータモードにする。

### 4.4 BASIC の使用例

図 4.1 に BASIC システムの使用例を示す。

## 5. 4k FORTRAN の概要

### 5.1 はじめに

MELCOM-70 4k FORTRAN は、計算機の初心者への教育や、簡単な技術計算などを目的として開発された FORTRAN システムであり、基本構成(コアメモリ 4k 語、システムタイプライタ)で使用でき、システムを入れ換えることなくコンパイル、実行が可能である。

言語仕様は JIS-3000 に準じており、会話型であるので計算機使用者は、計算機と会話を行ないながらソースプログラムの入力、オブジェクトプログラムの実行、さらにそのプログラムの編集を行なうことができる。プログラムの作成・デバッグ・変更が容易に行なえるので、特に計算機の初心者には適しているよう。

### 5.2 言語仕様

4k FORTRAN の言語仕様は、JIS-3000 に制限をつけたものである。表 5.1 は、JIS-3000 と FORTRAN コンパイラ開発コンクール最優秀作品で特長的な項目をとり上げ、4k FORTRAN と比較したものである。

### 5.3 コマンド

コマンドは、以下の 9 種類あり、計算機使用者は、これらのコマンドを用いて、計算機と会話を行ないながら、ソースプログラムの入力、編集、オブジェクトプログラムの実行、そしてリスティングの出力などを行な

うことができる。

### (1) KEY コマンド

ソースプログラムの入力を、タイプライタのキボードより入力することを指定する。END 行が入力されるまで、このモードが保たれ、END 行が入力されると再度コマンド入力モードに戻る。

表 5.1 言語仕様比較  
Comparison of language specification.

| 比較項目                                                | JIS 3000                                                                                                                                                                            | コンクール最優秀作品                                                          | MELCOM-70<br>4k FORTRAN                                            |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 行<br>注釈行<br>継続行                                     | 1カラムにCのある<br>行<br>注釈行でなく文番号<br>がなく6カラムに0<br>以外の文字がある行                                                                                                                               | 行の空白でない最初<br>の文字が▼<br>——                                            | C; で始まる行<br>——                                                     |
| 文番号<br>英字名                                          | 1~4個の数字<br>1~5個の英数字                                                                                                                                                                 | 1~32767<br>1~4個の英数字                                                 | JIS 3000 に同じ<br>同 左                                                |
| データの型                                               | 整数型<br>実数型                                                                                                                                                                          | 実数型、整数型の区<br>別をしない                                                  | JIS 3000 に同じ<br>整数型 (1語)<br>実数型 (2語)                               |
| 配列<br>添字式                                           | 一、二次元<br>C*V±K<br>C*V<br>V±K<br>V<br>K                                                                                                                                              | JIS 3000 に同じ<br>算術式が許される                                            | 同 左<br>同 左                                                         |
| DO 文                                                | DO n i=m <sub>1</sub> , m <sub>2</sub> ,<br>m <sub>3</sub> または DO n<br>i=m <sub>1</sub> , m <sub>2</sub><br>m <sub>1</sub> , m <sub>2</sub> , m <sub>3</sub> は整定<br>数か整数型の変数の<br>引用 | m <sub>1</sub> , m <sub>2</sub> , m <sub>3</sub> は算術<br>式が許される      | 同 左                                                                |
| 入出力並び<br>FORMAT 文                                   | 単純並び<br>DO 形並び<br>F, E, I, H, X 変換<br>w, d                                                                                                                                          | 算術式が許される<br>DO 形並びは許され<br>ない<br>A変換もある<br>変換の幅が固定され<br>ている<br>群反復なし | 同 左<br>JIS 3000 に同じ<br>同 左<br>同 左                                  |
| 手続き副プロ<br>グラム                                       | 文関数<br>組込み関数<br>基本外部関数<br>サブルーチン副プロ<br>グラム                                                                                                                                          | ——<br>——<br>TANH が無いほか<br>JIS 3000 と同じ<br>JIS 3000 に同じ              | ——<br>SIGN と ISIGN が<br>無いほか JIS 3000<br>と同じ<br>JIS 3000 と同じ<br>—— |
| COMMON 文<br>EQUIVALEN-<br>CE 文<br>PAUSE 文<br>補助入出力文 | COMMON a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> ,<br>...a <sub>n</sub><br>EQUIVALENCE<br>(K <sub>1</sub> ), (K <sub>2</sub> ), ... (K <sub>n</sub> )<br>REWIND, BACK<br>SPACE, END<br>FILE   | ——<br>——<br>——<br>——                                                | ——<br>——<br>——<br>——                                               |

```

1 KEY
2
3      *** A+Z=26 A+X+C=0 ***
4      HEAD(1,1000),B,C
5      100 FORMAT(3E10,3)
6
7      I=2000000000
8      IF(D20,30,40)
9      WRITE(3,50)
10     FORMAT(10X,13#MULTIPLE ROOT,5X,2H#=#,F10,3)
11     STOP
12
13     C
14     X=B/(2+A)
15     WHITE(3,60) X
16     60 FORMAT(10X,13#MULTIPLE ROOT,5X,2H#=#,F10,3)
17     STOP
18
19     C
20     X1=(C-H*SIGN(D))/I*(2+A)
21     X2=(C-H*SIGN(D))/I*(2+A)
22     WHITE(3,70)X1,X2
23     70 FORMAT(10X,2H#=#,F10,3,2H#=#,F10,3)
24     STOP
25     END

```

図 5.1 4k FORTRAN の使用例  
Examples of 4k FORTRAN.

#### (2) LOAD コマンド

ソースプログラムの入力、紙テープ読み取り装置より入力することを指定する。FIN コマンドが入力されるまで読み続ける。

#### (3) FIN コマンド

LOAD コマンドと組み合わせられて用いられ、紙テープからの入力の終了をシステムに指定する。

#### (4) NEW コマンド

システムを初期状態に戻す。したがってこれまで入力されたプログラムは消去される。

#### (5) RUN コマンド

ユーザプログラムの開始を指定する。

#### (6) LIST コマンド

入力されたソースプログラムのリストをとりたいたときに用いられる。もし文番号が指定されれば、その文番号をもつステートメント以下のリストが出力される。

#### (7) DEL コマンド

指定された行を消去する。

#### (8) INS コマンド

指定された行に、ソースプログラム一行をそう(挿)入する。

#### (9) PUN コマンド

入力したプログラムのソーステープを、高速紙テープパンチより出力させる。

#### 5.4 使用例

図 5.1 に 4k FORTRAN システムの使用例を示す。

## 6. む す び

MELCOM-70 に開発されたミニコンパイラの特長と構造について述べた。今後ますますミニコンにおける言語は、その種類と性能の面でバリエーションに富んだものが出現してくると思われる。将来はここで経験したミニコンパイラの技術をもとにして、さらに拡張発展させたい。たとえば FORTRAN では副プログラムの導入とか、入出力文の充実などである。コアメモリのもう少し大きなシステムで、タイムシェアリング BASIC、タイムシェアリング FORTRAN など、複数のユーザに同時にサービスできる TSS への拡張も考えられている。

## 参 考 文 献

- (1) 森口：第13回プログラミングシンポジウム報告集，241
- (2) 武市：常駐 FORTRAN コンパイラの開発，第2回研究奨励金受賞研究の概要（日本経営情報開発協会）
- (3) 佐藤：MACC-7 による FORTRAN コンパイラ，BIT，3，947（昭46）
- (4) 安楽：ミニフォートラン，BIT 臨時増刊，48（昭46）
- (5) 森口，尾崎，神山：BASIC 入門（昭46）共立出版
- (6) D. W. Barron：Approaches to Conversational FORTRAN, The Computer Journal, 14, No. 3, 123

# M801 カートリッジディスク駆動装置

織田 博 靖\*・千石 真 治\*・菊 地 清 秋\*

## M 801 Cartridge Disk Drive

Kamakura Works

Hiroyasu ODA・Masaharu SENGOKU・Kiyoaki KIKUCHI

Demands are increasing with an alarming speed for large capacity high speed random access file with the prevalence of minicomputers. To meet the demands Mitsubishi has developed M801 cartridge disk drive by taking load of manufacturers in the line. The equipment has the following advantages: (1) using IBM equivalent 5440 cartridge disks, (2) provided with fixed disks, (3) employment of linear motor servodetent actuator of high performance and high speed. This article describes the particulars of the merits of the equipment; its specification, construction, interface, control panel and technical outlines of the positioning system and information recording system are elucidated together.

### 1. ま え が き

事務用小形計算機・ミニコンピュータの普及とともに、その外部メモリとして大容量高速ランダムアクセスファイルの需要は爆発的に増加しつつある。カートリッジディスク駆動装置は、この要求にこたえるもので、カセットテープと同じようにカートリッジディスクを交換することにより、記憶容量に無限の拡張性を持ち、しかも書き込み読み出しにあずかる磁気ヘッドを命令番地に直接高速にアクセスできるので、テープに比べ待ち時間を100分の1以下にできるため、今後ミニコン用外部メモリの主流となり、さらに性能向上が要求され続けるものである。

このたび業界に先がけて開発されたM801カートリッジディスク駆動装置は、すでにM-3100、M-9100に多数使用され、すぐれた実働実績を得ているM834交換形磁気ディスク駆動装置<sup>(1)</sup>の経験を、基盤としつつ将来性を有する最新技術が盛り込まれており、M834に比べ容量がほぼ同じでアクセスタイムが速く軽量小形で、そのうえ低価格であり、主として、M-80シリーズ、M-70、M-30(F)に使用され、他に一般のミニコンにも接続可能である。以下に概要を説明する。

### 2. 特 長

M801カートリッジディスク駆動装置の特長は次のとおりである。

(1) IBM-5440形カートリッジディスクを使用している

IBM-5440形カートリッジディスクは、小形軽量で簡単に交換でき、大容量の記憶が可能である。しかも防じん(塵)に対しすぐれた密閉構造を成しているため業界の標準になりつつある。

(2) 固定ディスクが付いている

安価に2台分の機能が得られる。使いやすさを考えディスクごとに書き込み禁止スイッチを設けてある。

(3) 密閉形空気循環方式を用いている

カートリッジディスク・固定ディスクおよび磁気ヘッド周辺は、外部から完全に密閉され、99.97% 0.3 $\mu$ mの高性能エアフィルタを通った内部循環空気流により清浄化され、外囲じんあい環境の影響を受けない。

(4) サーボディテント方式を用いている

機械的摩擦による精度低下や騒音の問題がなく、信頼性が高い。

(5) 自己加圧形磁気ヘッド、リニアモータを用いている<sup>(2)</sup>

磁気ヘッドの加圧保持機構をシンプル化、軽量化し、アクセスタイムを向上させている。

(6) 自動クリーナを内蔵している<sup>(3)</sup>

カートリッジディスクと固定ディスクを自動的に掃除する機能を持っている。

(7) 各種の診断機能、マージンチェック、フェイルセーフ機能が付加されている。

### 3. 構 成

M801には下記の2タイプがある。

(1) M801-1

駆動部本体・電源・温度補償装置・ケーブルで構成され、これらが

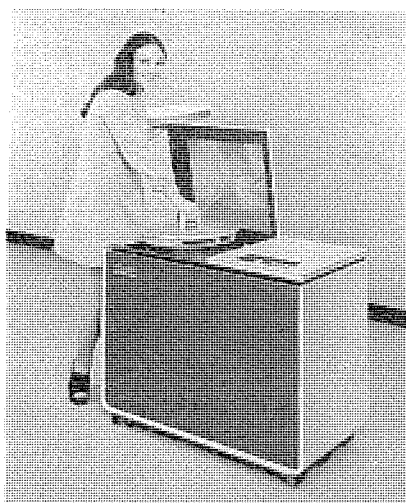


図 3.1 M801-1カートリッジディスク駆動装置外観  
Exterior view of M801-1 cartridge disk drive.

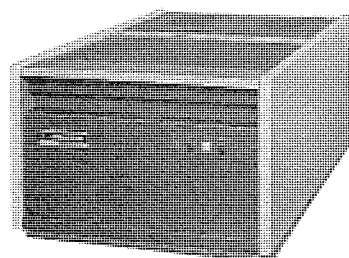


図 3.2 M801-2カートリッジディスク駆動装置外観  
Exterior view of M801-2 cartridge disk drive.

表 4.1 M 801 仕様  
Specification of M 801.

| 形 式              |                     | M 801-1                | M 801-2       |
|------------------|---------------------|------------------------|---------------|
| 項 目              |                     |                        |               |
| 装 置              | 外 形 寸 法             |                        |               |
|                  | 幅 mm                | 910                    | 510           |
|                  | 高 mm                | 740                    | 310           |
|                  | 奥 mm                | 490                    | 840           |
| 重 量              | kg                  | 140                    | 75            |
|                  |                     |                        |               |
|                  |                     |                        |               |
|                  |                     |                        |               |
| カートリッ<br>ジディスク   | 形 式                 | IBM-5440 形ま<br>たは同等品   | 同 左           |
|                  | 有効ディスク数             | 枚/面                    | 同 左           |
|                  | ディスク直径              | mm                     | 同 左           |
|                  | トラ ッ ク 数            | 個/枚                    | 同 左           |
| 固定ディス<br>ク       | 形 式                 | IBM-2316 形単<br>板または同等品 | 同 左           |
|                  | 有効ディスク数             | 枚/面                    | 同 左           |
|                  | ディスク直径              | mm                     | 同 左           |
|                  | トラ ッ ク 数            | 個/数                    | 同 左           |
| 記 憶 容 量          | 装 置 容 量*1*2         | バイト以下                  | 6,449,512     |
|                  | ディスク容量*1            | バイト以下                  | 3,224,756     |
|                  | トラ ッ ク 容量*1         | バイト以下                  | 7,942         |
| 記 録 密 度          | ビット密度 (FM)          | BPI 以下                 | 2,248         |
|                  | トラ ッ ク 密度           | TPI                    | 100           |
| ア ク セ ス タ<br>イ ム | 最小 (1 トラ ッ ク)       | ms 以下                  | 8             |
|                  | 最大 (202 トラ ッ ク)     |                        | 80            |
|                  | 平均 (ランダムトラ ッ ク)     |                        | 40            |
|                  | セ ト リ ン グ           |                        | 10            |
| レイテンシ<br>イ タイ ム  | 最 大                 | ms                     | 40            |
|                  | 平 均                 | ms                     | 20            |
|                  | 回 転 数               | rpm                    | 1,500 (±2.5%) |
| データ転送<br>速度      |                     | KB/s                   | 198.5         |
| 電 源 条 件          | AC 100V±10%50/60 Hz | A rms                  | 5 (ピーク15)     |
|                  | DC +5 V±3%          | A                      | 不 要           |
|                  | ±15 V±5%            | A                      | 不 要           |
|                  | +24 V±5%            | A                      | 不 要           |
| 環 境 条 件          | 温 度                 | °C                     | 5~35          |
|                  | 湿 度                 | %                      | 10~80         |
|                  | 衝 撃                 | G                      | 2             |

\*1: フォーマットによらない

\*2: 固定ディスクを含む

横長の自立きょう (筐) 体に収納されている。さらにコントローラを内蔵できるように、218×248×280 mm のスペースを設けてある。図 3.1 に外観を示す。

## (2) M 801-2

上記 M 801-1 と同じ駆動部本体を小形専用きょう体に収納したもので、電源・ケーブルはオプションになっている。図 3.2 に外観を示す。

## 4. 仕 様

M 801 の仕様を表 4.1 に示す。

## 5. インタフェイス

M 801 のインタフェイスを表 5.1 に示す。

## 6. コントロールパネル

M 801 のコントロールパネルの外観を図 6.1 に、機能を表 6.1 に示す。

M 801 カートリッジディスク 駆動装置・織田・千石・菊地

表 5.1 インタフェイス  
Interface of M 801.

|     |                                                                                                 |                                                                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 入 力 | TRACK ADDRESS 0~7                                                                               | 8 ビットのパラレル指定トラック絶対番地を表わす                                                                                                    |
|     | RESTORE ACTUATOR                                                                                | キャリッジ (磁気ヘッド) をトラック #000 に戻す位置決め系のリセットおよび DRIVE UNSAFE のリセットを表わす                                                            |
|     | ADDRESS STROBE                                                                                  | TRACK ADDRESS または RESTORE ACTUATOR のサンプリング信号を表わす                                                                            |
|     | SELECT UNIT 0~3<br>SELECT HEAD 0~3<br>WRITE GATE<br>ERASE GATE<br>READ GATE<br>CABLE TERMINATOR | 最大 4 台のユニットのうち 1 台を選択する<br>4 本のヘッドのうち 1 本を選択する<br>書き込み可能を表わす<br>消去可能を表わす<br>読み出し可能を表わす<br>ケーブルの終端電源で +5V DC±3%, 0.5 A を供給する |
| 出 力 | DRIVE READY<br>DRIVE UNSAFE<br>ADDRESS RECEIVED                                                 | ヘッド浮動状態を表わす<br>ドライブ異常を表わし、書き込みを禁止する<br>正常なトラック指定番地 (トラック #000~202) が受けとられた事表わす                                              |
|     | ILLEGAL ADDRESS                                                                                 | 異常なトラック指定番地 (トラック #203 以上) が受けとられた事表わす                                                                                      |
|     | SEEK COMPLETE                                                                                   | コントローラからの命令を実行することができている状態を表わす                                                                                              |
|     | SEEK INCOMPLETE                                                                                 | ドライブが 5 秒以内で位置決めを終了しなかった事表わす                                                                                                |
|     | SEEK END 0~3                                                                                    | SEEK COMPLETE と SEEK INCOMPLETE の論理和を表わす                                                                                    |
|     | WRITE PROTECTED-C<br>WRITE PROTECTED-F                                                          | カートリッジディスクが書き込み禁止状態になっている事表わす<br>固定ディスクが書き込み禁止状態になっている事表わす                                                                  |
|     | DATA CLOCK<br>INDEX MARK                                                                        | 読み出しパルス (立ち下り) を表わす<br>ディスク 1 回転につき 1 個、インデックスノッチに対応して発生する回転検知立ち下りパルス                                                       |
|     | TWISTED GROUND<br>SHIELD GROUND                                                                 | ツイステドペア線のアース側をケーブル両端でひとまとめにしたグラウンド線<br>フレームグラウンドシールド外皮線を 2 本にまとめたグラウンド線                                                     |

表 6.1 コントロールパネル 機能  
Function of control panel.

| 形 式                    |                              | M 801-1     | M 801-2     |
|------------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| 項 目                    |                              |             |             |
| ス イ ッ チ                | POWER PROTECT-F<br>PROTECT-C | 有<br>有<br>有 | 無<br>有<br>有 |
|                        | START<br>RESTORE*1           | 有<br>有      | 有<br>無      |
| ラ ン プ                  | POWER PROTECT-F              | 白 黄         | 白 黄         |
|                        | PROTECT-C                    | 黄           | 黄           |
|                        | SELECT                       | 白           | 白           |
|                        | UNSAFE                       | 赤           | 赤           |
|                        | RUN                          | 白           | 白           |
|                        | READY                        | 緑           | 緑           |
| CHECK-1*1<br>CHECK-2*1 |                              | 赤           | 赤           |
|                        |                              | 赤           | 赤           |

\*1: ディスクコントローラ用

す。

## 7. 装 置 概 要

本装置の組立図を図 7.1 に示す。前述のように駆動部本体は M 801-1, M 801-2 に共通しているので前者を例に説明する。駆動部本体・温度補償装置・電源はそれぞれきょう体上部, 中部, 下部に収納されている。

駆動部本体は、回転機構部、位置決め装置 (アクチュエータ)、磁気ヘ

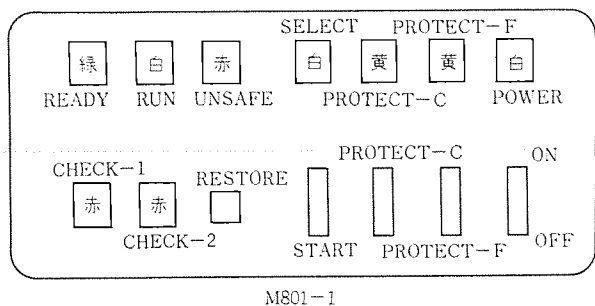


図 6.1 コントロールパネル 外観  
Exterior view of control panel.

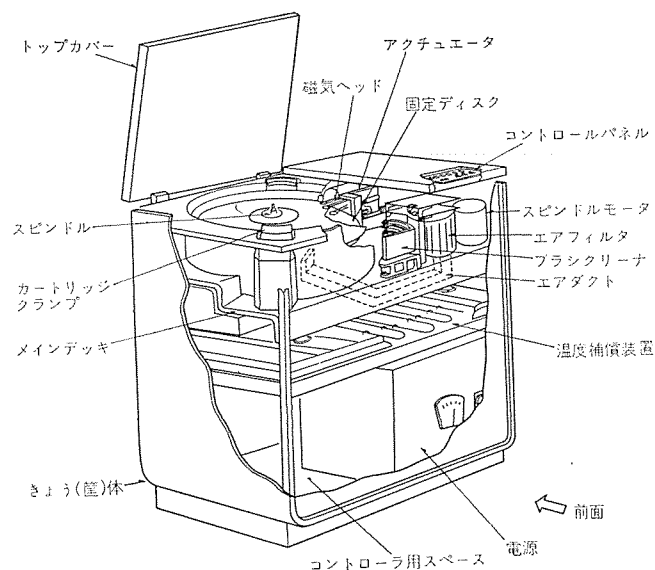


図 7.1 M801-1 装置組立  
Drive assembly of M801-1

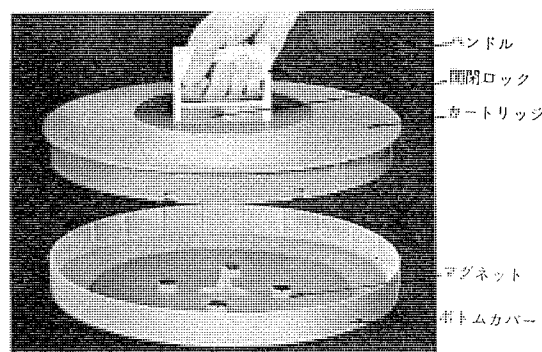


図 7.2 カートリッジディスク  
Cartridge disk.

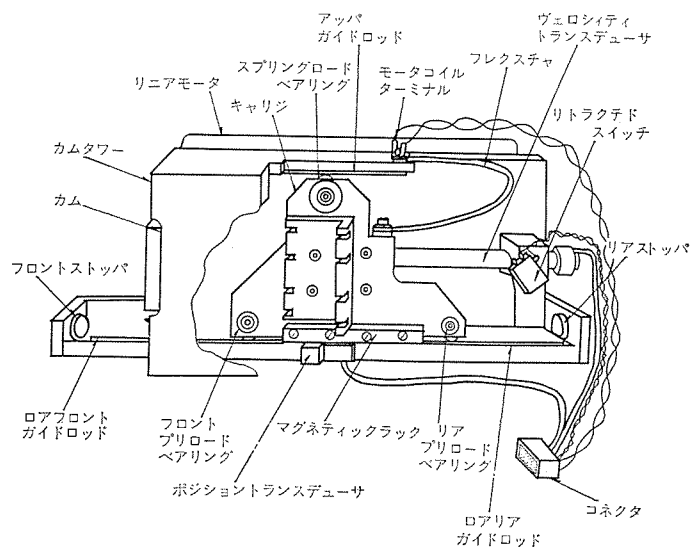


図 7.3 アクチュエータ構造  
Structure of actuator.

ッド群、空気循環機構、制御カード等で構成され、これらはメインデッキ上に設置されている。

回転機構部はカートリッジディスクを装着し、固定ディスクとともに回転させるスピンドル、スピンドルに回転駆動力を伝達するプーリとベルト、回転駆動力を発生するスピンドルモータによって構成される。カートリッジディスクを図7.2に示す。カートリッジディスクの着脱は、トップカバーを上方に持ち上げて、左右のカートリッジクランプを外側に開いて行なう。カートリッジディスクは、カートリッジのハンドルがくぼみの部分に納まっている状態のままで親指でカバーの開閉ロックをずらし、そのままハンドルを垂直に立てるとカートリッジとボトムカバーが切り離される。装着するには、カートリッジのキーウェイをメインデッキのキーに合わせて、カートリッジを静かにスピンドルにはめてハンドルを倒した後、ボトムカバーをひっくりかえしてカートリッジの上にかぶせる。左右のカートリッジクランプを元の状態にもどし、トップカバーを閉めると装着が完了する。取りはずすには、ボトムカバーをとった後、上記カートリッジとボトムカバーを切り離す操作と同じ要領でカートリッジをはずした後、上記装着と同じ要領でカートリッジとボトムカバーを一体にすると取りはずしが完了する。ディスクが回転している間やアクチュエータまたはブラシクリーナがリクRACTしていない時は着脱できないように、トップカバーとカートリッジクランプはロックされ、着脱可能な時にはコントロールパネルのRUNのランプが消えるようになっている。このように、このカートリッジディスクは常にカートリッジとボトムカバーが一体となって行動するために、ディスクそのものがほとんど外周環境の影響を受けないのですぐれた防じん性能を有する。

アクチュエータの構造を図7.3に示す。アクチュエータは4本の磁気ヘッドを保持し命令番地に移動させるもので、直接駆動力を発生するリニアモータ、磁気ヘッドを保持するキャリッジ、トラック位置を検出するポジショントランスデューサ、速度を検出するヴェロシティトランスデューサ等で構成される。

自己加圧形磁気ヘッドの外観を図7.4に示す。このヘッドは斜めに折れ曲がった板バネに浮動面(パッド)が取り付けられたものである。4本のヘッドはキャリッジに固定され、キャリッジがリトラクトの位置にある時には、カムタワーの2個のカムにそれぞれヘッドのカムフォロアーが乗り上がっている。キャリッジがリトラクトの位置を離れ前進するとともに斜めに折れ曲がっているヘッドは、カムにフォローしながら

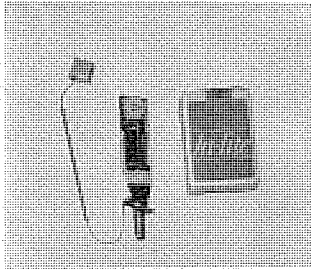


図 7.4 自己加圧形磁気ヘッド  
Self loading magnetic head.

次第に定常回転している磁気ディスク面上に近づき板バネによって加圧され (245 g), 磁気ディスクの回転により発生する粘性空気流とヘッドのパッドにより生ずる浮力と平衡して, ヘッドはディスク面上に微小な空隙 (2~2.5 μm) で安定に浮動する。これをエアベアリング浮動方式と呼び, ディスクに多少のランナウトがあっても, ヘッドがこれに追従するため高密度磁気記録が可能になった。

空気循環機構は, 上記のような空隙と同程度またはそれ以下のじんあいが入るとデータエラーやヘッドクラッシュを生じる原因となるので, 特に慎重に設計配慮されている。スピンドルが回転すると, スピンドル下部に設けられた羽根 (インペラ) により上方向に空気流がつけられる。ディスクが回転を始めると, ブラシクリーナが往復し (60 秒) カートリッジディスクと固定ディスク面を掃除する。空気流は, 固定ディスク, カートリッジディスク, 磁気ヘッド, ブラシクリーナのブラシ周辺のじんあいを取り去る。この空気流は 99.97% 0.3 μm のエアフィルタを通して清浄化された後, エアダクトを通してスピンドル下部にもどり, 循環する。この循環経路は特に設けたカバー, エアダクト, 前に述べたカートリッジディスクのカバー等によりほぼ完全に密閉されているので, 外周じんあい環境の影響を受けない。制御カードは機能化パックパネル化され, 回路は IC 化 MSI 化されているので信頼性が高い。故障を原因別に表示する診断機能, 電源異常時にヘッドとディスクを自動保護したりロジック的にアクチュエータの暴走を防止するフェルセーフ, リードライトおよび位置決めマージンチェック等の機能を有し, メインテナンススイッチ, ケミカルタイムメータ, トラックインジケータ等により保守も簡単に行なえるようになっている。前後左右および上部のきょう体カバーは簡単に取りはずしができ, インフォメーション用カードは上下に, アクチュエータ用カードは横に開くようになっているので保守員のアクセスも容易である。制御部ブロック図を図 7.5 に示す。

インタフェイスは標準 IC レベルで, 1 台のコントローラに最大 4 台まで接続可能で, 複数台を同時に位置決めさせるいわゆるオーバラップシークが可能である。ソフトウェア上のユニット番号はロジックプラグを交換することにより簡単に確実に行なうことができ, ドライブやケーブルの交換は不要である。

温度補償装置は使用温度範囲を広げるもので, 加熱器 (ヒータ), 冷却器 (ファン) および制御回路で構成される。周囲温度が 15°C 以下になるとヒータを, 35°C 以上になるとファンを動作させることにより, ドライブ内は常に一定の温度範囲を保つので, 使用温度範囲が広がる。

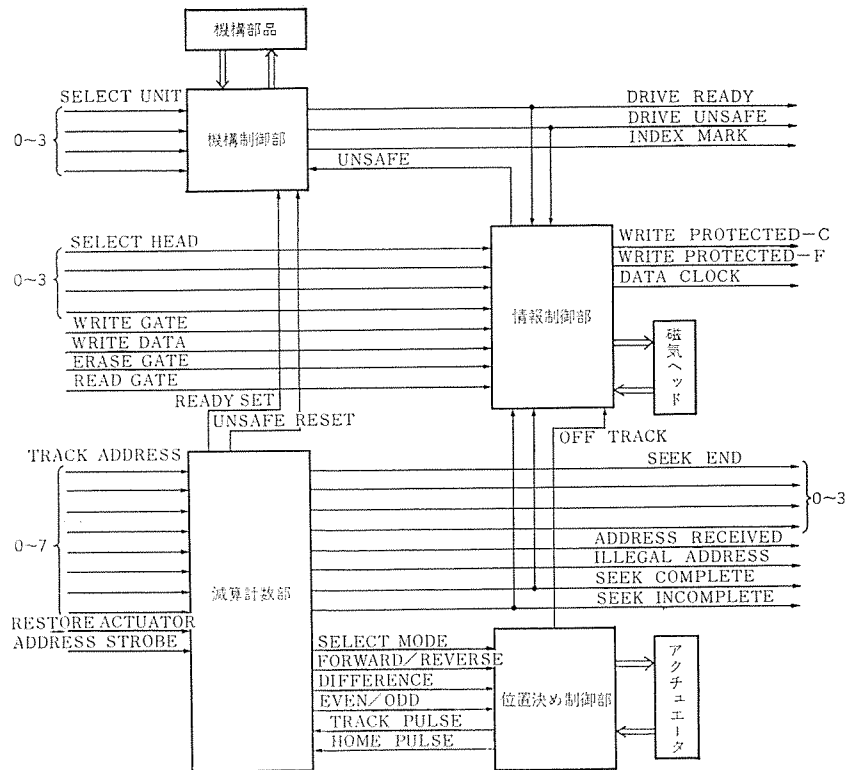


図 7.5 M 801 制御部ブロック図  
Block diagram of control system.

## 8. 位置決め系

### 8.1 リニアモータ

#### 8.1.1 駆動力発生原理

本装置のアクチュエータには, ダイナミックスピーカのボイスコイル (ムービングコイル) の原理を応用したリニアモータ駆動方式を採用し, 高速性・信頼性・保守性・耐久性を向上させた。リニアモータ磁気回路を図 8.1 に示す。リニアモータの駆動力は永久磁石および鉄材で構成される閉磁路に設けられた磁極空隙間に, 磁束と直交するようにコイルをおき, これに電流を流すとフレミング左手の法則に従って発生し, 駆動力  $F_D$  および逆起動力  $E_L^*$  は次式で与えられる。

$$F_D = B_0 \cdot n \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{360 - \alpha}{360} \cdot I_L \quad (8.1)$$

$$E_L^* = B_0 \cdot n \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{360 - \alpha}{360} \cdot V \quad (8.2)$$

コイルは磁気ヘッドを支持するキャリッジに直結され, 電流を制御することにより磁気ヘッドを駆動する。

#### 8.1.2 磁気回路

リニアモータの磁気回路は密閉空隙形で, 空隙有効幅がコイル長に一致するために大きな駆動力 (0.73 kg/A) が得られ, しかも空隙やコイルが磁気ディスクに対してほぼ密閉されているので漏えい磁束も非常に小さい。(5 ガウス以下/トラック 000)

#### 8.1.3 永久磁石

永久磁石はフェライト系の異方性マグネットを用い, 高磁束密度, 高保磁力を得ている。この種のマグネットは減磁抵抗がきわめて高く安定性にすぐれている。

### 8.2 ポジショントランスデューサ

差動トランス形の一種を用いて磁氣的検出を行なっている。この方

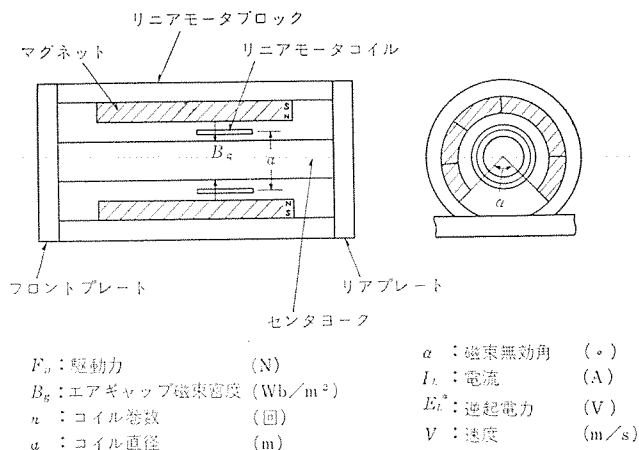


図 8.1 リニアモータ磁気回路  
Magnetic circuit of linear motor.

式は検出精度が高く (±2.5 μm 以下)、特別な機構がなくてもホームポジションの検出が可能で、信頼性が高い。

### 8.3 ヴェロシティトランスデューサ

キャリッジに直結した永久磁石とキャリッジマウントに固定されたコイルによって構成される。コイルにはレンツの法則に従って鎖交磁束数の変化すなわち速度に比例した電圧が発生する。この方式は、磁気的検出を行なっているため、信頼性が高い。

### 8.4 制御方式

本装置の制御方式は、速度制御動作および位置制御動作の2モードを取り、シンプル化・安定化・最適時間化している。アクチュエータ制御系ブロック図を図8.2に示す。速度制御動作は目標トラックに最短時間で達するように設定された目標速度に従って移動させる動作で、目標速度と検知速度によって制御される<sup>(4)</sup>。位置制御動作は目標トラック直前(1/5トラック)から目標トラックまでアナログ的に最短時間で移動させ、かつ高精度で位置決めして保持させる動作で、目標速度と検知速度と検知位置によって制御される<sup>(5)</sup>。

#### 8.4.1 速度制御動作

速度制御動作のタイミングチャートを図8.3に示す。目標速度は、現在番地と目標番地の差と極性によりその大きさと方向が決まる。移動トラック数が36トラック以上の場合には目標速度を制限し、検知位置より得られるトラックパルスで減算計数器をカウントダウンし、残りトラック数が36以下になると、2トラック移動するごとに目標速度を減段し、目標トラックの1/5トラック前まで階段をつくる。検知速度はウェロシティトランスジューサによって得られる。移動速度は一次遅れ系となり目標速度に追従する。本装置は、アクセスタイムを最短にしかつ回路の信頼性を上げるために、加速領域ではリニアモータを定電圧駆動し(スイッチング)、減速領域では線形駆動(アナログ)させた。

速度制御動作の伝達関数  $G_V(S)$  は次式で与えられる。

(1) 定電圧駆動基本式

$$G_V(S) = \frac{V(S)}{E_L(S)} \quad (8.3)$$

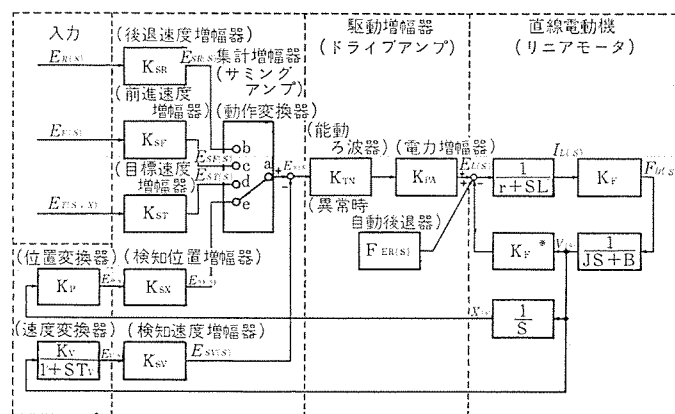
$$= \frac{K_F}{J \cdot r} \cdot \frac{1}{S + K_F^2 / J \cdot r} \quad (8.4)$$

$$E_L(S) = \frac{E_{L0}}{S} \quad (8.5)$$

式(8.3)～式(8.5)を解くと速度  $v(t)$  は次式で与えられる。

$$v(t) = v_1(1 - e^{-t/T_1}) \quad (8.6)$$

ここに  $v_1 = E_{L0}/K_F$  は定常速度、 $T_1 = J \cdot r / K_F^2$  は時定数である。



入 力  $E_R(S)$ : 後退速度入力電圧  
 $E_F(S)$ : 前進速度入力電圧  
 $E_P(S, X)$ : 目標速度入力電圧  
 $E_V(S)$ : 検知速度入力電圧  
 $E_S(S)$ : 検知位置速度出力電圧  
 $E_S(S)$ : 集計出力  
 $K_S$ : 動作変換器

集計増幅器  $E_{SR}(S)$ : 後退速度出力電圧  
 $E_{SF}(S)$ : 前進速度出力電圧  
 $E_{SV}(S)$ : 検知速度出力電圧  
 $E_{SX}(S)$ : 検知位置速度出力電圧  
 $E_S(S)$ : 集計出力

駆動増幅器 (ドライバンプ)  $K_{TN}$ : 能動ろ波器 (電力増幅器) (異常時自動後退器)  
 $K_{PA}$ : 電力増幅器  
 $L(S)$ : 駆動電流  
 $F_d(S)$ : 駆動力  
 $V(S)$ : 速度  
 $X(S)$ : 位置  
 $r$ : 直流抵抗  
 $L$ : インダクタンス

直線電動機 (リニアモータ)  $E_L(S)$ : 検知位置入力電圧  
 $K_V(S)$ : 検知速度変換器  
 $K_P(S)$ : 検知位置変換器  
 $T_V$ : 検知速度変換器時定数  
 $K_{SR}$ : 後退速度増幅器  
 $K_{SF}$ : 前進速度増幅器  
 $K_{ST}$ : 目標速度増幅器  
 $K_{SV}$ : 検知速度増幅器  
 $K_{SX}$ : 検知位置速度増幅器

位置制御動作:  $a-c (0 \leq X \leq \frac{1}{5} \text{トラック})$

速度制御動作:  $a-d (\frac{1}{5} \leq X \leq 202 \text{トラック})$

特殊制御動作:  $a-b$  (後退 10 cm/s)

$a-c$  (前進 5 cm/s)

駆動増幅器  $K_{TN}$ : 能動ろ波器  
 $K_{PA}$ : 電力増幅器  
 $L(S)$ : 駆動電流  
 $F_d(S)$ : 駆動力  
 $V(S)$ : 速度  
 $X(S)$ : 位置  
 $r$ : 直流抵抗  
 $L$ : インダクタンス

直線電動機  $E_L(S)$ : 検知位置入力電圧  
 $K_V(S)$ : 検知速度変換器  
 $K_P(S)$ : 検知位置変換器  
 $T_V$ : 検知速度変換器時定数  
 $K_{SR}$ : 後退速度増幅器  
 $K_{SF}$ : 前進速度増幅器  
 $K_{ST}$ : 目標速度増幅器  
 $K_{SV}$ : 検知速度増幅器  
 $K_{SX}$ : 検知位置速度増幅器

図 8.2 アクチュエータ制御系ブロック図  
Block diagram of actuator control system.

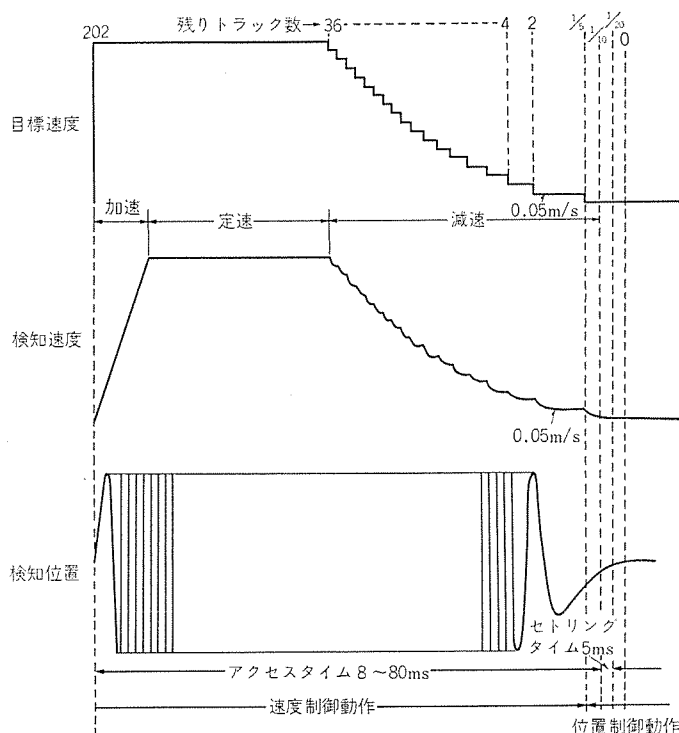


図 8.3 速度制御動作のタイミングチャート  
Timing chart of velocity control mode.

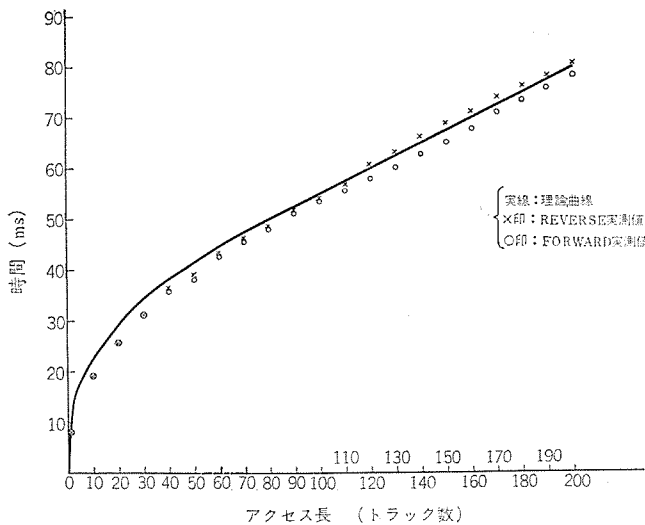


図 8.4 アクセスタイム  
Access time.

## (2) 線形駆動基本式

$$G_V(S) = \frac{V(S)}{E_{ST}(S)} \quad \dots\dots\dots (8.7)$$

$$= \frac{K_F}{J \cdot r} \frac{1}{S + K_F^2(1 + K_{PA} \cdot K_V \cdot K_{SV}/K_F)/J \cdot r} \quad \dots\dots\dots (8.8)$$

式 (8.7)～式 (8.8) を解くと速度  $v(t)$  は次式で与えられる。

$$v(t) = v_2 + (v_0 - v_2)e^{-t/T_2} \quad \dots\dots\dots (8.9)$$

ここに、 $v_0 = v(0)$  は初期速度、 $v_2 = K_{PA} \cdot E_{ST}/(K_F + K_{PA} \cdot K_V \cdot K_{SV})$  は定常速度、 $T_2 = J \cdot r / K_F^2(1 + K_{PA} \cdot K_V \cdot K_{SV}/K_F)$  は時定数である。

式 (8.6)、(8.9) より得られる アクセスタイム の理論曲線と実測例を 図 8.4 に示す。

## 8.4.2 位置制御動作

位置制御動作は二次遅れ系となり、その初期条件は切り換え速度と切り換えトラック位置となり、振動することなく目標トラックに最短時間で到達するように設計されている。検知位置はポジショントランスデューサによって得られ、アナログ位置信号として使われる。位置制御動作の伝達関数  $G_X(S)$  は次式で与えられる。

$$G_X(S) = \frac{X(S)}{E_{SX}(S)} \quad \dots\dots\dots (8.10)$$

$$= \frac{\omega_S^2}{S^2 + 2\delta\omega_S S + \omega_S^2} \quad \dots\dots\dots (8.11)$$

ここに

$$\delta = \frac{K_F + K_{PA} \cdot K_V \cdot K_{SV}}{2} \sqrt{\frac{K_F}{J \cdot r \cdot K_{PA} \cdot K_P \cdot K_{SX}}} \quad \dots\dots\dots (8.12)$$

は制動定数

$$\omega_S = \sqrt{\frac{K_{PA} \cdot K_F \cdot K_P \cdot K_{SX}}{J \cdot r}} \quad \dots\dots\dots (8.13)$$

は共振角周波数であり

$$J \cdot r \gg B \cdot L \quad \dots\dots\dots (8.14)$$

$$K_F^2 \gg B \cdot r \quad \dots\dots\dots (8.15)$$

$$4J \cdot r^2 \gg LK_F^2 \quad \dots\dots\dots (8.16)$$

$$1 \gg T_V \quad \dots\dots\dots (8.17)$$

を仮定条件とした。

初期条件を  $e_{SX}(0)=0$ 、 $x(0)=x_0$ 、 $\dot{x}(0)=-v_0$  とし、

$$\beta = \frac{v_0}{x_0\omega_S}$$

とおき、 $x(t)$  および  $t$  を正規化して正規化位置  $x_N(t) = x(t)/x_0$ 、正規化時間  $y = \omega_S t / 2\pi$  において、式 (8.11) を解くと次式が与えられる。

## (1) 過制動基本式 ( $\delta > 1$ )

$$x_N(y) = \frac{-\beta + (\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})}{2\sqrt{\delta^2 - 1}} e^{-2\pi(\delta - \sqrt{\delta^2 - 1})y} - \frac{-\beta + (\delta - \sqrt{\delta^2 - 1})}{2\sqrt{\delta^2 - 1}} e^{-2\pi(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})y} \quad \dots\dots\dots (8.18)$$

## (2) 臨界制動基本式 ( $\delta = 1$ )

$$x_N(y) = \{1 + 2\pi(1 - \beta)y\} e^{-2\pi y} \quad \dots\dots\dots (8.19)$$

## (3) 減衰振動基本式 ( $0 < \delta < 1$ )

$$x_N(y) = \sqrt{\frac{1 - 2\beta\delta + \beta}{1 - \delta^2}} e^{-2\pi\delta y} \sin\left(2\pi\sqrt{1 - \delta^2}y + \tan^{-1}\frac{\sqrt{1 - \delta^2}}{\delta - \beta}\right) \quad \dots\dots\dots (8.20)$$

## 8.4.3 その他の制御動作

前述の制御動作のほかにパワーオン、パワーオフシーケンスにおいてキャリッジを前進・後退させるアドバンス、リトラクトがある。これらを組み合わせてキャリッジを任意のトラックからトラック000に戻し、アクチュエータと制御回路をリセットするリストアがある。異常時自動後退動作は、電源故障または停電等異常事態が発生した時に、磁気ディスクと磁気ヘッドの破壊損傷を防止するために自動的にキャリッジをリトラクトさせる制御で、他のあらゆる制御に優先する。この制御は、通常大容量のコンデンサに充電し、異常が発生するとリニアモータコイルに直結させて放電することにより行なわれる。ロジックにおいては、トラック203以上の命令が受けとられるとキャリッジが動かないようにして暴走破壊が起これないようにしている。このようなフェルセーフも考慮されている。

## 9. 情報記録系

情報記録系は、情報の記録媒体である磁気ディスク、書き込み、読み出しを行なう磁気ヘッド・制御回路で構成される。

### 9.1 磁気記録

磁気ヘッドのコア寸法とストランドイレース記録を図9.1に示す。情報はリードライトコアのリードライトギャップ(ギャップ長2.7μm、ギャップ幅172μm)により磁気ディスクの磁性面に記録された後、リードライトコアの両側にまたがる(straddle)イレースコアのイレースギャップ(ギャップ長25μm)によりデータ領域の両端部分を消去(イレース)する。

磁気ヘッドの書き込み電流は内側トラックの読み出し出力を補償するために、内側トラックでは30mA、外側トラックでは35mAに切り換えている。書き込み立ち上り時間140ns、オーバーシュート10%以下で安定な書き込みを行なっている。読み出し出力は0.8mV<sub>P-P</sub>以上分解能は35%以上で十分な特性を得ている。

### 9.2 書き込み回路

書き込み負荷特性は、上記書き込み波形と直接関係を持ち、特に高密度化に伴い書き込み周波数が高くなるに従って立ち上り時間を小さくするために、ややオーバーシュートが必要になり同時にLが小さくなるに従って負荷容量Cの影響を無視できなくなっている。

駆動回路を理想スイッチング回路、駆動波形を電圧階段波形、磁気ヘッドを理想変圧器、負荷容量を集中定数とすると書き込み磁束に対応する書き込み電流は次式で与えられる<sup>(6)</sup>。

$$I_N(S) = \frac{(SC_1R + 1)R}{S\{S^2(C_1 + 2C_2)LR + SL + R\}} \quad \dots\dots\dots (9.1)$$

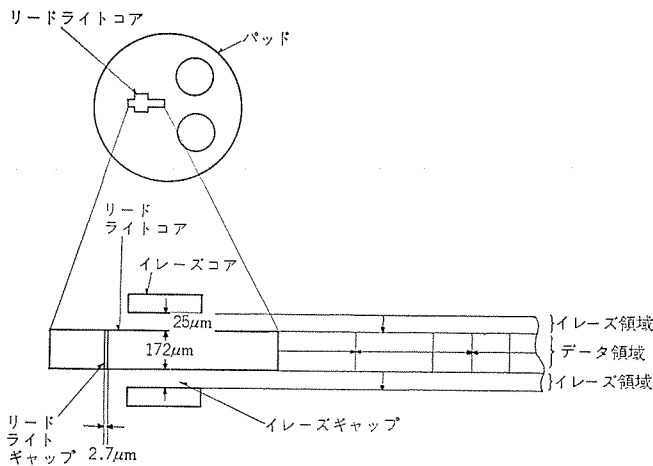


図 9.1 ストラドルイレース記録  
Straddle erase recording.

式 (9.1) を解いて  $0 < \delta < 1$  なる減衰振動基本式を次式に得る。

$$i_N(y) = 1 - \frac{\sqrt{1-2\beta\delta+\beta^2}}{\sqrt{1-\delta^2}} \sin \left( 2\pi\sqrt{1-\delta^2}y + \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\delta^2}}{\delta-\beta} \right) e^{-2\pi\delta y} \quad \dots\dots\dots (9.2)$$

### 9.3 読み出し回路

読み出し負荷特性は、磁気ヘッドより得られる読み出し出力をひずみなく回路に伝達し、位相シフトを起こさないようにする必要がある。

正規化利得特性・位置特性の基本式は次式で与えられる<sup>(7)</sup>。

$$(1) \text{ 利 得 } f(x) = \frac{1}{\sqrt{x^4 + x^2(\phi-2) + 1}} \quad \dots\dots\dots (9.3)$$

$$(2) \text{ 位 相 } f(\theta) = -\frac{x\sqrt{\phi}}{1-x^2} \quad \dots\dots\dots (9.4)$$

$\phi \simeq 1$  において平たんな特性が得られ、 $x \simeq 0.3$  になるように負荷条件を選んで設計されている。

### 9.4 その他

負荷容量を減らし  $S/N$  を向上させるために制御回路を磁気ヘッドに接近配置させ、上記の負荷効果の検討結果を具体化している。書き込み・読み出し回路は平衡伝送系を成しているため、これに対応して各部品、線材、カードのパターン等を配置している。

読み出し増幅器は不完全微分形の能動ろ波回路を用いて補償増幅を行ない、十分な特性を得ている。

## 10. む す び

以上、M 801 カートリッジディスク 駆動装置の概要を記述したが、この装置はミニコン用の大容量高速ランダムアクセスファイルとして、特にすぐれた特長を持つため爆発的な需要拡大が期待されている。さらに性能向上の要求も尽きることなくわれわれはこれにこたえてトラック密度・ビット密度を2倍にした新形機種も開発中である。

### 参 考 文 献

- (1) 小島, 織田, 阪尾, 水上, 土屋: 最近の計算機用記憶装置, 三菱電機技報 44, No. 6, P 780~793 (昭 45)
- (2) 当社特許 第 497827 号
- (3) 当社実用新案 第 911606 号
- (4) ELECTRO CRAFT CORPORATION: Moving Coil Servo Motors In Linear Actuators, P 35~48
- (5) C. J. Brown & J. T. Ma: Time Optimal Control of a Linear Actuator, IBM J. RES. DEVELOP. Sept, 1968, P 372~379
- (6) 織田, 千石: 磁気記録書き込み系の負荷効果, 昭 47 電子通信学会全国大会, 1342
- (7) 遠藤, 織田: 磁気ヘッドの布線終端条件, 昭 43 電気四学会連合大会, 1957

## Zn(S, Se) EL けい光体の特性改善

栗津 健三\*・松 永 数\*・坪井 俊吾\*

## Improvement of Characteristics on Zinc Sulfoselenide Electroluminescent Phosphors

Central Research Laboratory Kenzo AWAZU・Kazu MATSUNAGA・Shungo TSUBOI

Studies have been made on the mixing ratio and the firing condition of phosphor for the purpose of obtaining excellent electroluminescent characteristic. Mixed crystal of ZnS and ZnSe has been used for the host materials and the measurements have been made on various ratios in mixing. As a result the best characteristic has been made available with Zn ( $S_{0.6}Se_{0.4}$ ). Also it has been found that in the preparation of electroluminescent phosphor, firing atmosphere and cooling condition have the most important bearing. Based on it the relative quantities between barriers formed by  $Cu_2S$  and activator center formed by Cu-Br pairs have been determined. From the changes of emission spectra before and after the secondary firing and the aging, consideration has been made on their behaviour.

## 1. ま え が き

けい光体が交流電場において直接発光する現象、いわゆる真性エレクトロルミネッセンス(以下 EL という)は、1936年に Destriau が ZnS : Cu, Cl について報告<sup>(1)</sup>したのが最初である。その後、1950年 Sylvania が EL ランプを発表し、当時面光源としての可能性を有するとして、盛んに研究・改良がなされた。しかし発光効率が低いこと、劣化が大きいことなど重要な欠点があるために応用は伸びなやみ、光源としての実用化には至っていない。現在では、けい光体そのものの研究はほとんど行なわれていないようだが、各種の indicator, display device への応用など、光源として以外の利用が試みられており、多くの発表がなされている。

ZnS 系の EL けい光体を応用するうえで、劣化は輝度とともに重要な因子である。母体の組成は、ZnS だけよりも ZnSe との混晶にしたほうが劣化特性は良いとされている<sup>(2)</sup>。ここでは、ZnS と ZnSe との調合比を変化させ、母体組成のちがいによる各特性の変化および二次焼成による輝度、劣化特性の変化について調べた結果を述べる。

## 2. EL けい光体の性質

真性 EL を示すけい光体のうち、効率が比較的良好いものは ZnS 系の母体で、activator として Cu, coactivator として Cl, Br あるいは Al を添加した物質である。これらの EL けい光体は、Photoluminescence (以下 PL という)用あるいは Cathode-Luminescence (以下 CL という)用けい光体に比べて、Cu の添加濃度がほぼ 1 order 高い。これは EL けい光体においては、発光中心を形成する以外に過剰の Cu の存在が必要であることを意味する。合成時に添加した Cu のうち、一部は結晶内の Zn 位置を置換し、S 位置を置換した Br と pair となり、発光中心を形成する。母体に対する溶解度以上の過剰の Cu は  $Cu_2S$  の形で偏析した状態で存在し、ZnS bulk と  $Cu_2S$  の境界に EL の励起過程に寄与する Schottky barrier を形成するといわれている<sup>(3)</sup>。

EL けい光体の合成において、ZnS の原料粉末の平均粒径は  $0.3\mu$  前後であるが、halide が共存する状態で約  $1,000^\circ C$  で焼成すると、

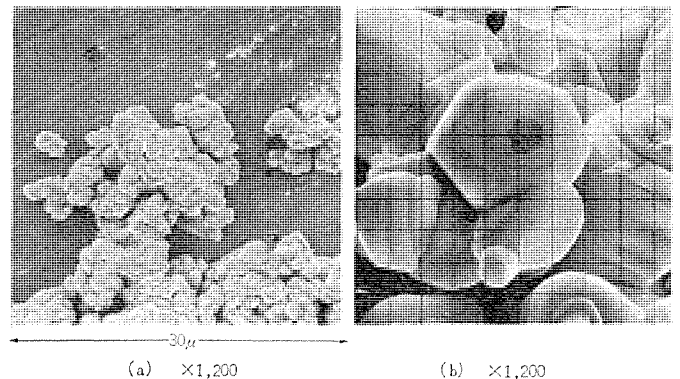


図 2.1 原料の ZnS 粉末(a)および ZnS : Cu, Br けい光体(b)

Photomicrographs of ZnS raw powder (a) and ZnS : Cu, Br phosphor (b).

平均粒径  $10\sim 20\mu$  の粒子に成長する。成長過程のおもなものは固体の拡散と焼結によるものである<sup>(4)</sup>。けい光体の特性は材料の純度、調合比および焼成条件によって決まり、特に焼成中のふん囲気および焼成後の冷却条件がけい光体の特性に大きく影響を与える。図 2.1 に原料の ZnS 粉末および ZnS : Cu, Br けい光体の顕微鏡写真を示す。

## 3. EL 輝度の測定方法

測定用テストセルの表面輝度を Photo Research 社製の Brightness Spot Photometer を用いて行なった。測定精度はおもに EL セルの構造すなわち、けい光体層の設定いかんによって決まる。EL 輝度は周波数および電界強度によって次式<sup>(5)</sup>に示すように変化し、後者は印加電圧とけい光体膜の厚さで決まる。

$$B = a \exp\left(\frac{-b_0 f^m}{\sqrt{V}}\right)$$

ここに  $B$  : EL 輝度

$f$  : 周波数

$V$  : 電界強度

$a, b_0, m$  : 定数

測定は次のような条件のもとに行なった。

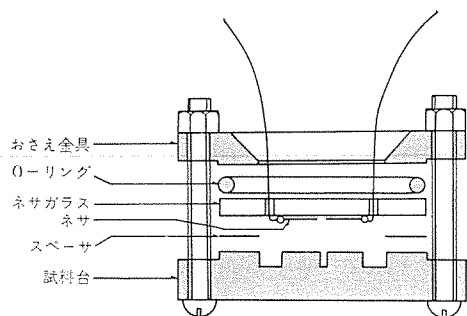


図 3.1 EL テストセル  
EL test cell.

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 分散剤   | シリコンオイル                                   |
|       | 信越化学 KF-96 10,000 cs                      |
| 調合比   | けい光体：分散剤=1：1（重量比）                         |
| 試料の厚さ | 50 $\mu$                                  |
| 周波数   | 50 kHz sine wave                          |
| 印加電圧  | 100 V rms                                 |
| 標準試料  | ZnS：Cu, Al（前後を通じて同一のものを使用した。輝度：2.00 ft-L） |

テストセルは図 3.1 に示すように、ひとつのセルに測定部分を 2 箇所設け、おのおのに標準および測定試料を入れる。この方法によってテストセル間での試料の厚さによるバラツキを押さえ、いつも同一条件下での標準試料に対する相対輝度を求めた。このようにして得られた輝度は $\pm 5\%$ の精度である。

#### 4. 合 成

図 4.1 に焼成炉、図 4.2 に合成工程の flow chart を示す。合成条件、特に調合および焼成を代表的な数値をあげて示す。最初に、ZnS 原料粉末に ZnS 1 g あたり activator として Cu を  $2.5 \times 10^{-3}$  g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , coactivator として Br を  $2.0 \times 10^{-2}$  g  $\text{NH}_4\text{Br}$  の形で添加し、エタノールを加えて slurry 状とした後、約  $100^\circ\text{C}$ 、空气中で乾燥する。これを石英管のつぼに入れて、 $\text{H}_2\text{S}$  ふんい気で  $1,000^\circ\text{C}$ 、60 分間焼成を行なう。焼成は次の順序で行なう。

(1) 試料を充てん(填)したるつぼを直接  $1,000^\circ\text{C}$  の高温域に入れる。そのとき、温度は  $800 \sim 900^\circ\text{C}$  に下がるが、5～10 分で  $1,000^\circ\text{C}$  に回復する。そのときから 60 分間、 $1,000^\circ\text{C}$  に保つ。焼成時間中の温度変化は  $\pm 5^\circ\text{C}$  以下である。ふん囲気の  $\text{H}_2\text{S}$  gas の流量は 30 cc/min で変動は  $\pm 1$  cc 以下とした。

(2) 60 分経過後、手前に引出しその位置で 15 分間保つ。引出

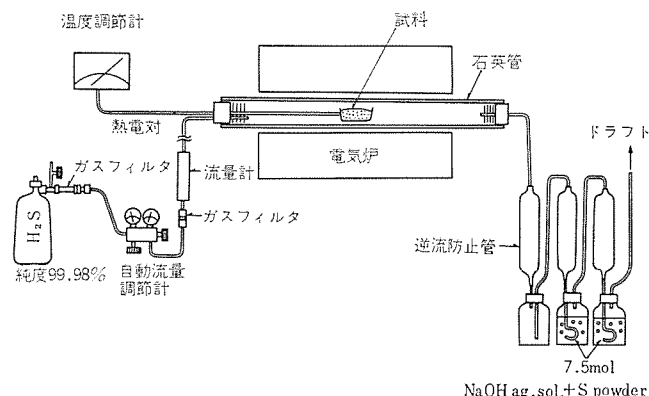


図 4.1 焼 成 炉  
Furnace for phosphor preparation.

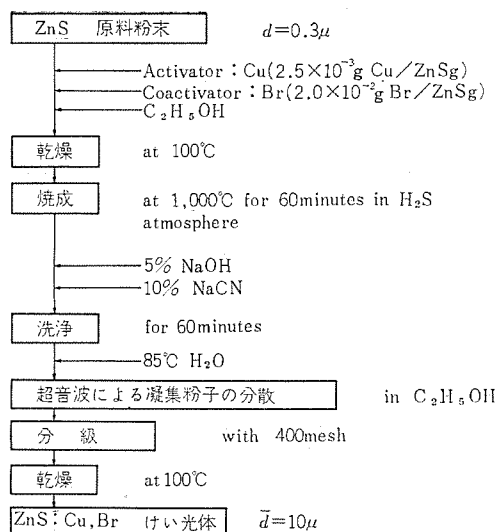


図 4.2 合成工程の流れ  
Flow chart of preparation scheme.

し位置のなにも置いてないときの温度は  $300^\circ\text{C}$  以下である。

(3) 15 分経過後、炉外に取り出して空气中で冷却する。焼成後の粒子表面には過剰の Cu が硫化物となって付着しており、そのため body color は灰色を呈している。これを除去するために 5 wt % NaOH でアルカリ性にした 10 wt % NaCN 水溶液中に焼成後の試料を浸し、室温でかくはん(攪拌)洗浄を行なう。けい光体と NaCN 水溶液の比率は 10 g : 100 cc である。その後、溶液が pH 8 以下になるまで熱湯洗浄を繰返す。洗浄後水分をエタノールで置換し、凝集粒子をほぐすために超音波処理を施す。次にアルコールとのけんだく(懸濁)液で 400 mesh ふる(篩)いを通し、大粒子を除去してろ過後空气中で  $100^\circ\text{C}$  で乾燥する。このようにしてできた ZnS：Cu, Br けい光体の平均粒径は約  $10 \mu$  である。

#### 5. 実 験

母体の組成によって特性がどのように変化するかをみるために、ZnS-ZnSe 混合比を変化させて けい光体を合成し、各種特性の測定を行なった。同時に二次焼成による効果も検討した。

合成条件は

組成  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}(0.25), \text{Br}(2.0)$

不純物濃度は添加時の母体に対する wt % を表わす。

$x=0 \sim 1.0$  で調合時の重量混合比を表わす。

焼成 1st  $1,000^\circ\text{C}$  60 分 in  $\text{H}_2\text{S}$

2nd  $600^\circ\text{C}$  120 分 in  $\text{NH}_3$

である。

図 5.1 に EL 輝度の変化を示す。一次焼成のみの場合は  $\text{Zn}(\text{S}_{0.9}\text{Se}_{0.1})$  において輝度は最も明るい。二次焼成を行なった場合、ZnSe 10 % と 40 % に効果がみられる。母体組成が ZnS あるいは ZnSe のみの場合、輝度は二次焼成によって低下するが、混晶の場合は上昇し、ZnSe 30～40 % において効果的である。

図 5.2 に Half lifetime の変化を示す。Half lifetime は初輝度が  $\frac{1}{2}$  まで劣化するのに要した動作時間である。一次焼成のみと二次焼成を行なった場合では、かなり劣化特性に差がある。ZnSe が 0～70 % では二次焼成によって劣化特性が改善されており、0～40 % でその程度が顕著である。70～100 % ではかえって劣化が大きくなっている。

図 5.3 は EL けい光体の特性を総合的に判断するために、輝度

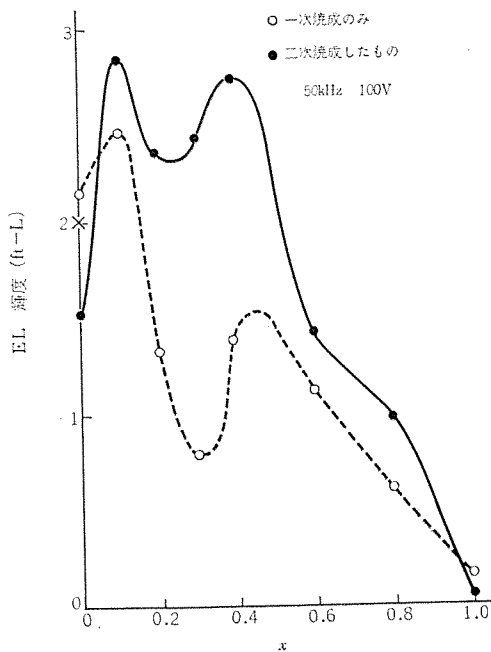


図 5.1  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  けい光体の EL 輝度  
EL brightness of  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  phosphors.

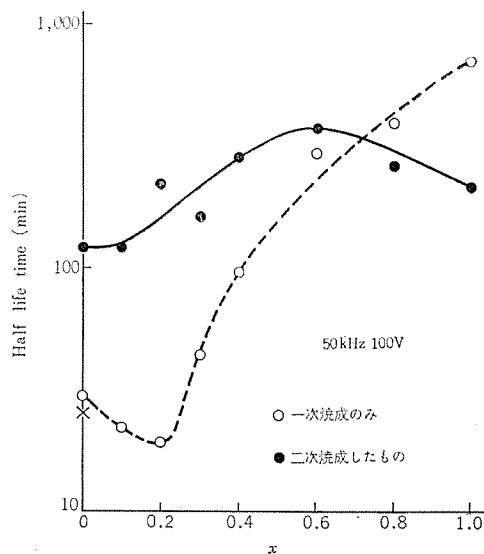


図 5.2  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  けい光体の Half lifetime  
Half lifetime of  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  phosphors.

と Half lifetime の積を求めたものである。 $\text{Zn}(\text{S}_{0.6}\text{Se}_{0.4})$  で二次焼成を行なった試料が最も特性が良いことがわかる。

図 5.1, 5.2 および図 5.3 において,  $x=0$  での×印は標準に用いたけい光体の値である。

図 5.4 は重量平均径の変化を示したもので,  $\text{ZnS}$  よりも  $\text{ZnSe}$  のほうが粒径がやや小さい程度で, 組成変化による著しい差はみられない。なお, 二次焼成によって粒径は変化しないことも確かめた。

図 5.5 は粒子の形状を SEM によって観察したものである。 $\text{ZnS}$  のみの場合は, 六角形の粒子で角がよく発達しているが,  $\text{ZnSe}$  の増加とともに角がなめらかになって丸い形の粒子が多くなる。

図 5.6 は一次焼成のみの試料について,  $\text{Cu}$  濃度の分析値を示したものであるが,  $\text{ZnSe}$  の増加とともに濃度は高くなっている。これは  $\text{ZnS}$  よりも  $\text{ZnSe}$  のほうが  $\text{Cu}$  の溶解度が大きいと考えられる。したがって, 添加した不純物濃度が母体組成比によらず一定とするとき,  $\text{ZnSe}$  をふやすことにより結晶格子にはいる量はふえ, 逆に

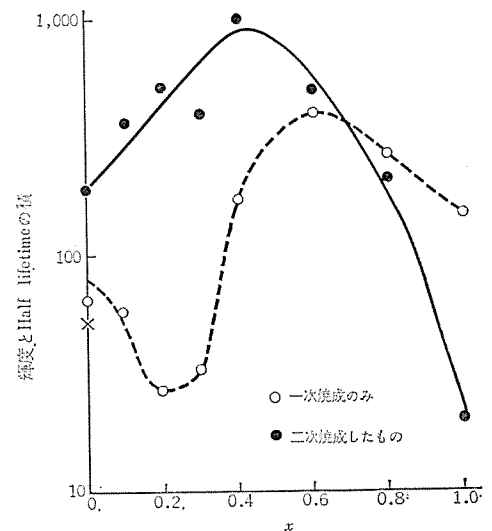


図 5.3  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  けい光体の輝度と  
Half lifetime の積  
Product of brightness and half lifetime of  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  phosphors.

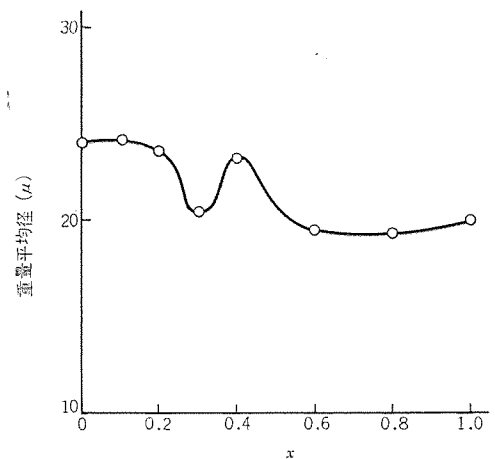


図 5.4  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  けい光体の重量平均径  
Weight mean diameter of  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  phosphors.

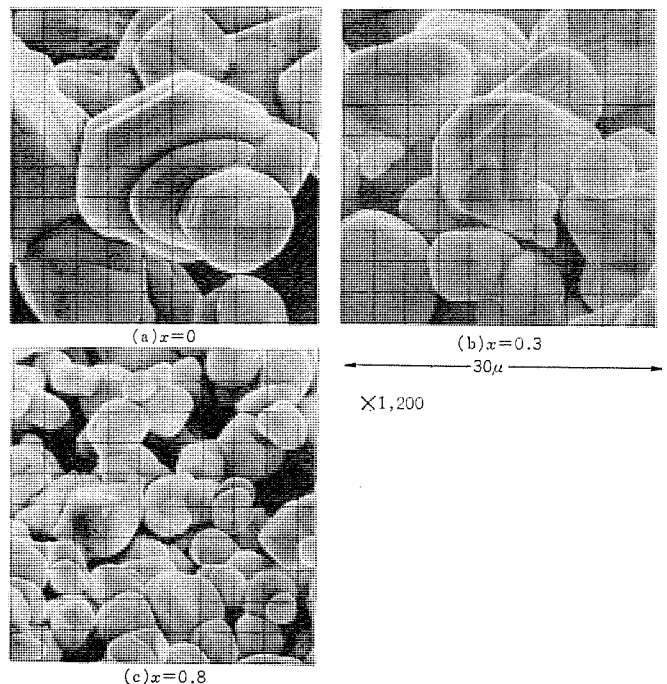


図 5.5  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  けい光体の粒子の形状  
Photomicrographs of  $\text{Zn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x) : \text{Cu}, \text{Br}$  phosphors.

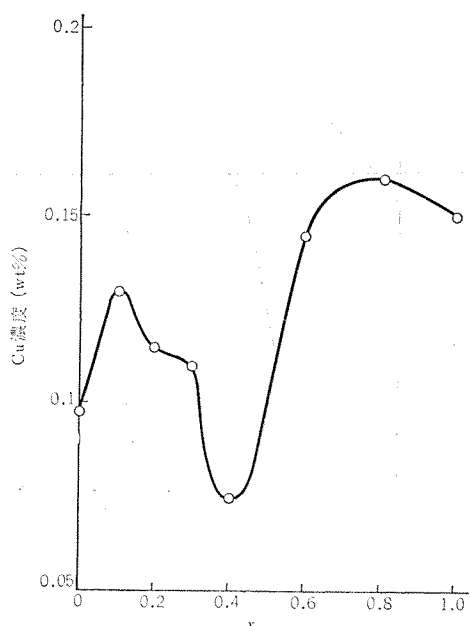


図 5.6 Zn(S<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>):Cu, Br けい光体の Cu 濃度  
Cu concentration of Zn(S<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>):Cu, Br phosphors.

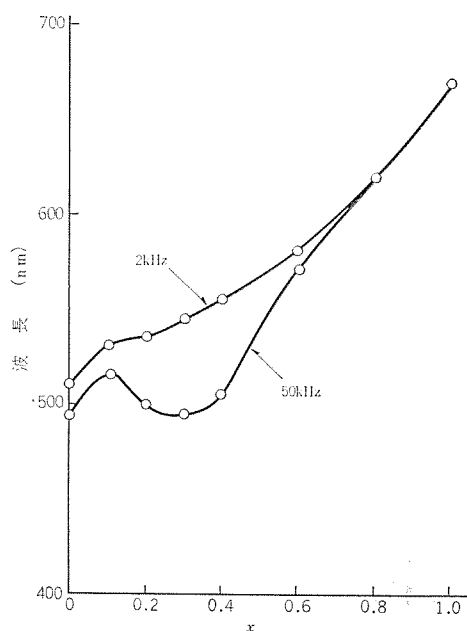


図 5.7 Zn(S<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>):Cu, Br けい光体の発光ピーク波長  
Emission peaks of Zn(S<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>):Cu, Br phosphors.

EL に寄与する Cu は減り、EL 輝度は暗くなってゆくものと予想される。

図 5.7 は一次焼成のみの試料について、発光スペクトルのピーク波長の変化を示したものである。50 kHz で動作させた場合、ZnSe 0 ~ 40 % では発光ピークの移動は少ないが、2kHz では ZnSe の増加とともに次第に長波長側に移動する。

表 5.1 は ZnS:Cu, Br と Zn(S<sub>0.6</sub>Se<sub>0.4</sub>):Cu, Br について、一次焼成のみと二次焼成を行なった場合の劣化前後での発光スペクトルのピーク波長を示したものである。aged は初輝度の  $\frac{1}{2}$  に劣化するまで動作させたものである。二次焼成すると、わずかに短波長側に移動する傾向がみられる。一次焼成のみの試料は、劣化後長波長側に移動するが、二次焼成を行なったものではみられなかった。

表 5.1 二次焼成および劣化による発光ピーク(nm) の変化  
Shift of emission peaks (in nm) due to 2nd firing and aging.

|         | 1st firing |     | 2nd firing |     |
|---------|------------|-----|------------|-----|
|         | EL         | PL  | EL         | PL  |
| $x=0$   |            |     |            |     |
| Unaged  | 505        | 522 | 500        | 510 |
| Aged    | 505        | 530 | 500        | 510 |
| $x=0.4$ |            |     |            |     |
| Unaged  | 517        | 552 | 512        | 548 |
| Aged    | 532        | 560 | 512        | 548 |

## 6. 考 察

母体の組成比を変化させた試料の各種特性の測定結果は、いずれも ZnSe 40 % 付近の組成で異常がみられる。たとえば、重量平均径においては、 $x=0.3 \sim 0.4$  において不規則な変化があり、Cu 濃度については  $x=0.4$  付近で異常を示す。これは熱発光特性、50 kHz での発光スペクトルの変化においてもみられる。このことは、ZnS と ZnSe の固体拡散反応が、添加した Bromide の Flux 作用あるいは生成した Vapor により影響を受け、焼成温度 1,000°C の場合、ZnSe 40 % で不純物の母体に対する溶解性・結晶性・粒径等の差から、粒子内の Cu の分布状態が他と異なるために生じた現象と考えられる。

二次焼成の効果については、発光スペクトルの変化から次のように判断される。

Cu は ZnS 結晶内へのはいり方によって 2 種類の発光中心を形成する。一つは、Zn 格子点を置換した Cu と、S 格子点を置換した Br による Cu-Br pair による緑色発光中心（以下 G 中心という）、もう一つは Zn 格子点を置換した Cu と、格子間に介在した Cu による Cu-Cu pair による青色発光中心（以下 B 中心という）である<sup>(6)</sup>。G および B 中心による発光はいずれもバンドスペクトルで、重なり合っ一つ一つの分布を示している。二次焼成あるいは劣化させたときに見られる発光スペクトルの移動は、これらの発光の相対強度の変化によるものであり、それぞれの発光が移動しているのではない。

二次焼成により、EL, PL ともに短波長側に発光ピークが移動するが、これは一次焼成のみのときの輝度と比較して上昇した場合、B 中心が増加、低下した場合は G 中心が減ったことになる。こうしてみると母体組成が ZnS あるいは ZnSe のみの場合、輝度向上効果がみられないことから G 中心が減少し、混晶の場合は B 中心が増加したものと考えられる。混晶の場合のみ二次焼成によって輝度上昇効果がみられるのは、混晶のほうが転位や格子不整などが多いと考えられ、したがって Cu の拡散が容易となり、また Cu<sub>2</sub>S の析出個所もふえ、その結果 EL の効率が上がるのであろう。

劣化後の発光スペクトルは、一次焼成のみの試料においては発光ピークが長波長側へ移動するが、二次焼成を行なったものについては見られない。これは一次焼成試料は G 中心より B 中心のほうが劣化しやすく、二次焼成を行なうと劣化特性が改善されているところから、B 中心の劣化が G 中心のそれと同程度に少なくなり、劣化させてもスペクトルが変化しないのであろう。

これらの結果から、焼成過程における反応の進行状態を推定してみよう。

母体の ZnS は Bromide の Flux 作用により焼結が進み結晶が成

長し、同時に Cu および Br の一部は結晶内に拡散する。Br の大部分は Bromide の形で蒸発して、るつぼ内のふん囲気を作りながらるつぼのすきまから漏えい(洩)してゆく。このような状態は、焼成中時間とともに変化してゆくと考えられる。高温状態で十分に拡散していた Cu と Br は、冷却に伴い溶解度以上の過剰成分が、エネルギー的にひずみの多い部分、すなわち表面近傍や結晶粒界あるいは結晶内欠陥付近に  $\text{Cu}_2\text{S}$  の形で析出する。一次焼成のふん囲気は、析出する Cu が  $\text{Cu}_2\text{S}$  の形をとりやすくするために、 $\text{H}_2\text{S}$  のような硫化ふん囲気が望ましい。

二次焼成は結晶構造の変化を起こすほどの高い焼成温度ではないが、局所的にみた場合 Cu および Br の拡散に対しては十分な温度であり、一次焼成よりも緩慢な冷却によって、不純物の分布をより static な状態にするものである。

二次焼成前後あるいは劣化前後の発光ピークの変化から、次のことが考えられる。二次焼成時の Cu の挙動は、一次焼成後の比較的急激な冷却過程で過飽和の状態に存在していた Cu が、拡散によりすでに生じている  $\text{Cu}_2\text{S}$  を核として析出したり、結晶内欠陥に新しく Barrier を作る。それとともに濃度消光が緩和され B 中心が増すと考えられる。このことは二次焼成後分光反射率がわずかながら低下することからうなずかれる。二次焼成を行なった試料では、劣化させても発光スペクトルの移動がみられず、Cu の拡散による結晶格子の整列に伴う発光中心の安定化がうかがえる。

EL けい光体の輝度に大きい影響を与え、しかも制御の困難なのは Br 量である。ZnS 中の Br の定量分析が困難なため、合成したけい光体の Br 量からの定量的考察はしていないが、傾向としては次のようである。 $\text{NH}_4\text{Br}$  および焼成中に母体と反応して生成する  $\text{ZnBr}_2$  の融点は、それぞれ  $542^\circ\text{C}$  (Subl.),  $394^\circ\text{C}$ 、また  $\text{ZnBr}_2$  のふっ点は  $650^\circ\text{C}$  である。けい光体の合成には、 $1,000^\circ\text{C}$  前後の焼成温度が必要である。ZnS に対する Cu の拡散は約  $300^\circ\text{C}$  程度の低温からはじまり、結晶表面および結晶中の欠陥に沿って起こる<sup>(7)</sup>。その濃度は  $750^\circ\text{C}$  前後で最大になり<sup>(8)</sup>、それ以上では減少する。しかし EL 発光をさせるためには、粒子をある程度まで成長させて発光中心および欠陥を生成させる必要があり、実験的に  $1,000^\circ\text{C}$  付近の温度が最適になっている。 $1,000^\circ\text{C}$  の焼成温度は、 $\text{NH}_4\text{Br}$  の融点あるいは  $\text{ZnBr}_2$  のふっ点よりも十分に高い温度であるため、焼成容器に Open Boat を使用した場合、Br は焼成中に蒸発してしまい粒子中にはわずかしが残存しない。したがって焼成容器を semiclose の状態にして Br 量を制御することにより EL けい光体を合成しなければならない。概念的には図 6.1 のようなことが考えられる。添加したときのそれぞれの濃度は原子数にして Br のほうが Cu よりも約 10 倍多い。 $\text{Cu}_2\text{S}$  の融点は  $1,130^\circ\text{C}$  であり、焼成温度よりも相当高く、焼成中は添加時の濃度をそのまま保っている。 $\text{NH}_4\text{Br}$ 、 $\text{ZnBr}_2$  の蒸気圧は高いので焼成中にほとんど蒸発して焼成の終わりでは Cu と Br の原子数は逆転する。表面に析出した  $\text{Cu}_2\text{S}$  は洗浄によって除去されてしまう。

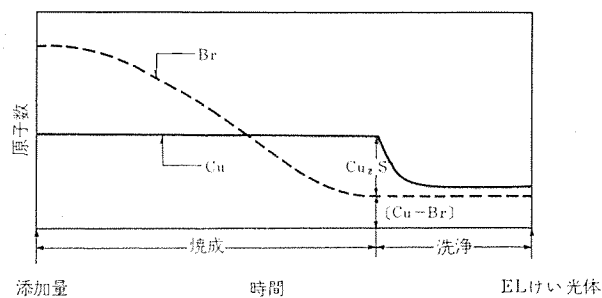


図 6.1 合成中の Cu と Br 量の変化  
Change of Cu and Br concentration during phosphor preparation.

## 7. む す び

このようにして得られた EL けい光体の性能は  $\text{Zn}(\text{S}_{0.8}\text{Se}_{0.4}) : \text{Cu}$  (0.25), Br (2.0) において、3 章に述べた条件下で初輝度 3.0 ft-L, Half lifetime 250 分で、従来用いていた  $\text{ZnS} : \text{Cu}$ , Al けい光体の 10 倍以上の性能指数が得られた。

高性能 EL けい光体は、表示装置への応用が考えられるが、特に試作薄形 TV に利用して映像の最高輝度 15 ft-L, Half lifetime 平均 2,000 時間の性能が得られている<sup>(9)</sup>。

今後、解明しなければならない多くの問題があるが、けい光体合成時、特に冷却条件およびふん囲気を精密に制御することによって、さらにすぐれた特性をもった EL けい光体得られるものと考ええる。

## 参 考 文 献

- (1) G. Destriau : J. Chimie-Physique, 33, 587 (1936)
- (2) S. A. Haper : RADC Rep. AD-629162 (1966), I. J. Hegyi, S. Larach and R. E. Shrader : J. Electrochem. Soc., 104, 717 (1957), P. Zalm : Philips Res. Repts., 11, 353 (1956)
- (3) W. W. Piper and F. E. Williams : Phys. Rev., 87, 151 (1952)
- (4) R. A. Brown : Electrochem. Tech., 6, 246 (1968), J. Electrochem. Soc., 116, 298 (1969)
- (5) P. Zalm : Philips Res. Repts., 11, 417 (1956)
- (6) J. S. Prener and F. E. Williams : J. Electrochem. Soc., 103, 342 (1956)
- (7) G. Diemer : Philips Res. Repts., 10, 194 (1955)
- (8) W. L. Wanmaker : Philips Res. Repts., 20, 278 (1965)
- (9) H. Arai, T. Yoshizawa, K. Awazu, K. Kurahashi and S. Ibuki : Conference Record of 1970 IEEE Conference on Display Device, pp. 52

## 自動色分離装置 DICTRON®

村田 美穂\*・道家 昭彦\*\*・伊藤 修肇\*\*・苗村水戸夫\*\*

## Automatic Color Separators-DICTRON

Dainippon Ink and Chemicals Incorp. Yoshio MURATA

Mitsubishi Electric Corp., Communication Equipment Works Akihiko DÔKE・Shûji ITÔ・Mitoo NAEMURA

The color separating and trace work from the original design is the most important process in the textile printing. Since this color separating work is a painstaking job, requiring considerable time and resorting to skill, it poses serious problems to carry on because of the shortage of labor and scanty specialists. To cope with the situation Mitsubishi has been successful in the development of Automatic Color Separators "DICTRON" model ACS-1000.

This article describes the details of the equipment which is able to separate only one color from a multicolored original design.

## 1. ま え が き

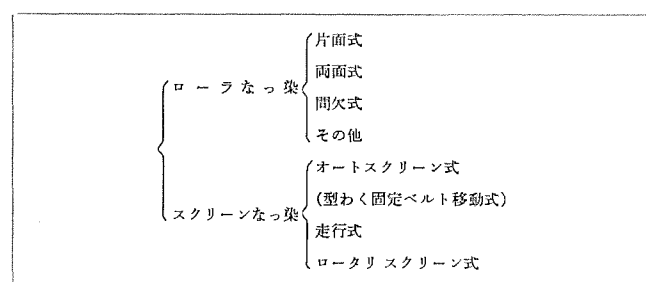
現代はカラー化の時代といわれている。特に女性の服装は、色・デザイン共に多彩多柄になり、見る人の目を楽しませてくれる。これらのなっ染(プリント)服地ができあがるまでには非常に多くの工程を通るが、現在最もあい(隆)路となっているのは、デザイナーの描いた多色のデザイン原画から一色ごとに色分けする色分離作業である。この色分離作業は後工程のための修正作業を伴うので、全工程中最も技術と時間を要するうえに、熟練者不足や若年層の後継者がいない等の理由で、作業の自動化・合理化が要求されていた。

大日本インキ化学工業(株)と三菱電機(株)は自動色分離装置"DICTRON® model ACS-1000"を開発、製品化したので報告する。

## 2. なっ染とは

なっ染(Textile printing)とは、方法のいかんを問わず、種々の繊維より作られた織物・編物の上に、おのおのの色あいをもつ模様を表わすことである。なっ染の方法には、京都の友禅染に代表される手工的方法と、次に述べる機械的方法がある。機械的方法は大別して表2.1のように分類される。このうち現在最も一般的なのは、片面式ローラなっ染、オートスクリーンなっ染およびロータリスクリーンなっ染である。各なっ染法の比較を表2.2(1)に示す。

図2.1に機械によるなっ染工程の例を示す。すなわち、デザイナーが描いた多色図柄のデザイン原画から、各色ごとに色分離し、1枚ず

表 2.1 機械なっ染法  
Machine printing.

つの白黒フィルム原版を作成する。この色分離作業は、レポートづけ・幅締め・かぶせ・泣きしろ(代)等(後述参照)の複雑な作業を伴う。

表 2.2 なっ染法の比較  
Comparison of textile printing methods.

|       | ローラなっ染      | スクリーンなっ染                                    |                                 |                   |
|-------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
|       |             | オートスクリーン式                                   | 走行式                             | ロータリスクリーン式        |
| なっ染速度 | 100 m/分     | 10 m/分                                      | オートより遅い                         | 45 m/分            |
| 色数    | 5~8         | 10~20                                       | 無制限                             | 4~12              |
| 柄の大きさ | 小           | 大                                           | 大                               | 小                 |
| 特殊操作  | 幅締め<br>泣きしろ | かぶせ                                         | かぶせ                             | かぶせ               |
| 説明    | 輪転機構造       | 型わくは位置固定でなっ染時上下する。現反はベルトに張りつけられ、1ビッチずつ送られる。 | 現反は長さ8mの台に張りつけられる。型わくが移動しなっ染する。 | 金属性エンドレススクリーンを使用。 |

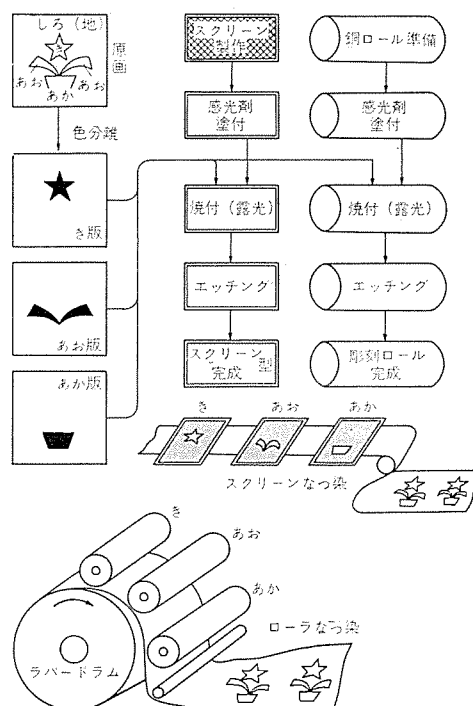


図 2.1 なっ染の工程 Process of textile printing.

\* ®は登録商標 (Registered trademark)

この原版を使い、あらかじめ、感光剤を塗付したスクリーンまたは銅ロールにパターンを焼きつけ、その後スクリーンの場合は水洗により、銅ロールの場合はエッチングにより現像を行ない、目的のスクリーン型または彫刻ロールを得る。たとえば5色のデザイン原画からは、5枚のスクリーン型または5本の彫刻ロールが作られる。

### 3. DICTRON の概要

外観を図3.1, 3.2に示す。装置は向って左側に検出側ドラム、右側に再生側ドラムがあり、カップリングで1軸に接続されている。検出側ドラムにはデザイン原画が、再生側ドラムにはフィルムがはりつけられる。ドラムの後側にはそれぞれ検出光学系と再生光学系が配置されている。手前は操作パネルで標準色（分離希望色）調定用のメータ、つまみ類、回転制御ボタン（SCAN）、エッチングボタン（EDGE）、ネガポジ反転ボタン（NEGA-POSI）、ブザーオフボタン（BUZ-OFF）およびゲート幅調整用のつまみ、表示ランプ等である。（BUZ-OFF）ボタンは緊急停止用ボタンを兼ね、装置がいかなる運転状態にあっても、このボタンを押せば回路が切断され、ドラムにブレーキがかかる。

電気回路部・駆動制御リレー部・電源回路部は右側ドラム下に収容

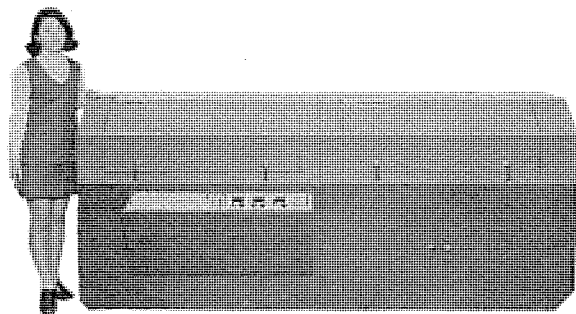


図 3.1 DICTRON 外観  
DICTRON model ACS-1000.

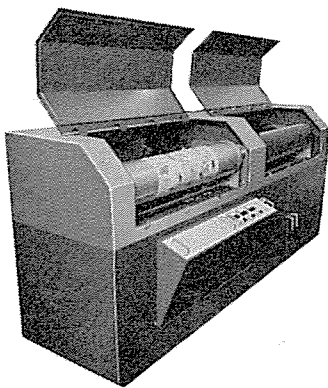


図 3.2 DICTRON 外観  
DICTRON model ACS-1000.

表 3.1 DICTRON model ACS-1000 仕様  
Specification of DICTRON model ACS-1000.

|                 |                                        |
|-----------------|----------------------------------------|
| 1. 原画およびフィルムサイズ | 600(周)×960(長さ)mm                       |
| 2. 走査線密度        | 250/500 線/インチ                          |
| 3. 走査時間         | 1 分/インチ (50 Hz)                        |
| 4. ドラム回転数       | 300 rpm                                |
| 5. 幅締め          | 8, 11, 14, 17, 20 %                    |
| 6. かぶせおよび泣きしろ   | 検出スポット 0.1~2.1 mm<br>再生スポット 0.1~1.0 mm |
| 7. 色分離方式        | ダイクロイックミラーによる3色分離法                     |
| 8. 電源           | AC 100 V 50/60 Hz 一相                   |
| 9. 消費電力         | 約 500 VA                               |
| 10. 外形寸法        | 2,700(幅)×880(奥行)×1,130(高さ)             |
| 11. 適合フィルム      | FUJI SCANNER FILM TYPE 51              |

されている。電気回路はIC化し、信頼性の向上につとめている。

DICTRON model ACS-1000の仕様を表3.1に示す。

### 4. 原理と機能

#### 4.1 各色分解の必要性

カラー写真印刷の場合は、原稿写真を Red, Blue, Green の3原色で色分解して、Cyan, Magenta, Yellow および墨版の4枚のフィルム原版にするのが一般的である。しかしこの方式では、たとえば薄紫色は Red, Blue, Green の成分を含んでいるので、全部のフィルム原版にこの柄（モチーフ）が現われる。写真印刷の場合は透明な印刷インクで重ね刷りするため、原色どおり発色させることが可能であるが、なっ染の場合は不透明ななっ染のりを使うため、モチーフの重複部分は混濁した色になり、原色どおりの発色は望めない。

また、なっ染においては、配色換え（同じ柄模様で配色だけを変えること）が必要とされる。このねらいは購買者層の増大（たとえば、同じ柄で配色により若者向き、中年向き、老人向き等ができる）と、生産コストの低減であり、1柄で5配色程度が多い。さらに、なっ染する相手が伸縮性を有する布地であること、布地の種類が多いこと、なっ染方法の種類が多いこと等のために、幅締め・かぶせ・泣きしろ等の特殊な修正が要求されるため、各色分離法が使用される。

#### 4.2 色分離の原理

ある色を適当な波長領域の三つのフィルタにより、三つの部分（必ずしも三原色でなくてもよい）に分離すれば、その三つの出力の大きさの組合せて、その色の明度、色相および彩度が代表されるので、その波長特性（分光反射特性）をあらかじめ電子回路に記憶させておき、これと同じ明度、色相および彩度の光がきたときだけ電流が流れ、感光フィルムに露光するようにしておけば、その色の柄だけを色分離することができる。いま、分離希望色（以下標準色という）の波長特性が、図4.1(I)で示されるとする。3個の適当なカラーフィルタを選び、その中心波長を $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ,  $\lambda_C$ としたとき、それぞれの出力レベルを $x_A$ ,  $x_B$ ,  $x_C$ とする。ここである特定のレベル( $X_0$ )を設定し、それぞれの出力を $X_0$ に合わせる。すなわち、

$$X_0 = a \times x_A = b \times x_B = c \times x_C$$

$a, b, c$ : 定数

したがって、これら三つのレベルが $X_0$ にそろったときだけ出力が出るようにすれば、色分離が可能となり、この同一レベルにそろえることが記憶操作となる。同一レベルにそろえるのは、原画の色むら、塗りむらに対処するため、各チャネル間の差動をとる必要がある

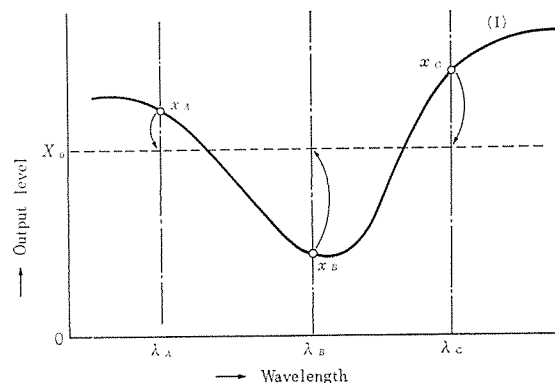


図 4.1 DICTRON の原理  
Principle of DICTRON

ためである。

装置のブロック図を図4.2に示す。原画は原画（検出側）ドラムの上に透明なカバーフィルムによってしっかりと固定され、ハロゲンランプにより照明される。その反射光はレンズで集光され、アパーチャ（Spot or Pin-hole）を通りダイクロイックミラーにより三つの波長領域に分離される。ダイクロイックミラーの分光透過率特性を図4.3に示す。その後光

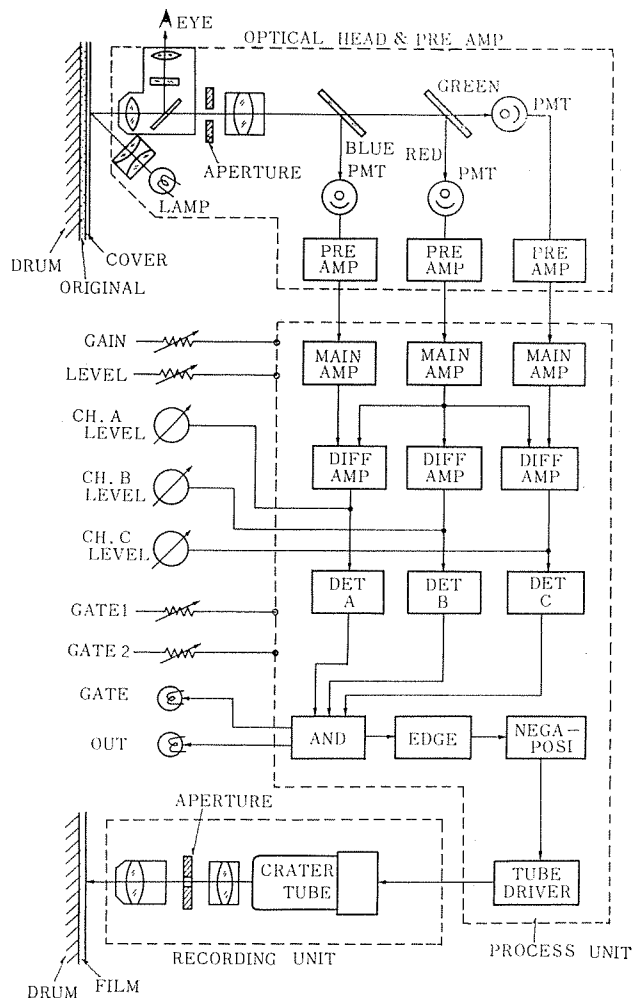


図4.2 DICTRONブロック図  
Block diagram of DICTRON.

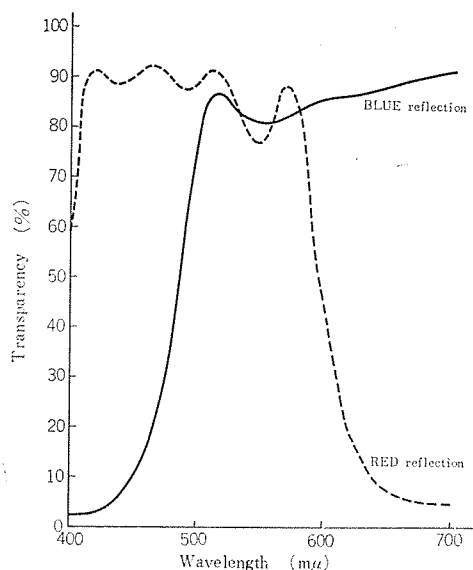


図4.3 ダイクロイックミラー特性  
Transparency of dichroic mirrors

電子増倍管で電気信号に変換される。電気信号は増幅器で出力レベルをそろえられ差動増幅器へ入る。ここで三つの差動増幅器の出力が0になったときだけ、出力が出るようなGATE回路とAND回路を設ける。標準色と同じ色の場合は、差動出力は0となりAND出力が得られる。次に補正回路を経て増幅され、クレータチューブを点灯し、再生側ドラムにはりつけられた感光フィルムを露光する。

前述のように、なっ染用のデザイン原画は色むら（色材自体の不均一性、色材の塗膜の厚さのばらつき等）や塗りむら（隣色との間に間隙（隙）がある、隣色と重なりあって全く別の第3の色になっている等）が大きく、また紙の種類が多様多様にわたっているため、差動出力は0付近で変動する。そこでGATE回路には、ゼロレベルを中心に $\pm 4V$ の可変ゲート幅を設定し、これらによる変動をカバーしている。

### 4.3 色分離能力

色分離の能力はゲート幅に依存する。すなわち、デザイン原画が非常に平坦（坦）で、色むら・塗りむら・汚れ等がない場合は、ゲート幅を無限に小さくできるので、原理的には無限色の分離が可能である。実際の原画は前述の色むら・塗りむらが非常に大きいため、分離可能色数はかなり限定される。現在広く使われているターナー社製ポストカラーを例にとれば、カラーサンプル中、無彩色と金銀等の金属色を除いた残り45色を35色のグループに分類する（近似色を1グループにまとめる）と、この35色を完全に分離する。

また、神奈川県工業試験所での実験結果によると<sup>(4)</sup>、標準色票（JIS-Z-8721-1958に準拠）の場合、明度Y(%)値で数%以上の差があるか、または、近似明度の場合は彩度差で2以上のひらきがあれば、色分離は可能である。図6.2および図6.3にDICTRONによる色分離例を示す。図6.2は5色の場合で、原画(A)からは、それぞれ各色のフィルム原版ができる。図6.3は3色の場合である。これは、糸目（柄の輪郭）が細かいので、人手によるトレースでは非常に時間がかかる。

### 4.4 解像度

なっ染に使われるスクリーンのメッシュは、被なっ染物が、かなり太い繊維から編織される布地であるため、1インチにつき70~80線が標準である。（新聞写真は1インチにつき60~65線、美術印刷は133線程度である）走査線ピッチとスクリーンメッシュ間、あるいは、走査線ピッチと原画間のモアレ現象等を考え、走査線数すなわち走査線ピッチは当初125線と250線とした。しかし、125線では、斜線が階段状になり実用に適さないことや本機が印刷用にも適しているため、現在では250/500線の切換式とした。500線で走査した場合の解像度テスト例を図4.4に示す。チャートは画像電子学会のファクシミリテストチャートである。（ちなみに、美術印刷等の走査線数は500~1,000線である）

### 4.5 幅締め

ローなっ染では、なっ染時に現反（なっ染される布地）を強く引張るため、柄の縦横比が変化する。たとえば、水玉模様のような円形の柄の場合、フィルム原版では変形分を見込みだ（楕）円形の水玉にしておく必要がある。この作業を幅締めという。現反の材質により幅締めの割合は異なるが、本機では、検出光学系の副走査用送りギヤのギヤ比変換により8, 11, 14, 17, 20%が可能である。

### 4.6 かぶせ

スクリーンなっ染ではモチーフ（柄）とモチーフの間に白目（現反の地色）が出るのを防ぐため、モチーフの大きさを原画寸法より若干大き

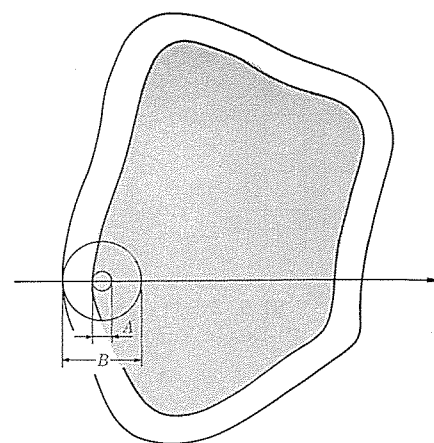
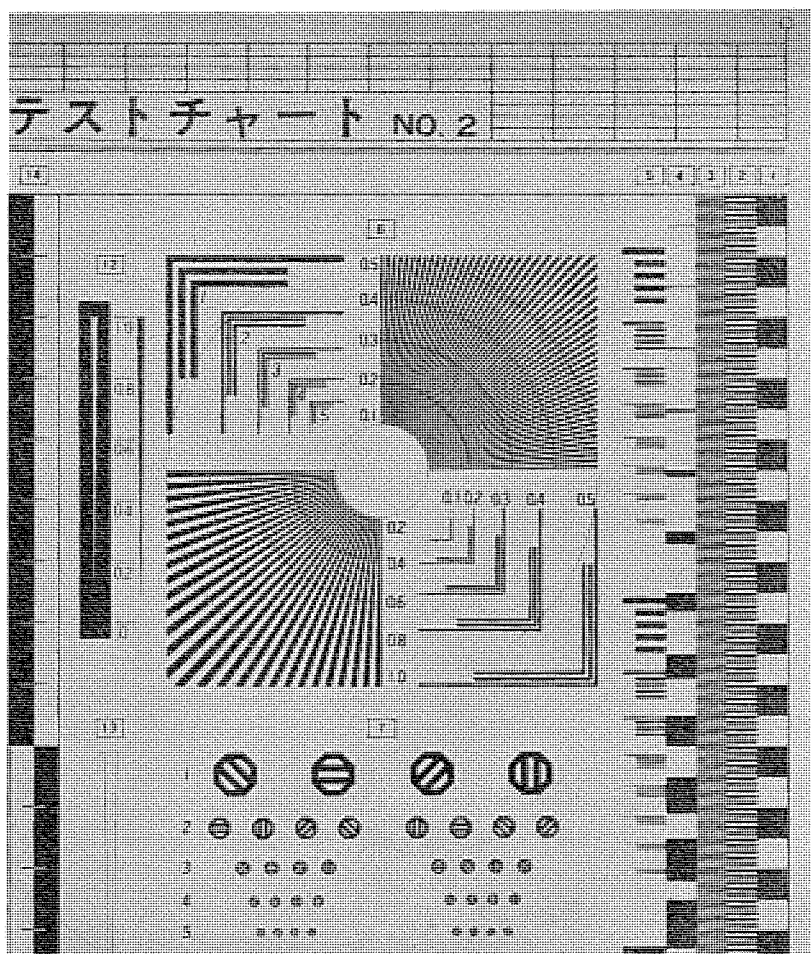


図 4.5 かぶせ  
Overlapping.

検出 0.1 再生 0.1  
走査 500 線/インチ

図 4.4 解像度テスト例  
Resolution of DICTRON.

くする必要がある。この修正をかぶせまたは重ねという。白目が出る原因としては、トレースの精度、写真型（わく）の精度、なっ染機の精度、なっ染のりや現反のちがい等が考えられる。

本機では、光学系のアパーチャ操作によりかぶせ修正をしている。すなわち、図 4.5 で検出系のアパーチャ直径を  $A$  とし、これが矢印の方向に走った場合、再生系アパーチャを  $A$  より大きい直径  $B$  で露光すれば、フィルムには原画のモチーフよりは大きいモチーフが得られる。すなわち、片側で

$$w = \frac{B-A}{2}$$

だけのかぶせが得られる。

#### 4.7 泣きしろ

ローなっ染では、なっ染の際に彫刻ロールにラバードラムで現反を圧接して転写するのでなっ染インキが周囲にはみ出る。このはみ出る幅だけあらかじめ小さくして原版を作る必要がある。この幅を泣きしろまたはにじみしろという。本機では、かぶせと逆の操作により泣きしろを得ている。

#### 4.8 エッチングしろ

ローなっ染用の彫刻ロールをエッチングするときに問題になるもので、たとえば、縦横同じ太さのチェック柄がある場合、これをそのまま焼付けエッチングすると、回転軸と平行な線のほうが太くなってしまう。そこであらかじめこの方向の線を細く焼きつける必要があるが、この細くする幅をエッチングしろ（代）という。本機では遅延回路の組合せにより所望の長さにしている。

### 5. 付 属 品

次の機器はオプションとして用意されているものである。

#### 5.1 図柄傾斜装置

ローなっ染の場合、デザインによっては問題になるものがある。一般的なローなっ染機の彫刻ロール付近の概略構造を図 5.1 に示す。図で（1）が彫刻ロールである。ファーニッシャは彫刻ロールと接触回転し、カラーボックス中のなっ染のりを彫刻ロールに供給する。彫刻ロールのおう（凹）刻部以外に付着したなっ染のりは、クリーニングドクタでかき落とされる。少しのかき落としも許されないので、クリーニングドクタの先端は鋭利な刃物となっている。このクリーニングドクタはばねまたはおもりにより、彫刻ロールに密着している。ここで余分なりの

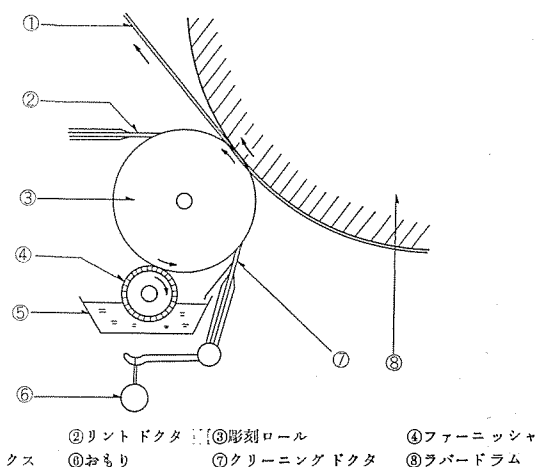


図 5.1 ローなっ染機  
Roller printing machine.

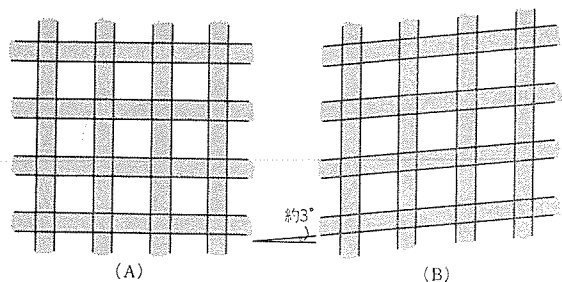


図 5.2 デザイン例  
Design sample.

{ 傾 斜  $1/50$   
(走査 250 線/インチ)

図 5.3 図柄傾斜例▶  
Deformation of original pattern

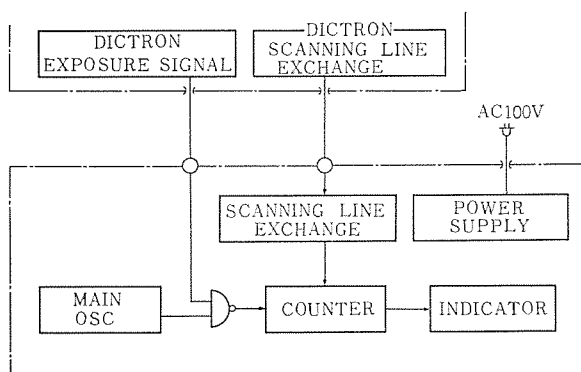


図 5.4 面積計ブロック図  
Block diagram of area counter.

をかき落とされた彫刻図柄は、ラバードラムとの間を通過する現反に押印される。リットドクタは彫刻ロールに付着する先行ロールのなっ染のりや現反に付着するごみ類が、カラーボックスへ混入するのを防止する。

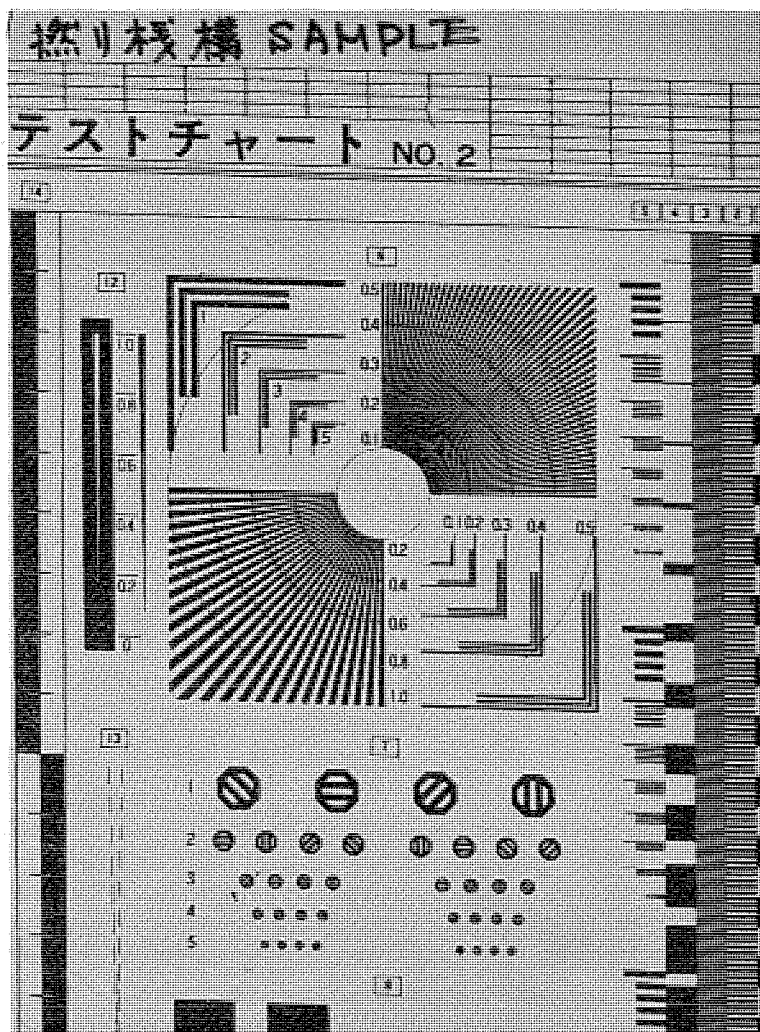
さて、彫刻図柄中に図 5.2(A) のように、ロールの回転軸と平行な横線が存在する場合、上記クリーニングドクタの刃先が横線のおう刻部に落ち込み、刃先を破損するばかりでなく、彫刻ロールや現反を損傷する。横線の幅が広い場合には、横線内に斜線を入れ、刃先がおう刻部に落ち込むことを防止しているが、狭い場合には斜線を入れることができないので、現在は図 5.2(B) のように、横線のみを回転軸に対し約 3 度傾斜させて彫刻し、落ち込みを防止している。本装置は色分離と同時にこの作業を完成させるものである。

本装置の原理は、副走査時間の経過とともに、光学系をドラム回転軸を中心とした同心円上を微小角度変化させることである。図柄の傾斜角度は 0～3 度の間で可変である。本装置による図柄傾斜例を図 5.3 に示す。図 5.3 の傾斜角度は 2 度 50 分である。

## 5.2 面積計

本装置は DICTRON に接続し、標準色の面積を知るものである。フィルム原版の段階で、あらかじめ柄の面積すなわちなっ染のりの所要量を知ることができれば、高価な染料の損失を防ぐことができるので、経済上得るところが大きい。

本装置の原理は、基準周波数を DICTRON の露光信号でゲートし、柄部分内の基準パルス数を計数、じか(直)読み表示するものである。走査線数を切換えても面積指示はじか読みである。ブロック図を図 5.4 に示す。



## 6. フィルム

本機に使用するフィルムには過酷な条件が要求される。まず、かぶせをとる関係上、露光面積が 100 倍の変化をする。これは本機の場合 100 倍の露光量変化を意味する。露光量が 1 から 100 まで変化してもフィルム濃度は同じである必要がある。したがって露光面積を正確に維持するためには、リスフィルムのような  $\gamma$  の高いものが望まれる。また、再生光学系のハレーション対策やフィルム乳剤面からの拡散

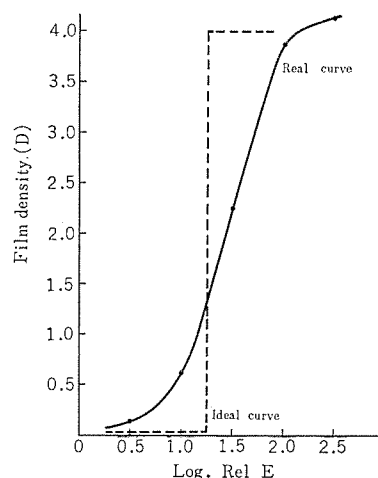


図 6.1 DICTRON FILM 特性曲線  
Characteristic of DICTRON FILM.



(A) 原画



(B) DARK BROWN



(C) LIGHT GREEN



(D) PINK



(E) BROWN



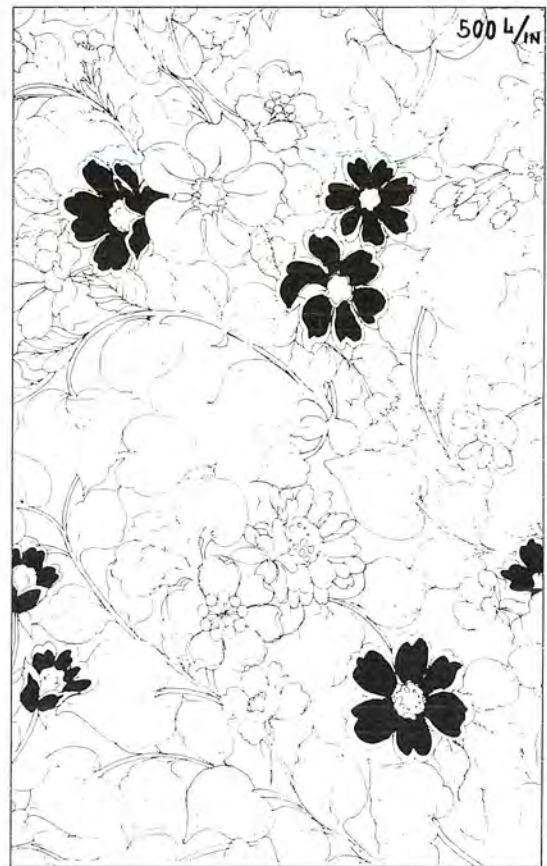
(F) DARK GREEN

原画(A)から(B)～(F)の各色をそれぞれ分離したものである。原画中の白色は通常版を作らない。

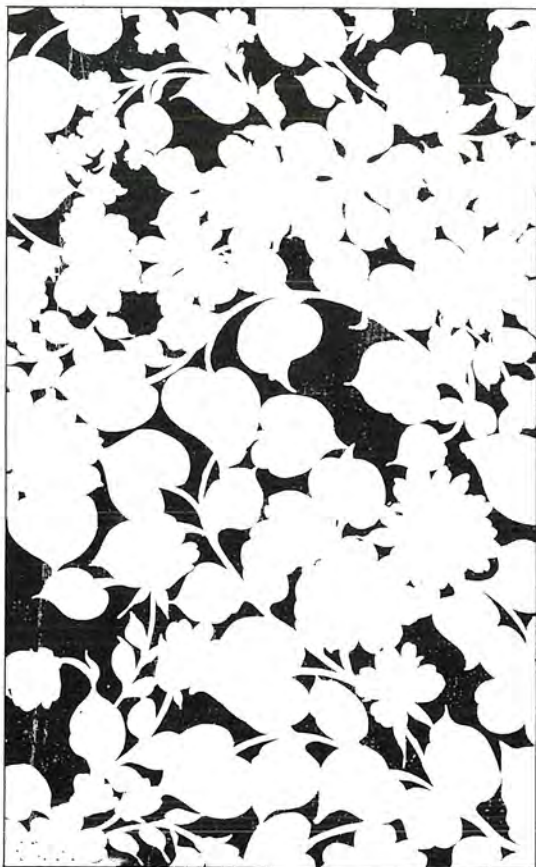
図6.2 色分離例(5色)  
Color-separated sample.



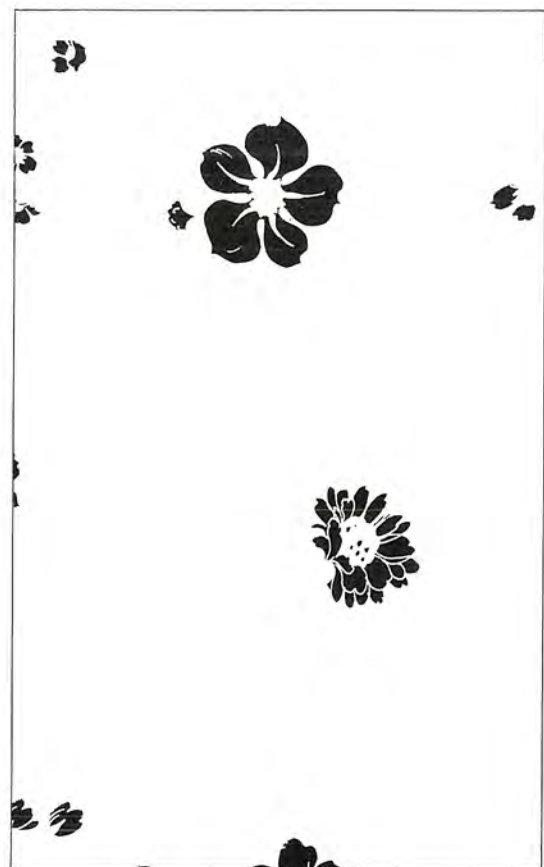
(A) 原画



(B) 糸目+黒



(C) ウグイス



(D) オレンジ

図6.3 色分離例 (3色)  
Color-separated sample.

反射、およびこれの再反射によるかぶり等は十分検討しなければいけない。

次に、露光スピードは、最少スポットの場合、カメラのシャッタースピードに換算して1/5秒から1/30,000秒まで変化する。このため、フィルムの相反則不軌特性にも十分留意する必要がある。

国内・国外のフィルムをテストした結果、フジフィルム社のスキャナフィルム、タイプ51 [SC-51] が現在のところ最良であるが、 $\gamma$ 特性等まだ改良すべき点がある。このフィルムの特性を図6.1に示す。点線は理想的な特性を示す。

図6.2、6.3に本機による色分離例を示す。

## 7. 色分離の考慮事項

### 7.1 等色効果

検出光学系のアパーチャ (spot) が有限の大きさをもっているため、たとえば標準色がオレンジ色の場合、赤色と黄色の隣接部を通過するときに、オレンジ色と判定される点がある。この現象を等色効果またはエッジ効果という。A-D変換部を有するために存在するものであるが、ゲート幅の調整により軽減することは可能である。また、デザインを描き直している場合は、等色効果の出にくい色の組合せがあるので、その色材を使えば問題は少ない。等色効果により発生した不要部分はレタッチにより修正する。

### 7.2 原画の問題

フィルム原版の良否はデザイン原画のできに完全に依存する。このデザイン原画の問題は、デザイナー・紙材・色材等が複雑にからみあい解決困難であるが、ここに問題点を検討してみたい。

#### (1) デザイン (使用色) の問題

デザイン原画は、配色換えに備えて同系統色でまとめられている場合が多い。これは近似色が多いということで分離しにくくなる。また、なっ染においては、デザイン売買は実際の色彩で描いた原画で行なう商習慣があり、実際の色を使わない原画は受け入れられない。しかし作業の合理化は急務であるので、DICTRONの指定色で、デザイン原画を描くような方向へ努力していただきたい。

#### (2) 紙材

デザイン原画の素材については、アート紙のような平滑紙、エンボスタイプの押型加工紙、和紙、印刷原稿、なっ染された布地またはフィルムなどがある。現在は柄のイメージを出すため、和紙やおうとつ (凹凸) のはげしい押型加工紙に描く場合が少なくない。しかし、紙面のおうとつは必然的に色むら・塗りむらを大きくする。したがって、ゲート幅を広げるので色分離能力は低下する。結果的には平滑紙が最良なので、今後は平滑紙に描くようにすれば良好な色分離ができる。

#### (3) 色材

デザイン原画の色材には、ポスタカラー・透明インク・水彩絵具・墨汁等が用いられている。透明インクの場合は、紙の表面のおうとつがそのままインク層を通して検出されるため、色分離に影響を与える。水彩絵具 (不透明) は、色むらや塗りむらが大きく出るので不適当と思われる。ポスタカラーは、適当に塗れば紙のおうとつを隠し、ほ

ぼ平たんな面とすることができるので、良い結果が得られる。

### (4) 塗り方

デザイナーは柄のイメージで仕事をしているので、使用色には気を遣うが、原画の塗り方まで気を使う人はまれである。大多数の原画は色が隣へはみ出したり、塗り足りなかったり、変な混合色になったり等の色むら・塗りむらが大きい。

デザイナーがむらのない原画を描くのが困難な場合、サブデザイナーにおいて、この原画をDICTRON指定色でむらのないきれいな原画に描き直すようにすればよい。この方法ならば、等色効果の少ない、後のレタッチも少ないフィルム原版が得られる。

### (5) ぼかし

ぼかしはトーン (階調) ともいわれるが、今回のACS-1000形では対象外とした。しかし、段落ちによるぼかし柄のフィルム原版作成は可能であるし、連続階調の場合でも特殊技法を使えば可能である。

### 7.3 なっ染以外の用途

本機はなっ染における色分離を主目的として開発したもののだが、その機能から通常のなっ染業界のほか、転写なっ染・金属印刷・陶磁器印刷・漫画・ポスタその他一般印刷、および西陣織等の紋織関係に広く採用され、好評裏にか (稼) 動中である。

## 8. む す び

以上自動色分離装置の概要とその問題点について述べた。しかし問題点はデザイン原画の問題であるので、今後のデザイナー・商社・なっ染型屋および関連工場の皆様の努力と理解をお願い申し上げる。

本機によれば、デザイン原画の柄の複雑さに関係なく色分離することができるので、従来の柄の色分離はもちろんのこと、従来の人手による方法では複雑すぎて色分離不可能とされていた図柄や、人手でやるにはあまりにも単純すぎる図柄の場合には特に威力がある。また、本機を使いこなしていくうちに、前述以外の種々の応用方法が見出されてくるであろう。

はじめにも述べたとおり、色分離作業の熟練者不足と後継者不足の問題や、人件費の高騰等の問題が次第に深刻さを増し、合理化、省力化をせまられているときに本機が完成した意義は大きい。本機が応用できる業界は、今までエレクトロニクスの恩恵にあずかるところが少なかったが、今後はさらに関係業界の発展に寄与する装置を開発してゆきたい。

最後に本機の開発にあたり、終始多大なご指導ご協力をいただいた神奈川県工業試験所、および社内外の関係各位に深く感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 高岡、萩原：浸染・捺染，地人書館
- (2) 田口：色彩学，共立出版
- (3) 印刷製版技術講座：製版印刷技術総論 (上) (下)，共立出版
- (4) 今込：昭和46年度染色技術講習会資料，神奈川県工業試験所 (昭47・3・29)

## 旋削用自動プログラミングシステム「M-SHAFT」

黒田 紀典\*・藤本 康彦\*・林田 敏生\*  
田村 泰造\*\*・伊藤 暢彦\*\*\*

Automatic Programming System  
for Turning Lathes —M-SHAFT—

Nagasaki Works Toshinori KURODA・Yasuyuki FUJIMOTO・Toshio HAYASHIDA  
Kobe Works Taizo TAMURA  
Kamakura Works Nobuhiko ITO

M-SHAFT is a sort software used for the numerical control with the object of turning a shaft. There are many systems in the numerical control software such as ranging from a large general purpose system represented by APT and EXAPT to individual systems used for respective NC machines. The M-SHAFT is situated between these two types. It has merits of being applicable to many purposes so as to be a general purpose machine in response to the change of apparatus as well as that of highly automatized functions. As for the output, precise indications are made such as instructions for tools to be used, the layout of the tools on the tool post, changeover of spindle speed lever, transfer of work and change of tips owing to the life of tools. Then, marked improvement in labor saving effect is expected by the introduction of NC.

## 1. ま え が き

昨今、省力化の要請に呼応して NC 工作機械の導入はめざましいものがある。しかし NC 機械の導入にあたって、そのハードウェアの機能のみを重要視しても NC 機の十分な活用は不可能で、充実した NC ソフトウェアが不可欠であることが広く認識されるようになってきた。すなわち、NC 機には一つ一つの動作指令をパンチした紙テープの形で提供してやらねばならない。複雑な形状の加工物を切削するためには、その動作指令は膨大な量となり、人間がその指令を逐一作っていたのでは、その手数がかりすぎパートプログラミング時間が大きく、また誤りも多くなる。大きいプログラムでは、もはや人力では不可能ということも珍しくない。

このような問題を解決し、誤りなく、できるだけ簡単にパートプログラムを書けるようなプログラミングシステムを提供しようというのが、NC ソフトウェアの目的である。

このような目的に沿う NC ソフトウェアとしては、現在、APT (Automatically Programed Tools=米国開発)、EXAPT (Extended Subset of APT=西独開発) に代表される大形はん(汎)用プログラムから、通常ユーザが個々に開発している専用プログラムまで、いろいろなレベルのプログラムが存在する。しかし、この APT、EXAPT については、いずれも大形コンピュータの利用が必要である。

APT は三次元の任意物体の工作にまで使えるというものの、加工条件自動決定機能がないため、工作機・NC 機・加工法などを熟知したうえで、必要な工具の選択、工具の取付け寸法、ワークやチャックとの衝突チェック、切込量、主軸回転数、送り速度等を考慮しなければならず、したがって専門的な工作技術が要求される。また、EXAPT は、位置決め二次元的図形処理の範囲ながら加工条件自動決定機能をかなり備えているが、前述のように大形コンピュータが必要で、加工条件自動決定機能も個々の使用目的に対してかゆい所に手が届くほどにはなっていない。

一方、従来開発されているいろいろな専用プログラミングシステムは、

使用目的を制限している関係で、加工物形状や加工条件もある程度固定している。したがってインプットとなるパラメータは比較的小数であり、使用計算機も小形ですむが、反面、加工物の対象範囲が狭く、加工条件・NC 機械条件などはん用性にとぼしく、別の NC 機械には流用しにくい。したがって NC 機械導入のつど、既成プログラムを参考にして新しいプログラムを開発しなければならない。しかも、これらの個々の専用プログラムの開発には、それぞれ数カ月のマンパワーが必要であり、プログラムの開発が NC の導入に追いつけなくなる。

このような諸問題を解決しようということで、今回当社で開発されたプログラミングシステムの一つが M-SHAFT である。

これは、工作対象範囲を軸旋削物という範囲に限定してはいるが、その範囲内では、切削対象の形状・材質の多種多様の変化にできるだけ対処できるとともに、使用工作機、NC 機の機能上の変化にも対応できるような、準はん用的性格を備えたシステムである。また、加工条件の自動決定機能の充実を期するとともに、簡単なパラメータ入力方式をとり、さらに中小形コンピュータでも処理できるということをお願いしている。

## 2. M-SHAFT 設計上の考え方

まえがきに述べた諸目的を達成するために、開発にあたって考慮した機能上・使用上のポイントはつぎのとおりである。

## (1) 軸旋削用としての対象形状範囲

当社の軸旋削に関連する数百点の図面を収集し、これを分析・検討して、対象とする形状範囲を決定した。この結果、M-SHAFT で処理できる形状は、平行段・テーパ段・45 度面取り・とつ(凸)円弧・おう(凹)円弧・ねじ・みぞ(溝)の組合せとなっている。

## (2) 入力データの作成が簡単であること

NC 指令テープの作成が自動化されても、入力データの作成やその要員教育に多くの目的を要するようでは、利用者から敬遠される。M-SHAFT では入力データを極力簡素化し、また、入力フォームは工

作部門担当者にもなじみやすい表形式とした。すなわち入力データは素材および製品の形状（各段の長さ、直径、テーパ度、ねじピッチ等）を、定められたフォームにしたがって順次記入していくことにより作成される。入力データの作成には、計算機プログラムの知識・経験はまったく必要なく、初めての人で通常1〜2時間、慣れれば30分もあれば可能となる。なお、幾何形状以外のデータ（切削条件算出・工具選択・衝突チェック等に必要データ）は、パートプログラムの時点では考慮しないで済むように、マスタとして別途準備する方法をとった。

### (3) 徹底したエラーチェック

入力データが簡素化され、その作成も容易であるためエラーは少なくなっているが、カラムずれ等による誤記入のチェックを中心に、処理プログラムで約90項目、マスタ登録プログラムを含めると200項目近くについて、エラーチェックを実施している。

入力データおよび出力データ（カットロケーション）は、必要によりプロットで描かせてチェックされる。

### (4) はん用性のあること

M-SHAFTは軸旋削を対象とする一種の専用プログラムであるが、その対象範囲内では極力はん用性をもたせてある。すなわち、機械は軸用普通旋盤であればメカのいかに問わず、NCは当社製NC(MELDAS)であれば、その形式いかに問わず対処できるものとした。このために必要な機械およびNCに関する情報は、マスタとして別途準備する。

### (5) 中形コンピュータで処理可能なこと

M-SHAFTは、コアサイズ16kW(1W:16ビット)程度の中形コンピュータで処理可能としている。しかしそのため、たとえばNCの固定サイクル機能のように他の機能で置き換え得るものは削除して、必要最少限に絞っている。

### (6) 機械作業員に対して懇切な作業指示アウトプットを出すこと

M-SHAFTから出力されるプロセスシートを、それ自体で作業指示書とする。すなわち、プロセスシートには切削加工中に必要なすべてのオペレーション（主軸回転数レバーの切換え、ワークの振り換え、工具寿命によるチップの交換等々）について指示を与え、作業員はプロセスシートに示された各種メッセージを、忠実に実行するだけでよいようにしている。

### (7) メンテナンスが容易であること

メンテナンスを容易にするために、プログラムは効果的にモジュール化され、言語はこの種のプログラムで一般的なFORTRANを使用している。

プログラムは、メインプロセッサとポストプロセッサとから成るが、両プロセッサは中間ファイルにより結ばれている。メインプロセッサは主としてNC機械に依存しない部分、すなわち、工具選択・衝突チェック・カットロケーション計算等を受け持ち、ポストプロセッサはこれを特定のNC機械に適合した形に変換する。ポストプロセッサはそれ自体かなりはん用性があり、原則として使用者側で準備する必要はないが、中間ファイルのフォーマットを理解すれば、メインプロセッサを理解しなくても、特殊目的用としての独自のポストプロセッサを開発することも可能である。

## 3. 機能および構造

### 3.1 システムフロー

図3.1に、M-SHAFTの概略システムフローを示す。図からわかるように、M-SHAFTプロセッサへの入力、マスタデータとインプットデータである。

マスタデータは、そのプラント(NC旋盤)を使ううえで、不変もしくは不変としたほうがつぎのよいデータで、あらかじめ補助記憶装置(ディスク等)に登録しておく。

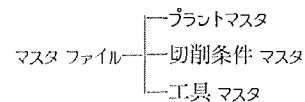
インプットデータは、実際にNC指令テープを作成しようとするときに与えるもので、主として図面に書かれた情報である。

この二つの情報をもとに、メインプロセッサが中間ファイルをつくる。中間ファイルには、いわゆるCLデータ(カットロケーションデータ)のほか、マスタデータの一部も含まれている。

ポストプロセッサは、この中間ファイルを受けて、指定されたプラントに適合した連けいファイルおよびプロセスシートを出力する。連けいファイル(磁気テープまたはカード)は、NC指令テープに変換される。プロセスシートは、機械オペレータのために工作部門へ送られる。

### 3.2 マスタファイル

マスタファイルは、マスタデータを登録したもので、つぎの3種がある。



#### 3.2.1 プラントマスタ

プラントマスタは、NCおよび機械に固有のデータを登録したもので、CLデータやプロセスシートを出力するのに必要な各種基礎データをはじめ、切削条件の決定、工具衝突チェック等に必要各種基準値がこれに含まれる。

プラントマスタを登録するために必要なカードは、6ないし7枚で、それぞれつぎのような項目をパンチする(抜粋)。

#### (a) 一般条件カード(工作機械関係)

プラント名・主軸出力・機械効率・チャック寸法・刃物台寸法・テールストック寸法等

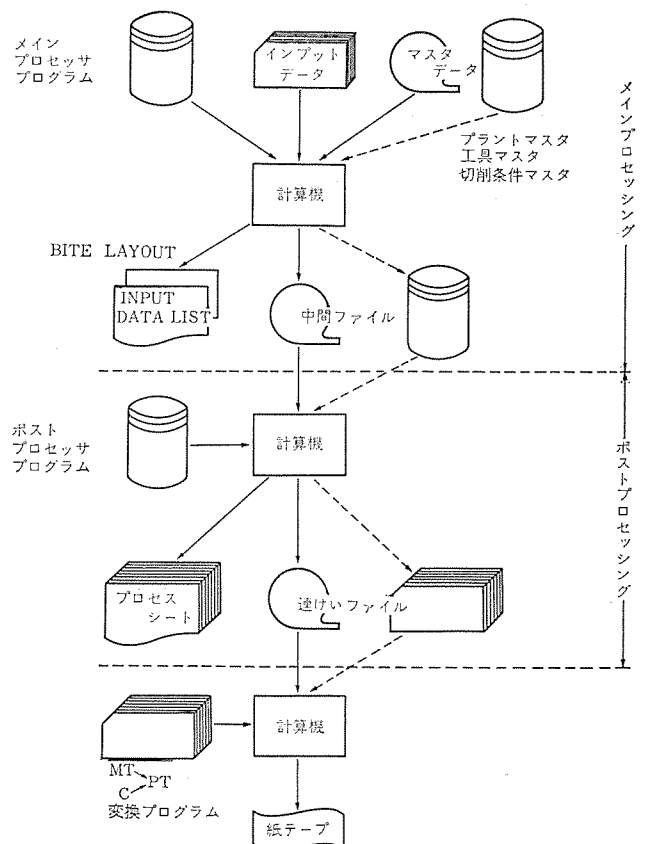


図3.1 M-SHAFTシステムフロー 概略  
System flow of M-SHAFT.

(b) 一般条件カード(プログラム基準値)

加工可能寸法・ワーク剛性・ねじ不完全山数・研削基準値・トライアルカット基準値・側面残ししろ(代)等

(c) 一般条件カード(NC関係)

制御軸数・位置指令方式・最大指令値・入力設定単位・位置決め速度・切削送り範囲等

(d) 準備機能カード

G機能とGコードとの対応テーブル

(e) 補助機能カード

M機能とMコードとの対応テーブル

(f) 工具位置補正カード

H機能とHコードとの対応テーブル

(g) 主軸機能カード

Sコードおよび手動レバー名称と主軸回転数との対応テーブル

3.2.2 切削条件マスタ

M-SHAFT プロセッサは、切削条件(切込量・主軸回転数・送り速度)を自動的に決定する。

マニュアルプログラミングの場合、これらの切削条件の決定には経験的な要素が多く、したがって自動プログラミング化する場合にも、純理論的な式だけによりこれを決定することはむずかしい。

M-SHAFT では、これら“経験的な要素”を切削条件マスタに登録することにより、利用者がある程度好みの値を用いられるよう考慮している。(この考えは EXAPT に類似している)

この切削条件マスタの整備については、切削条件マスタのメンテナンス用プログラムも準備されており、利用者は、何回かの試行錯誤により自分の意になかったアウトプットの出るようなマスタを準備できる。

つぎに切削条件マスタへの登録内容(抜粋)を示す。

(a) 切込量係数および切削速度係数

形状別・細長比別・切削の種類別・硬度別・材質別等

(b) 材質固有のデータ

材質名・比切削抵抗・比切削抵抗指数等

3.2.3 工具マスタ

M-SHAFT プロセッサは、必要な工具を自動的に選択する。すなわち、対象とする NC 旋盤で使うであろう工具を、前もって工具マスタに登録しておくことにより、プロセッサは入力データで与えられた製品を加工するのに必要な工具を選択し、工具レイアウトリストに指示する。工具マスタに必要な工具が登録されていない場合には、その加工を行なわない。たとえば、入力データでねじ加工が要求された場合に、工具マスタにねじ切り工具が登録されていなければ、そのねじ加工を行わずにジョブを終わる。

つぎに工具マスタへの登録内容(抜粋)を示す。

(a) シャンク名称・チップ名称・刃物台への標準取付け寸法・刃先寸法(幅・ノーズ半径・切込角)・チップ材質・チップ寿命・適用切削種類・勝手等

3.3 メインプロセッサ

図 3.2 に M-SHAFT メインプロセッサの概略フローチャートを、図 3.3 にやや詳細なフローチャートを示す。

図からわかるように、メインプロセッサはつぎの三つのプログラムからなる。

- (i) K 0500: 入力データ読み込みとチェック
- (ii) K 0501: 工具選択と衝突チェック
- (iii) K 0502: CL 計算

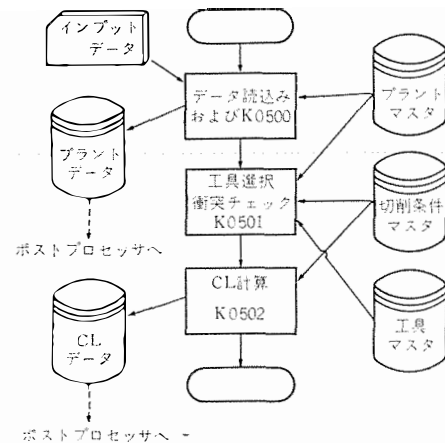


図 3.2 M-SHAFT メインプロセッサ 概略フロー  
●verall flow of M-SHAFT main processor.

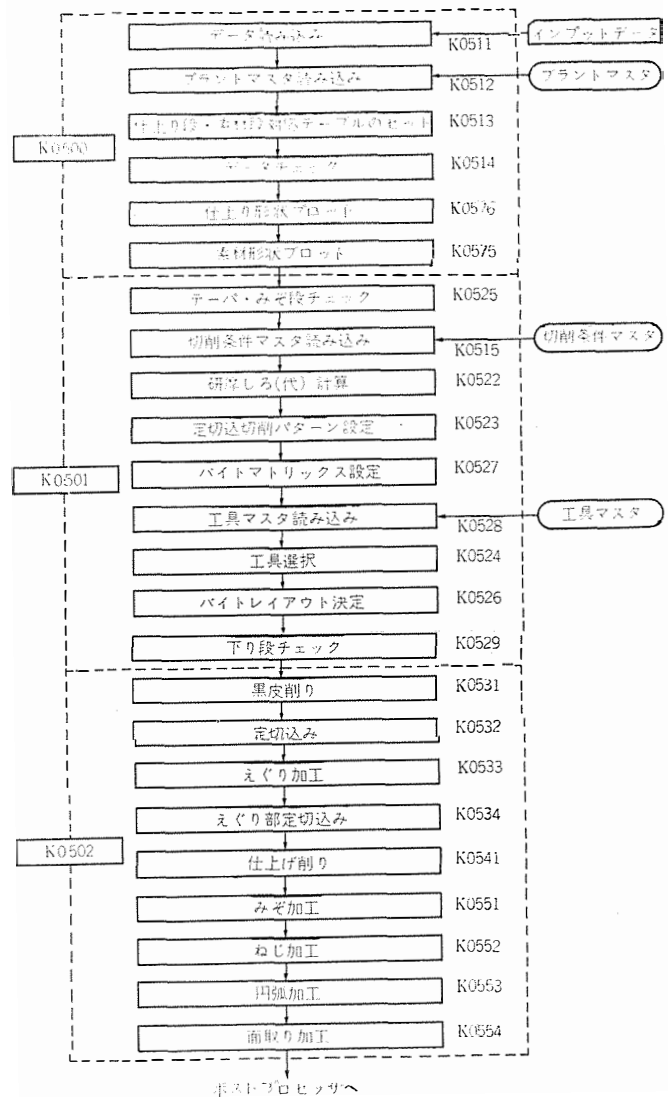


図 3.3 M-SHAFT メインプロセッサ 詳細  
●Detailed flow chart of M-SHAFT main processor.

3.3.1 K 0500

図 3.4 に入力データのフォームを示す。入力データは、主として図面から与えられる情報で、通常 10 枚前後(最小 3 枚, 最大 47 枚)のカードにパンチする。入力されたデータは、のちのプロセッサで不都合が生じないように、この段階で厳重にチェックされる。

図 3.4 インプットデータフォーム Input data form.

K 0500 で発見されるエラーは、約40項目以上にのぼっているが、そのおもなものを表 3.1 に示す。エラーには、プロセッサが何らかの判断を加えて処理を続行するものと、そこでジョブを打切るものがある。

### 3.3.2 K 0501

#### (1) 工具選択

インプットデータを分析して、その加工に必要な工具を工具マスタの中から選択する。

工具マスタには、各工具ごとにどのような切削に用いるかがコード化されているから(表 3.2 参照)、まず、そのコードをキイにして工具の種類を選択し、つぎにその中から製品の寸法と工具の寸法を照合して最適のものを選択する。

たとえば、インプットデータで幅 6 mm、深さ 4 mm のみぞ加工が指定された場合、工具マスタの中からコード 10 (みぞ加工用バイト) で幅 6 mm、刃先長さ 4 mm 以上の工具が選択される。

表 3.1 K 0500 でのエラー(例)  
Error examples in program-K 0500.

| エラーコード | 意                           | 味 | 処 置 |
|--------|-----------------------------|---|-----|
| IC-2   | 指定されたプラント名がプラントマスタに登録されていない |   | 打切り |
| IC-3   | 素材の大きさ(直径または長さ)が機械の能力を越えている |   | 続 行 |
| IC-6   | 指定された素材材質が切削条件マスタに登録されていない  |   | 続 行 |
| IC-8   | 仕上り段数が多すぎる(最高46段まで可)        |   | 続 行 |
| ID-3   | 素材径より大きい仕上り段が指定されている        |   | 続 行 |
| ID-7   | 細長比(L/D)が大きすぎる              |   | 打切り |
| ID-8   | 隣り合う段差より大きい面取りが指定されている      |   | 続 行 |

選択された工具は、使用順序が決定され、寸法その他のデータとともに、のちのプロセスへ送られる。

#### (2) 衝突チェック

選択された工具を、単純に刃物台に取付けて加工を始めたのでは、4本の工具(M-SHAFT では四角の刃物台のみを対象としている)

表 3.2 工具の分類 Tool classification.

| コード | 用途         |
|-----|------------|
| 01  | 原点合わせ      |
| 02  | 黒皮削り       |
| 03  | 連続切削・荒削り   |
| 04  | 断続切削・荒削り   |
| 05  | えぐり加工      |
| 06  | 連続切削・第1仕上げ |
| 07  | 断続切削・第1仕上げ |
| 08  | 連続切削・第2仕上げ |
| 09  | 断続切削・第2仕上げ |
| 10  | みぞ加工       |
| 11  | ねじ加工       |
| 12  | アール加工      |
| 13  | 面取り加工      |

のうち遊んでいる工具（3本）または刃物台の一部が、機械や被削物の一部に当たり事故を起こすおそれがある。図 3.5 は、工具の衝突の状況を示している。衝突チェックとは、このようなことのないように刃物台への取付け寸法や取付け配列を定めようとするもので、M-SHAFT の開発にあたってもっとも苦心したところである。

工具衝突チェックのロジックは、おおむね図 3.6 のとおりで、図に示した「衝突回避ファクタ」とは、つぎのとおりである。

(i) 工具の突出し長さ（工具マスタに標準突出し長さ、および許容最長突出し長さが登録されている）

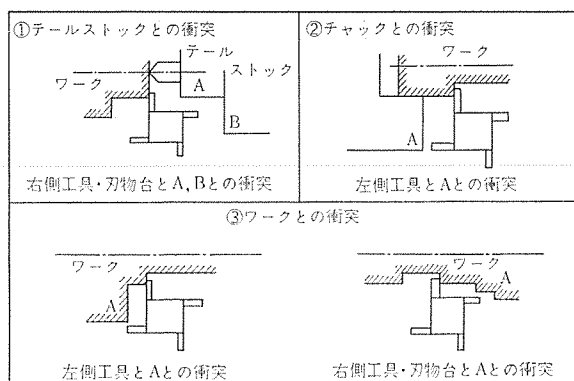
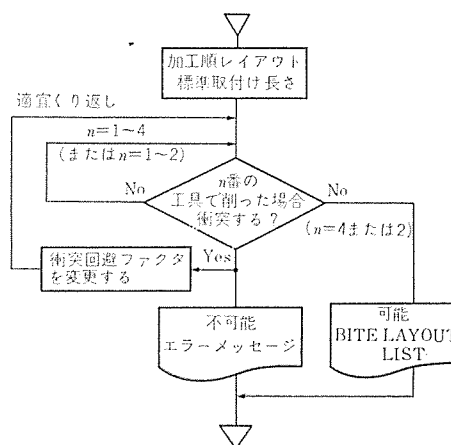
(ii) 工具の取付け配列

(iii) 工具の取付け本数（4本または対辺の2本）

(iv) テールストッククイルの突出し長さ（クイルの最長・最短突出し長さはプラントマスタに登録されている）

(v) チャックでのつかみしろ（つかみしろの最小長さはプラントマスタに登録されている）

まず、工具マスタに登録されている標準突出し長さで使用順序にしたがって取付けることを仮定し、1番から4番までの工具を使用した場合に、他の工具または刃物台の一部が図 3.5 に示したよう

図 3.5 工具・刃物台の衝突状況  
Collision of tool or tool-post.図 3.6 工具の衝突チェックフロー  
Flow chart of tool collision checking.

な状況を呈さないかを順次チェックする。衝突するようであれば、上記衝突回避ファクタを適宜変化させ、再びすべての工具について順次衝突チェックをくり返す。

このようにして、最終的に工具の取付け配列、取付け寸法、クイルの突出し長さ、チャックのつかみしろを決定し、これを BITE LAYOUT LIST としてプリントアウトする。図 3.7 は、BITE LAYOUT LIST

| *** B I T E - L A Y O U T *** |          |             |           |       |        |      |       |      |         |     |         |      |          |  |
|-------------------------------|----------|-------------|-----------|-------|--------|------|-------|------|---------|-----|---------|------|----------|--|
| LAY STA                       | OUT TION | RITE - CODE |           | TOOL  | LENGTH |      | NNOSE | CHIP |         |     | PATTEKN |      |          |  |
|                               |          | SHANK       | CHIP      | B     | C      | D    | R     | ZAI  | BREAKER | R/L | NUMBER  | NAME |          |  |
| 1                             | 1        | AN21R-55    | TNGN4*3EM | 151.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 1   | 1       | 1    | ORIGIN   |  |
| 1                             | 2        | AN11R-55    | SNGN633EM | 145.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P30  | 5.0     | 1   | 2       | 2    | SKINCUT  |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 3       | 3    | ROUGH-R  |  |
| 1                             | 3        | N14M-45     | SNGN431M  | 135.0 | 32.    | 35.0 | 0.40  | P20  | 5.0     | 3   | 5       | 5    | PIERCING |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 3       | 3    | ROUGH-R  |  |
| 1                             | 4        | AN21L-55    | TNGN4*3EM | 119.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 2   | 3       | 3    | ROUGH-R  |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 1       | 1    | ORIGIN   |  |
|                               |          | AN11R-55    | SNGN633EM |       |        |      |       |      |         |     | 2       | 2    | SKINCUT  |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 3       | 3    | ROUGH-R  |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 6       | 6    | CNTR-1R  |  |
| 2                             | 1        | KKCR-555    | DNJA553EM | 155.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 1   | 8       | 8    | CNTR-2R  |  |
| 2                             | 2        | AN21R-55    | TNGN4*3EM | 151.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 1   | 1       | 1    | ORIGIN   |  |
|                               |          | AN21R-55    | TNGN4*3EM |       |        |      |       |      |         |     | 6       | 6    | CNTR-1R  |  |
|                               |          | KKCR-555    | DNJA553EM |       |        |      |       |      |         |     | 8       | 8    | CNTR-2R  |  |
| 2                             | 3        | AN21L-55    | TNGN4*3EM | 119.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 2   | 6       | 6    | CNTR-1R  |  |
| 2                             | 4        | KKCL-555    | DNJA553EM | 123.0 | 32.    | 35.0 | 1.20  | P20  | 5.0     | 2   | 8       | 8    | CNTR-2R  |  |

\*\*\*\*\* SETTING CONDITION FOR WORK \*\*\*\*\*

| NAME                         | MINIMUM | MAXIMUM |
|------------------------------|---------|---------|
| CHUCKING LENGTH FOR A-SIDE   | 80.     | 133.    |
| B-SIDE                       | 80.     | 533.    |
| TAIL STOCK LENGTH FOR A-SIDE | 105.    | 310.    |
| B-SIDE                       | 105.    | 310.    |

図 3.7 工具レイアウトリスト Cutting tool layout list (An example).

の例である。なお、ここで決定した工具突出し長さは、切削条件算出のデータとして考慮される。

### 3.3.3 K 0502

K 0502の主目的は、ポストプロセッサへの入力であるCLデータの作成である。

したがって、加工手順・振り換え方式・手動操作の介入等がこれに関連し、また、切削条件の計算も必要になる。以下これらについて述べる。

#### (1) 加工手順

M-SHAFTでは、素材から製品にいたる加工順序をつぎのように固定している。

黒皮削り→荒削り→えぐり加工→第1仕上げ  
→第2仕上げ→みぞ加工→ねじ加工

以下、これらについて述べる。

#### (a) 黒皮削り

黒皮削りは、素材が丸棒の場合にのみ適用される。これは丸棒素材の場合、表面が内部に比して硬化していることを考慮して切削条件を変えようという目的による。

丸棒素材は往々にして寸法にばらつきがあり、また、細長比の大きいものは軸がそっていることもある。このような場合に、インプットデータで与えられた寸法を正しいものとして第1回切込みを始めると、切込量が大きくなり無理を生ずることになる。M-SHAFTでは、この危険を避けるために黒皮削りの切込量を2分割し、前半の動きにNCのブロックデリット機能を適用している。すなわち、ブロックデリットスイッチのON/OFFによって、正規の切込量、半分の切込量のいずれかが選択できる。

#### (b) 荒削り

いわゆる駄肉を落とす工程である。荒削りの方法には図3.8および図3.9に示すように、製品の輪郭に平行な動きによる方法と、つねに回転軸に平行な動きによる方法とがあるが、M-SHAFTでは後者の方法をとっている。(EXAPTでは、いずれの方法も選択可能となっている)

#### (c) えぐり加工

下がり段(径の太い二つの段にはさまれた段)は、うえに述べたような荒削りは不可能なため、図3.10に示す工程でえぐり加工を行なう。したがって下がり段を加工するためには、両刃のえぐりバイトおよび左勝手の荒削りバイトが工具マスタに登録されていることが必要である。

#### (d) 第1仕上げおよび第2仕上げ

図3.11に示すように、荒削りを終わった状態での削り残し量は、各段によって異なっている。第1仕上げは、この削り残し量を一定にするための工程で、ほぼ製品の輪郭に平行な動きである。

第2仕上げは、第1仕上げの削り残しを削って、製品を得るための工程である。(ただし、ねじおよびみぞは未加工)

第2仕上げの途中には、何回かの手動操作を介入させる場合がある。これについては「手動操作の介入」の項参照。

#### (e) みぞ加工

みぞ加工は、工具マスタにそのみぞ幅に一致する刃幅の工具がある場合は、1回の往復動作によって完了するが、もしみぞ幅より小さい刃幅の工具のみ登録されている場合は、そのうち最大刃幅の工具で、何回かの往復動作により仕上げる。

みぞ加工では、工具をみぞ径まで切り込んだ状態でドウェルをかけ

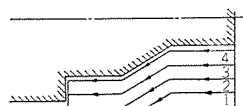


図 3.8 荒削り (1)  
Rough machining (1).

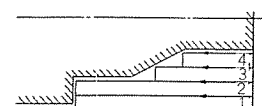


図 3.9 荒削り (2)  
Rough machining (2).

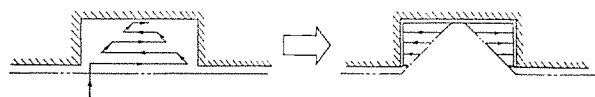


図 3.10 えぐり加工  
Gouge machining.

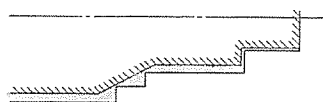


図 3.11 第1仕上げ削り代  
Allowance for 1st machining.

る。このときのドウェル時間の算出に必要なデータ(ドウェル時間に相当する主軸回転数)は、プラントマスタに登録されている。

#### (f) ねじ加工

ねじ加工のCLの求め方は、切削条件の決定の項で述べる。

#### (2) 振り換え方式

うえに述べた加工手順は、ある一つの段(場所)のみを考えた場合の加工経過であり、これが即全体の加工経過を示すものではない。すなわち、M-SHAFTで扱う加工はセンタワークであるから、一般に加工の途中で被切削物を振り換えるという作業が入り、このため上記加工手順が左右される場合がある。

M-SHAFTでは、ワークの振り換え方式につぎの2とおりの方法を考えており、どちらの方式をとるかはインプットデータで選択できるようになっている。

#### (a) 1回振り換え方式

(i) A側加工 黒皮削り→荒削り→えぐり加工→第1仕上げ→第2仕上げ→みぞ加工→ねじ加工

(ii) 被切削物の振り換え(手作業)

(iii) B側加工 黒皮削り→荒削り→えぐり加工→第1仕上げ→第2仕上げ→みぞ加工→ねじ加工

#### (b) 2回振り換え方式

(i) A側加工 黒皮削り→荒削り→えぐり加工

(ii) 被切削物の振り換え(手作業)

(iii) B側加工 黒皮削り→荒削り→えぐり加工→第1仕上げ→第2仕上げ→みぞ加工→ねじ加工

(iv) 被切削物の振り換え(手作業)

(v) A側加工 第1仕上げ→第2仕上げ→みぞ加工→ねじ加工

なお、振り換えの基準となるA側・B側の区別は、インプットデータで与えるが、一般に中央の最大径の端面をその境界とする。(図3.12参照)最大径でない端面を境界としてインプットすることも可能であるが、その場合は、えぐり加工が余計に発生したり、左勝手の工具が必要になったりする。

#### (3) 切削条件の自動決定

ここでいう切削条件とは、

切込量 (mm)

主軸回転数 (rev/min)

送り (mm/rev)

の三つである。

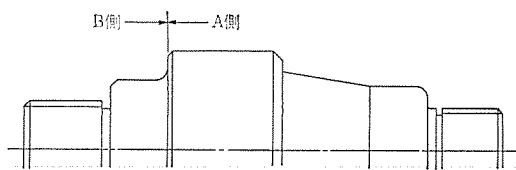


図 3.12 A側・B側 A-side and B-side.

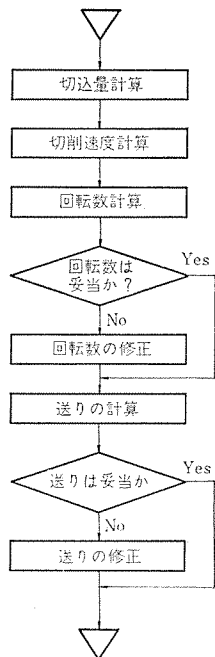


図 3.13 切削条件決定 フロー  
Flow of determining machining condition.

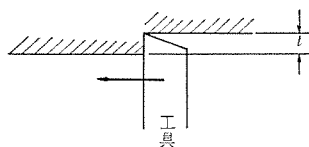


図 3.14 切込量  $t$   
Machining depth:  $t$ .

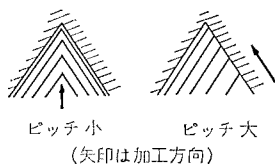


図 3.15 ねじ切り  
Threading method.

M-SHAFT では、これらの値をプラントマスタにより与えられた主軸出力 (kW) や、切削条件マスタより与えられた基準値・係数等をもとに計算する。切削条件決定の概略フローを、図 3.13 に示す。

(a) 切込量  $t$  (図 3.14 参照) の計算

(i) 荒削り

$$\text{計算式 } t = \alpha' \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_9 \cdot x_s \quad (\text{mm})$$

$\alpha'$ : 形状による切込量係数

$\alpha_1$ : 材質による切込量係数

$\alpha_4$ : 細長比による切込量係数

$\alpha_5$ : 荒削りに対する切込量係数

$\alpha_9$ : 材料の硬度による切込量係数

$x_s$ : 基準切込量 (mm)

(ii) 仕上げ切削

$$\text{計算式 } t = \text{最終最大切込量}$$

(iii) ねじ加工

ねじは  $n$  回繰り返して切削するが、1 回の切削断面積が一定値  $\alpha$  ( $\text{mm}^2$ : 切削条件マスタより) になるように、切込量および回数が計算される。ねじのピッチに対する山の径・有効径等の寸法は、ISO ヌートルねじ公差方式の 6H 級 (JIS 2 級相当) の式により算出される。ねじのピッチにより二つの切削パターンをとり、ピッチの小さいねじは工具刃先の両側で削り、ピッチの大きい場合は片側で削る (図 3.15 参照)

(b) 切削速度  $v$  の計算

切削速度は、直接 M-SHAFT からのアウトプットとはならないが、主軸回転数を決める前計算として計算される。

$$\text{計算式 } v = \beta' \cdot v_s \quad (\text{m/min})$$

$v_s$ : 基準切削速度 (m/min)

$\beta'$ : 切削速度係数

ただし  $\beta'$  は

連続切削のとき  $\beta' = \beta_2$ : 連続切削速度係数

断続切削のとき  $\beta' = \beta_3$ : 断続切削速度係数

細長比大のとき  $\beta' = \beta_4$ :  $L/D$  切削速度係数

その他のとき  $\beta' = \beta_1 \cdot \beta_0 \cdot \beta_9$

ここに  $\beta_1$ : 材質による切削速度係数

$\beta_9$ : 硬度による切削速度係数

$\beta_0 = \beta_5$ : 荒削り切削速度係数

$= \beta_6$ : 仕上げ削り切削速度係数

$= \beta_7$ : ねじ加工切削速度係数

$= \beta_8$ : みぞ加工切削速度係数

(c) 主軸回転数  $S$  の計算

主軸回転数は、先に計算した切削速度  $v$  を得るための回転数として計算される。

$$\text{計算式 } S = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (\text{rev/min})$$

$D$ : 刃先における被切削物の直径 (mm)

$v$ : 計算された切削速度 (m/min)

計算された回転数を、実際にその機械がもつ単位回転数に丸める作業は、ポストプロセッサにて行なう。

(d) 送り  $f''$  (理論値) の計算

(i) 荒削り

荒削りにおける送りは、機械のもつ出力をフルに活用するという考えにたって計算される。

$$\text{計算式 } f'' = \left( \frac{6120 \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot \gamma \cdot k_W \cdot \sin^2 \theta}{x_s \cdot t \cdot k_{S1.1} \cdot v} \right)^{\frac{1}{1-z}} \quad (\text{mm/rev})$$

$\rho_1$ : 機械の出力効率

$\rho_2 = l/l'$

$l$ : 工具の標準突出し長さ

$l'$ : 衝突チェックの結果計算された突出し長さ

$t$ : 切込量 (mm)

$x_s$ : 基準切込量 (mm)

$k_W$ : 機械の出力 (kW)

$\theta$ : 工具刃先の切込角 ( $^\circ$ )

$z$ : 材料の比切削抵抗指数

$k_{S1.1}$ : 材料の比切削抵抗 ( $\text{kg/mm}^2$ )

$\gamma$ : 機械の出力係数

$$\gamma = \alpha' \cdot \beta'$$

$\alpha'$ : 連続・断続  $L/D$  切込量係数

$\beta'$ : 連続・断続  $L/D$  切削速度係数

$v$ : 計算された切削速度 (m/min)

(ii) 仕上げ切削

仕上げ切削における送りは、インプットデータで指示された面精度を得るための送りとして計算される。

$$\text{計算式 } f'' = \sqrt{8 \cdot R \cdot h - h^2} = \sqrt{8 \cdot R \cdot h} \quad (\text{mm/rev})$$

$R$ : 工具先端のノーズ半径 (mm)

$h$ :  $\begin{cases} \nabla & \text{仕上げのとき } h=0.075 \\ \nabla\nabla & \text{仕上げのとき } h=0.012 \\ \nabla\nabla\nabla & \text{仕上げのとき } h=0.003 \end{cases}$

(iii) ねじ加工

ねじ加工の場合は、つねにこのようになる。

$$f'' = \text{ねじのピッチ} \quad (\text{mm/rev})$$



であれば NC の工具位置補正ダイヤルの設定値 ( $z$  値) を修正して再スタートする。

#### (b) DL 段

DL 段は、プラントマスタで指定された基準公差よりも小さな直径公差がインプットデータで与えられた場合に適用される。LL 段と同様、オペレータは測定値とプロセスシートの値を照合し、必要に応じてダイヤル設定値 ( $x$  値) を修正する。

DL 段・LL 段のほか一般的な手動操作として、原点合わせ、加工物の振り換え、主軸レバーの切換え、工具レイアウトの交換、各種 NC 操作パネルスイッチのオン・オフ等がある。

### 3.4 ポストプロセッサ

前述のようにポストプロセッサの主目的は、メインプロセッサの作った中間ファイルを対象 NC 機械に適合した形に変換することである。以下 NC の指令語ごとにポストプロセッサの概要を説明する。図 3.16 はポストプロセッサの主要なアウトプットであるプロセスシートの例である。

#### 3.4.1 準備機能

表 3.3 に M-SHAFT から出力可能な準備機能を示した。この表以外にも MELDAS の準備機能には数多くのものがあるが、必要最小限に絞っている。準備機能コード (G コード) はプラントマスタに登録されたものが使われるから、NC によるコードの違いは問題とならない。

#### 3.4.2 座標語

メインプロセッサの作成した CL データ (座標値) は、ポストプロセッサでつぎのような変換処理が行われたのち、NC への座標語としてアウトプットされる。

##### (1) 工具ノーズ半径のオフセット

メインプロセッサの計算した CL は、工具先端のノーズ半径を考慮していない。すなわち工具の移動によって形づくられる被切削物の切削面の座標値である。ポストプロセッサは、これをノーズ半径中心の座標値に変換する。

考え方の原則は、メイン CL から法線上にノーズ半径だけ離れた CL をオフセット CL とすることである。ただし、円弧と直線の接続部等では場合によって必ずしもこの原則を適用できない場合があり、適当な修正を施す必要があるがその詳細は省略する。

##### (2) 座標系とアドレス

メインプロセッサのつくる CL データは主軸回転軸を Z 軸、加工物の右端面を X 軸とする絶対座標値である。ポストプロセッサは、必要に応じて (プラントマスタの指示により) これを前の点を原点とする増分値に直す。

表 3.3 準備機能 Preparatory functions.

|    | 機 能             | コード (例) |
|----|-----------------|---------|
| 1  | 高 速 位 置 決 め     | G 00    |
| 2  | 直 線 補 間         | G 01    |
| 3  | 円 弧 補 間 ・ 右 回 り | G 02    |
| 4  | 円 弧 補 間 ・ 左 回 り | G 03    |
| 5  | ド ウ エ ル         | G 04    |
| 6  | 自 動 加 速         | G 08    |
| 7  | 自 動 減 速         | G 09    |
| 8  | 原 点 設 定         | G 25    |
| 9  | ね じ 切 り         | G 33    |
| 10 | 絶 対 座 標 系 指 定   | G 90    |
| 11 | 増 分 座 標 系 指 定   | G 91    |



図 3.17 円弧の直線近似  
Linear interpolation of circle.

NC (MELDAS) では、与えられた座標値が絶対座標値か増分値かを区別する手段として、a) 座標語のアドレスで区別する、b) 区別するための準備機能を前もって与える——の 2 とおりがある (いずれの方法によるかはプラントマスタにより指示される)。ポストプロセッサはこれを判断して、a) 座標語のアドレスを (X, Z) または (U, W) とする、b) 前もって準備機能 (G 90 または G 91) を与える、のいずれかの方法をとる。

#### (3) 直径指定と半径指定

直径指定の場合は、X 座標値が 2 倍される。

#### (4) 入力設定単位への丸め

座標値は、各軸ごとに入力設定単位に丸められる。入力設定単位として 0.01 mm および 0.005 mm が考慮されている。

#### (5) 円弧の直線近似

円弧を切削する場合、NC が円弧補間の機能をもたないときには、ポストプロセッサがこれを直線で近似する方法をとっている。直線近似の方法は図 3.17 のように、同時 2 軸、同時 1 軸 + 45°、同時 1 軸の 3 とおりについて考慮している。円弧を直線近似で切削したのち、工具マスタにその円弧に適合する R バイトが登録されている場合は、R バイトでおうとつ (凹凸) 面を仕上げる工程がつくり出される。

#### 3.4.3 送り機能

CL データに書かれた送りは単位 mm/rev であるが、これはつぎのいずれかの方法でコード化されアウトプットされる。

- (i) mm/min 直接指定
- (ii) mm/rev 直接指定
- (iii) mm/min マジックスリー

#### 3.4.4 主軸機能

メインプロセッサの計算した回転数を、実際にその機械で有効な単位回転数に丸めて、主軸機能 (S コード) をアウトプットする。また、回転数レンジの手動レバーを切換える必要があれば、プロセスシートにその旨プリントする。手動レバーの切換え回数は、できるだけ少なくなるように考慮されている。

#### 3.4.5 工具機能

工具交換 (刃物台回転) と工具位置補正について M-SHAFT では、つぎの 3 とおりの方法を考慮している。

- (1) Tdd.....T につづく 2 けたの数値によって刃物台ステーション、および工具位置補正ダイヤルを選択する。
- (2) Td<sub>1</sub>d<sub>2</sub>.....T につづく第 1 位の数値 (d<sub>1</sub>) によって刃物台ステーションを選択し、第 2 位 (d<sub>2</sub>) によって工具位置補正ダイヤルを選択する。
- (3) Tdd.....T につづく 2 けたの数値によって刃物台ステーションを選択し、H につづく 2 けたの数値によって工具位置補正ダイヤルを選択する。aa および bb はそれぞれ X 軸・Z 軸に対するダイヤル番号である。

#### 3.4.6 補助機能

表 3.4 に M-SHAFT から出力可能な補助機能を示す。機能に対応する M コードは、プラントマスタに登録されたものが使われるから、機械によるコードの違いは問題とならない。

表 3.4 補助機能 Miscellaneous functions.

|   | 機 能           | コード (例) |
|---|---------------|---------|
| 1 | プログラム 停止      | M 00    |
| 2 | オプション 停止      | M 01    |
| 3 | プログラム 終了      | M 02    |
| 4 | 主 軸 正 転       | M 03    |
| 5 | 主 軸 逆 転       | M 04    |
| 6 | 主 軸 停 止       | M 05    |
| 7 | ク ー ラ ント ON   | M 07    |
| 8 | ク ー ラ ント OFF  | M 09    |
| 9 | テ ー プ 巻 き 戻 し | M 30    |

### 3.4.7 その他

上述以外の ポストプロセッサ の機能のいくつかを紹介する。

#### (1) 作業時間の算出

一般の NC ソフトウェア では、作業時間として工具が移動している時間のみを集計しているものが多いが、M-SHAFT ではこのほかにつぎに示すような基礎データをプラントマスタに登録し、より正確な作業時間の算出を目指している。

- (i) 位置決め時間
- (ii) 被切削物振り換え時間
- (iii) 工具 レイアウト 交換時間
- (iv) 刃物台旋回時間
- (v) 工具 プリセット 時間
- (vi) NC パネル 操作時間 (ダイヤル 設定時間等)
- (vii) 原点合わせ 試し削り 時間

#### (2) 工具の寿命 チェック

M-SHAFT プロセッサは、つねに使用している工具による切削時間を監視しており、もしその工具による切削時間累計がその工具の寿命時間を越える場合には、工具交換のメッセージをプリントする。

工具の寿命時間の算出には、各種の理論式・実験式が発表されているが、これらの式を実際のシステムに導入するにはいろいろ問題があり、M-SHAFT では、工具寿命時間として直接工具マスタに登録する方法をとっている。

#### (3) メッセージ

前にも述べたように、プロセスシートのメッセージ欄には、随所に機械オペレータに対するメッセージがプリントされる。オペレータは、これらのメッセージにしたがい処置すれば、目的の製品が得られるようになっている。

図 3.18 は、プロセスシートにプリントされるメッセージの例 (抜粋) である。メッセージは何かの作業を伴うもの (\*\*印) と単なる経過情報 (無印) とに分類されている。

```

001 **P.P.A.P. **X.X.F. --A-S-04
104 **M.C. START SWITCH ON.
117 B-L CONT. NCL2 END
40 ** CHANGE CHUCKING NORM.
101 **TOOL LAYOUT -- 2
103 **SET TOOL-OFFSET-DIAL.
106 **STATION NO. 2 SELECT.
100 **SET ORIGIN AD=882.000 Z0= 14.000
107 **PRESET ERROR REVERSE OFFSET.
100 A-R-D CONT. HALL START

```

図 3.18 オペレーションメッセージ (抜粋)  
Operation messages (Extract)

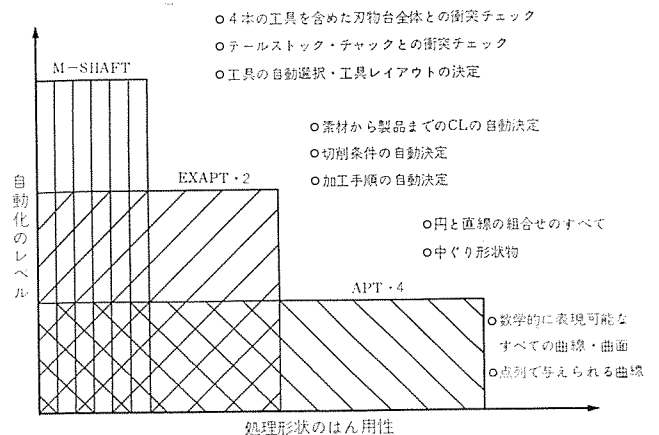


図 4.1 M-SHAFT と他の システム との比較  
Comparison of M-SHAFT with other systems.

## 4. む す び

参考のために M-SHAFT と既存の他の NC ソフトウェア とを、処理形状のはん用性と自動化のレベル——図面から NC 指令テープを作成する工程のうちどの程度までを計算機にやらせているかという度合い——という二つの側面から比較対照したものを図 4.1 に示す。これは、M-SHAFT が図形処理機能の面からはかなり限定されているが、自動化のレベルは EXAPT に比べても非常に高度であることを示す。当社の事情のみにとらわれず一般の見地からいうならば、M-SHAFT のような (準はん用の) 専用プログラミングシステムをとるか、APT, EXAPT のようなはん用プログラミングシステムをとるべきかは、それぞれの使用目的、利用可能な計算機規模などを考え、その場合に応じた総合的判断のもとに定められるべきものであろう。

現在 M-SHAFT は、当社内で (稼) 動および試用を開始しているが、その結果に応じた機能の改良・拡張作業を継続中であり、当社の標準的な NC プログラミングシステムの一つとして大いに寄与することが期待されている。

## 電 気 機 関 車 の 遠 隔 制 御 装 置

六 藤 孝 雄\*・吉 村 元 由\*

## Remote Control Equipment of Electric Locomotives

Itami Works Takao MUTO・Motoyoshi YOSHIMURA

The Japanese National Railways have contemplated the construction of remote control equipment for electric locomotives in application of information transmitters. Mitsubishi has participated in the project and manufactured one unit under the guidance of the Design Office of the Railways. As a result of field tests on it, the prospect is quite encouraging to apply the trial system to the remote control of vehicles in future. Further improvement of it is being studied from the viewpoint of practical operation and another field test is expected for radio control of electric locomotives connected in series with a certain distance in a composition of a long train.

The advent of the system enables the train in backward transit to speed up. It also permits synchronous operation of locomotives and composition of long trains for increasing freight capacity per train.

## 1. ま え が き

鉄道車両による輸送において、貨物列車を現在よりさらに長大編成化することにより、線路容量の有効活用や輸送効率の向上等によって輸送力の増強効果が期待されている。ところが、現在使用されている大出力機関車や、重連による先頭車制御では、連結器やブレーキ制御について問題が生じ、貨物車の中間に機関車を組み入れる必要が生ずる。この場合、先頭車と中間車の両機関車の間において、運転制御の連動をとるために無線または有線を活用した遠隔制御が使用される。この他、主要な用途として主要ターミナル駅での旅客車の逆推進回送運転に、この遠隔制御装置が応用される。

このたび日本国有鉄道において、機関車の遠隔制御装置を試作され、国鉄車両設計事務所の指導のもとに当社が製作を担当することになった。この装置の機能や性能については、一部現車試験で確認され、引き続き実用化への見地から扱いの点について改良されている。

## 2. 要 目

本装置の定格・性能は次のとおりである。

- (1) 使用電源  
DC 100 V  $\pm 10\%$  バッテリ 電源
- (2) 内部発生電源  
AC 100 V  $\pm 5\%$  400 Hz  $\angle$  (矩) 形波  
DC 24 V  $\pm 10\%$  100 W<sub>max</sub>  
DC 5 V  $\pm 10\%$  25 W<sub>max</sub>
- (3) 遠隔制御方式  
フィードバック チェック 付き遠隔制御方式
- (4) 情報伝送方式  
単向式 デジタル サイクリック 伝送方式
- (5) 符号化方式  
隣接反転符号化方式
- (6) 符号構成  
テキスト 17 点  
パリティ 1 点 (奇数 パリティ)

- (7) データ 信号速度  
200 bps  $\pm 0.05\%$
- (8) 制御情報
  - (a) 前後進転換指令
  - (b) 力行指令
  - (c) アドバンス 指令
  - (d) 弱界磁指令
  - (e) 高速度シャ断器またいれ指令
  - (f) パンタ 制御指令
  - (g) ブレーキ 単弁制御指令
  - (h) ブレーキ 自弁制御指令
  - (i) 緊急指令
  - (j) 列車種別
- (9) フィードバック 指令
  - (a) 前後状態指令
  - (b) 保護機器動作指令
  - (c) ノッチ 進断状況指令
  - (d) ブレーキシリンダ 圧力
  - (e) 伝送系状態表示
  - (f) 緊急指令
  - (g) 列車種別
- (10) 保安機能
  - (a) 伝送系故障検出
  - (b) 自動緊急指令作用
- (11) 制御対象  
EF 65 形 直流機関車

## 3. 装置の機能と構成

一般に有線や無線を使用した遠隔制御は、各分野で使用されているが、ここで述べる装置は、実際に現在実動中の機関車を対象にし、遠方からの操作でありながら、直接制御を行なっているのと等価な操縦性と安全性を目標として設計されたものである。

## 3.1 用 途

この装置の用途としては、前述の長大編成貨物の追従制御以外の

主要な用途として旅客回送列車の推進制御がある。これは大都會のターミナル駅から旅客回送列車を客貨車区まで逆推進運転で回送しているが、最高速度が25 km/h 程度に制限されるので、他の列車運行上のネックになっている。さらに、通常のけん引運転をおこなう場合には、機関車のつけかえ作業、ならびにそのための待避線が必要になる等の不合理な点が多い。

そこで、回送列車の後部（推進運転時には先頭車となる）に簡易運転台を設けて後方機関車を遠隔制御すれば、これらの問題が一挙に解決される。試作された装置は、この用途に対するもので、列車の引き通し線の予備を2本使用し、搬送波有線式で遠隔制御を行なっている。

### 3.2 構成

主要ターミナルからの回送運転に使用される遠隔制御装置は、新しく運転台になる客車から、実際の機関車と同様な操作で運転することが可能である。機器は4部分から構成されている。

客車側には仮運転台になる操作卓と、この指令に基づいて情報を送・受信する客車用制御装置が、また、機関車側には、客車用制御装置と情報を送・受信する機関車用制御装置、および機関車の制御装置とインタフェースになる継電器箱とが使用されている。

操作卓で運転する場合、この運転指令に基づく機関車側の実際の制御状態が、距離的に隔たっているため、運転者は機関車において運転するときのように五感で感じ取ることができない。遠隔操作に基づくこの欠点を補うため、操作卓にフィードバック情報伝送を行ない、機関車側の保護機器の動作表示、および力行のステップの進断状況ならびにブレーキシリンダ圧等が表示されるようにしている。

客車用ならびに機関車用制御装置には、17ビットの情報コードを有効に利用するために、コード変換器を使用している。制御情報は、送・受信器1と2を経て伝送時間200 msを要して伝送されるが、これは、運転制御上に200 msのむだ時間が制御ループに追加されたことになる。しかし、機関車運転上の制御時定数は比較的大きいので、このむだ時間によって支障をきたすことはないと思われる。ここでは、この200 ms単位のサイクリック伝送を活用して、鉄道車両におけるノイズ、サージによる誤信号対策を主要情報について行なっている。すなわち、伝送側においては、200 ms以上のパルス幅を有する制御信号を情報として伝送することにし、また受信側においては、170 ms以上のパルス幅の信号を情報として使用することにしてしている。

機関車用継電器箱は、遠隔制御装置と機関車制御装置との制御信号レベルを合わせることと、機関車の車種の違いによる信号受渡し、条件の調整を行なう主要な機能を有している。

### 3.3 遠隔制御システムにおける保安機能

この遠隔制御システムにおける情報伝送には、有線を使用する以外に無線を使用する方式も考えられている。特に、無線を使用した伝送方式では、空間状態によって信号の一時的な中断が生ずる機会が多いと考えられる。また、遠隔操縦の本質的な問題であるが、このシステムの一部が故障して、制御不能になった場合の処置が、実際に作動している運転機器と操作機器とに大きな距離の隔りがあるので、重要な問題になる。遠隔制御システムにおいては、制御系に異常状態が生じても運転不能にならないような考慮が、フェイルセーフの検討とともに、されなければならない。

#### 3.3.1 送信器と受信器間の異常動作

送信器と受信器間の情報伝送機能に異常動作が発生する原因は、機器自体の故障や誤動作に基づくものと、伝送路における一時的な

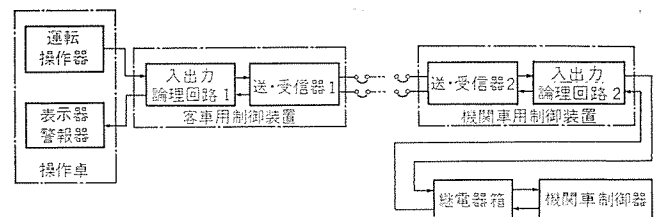


図 3.1 遠隔制御システムブロック図  
Block diagram of remote control system with locomotive.

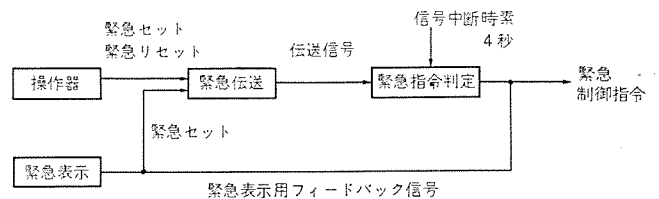


図 3.2 緊急指令制御系  
Control system in emergency.

部ノイズやサージによる妨害や、曲線やトンネルの影響で送信アンテナと受信アンテナの結合が、離反する等の要因が考えられる。ここで発生する異常動作は、下記の検出によって発見することができる。

- (1) チェックアウト検知
- (2) レベル断検知

(1)は雑音的故障に対して作用し、また、(2)は送・受信アンテナ間の結合状態に基づく伝送の一時的とだえに対して作用する。この両者の検出作用は、通常時に動作する機会が多く、また、一定時間後に自動的に回復する確率が高いので、これらの検出作用に基づいて瞬時に緊急処置を行なうのは実用的でない。そこで、動作信頼度と保安度の協調を取るため、(1)または(2)の故障が検出された場合には、時素回路1で2秒間の時素を取り、この間を経過する故障検出指令に関しては力行指令を自動的に解除する。この2秒間の時素によって自動回復を期待するが、これが回復されない場合には、時素回路2によってさらに2秒の時素を取り、これをすぎれば永久故障として自動的に緊急指令を出す。

#### 3.3.2 緊急指令と緊急指令制御系

緊急指令が出されると、次の事項が自動的に処理される。

- (1) 高速度シャ断器作動
- (2) パンタグラフ降下
- (3) 非常ブレーキ作用
- (4) 緊急作用表示

緊急指令が出されると、上記の(1)(2)(3)(4)の一連の動作が自動的に行なわれるので、緊急指令が解除された場合に、直ちに自動復帰することには問題がある。そこで、自動的に緊急指令が出された場合には、手動で緊急指令を出した場合と同様な取扱いが行なわれるように計画されている。

すなわち、図 3.2 に緊急指令制御系を示すが、手動で操作器を経て緊急指令のセット・リセットが任意に行なえるようになっている。ここで、セットされた緊急指令は、遠隔制御における安全性を高めるため、伝送信号をオールスペースにしてフェイルセーフに伝送制御する。この指令に基づく指令遅れは約0.5秒である。ところが、送信側と受信側の結合状態が悪化して、レベル断が受信側で検知され、この状態が4秒間以上継続すると、自動的に緊急指令が出される。この後、伝送系の結合状況が回復すると、緊急指令が出されている側から操作側に緊急表示用フィードバック信号が伝送され、緊急指令が自動的に

出されていることを操作側の表示器に表示するとともに、操作器で緊急指令を手動でセットした場合と同じ状態に緊急伝送系をセットする。したがって、緊急指令が自動的に出された場合には、運転士は所定の処置をした後、操作器でこれを解除することになる。

4. 各機器の説明

4.1 操作卓

操作卓は、推進運転を行なうために先頭客車に設置される。操作卓の外観を図 4. 1 に示し、操作卓上の機器ならびにそれらの内容を表 4. 1 に示す。なお、操作卓とは別に設置される自動ブレーキ制御器がある。

4.2 客車側制御箱

推進運転を行なうときに客車側に設置され、次の装置を収納している。

- (1) 電源部
- (2) 論理部
- (3) 情報伝送部

図 4. 2 に外観を示す。論理部は、操作卓上の各指令を 17 ビットの制御指令にして情報伝送部へ渡し、また後部機関車の制御状態のフィードバック情報を解読して操作卓の表示器へ出す。

図 4. 3 にノッチ進段のブロック図、ならびに各ノッチ位置におけるパルス幅を示す。力行制御器の指令により、進段パルス回路で 80 ms

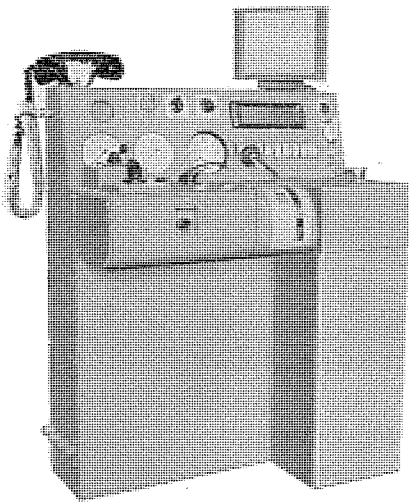


図 4. 1 操作卓 Control panel.

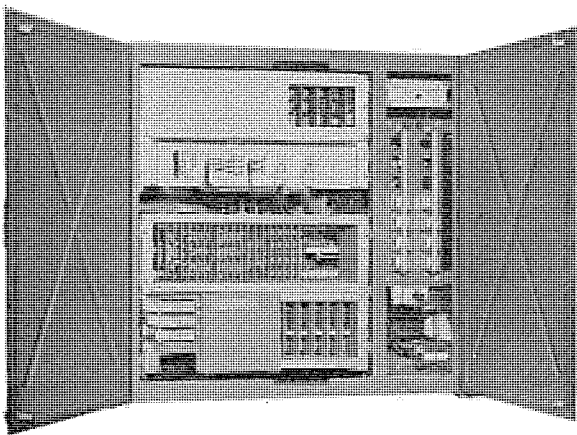


図 4. 2 客車用制御箱 Control box of passenger car.

表 4. 1 操作卓構成  
Components of control panel.

| 項目 | 機 器                                                   | 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 力行制御器<br>主ハンドル<br>アドバンス方式<br><br>逆転ハンドル<br>前 進<br>後 進 | <br><br>保ち→進め 1ステップ進段指令<br>保ち→戻し 1ステップ戻し指令<br>自動送り 0.56 s ごとに連続進段指令                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2  | ノッチ表示器<br>後部機関車のノ<br>ッチの状態をフ<br>ィードバックす<br>る投射形表示器    | 表示文字<br>切 WF <sub>4</sub> 0 S: 直列制御<br>1 WF <sub>4</sub> 1 SP: 直並列制御<br>2 2 P: 並列制御<br>3 3<br>4 4 WF <sub>1</sub><br>S 進段 WF <sub>4</sub> : 弱界磁制御<br>S 最終<br>S P 進段<br>S P 最終<br>S P 最終<br>S P 最終<br>P 進段<br>P 最終<br>P 最終<br>P 最終<br>P 最終                                                                                                                   |
| 3  | 弱界磁ハンドル                                               | ノッチ FF, WF <sub>1</sub> , WF <sub>2</sub> , WF <sub>3</sub> , WF <sub>4</sub><br>FF 位置 P 段の最終ステップまで進段<br>WF <sub>1</sub> ~WF <sub>4</sub> 位置 SP 段の WF <sub>1</sub> ~WF <sub>4</sub> まで進段                                                                                                                                                                    |
| 4  | HB また入れ SW<br>自動復帰                                    | 高速度シャ断器のまた入れ指令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | 緊急 SW<br>プッシュロック付き                                    | 緊急指令用、すなわち、パンタ下・HB OFF・非常ブレーキの動作をワンタッチで行なう                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6  | パンタ上・下<br>切換え SW                                      | パンタグラフの上げ・下げ指令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7  | 単弁ハンドル<br>切換え SW                                      | 単独ブレーキ指令用<br>位置: ゆるめ・運転・重なり・ブレーキ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | 笛用 SW<br>自動復帰                                         | 笛指令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | ATS 確認 SW<br>ATS 復帰 SW                                | ATS 確認指令<br>ATS 復帰指令                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | 動作表示灯                                                 | 後部機関車の状態を表示する<br>前 進……前進指令を受信した場合に点灯<br>後 進……後進指令を受信した場合に点灯<br>BC 圧……ブレーキシリンダ圧力が 0.4 kg/cm <sup>2</sup> 以上で点灯<br>BC 圧……ブレーキシリンダ圧力が 1.5 kg/cm <sup>2</sup> 以上で点灯<br>BC 圧……ブレーキシリンダ圧力が 3 kg/cm <sup>2</sup> 以上で点灯<br>伝送故障……伝送系の故障時に点灯<br>チェックアウト レベル断<br>緊 急……緊急指令を受信したときに点灯<br>主回路……主回路 OFF で点灯 (HBOFF)<br>補 機……補機回路 OFF で点灯 (MMBL)<br>停 電……架線 OFF で点灯 (LVR) |
| 11 | 双針圧力計<br>(BC, BP 用)<br>双針圧力計<br>(MR, ER 用)            | 先頭客車の圧力を表示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | 速度計                                                   | 先頭客車の速度発電機より入力する                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13 | 時刻表                                                   | EL 板付き時刻表<br>(緑色発光板)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

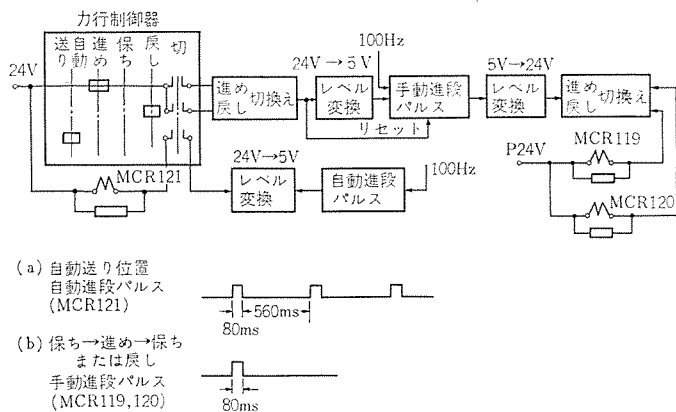


図 4.3 ノッチ進段ブロック図  
Block diagram of notch advance.

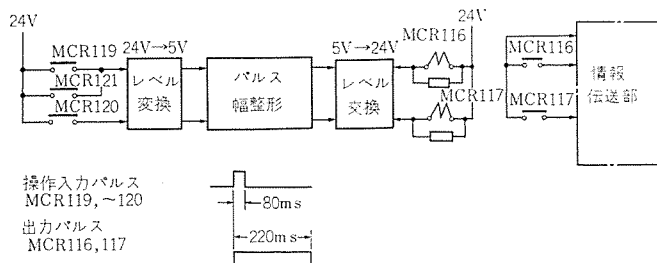


図 4.4 パルス幅整形ブロック図  
Block diagram of pulse with shaping.

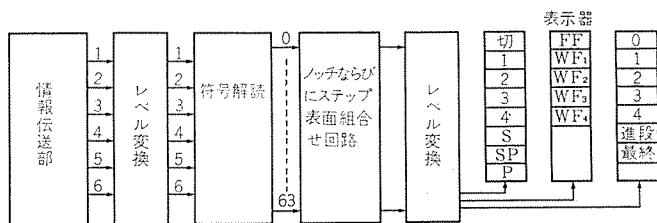


図 4.5 ノッチ表示回路ブロック図  
Block diagram of notch indicating circuit.

のパルスを自動または手動で発生させ、図 4.4 のパルス幅整形回路で伝送のサンプリングタイムに応じたパルス幅に整形する。

図 4.4 は、各ノッチ位置で発生したパルスを伝送系のサンプリングタイムより若干幅の広いパルスに整形するためのブロック図である。今回のサンプリングタイムは 200 ms であるので、パルス幅を 220 ms にしてノッチ進段指令を必ず伝送できるように考慮してある。200 ms 以下のパルスでは、指令のはいるタイミングによって伝送できない場合がある。

図 4.5 にノッチ表示のフィードバックのブロック図を示す。ノッチ表示には 6 ビットを使用し、最大 64 の状態を表示することができる。この試作では、EF 65 形電気機関車のノッチ表示を採用した。したがって、交流電気機関車の場合にはノッチ表示回路、ならびに表示器の記入文字を変更しなければならない。

#### 4.3 機関車側制御箱

推進運転を行なうときに電気機関車に設置され、次の装置を収納している。

- (1) 電源部
- (2) 論理部
- (3) 情報伝送部
- (4) 指令受信用リレー部
- (5) 出力リレー部

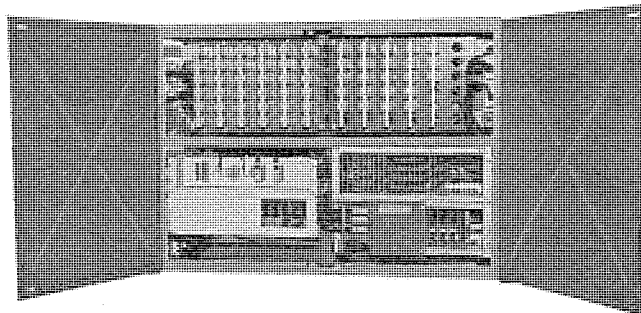


図 4.6 電気機関車側制御箱  
Control box of electric locomotive.

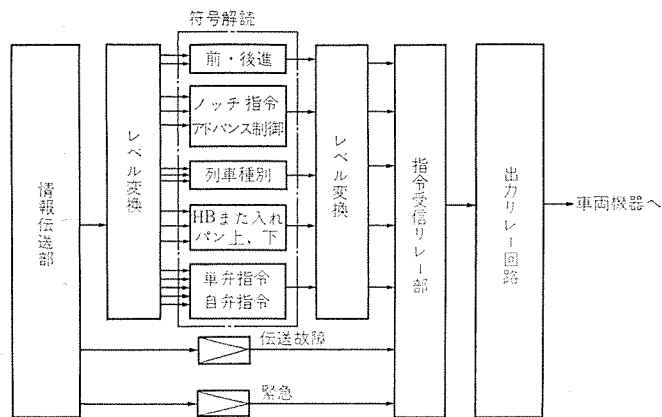


図 4.7 受信側ブロック図  
Block diagram of receiver.

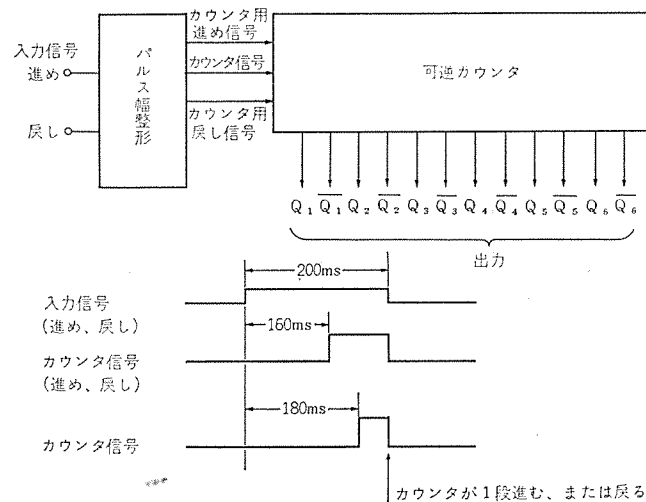


図 4.8 パルス幅整形、可逆カウンタ  
Pulse with shaping and reversible counter.

図 4.6 に外観を示す。論理部は、客車側より送信される情報を再生して指令受信用リレーを駆動させる部分と、受信した情報を客車側へフィードバックする部分とで構成される。

図 4.7 に受信側のブロック図を示す。

図 4.8 にアドバンス指令による可逆カウンタ部ならびにパルス幅を示す。入力信号は、伝送系のサンプリングタイムの 200 ms の間は信号が保持されているのが正常であるが、ノイズ等で不用意にカウンタが進段しないように、パルス幅整形回路でノイズが正常な信号であるかをパルスの幅で判定する、すなわち入力信号が 160 ms 間保持されれば、可逆カウンタのフリップフロップの J, K 入力とし、なお 180 ms 経過後にフリップフロップの T にクロックパルスを入れて入力条件をマスタに読み込ませ、200 ms 後にクロックパルスを 5 V から 0 V に下げてスレイブに

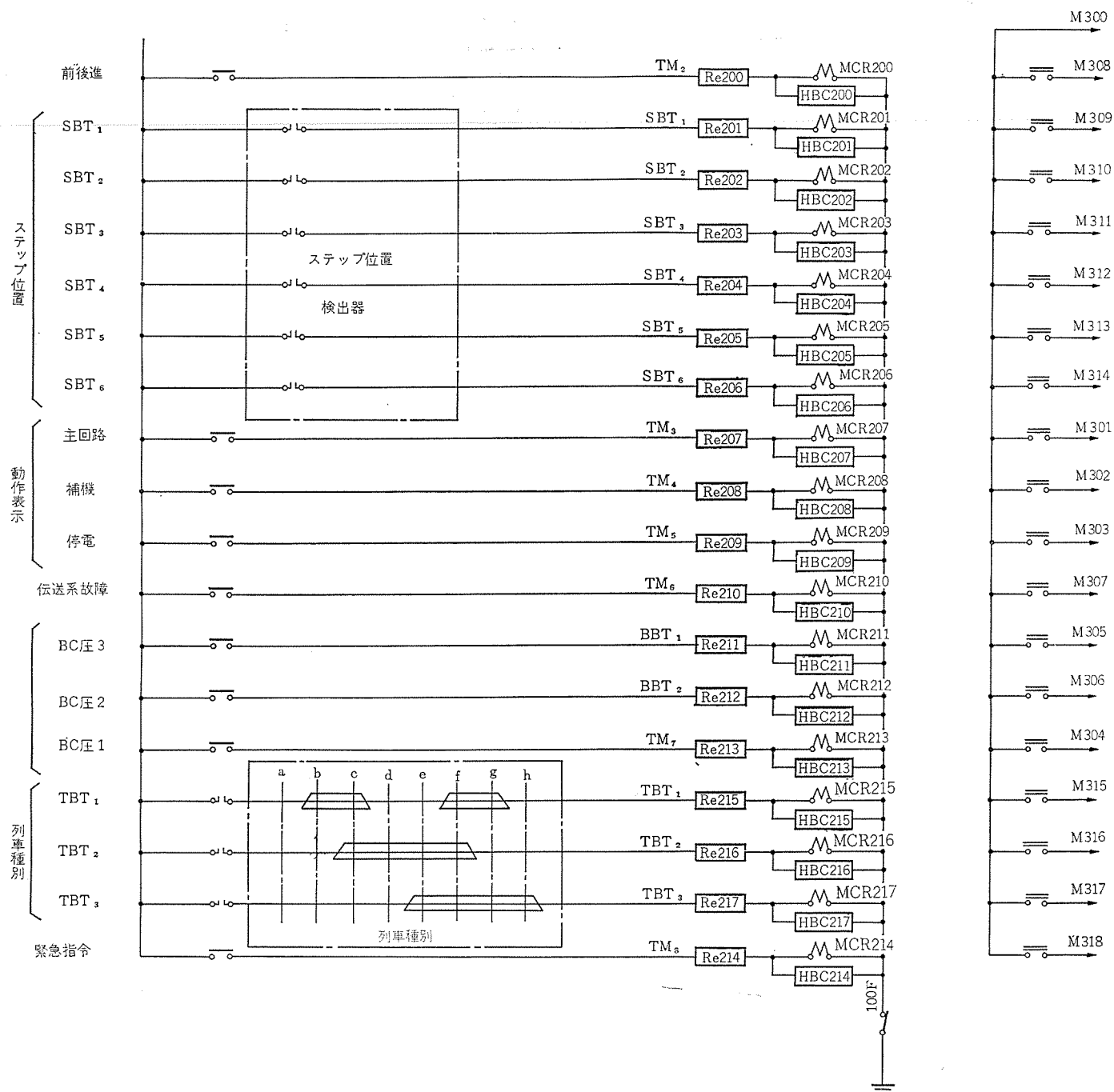


図 4.9 フィードバック 変換

Feedback converter.

伝達され、可逆カウンタの  $Q_1$ ,  $\bar{Q}_1$  に出力される。可逆カウンタは 6 段に構成され、この 6 段の出力の組合せによって力行ステップを選択する。

図 4.9 は、フィードバック回路の送信側回路を示す。

前・後進信号は、出力リレーの接点をフィードバックにし、ステップ位置検出は、出力リレーの接点の組合せとダイオードマトリックス回路で各ステップを 6 ビットの符号に変換する。なお、EF 65 形電気機関車では直列・直並列・並列の最終ステップは、車両側のカム軸制御装置より検出し、また主回路・補機・停電については車両側の高速度しゃ断器・送風電動機用接触器・低電圧リレーの各インタロックより検出する。BC 圧 1・2・3 は、 $0.4 \text{ kg/cm}^2$ ・ $1.5 \text{ kg/cm}^2$ ・ $3 \text{ kg/cm}^2$  にセットされた気圧スイッチをブレーキシリンダ管に設け、その信号をフィードバックする。

列車種別は、3 ビットの符号変換のできるキーとマイクロスイッチの組

合せで行なう。このキーは、同一形状のものが 2 個用意され、客車側に 1 個、機関車側に 1 個使用する。このキーが一致しているときの情報のみが受信可能である。

図 4.10 は、出力リレー部の回路を示す。指令受信リレーの出力を増幅して車両の主幹制御器に接続するとともに、緊急指令による力行 OFF・パンタ下げ・非常ブレーキ回路を構成する。

SL 切り換え器は、推進運転時に電気機関車の運転台の方向が 1 端側が前か、または、2 端側が前かによって前・後進指令を一致させるための切り換え用である。また、推進運転を行なう場合、電気機関車側の送・受信器の電源を投入した後に先頭客車の送・受信器の電源を投入するが、客車側の電源が投入されない間は電気機関車の受信信号がなく、レベル断を検出して緊急指令を出すことになる。この不要な緊急作用を省くため、SL 切り換え器でこの間のみ強制

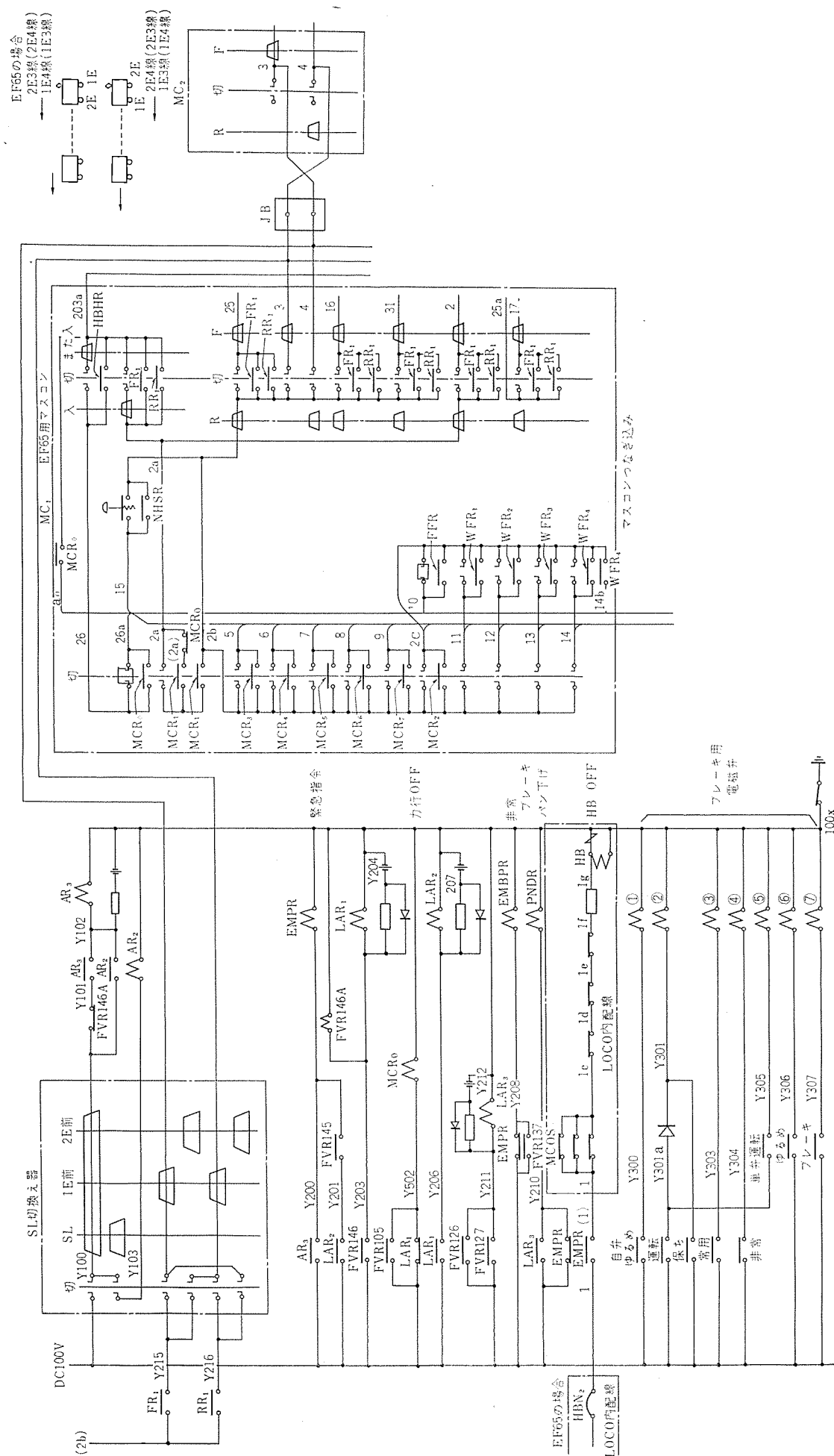
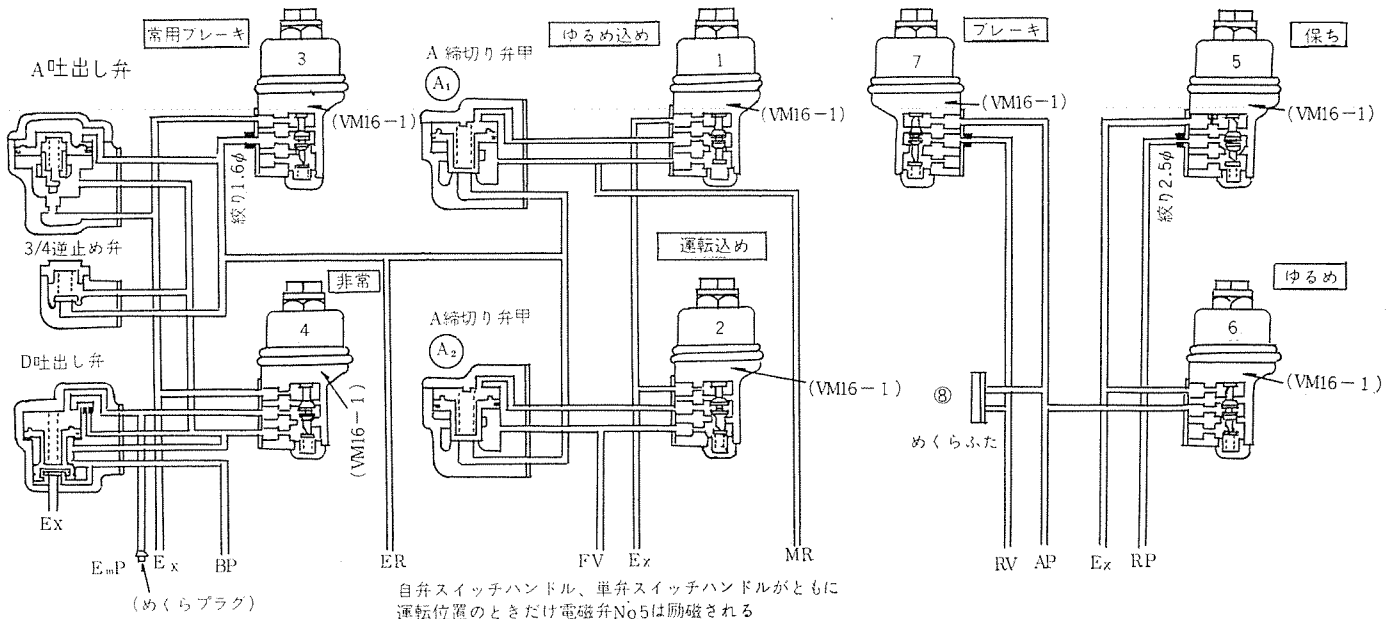


図 4.10 車両側接続回路



| 電磁弁番号<br>ハンドル位置 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5A  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ゆるめ             | ON  | OFF | OFF | OFF | OFF |
| 運 転             | OFF | ON  | OFF | OFF | ON  |
| 保 ち             | OFF | ON  | OFF | OFF | OFF |
| 重 な り           | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| 常用ブレーキ          | OFF | OFF | ON  | OFF | OFF |
| 非常ブレーキ          | OFF | OFF | OFF | ON  | OFF |

| 電磁弁番号<br>ハンドル位置 | 5B  | 6   | 7   |
|-----------------|-----|-----|-----|
| ゆるめ             | OFF | ON  | OFF |
| 運 転             | ON  | OFF | OFF |
| 重 な り           | OFF | OFF | OFF |
| ブレーキ            | OFF | OFF | ON  |

BP: ブレーキ管  
ER: つりあいだめ  
FV: 圧力調整弁(給気弁)  
MR: 元空気だめ  
RV: 圧力調整弁(減圧弁)  
AP: 作用シリンダ管  
RP: ゆるめ管  
EmP: 非常管  
Ex: 排気

図 4.11 電磁ブレーキ制御装置

Brake control apparatus.

的に緊急指令を出さないようにする。なお、客車側の電源が投入されれば、この強制回路を解除して通常の緊急指令動作が働くように自動的に切り換えられる。ブレーキ用電磁弁回路については、図 4.11 に示す電磁ブレーキ制御装置の電磁弁の組合せによって自弁のゆるめ・運転・保ち・重なり・常用ブレーキ・非常ブレーキ、および単弁のゆるめ・運転・重なり・ブレーキの作用を行なう。

### 5. 電気機関車対 電気機関車の遠隔総括制御

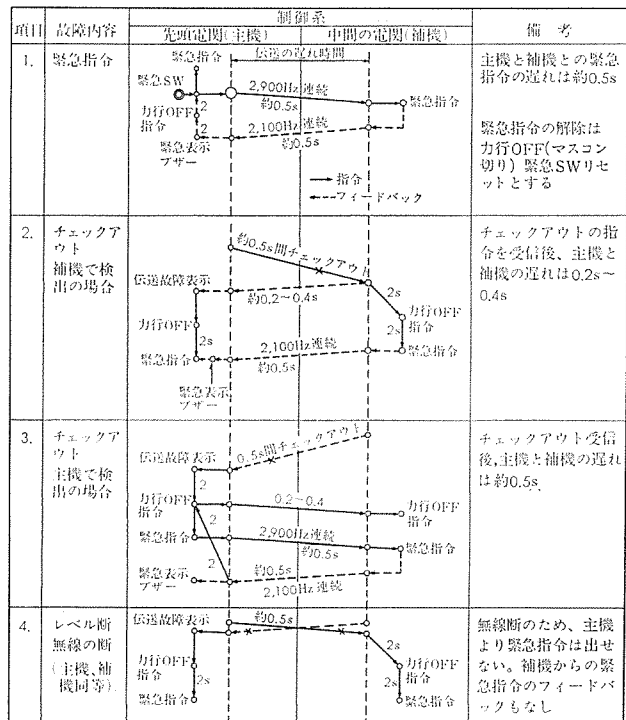
今までは主に推進運転を主体に説明したが、次に先頭機関車より列車編成中間にある機関車を総括制御する場合について述べる。情報の伝送には無線を使用することになるので、推進運転の機器に無線関係の機器が追加される。

この場合には推進運転と異なって操作卓は不用になる。したがって、力行制御には EF 65 の主幹制御器をそのまま使用し、中間機関車に対する指令は、主幹制御器の出力を符合変換して行なう。一方、ブレーキ指令に関しては、先頭機関車・中間機関車ともに電磁ブレーキ作用装置を設置し、従来の空気ブレーキ弁の代わりに電気指令のブレーキ制御器を設けて行なう。図 5.1 に先頭機関車の指令変換部の回路を示す。

一方、フィードバックについては推進運転と同様であるが、操作卓がないので、これに代わるものとしてノッチ表示器・動作表示灯・緊急スイッチ・パンタ上下スイッチを組み込んだ表示灯箱を設ける。

推進運転の場合とちがって特に注意を要することは、緊急指令が

表 5.1 緊急指令ならびに伝送系故障の検出とその処置  
Disposal in emergency and transmission error.



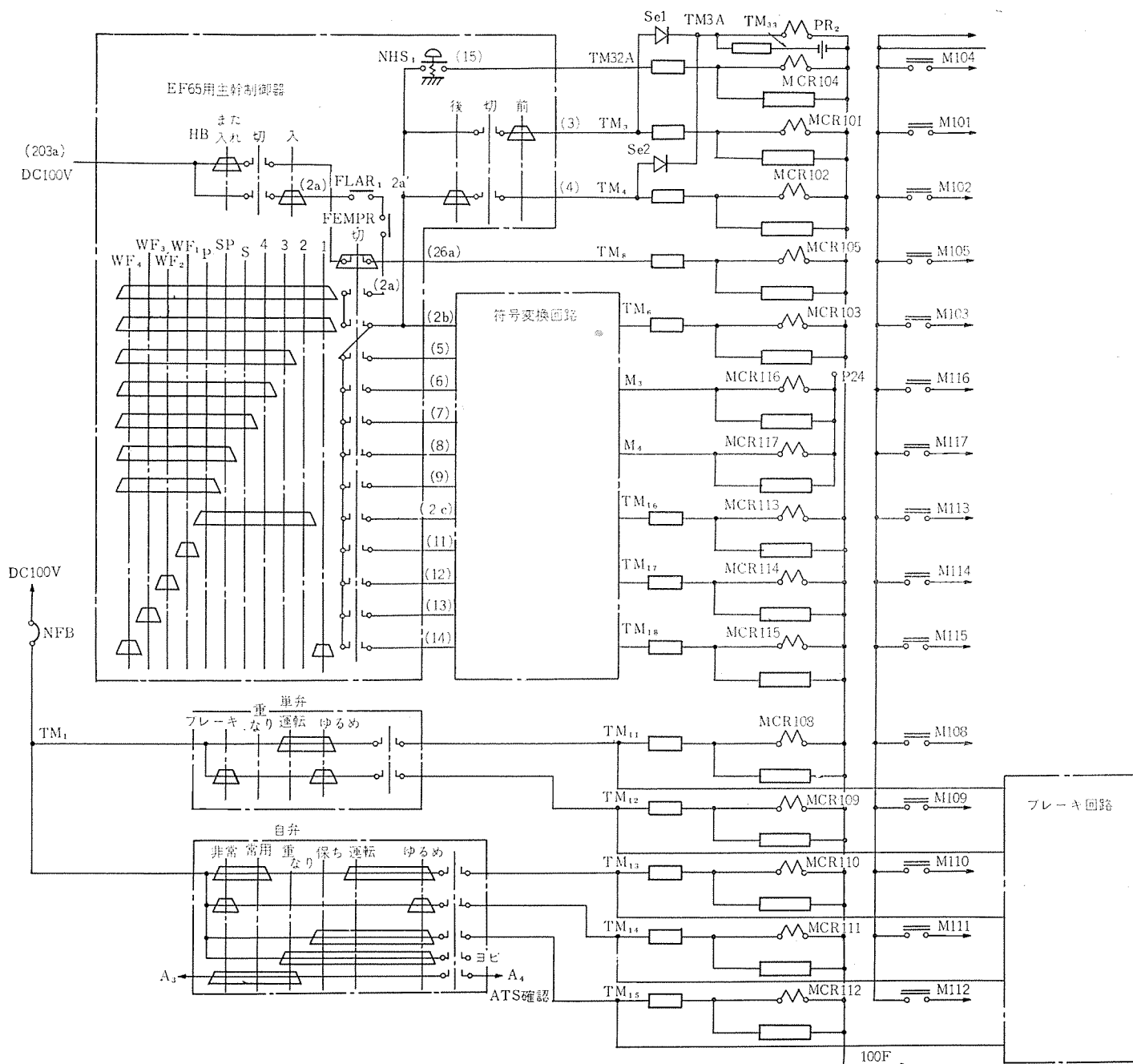


図 5.1 指令変換回路 Instructions converter circuit.

出された場合、ならびに伝送故障を起こした場合の両機関車の動作のばらつきをできるだけ小さくする必要がある。緊急指令時ならびに伝送故障時の各伝送系の遅れならびにその処置を表 5.1 に示す。緊急指令は、先頭機関車より押しスイッチで動作させ、約 0.5s 後に中間機関車に伝達される。チェックアウトは、受信側で検出される故障で、中間機関車で検出された場合に緊急指令が出力されるまでの先頭機関車と中間機関車間の指令の遅れは約 0.2~0.4s であり、先頭機関車で検出された場合には約 0.5s である。

レベル断は、無線のとだえによるもので、両機関車でレベル断を検出後 2s 後に力行 OFF になり、さらに 2s 後に緊急指令を出す。

## 6. 現車試験結果

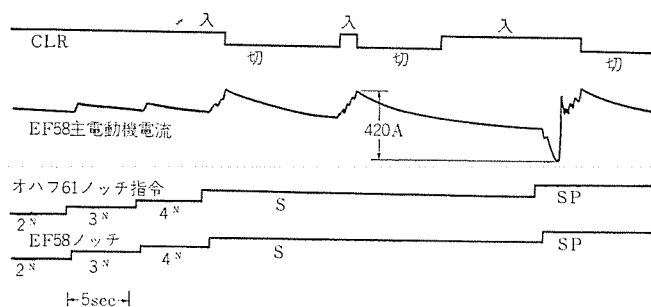
昭和 46 年 9 月、日光線において推進運転の現車試験が実施された。先頭客車のオハフ 61 の車掌室に制御装置を仮説し、後部機関車

に EF 58 形電気機関車を使用して試験が実施されたが、力行・ブレーキ・緊急指令等の制御全般にわたって正常な動作を示した。

現車試験では、力行制御に運転手の操作上からノッチ方式とアドバンス方式の 2 方式が実施されたが、アドバンス方式ではノッチ方式と比べて運転操作上ノッチの進段時間が長くなる傾向があるので、47 年に実施される現車試験では、図 4.3 に示すノッチ進段回路を追加して運転手の操作による進段時間の遅れを改善する予定である。

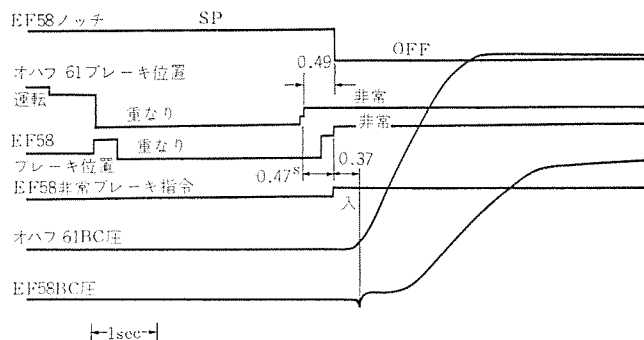
また、本装置は EF 65 を対象に設計・製作されているが、EF 58 形電気機関車等の非自動進段形の機関車については、車両側に自動進段装置を追加すれば可能である。なお、現車試験では EF 58 が使用され、自動進段にはリレー回路を使用した。今後はカム軸制御による自動進段方式を実施する予定である。

図 6.1 は、客車側からの各ノッチ指令に対する EF 58 のノッチ指令ならびに主電動機電流の進段状態を示すオシログラムである。指令



国鉄技研連報 No. 72-44 (図2) による

図 6.1 ノッチ進段状況 (ノッチ制御方式)  
Oscillogram of notch advance.



国鉄技研連報 No. 72-44 (図4) による

図 6.2 SP 制御段力行中の非常ブレーキ  
Oscillogram of emergency brake.

遅れは約 0.5s 程度である。CLR は、主電動電流のセット値を決める限流リレーで、ノッチ指令 S 段 (直列段) では CLR によって主電動機電流が制御される。

図 6.2 は、客車側からの非常ブレーキ指令に対する機関車側の非常ブレーキ指令ならびにブレーキシリンダ圧力の立上りの状態を示すオシ

ログラムである。客車側非常ブレーキ指令後に機関車側ブレーキ電磁弁が動作するまでに約 0.47s、ブレーキシリンダ圧力の立上りまでにさらに約 0.37s の時間を要する。

## 7. む す び

デジタル伝送による車両の遠隔制御についてわが国で初めての試みであったが、心配された車両のノイズによる誤動作もなく、各機器ともに動作は良好であり、今回のシステムが車両の制御として十分に利用できる見通しがついた。今後、確認を要する問題として、長編成にした場合の引通し線のコネクタ部に接触不良がないかどうか、また無線を使用した場合の地形による電波のとぎれの程度を十分に検討しておく必要がある。なお、長大編成の電気機関車対電気機関車の本格的な現車試験が 47 年以降に予定されているので、車両としての粘着性能・ブレーキ性能・自連立等の検討もあわせて行なう予定である。末尾ながら、今回の開発に当たってご指導をいただいた日本国有鉄道 (車両設計事務所)・鉄道技術研究所・国鉄大宮工場の関係各位、ならびにご協力をいただいた三菱重工 (株) の関係各位に對して心から感謝の意を表す次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 川添, 井上: 電気機関車の遠隔制御, 日本鉄道技術協会 JREA 14, No. 7
- (2) 川添, 安達, 井上, 近藤: 電気機関車の遠隔制御, 日本鉄道サイネティクス協議会, 論文集第 8 回 (昭 46-9)
- (3) 安達, 近藤: 電気機関車の遠隔制御装置について, 電気車の科学 24, No. 10 (昭 46-10)
- (4) 井上, 近藤: 遠隔制御装置の試験結果について, 鉄道工場 No. 255 (昭 46-12)
- (5) 井上: スレーブコントロールの試験結果, 電気車の科学 25, No. 2 (1972-2)

## 神戸市東灘処理場向け電機設備

森 田 正 己\*

齊 藤 心 一\*\*・久保田正義\*\*・高 木 宏\*\*

Electrical Equipment of Higashinada  
Sewage Treatment Plant, Kobe City

Kobe City, Sewage Treatment Bureau Masami MORITA

Mitsubishi Electric Corp., Head Office

Shinichi SAITO・Masayoshi KUBOTA・Hiroshi TAKAGI

The recent development of industries has caused the population rapidly concentrating in cities, which have extended their facilities actively to cope with the trend. Waterworks and sewerage have been extensively provided and expanded in proportion. In particular the popular cry for the betterment of the living condition has urged the planning and execution of the sewerage, the construction work of it being carried out one after another in many places. The Kobe city Sewage Treatment Bureau has been constructing a good number of sewage treatment plants since the setup of the Chubu treatment plant in 1958. Now the authorities have completed the first stage extension work of Higashinada treatment plant—a representative installation—and entered into practical operation. This article introduces the outlines of its equipment.

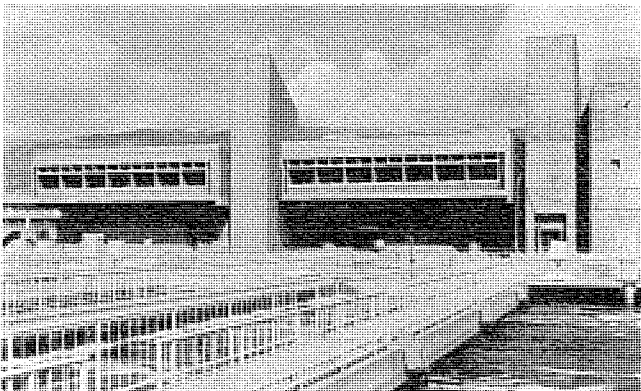


図 1.1 東灘処理場本館  
Main office of Higashinada sewage treatment plant.

## 1. ま え が き

近代的産業の発展は、都市部への急激なる人口集中を促してきたが、これに対する都市開発もまた盛んに行なわれてきた。これに比例し上・下水道の整備拡充も盛んに行なわれている。特に近年は、生活環境の向上ということが大きく叫ばれ、各地において下水道施設の計画・施行が続々と行なわれている。最近の下水道施設は、人口増に応じ、より大規模になるとともに、用地取得の困難さから地下式・埋立地の利用などが目立ってきているほか、労働力不足のために大幅な自動化が取入れられる傾向にある。

神戸市下水道局においても、昭和33年に中部処理場を建設以来数多くの処理場を建設してきたが、このたび都市下水処理場としては代表的な東灘処理場の第一期拡張工事を完了し、運転にはいったのでその概要を紹介する。

## 2. 設 備 概 要

## 2.1 全体計画

東灘処理場は神戸市東部第3工区埋立地に所在し、主として、灘区および東灘区の家庭下水を処理するために建設されたもので、昭和37年10月から尿処理施設など一部の運転を開始してきた。

その後、下水道の整備拡大に対応して昭和42年頃から処理施設の拡張が進められ、同46年6月から下水処理場として本格的な運転にはいったものである。

東灘処理場の計画諸元は次のとおりである。

排除方式 分流式（一部合流式）

計画処理人口 605,000人

計画処理面積 2,501ha

計画汚水量 日平均 229,900 m<sup>3</sup>/日、日最大 290,400 m<sup>3</sup>/日

なお、本処理場の昭和46年度末現有能力は、全体計画の1/4であるが、昭和51年度末で全体計画を完了し、将来は東神戸一帯の下水を処理する神戸市最大の処理場として活躍する予定である。

本処理場の平面図を図2.1に示す。

## 2.2 処理方式

汚水処理については、活性汚泥法（ステップエアレーション方式）による2次処理までとし、汚泥処理については消化→脱水→埋立方式を採用しているが、将来は焼却処理まで行なう予定である。本処理場のフローシートを図2.2に示す。

なお本処理場の流入下水は、すべて隣接の魚崎ポンプ場でポンプアップされてくるため、処理工程は最初沈殿池から始められる。

## 2.3 主要設備概要

## 2.3.1 最初沈殿池

形 式 連続水平流式2階そうく（矩）形沈殿池

寸 法 上そう：幅9.0×長さ29.9×水深3.25m

下そう：幅9.0×長さ32.9×水深3.85m

池 数 全体：16池 現在：4池

汚泥除去装置 リンベルト形汚泥かき寄せ機：4台/池

汚泥の抽出操作は、ピンボード式プログラム設定器からの指令により間欠的に行なうもので、汚泥は各池ごとに順次抽出弁（空気操作式ピストン弁）を開閉して一定量を汚泥ピットに抽出された後、生汚泥ポンプで汚泥消化そう（将来は汚泥濃縮そう）へ圧送される。抽出回数は1池当たり12回/日である。生汚泥ポンプは口径100mm無閉そく（塞）形渦巻ポンプ8台（現2台）を設置する。

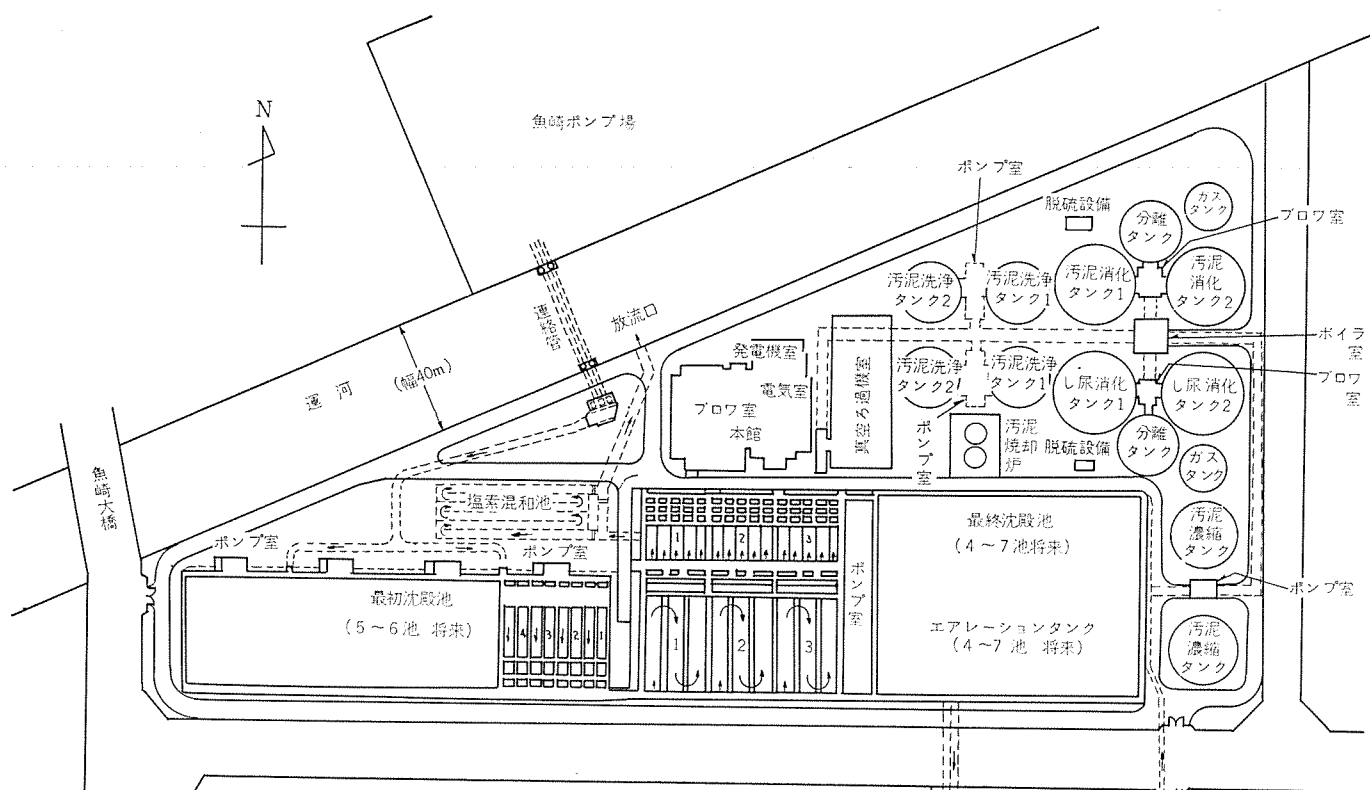


図 2.1 東灘処理場平面図  
General plan of Higashinada sewage treatment plant.

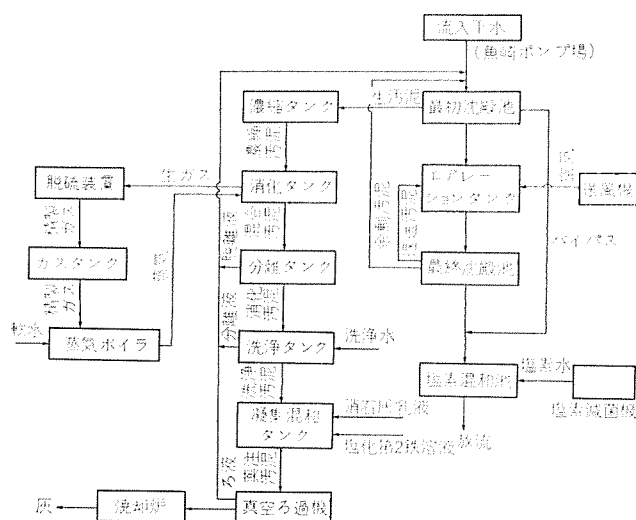


図 2.2 フローシート  
Flow sheet.

スクラムは、越流トラフ直前に設けた電動式パイプスキマーにより間欠的にスクラップに流送され、さらにスクラム圧送ポンプによりスクラム分離機に送られる。

### 2.3.2 エアレーションタンク

形式 3列回流水路式

寸法 幅7.5×長さ100.2×水深4.5m

タンク数 全体：12そう、現在：3そう

散気装置 スイグ式ディスクデフューザによる巡回流式

エアレーションタンクの操作方式は、連続ステップエアレーション方式を標準とするが、流入ゲートの切換えによりコンベンショナルまたは、バイオン方式にも変更できるよう考慮されている。空気量は処理水量の

表 2.1 送風機仕様  
Blower specification.

| 名 称     | 口 径<br>$\phi$ | 風 量<br>$m^3/分$ | 吐出圧力<br>$mmAq$ | 電動機出力<br>$kW$ | 台 数     |
|---------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------|
| 1, 2 号機 | 300×300       | 120            | 5,900          | 175           | 2       |
| 3~6 号機  | 450×400       | 310            | 5,900          | 440           | 4 (現 0) |

8倍を標準とし、次期工事で流入下水に適応した自動風量制御ができるよう考慮されている。なおエアレーション用ターボブロウの仕様は、表2.1のとおりである。

### 2.3.3 最終沈殿池

形 式 連続水平流く(矩)形沈殿池

寸 法 幅23.2×長さ27.95×水深3.3m

池 数 全体：12池、現在：3池

汚泥除去装置 リンクベルト式汚泥かき寄せ機：7台/池

汚泥の抽出は、各沈殿池から汚泥ポンプますまで共通のパイプラインにより自然流下で行なうもので、各沈殿池の汚泥抽出管部には電磁流量計と電動バタフライ弁を個別に設けて、抽出量の調整が容易にできるよう考慮されている。

返送汚泥ポンプおよび余剰汚泥ポンプの仕様は、表2.2のとおりである。返送汚泥量は返送汚泥ポンプの台数制御と返送汚泥主管に

表 2.2 返送・余剰汚泥ポンプ仕様  
Return and excess sludge pump specification.

| 名 称     | 形 式         | 口 径<br>φ | 揚 水 量<br>m <sup>3</sup> /分 | 揚 程<br>m | 台 数     |
|---------|-------------|----------|----------------------------|----------|---------|
| 1, 2号返送 | 立軸無閉そく(塞)渦巻 | 250      | 7.5                        | 8.5      | 2       |
| 3~6号返送  | 立軸渦巻斜流      | 350      | 15                         | 8.5      | 3 (現 1) |
| 余 剰     | 立軸無閉そく渦巻    | 150      | 3                          | 11       | 2       |

設けた電動 バタフライ 弁の開度制御により調整される。なお汚泥返送率は、返送汚泥濃度を 7,200 ppm として 50 % 返送 まで可能である。

#### 2. 3. 4 塩素混和池

形 式 6 列う回流水路式  
寸 法 幅 2.7×長さ 32.0×深さ 4 m× 6 列  
池 数 全体：1 池，現在：1/2 池

塩素注入率は晴天時 3 ppm，雨天時 4 ppmで放流量量に対して比例注入される。塩素注入機は 50 kg/時 真空式注入機 4 台（現 1 台）を設置し，塩素は 1 トンボンベ 8 本分を貯蔵できる。

#### 2. 3. 5 汚泥消化タンク

形 式 蒸気加温，ガス かくはん(攪拌) 式 2 段消化方式  
寸 法 内径 26.0×深さ 11.5 m  
そう数 全体：4 そう，現在：3 そう

本消化そうは相当蒸発量 3,000 kg/時 炉筒煙管式蒸気 ボイラー 2 基を設置して 32℃ に加温し， かつ多点切換え噴射式 ガス かくはん装置を備えて消化の促進を計っている。消化 ガス は 600 Nm<sup>3</sup>/時の三菱化成式湿式脱硫装置 2 基により脱硫後 2,500 m<sup>3</sup> の乾式 ガスタンク 2 基に貯留され，ボイラ などの燃料に供される。

#### 2. 3. 6 分離タンク

形 式 ガス かくはん式スカム 破碎装置付き タンク  
寸 法 内径 20.0×深さ 8.9 m  
そう数 2 そう

#### 2. 3. 7 汚泥洗浄タンク

形 式 2 段向流式円形 タンク  
寸 法 内径 20×深さ 3.1 m  
そう数 全体：4 そう，現在：2 そう  
付属装置 中央駆動式 シックナー

#### 2. 3. 8 汚泥脱水機設備

形 式 ベルト 形真空ろ過機  
容 量 ろ過面積：47 m<sup>2</sup>，ろ過速度：18 kg/m<sup>2</sup> 時  
台 数 全体：8 台，現在：2 台

本脱水設備は真空ろ過機 1 台ごとに凝集混和タンク，薬液添加装置などもユニットになっており，初期給泥から脱水を経て最終の洗浄工程までを一貫して中央操作室から マスタースイッチ により総括制御できるようにになっている。

### 3. 受変電動力設備

一般的に下水処理場に設置される電機品は，湿気や腐食性 ガス などの多い，悪い環境に設置される場合が多いにもかかわらず，要求される使命はごく短時間の停電さえ許されないというきわめて過酷なものである。特に下水処理場の心臓ともいべき流入下水をくみ上げる汚水ポンプ エアレーションタンク へ空気を送り込むブロワなどは，停止した場合，前者は間断なく流入してくる下水が市内にいつ(溢)流するという事態にたち至るし，後者の場合は好気性微生物の死滅を意味し再起動に数日の準備期間を要する。

また下水処理場にはゲートスクリーン から始まり， 排気 ファン・排水ポンプに至るまで， 数 10 kW にもみため小容量の負荷が多数設置され，これらの保守点検には多大の労力が費されるなどの特殊事情があり，設計・製作にあたってはこれらに対する配慮を十分に行なう必要がある。

本処理場においても，計画に際してはこれらの点を十分考慮して設計を行なったが，その具体例を次に述べる。

(1) 特高受電を 2 回線とし，電源の信頼度を高めた。

(2) シャ断器は ACB・VCB・NFB として，シャ断時のシャ断媒体に液体を介さないものを使用し，保守の簡素化と高信頼化を計った。

(3) 受電変圧器・動力変圧器のいずれも 2 バックとし，変圧器 1 台が故障したときでも負荷の 1/2 は運転可能とした。

(4) ディーゼル 発電機を設け，平常時のピークカット運転・定期保守運転などを行なえるようにした。また高圧母線を二重母線とし発電機負荷の選択を容易にした。

(5) 低圧電動機の制御回路には個々に区分スイッチ を設け，絶縁不良などの故障時における回路の切り離しを容易にした。

(6) 負荷電圧を 400 V とし，電線 サイズの軽減・主回路器具の小形化を計った。

(7) 低圧動力負荷の CT 二次側定格電流を 1 A とした。このため制御ケーブルは細いものを使用でき，負荷数が多いだけに経済的に有利となった。

#### 3. 1 主要機器の仕様

本処理場の単線接続を図 3. 1 に，使用電圧区分を表 3. 1 に示す。簡単にその概要を示すと次のとおりとなる。

##### 3. 1. 1 20 kV 受変電設備

関西電力より 22 kV 2 回線地中 ケーブル にて引き込み，屋内形 特高キュービクル にて 3.3 kV に降圧している。特高 キュービクル の構成は，特高引込盤・PT コンプレッサ 盤・シャ断器盤・MOF 盤・No. 1 TR 一次盤・No. 2 TR 一次盤の 6 面となっている。閉鎖配電盤規格 JE M-1153-F<sub>1</sub> (3 Y) 級に準じて製作した。図 3. 2 に特高 キュービル を示す。

シャ断器は横吹付形空気 シャ断器 20-C-100 L 形 24 kV 600 A 1,000 MVA を使用した。

主変圧器は，特高 キュービクル 直結形とし据付け スペース の縮少と安全性の向上を計った。図 3. 3 に主変圧器を示す。

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 主変圧器仕様    | 1 台 (将来 1 台増設)               |
| 4,000 kVA | CR 形 三相 油入自冷式                |
| 一次電圧      | F 23-R 22-F 21-F 20 kV 60 Hz |
| 二次電圧      | 3.3 kV                       |

表 3. 1 使用電圧一覧  
List of used voltage.

|   | 電 圧                              | 用 途                            | 配 電 盤                                                        | シャ断器                                             |
|---|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 | AC 22 kV                         | 受 電                            | 屋内形特高キュービクル                                                  | 空気シャ断器                                           |
| 2 | AC 3.3 kV                        | き 電<br>ブ ロ ワ<br>コンデンサ<br>発 電 機 | 屋内 WV 形閉鎖配電盤<br>屋内 FV 形閉鎖配電盤<br>屋内 FV 形閉鎖配電盤<br>屋内 WV 形閉鎖配電盤 | 真空シャ断器<br>真空スイッチ<br>真空スイッチ<br>真空シャ断器             |
| 3 | AC 400 V<br>AC 200 V<br>AC 100 V | 低 圧 動 力<br>保 安 動 力<br>電 灯      | { パワーセンタ<br>コントロールセンタ<br>コントロールセンタ<br>コントロールセンタ              | 空気シャ断器<br>ノーヒューズシャ断器<br>ノーヒューズシャ断器<br>ノーヒューズシャ断器 |
| 4 | DC 100 V                         | 制 御 電 源                        | コントロールセンタ                                                    | ノーヒューズシャ断器                                       |

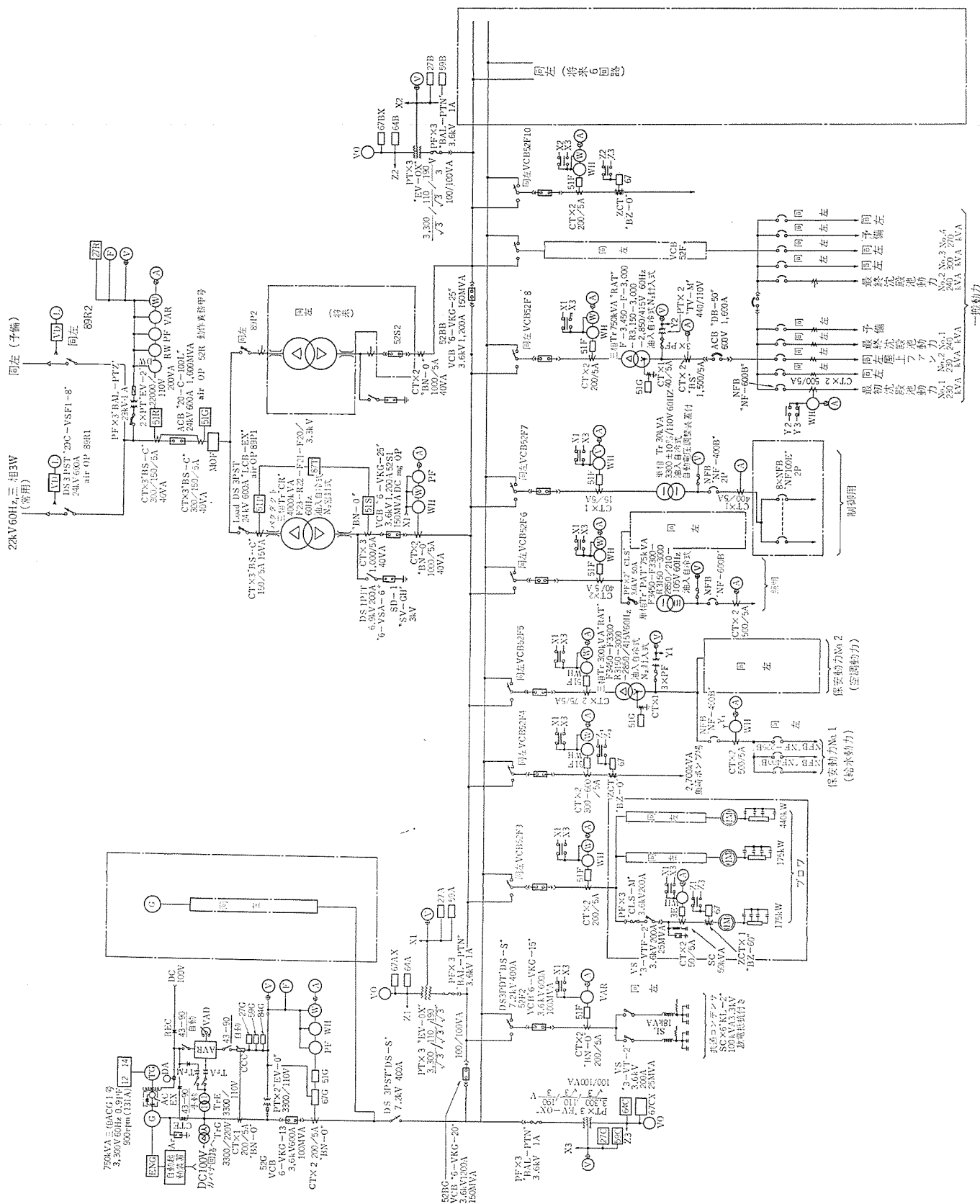


図3.1 単線接続図 Single-line diagram.

### 3.1.2 3.3 kV 変電設備

高圧動力負荷・力率改善用コンデンサおよび降圧変圧器へそれぞれき電している。コンデンサは総合力率が95%（遅れ）となるよう容量を選定した。

高圧キュービクルは、用途並びに収納しゃ断器の相連により次の3種類に使い分けられている。

WV形メタルクラッド開閉装置 JEM-1153-G級

FV形キュービクル開閉装置 JEM-1153-F<sub>2</sub>級  
変圧器・進相用コンデンサ収納盤

WV形メタルクラッド開閉装置には、長寿命・小形化された6-VKG-20形（3.6kV 1,200 A 150 MVA）および6-VKG-13形（3.6kV 600 A 100 MVA）真空しゃ断器を使用した。

FV形キュービクル開閉装置は、3-VTF-2形真空スイッチを4段階にまとめたもので盤内は大幅な縮小化が計られている。この真空ス

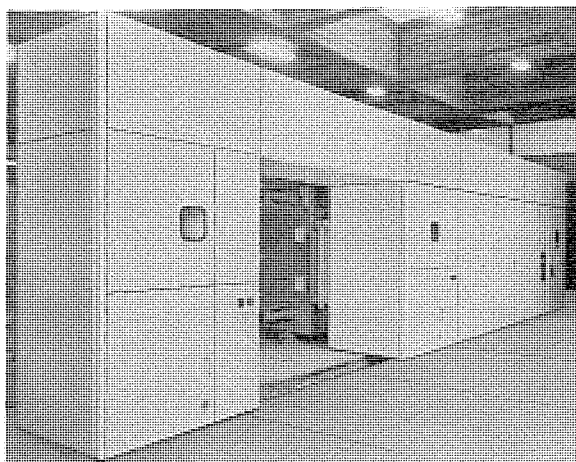


図 3.2 特高キュービクル  
Extra high tension cubicles.

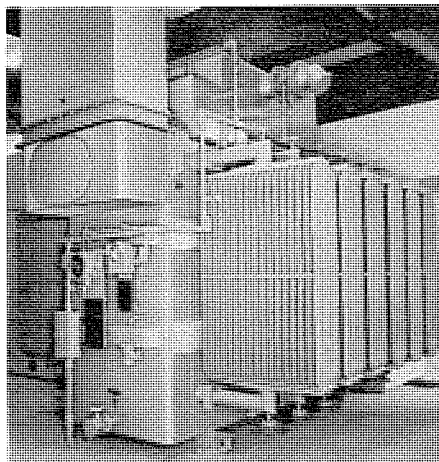


図 3.3 主変圧器  
Main transformer.

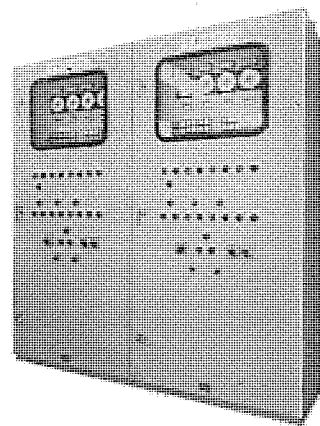


図 3.4 ボイラ制御盤  
Boiler control panel.

イッチは自動連結式引出し機構付となっているので、点検は迅速かつ容易に行なえる。

高圧盤と変圧器間の接続は、極力バスタードを使用し電気室内のスペースの有効利用と美観の向上を計った。

### 3. 1. 3 低圧盤

低圧盤は制御対象の各負荷が多岐にわたるように、各盤とも非常にバラエティに富んだ形状となっており、これを大別すると次のようになる。

パワーセンタ

E 形 コントロールセンタ

自立形 現場制御盤 (屋外用, 屋内用)

ポスト形 現場操作盤 (屋外用, 屋内用)

壁掛形 現場操作盤 (屋外用, 屋内用)

盤内に使用したしゃ断器は、低圧変圧器より決まる短絡電流を十分しゃ断できる容量のものを使用している。

自立形 現場制御盤のうちボイラ室に設置する盤は、室内に漏れたガスによる爆発を防止するため、小形コンプレッサにて清新な空気を常時盤内に充気し、盤内の圧力を大気圧より高くし漏れガスが盤内に流入するのを防いでいる。万一、盤内空気圧が大気圧より低下した場合は警報を発する。図 3. 4 にボイラ制御盤を示す。

屋外用現場操作盤の箱本体は、すべて溶融亜鉛メッキによる下地処理を施したうえ防食塗装を行なうとともに、盤面取付器具もすべてプラスチック製に統一して耐久性の向上を計った。

## 4. 監視・制御・計装設備

2 章に述べたような複雑な処理工程を経て処理されていく下水が、各処理工程において目的としている処理が十分に行なわれているかどうかを常時は握し、プロセスの運転を常に最適の状態に保つべく修正していくのが監視・制御・計装設備の目的である。

東灘処理場の監視・制御・計装設備の計画にあたっては、処理工程の経済的運用・省力化・安全性・信頼性などの向上を基本的な考え方として行なったが、以下にその特長を列記する。

(1) 中央監視室において処理場の運転状況が一見してわかるように中央監視盤を設置し、プロセスの運転管理に必要な情報をすべて表示させた。中央監視盤はグラフィックパネルとし、系統の判別が容易なように各機器をシンボル化して配置した。

(2) すべての機器について、可能な範囲における自動運転化を

計り省力化と機器運転の確実化を計っている。特に当処理場においては、自動運転用としてピンボード式プログラム設定器を中央監視盤に設けた。

(3) すべての必要な情報は計算機に INPUT させ、人間による定期検針はいっさい廃止した。

(4) 特高・高圧機器の制御電源は DC 100 V、計算機電源は無停電電源装置 (CVCF) による AC 100 V、計装機器は AVR 付電源 AC 100 V、時計用は DC 24 V と、重要な用途には確実な電源を採用した。

(5) 調整並びに点検のために現地にても操作可能とした。この場合の操作の優先順位は現場側とした。

### 4. 1 中央監視盤

盤の構成は、特高受電・高圧関係 3 面、送風機盤 1 面、魚崎ポンプ場盤 1 面、汚水処理関係 6 面 (うち将来分 3 面)、脱水設備盤 1 面、污泥消化処理盤 1 面、ボイラ盤 1 面の計 14 面で、1 面あたりの外形寸法は幅 1,100 mm、高さ 2,300 mm、奥行 1,500 mm となっている。図 4. 1 に中央監視盤を示す。

いずれも盤の最上部に、照光式名板・故障表示灯を設けてある。

特高・高圧関係は、電圧・電流等の指示計を取付け、模擬母線にて系統を示している。

他の盤は、東灘処理場の各装置を着色アクリル板にてシンボル化して盤上に系統ごとに配置し、そのシンボル間を着色アクリルバーでつないである。アクリル板並びにバーの着色は、監視員が一目見て判断がつくよう全体的な見地から調和的な色別を行なっており、整然とした美しさが保たれている。さらに、シンボルには各機械・負荷設備に

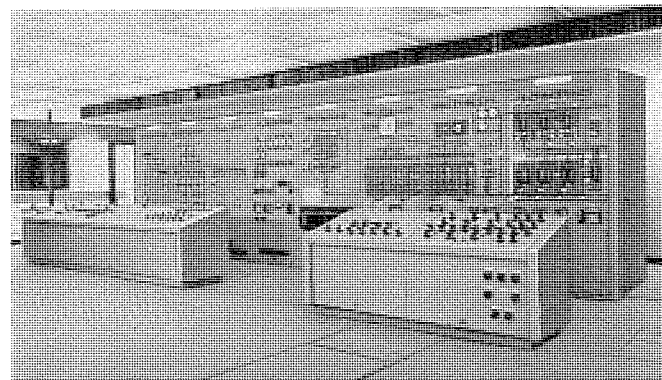


図 4. 1 中央監視盤  
Central control panel.

応じて表示灯を設け、運転・故障・停止中の区別を表示する機能を持たせた。この表示灯は1負荷1灯式であるが、その表示区別は次によっている。

運転中……連続点灯

故障中……点滅点灯

停止中……消灯

中央監視盤に取付けた表示灯類はDC点灯するものを除いて、すべてAC 18Vにて点灯している。これは普通表示灯自身の定格電圧は18Vであるにもかかわらず、100Vにて点灯させるものも多く、この場合の抵抗による発熱が中央監視盤のように表示灯の取付個数が多い場合は無視しえないほど大きくなるため、表示灯専用の変圧器3kVA 100/18Vを特に設けている。

盤面には必要に応じ計装機器を取付けて各種物理量の計測と自動運転を行なっている。

盤中央部に図4.2に示すごとく、時計とピンボード式プログラム設定器を取付け、各負荷に自動運転の指令を与えている。時計は水晶時計を用い、専用の電源(DC 24V)により駆動しているので、自動運転用としては確実な信号発生が期待できる。プログラム設定器は、縦20段横96列のもので縦方向は負荷の種類別に区分し、横方向は時間によって区分している。時刻信号は水晶時計より15分ごとに発信され、この信号によって1列ずつ歩進していく。時間の現在位置は表示灯で確認できる。各負荷の起動停止は、ピンボードの組み合

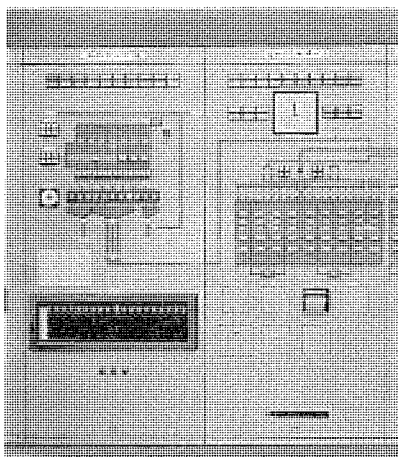


図 4.2 時計とピンボード式プログラム設定器  
Clock and pinboard type program setter

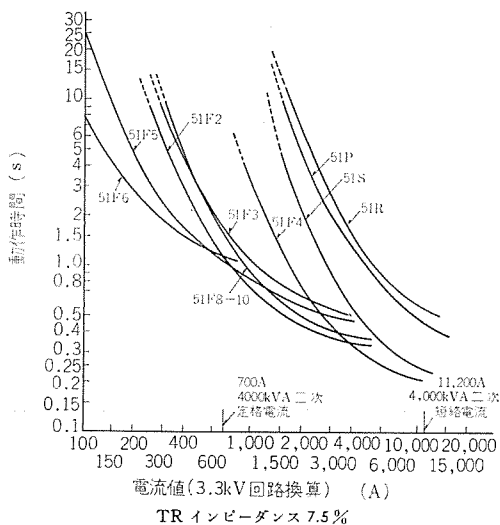


図 4.3 リレー協調曲線  
Characteristic curve of relay coordination.

わせにより任意の時間に行なうことができる。

盤内には、計装機器・故障表示器用継電器および補助継電器が収納されている。

盤裏面には特高・高圧設備の保護継電器並びに積算電力量計を取付けた。保護継電器の整定は中央管理室にて行なえる。特高受電用の保護継電器の整定は関西電力と打合せの上行っており、他の保護継電器については受電用保護継電器と時間協調を取り、それぞれ末端の負荷に近いほど早く動作するようにタップ値・ダイヤル値を決定している。図4.3にリレー協調曲線を示す。

#### 4.2 中央操作盤

中央からの操作は、すべて中央操作盤から行なうことにした。各機器の誤操作を防止するため、中央監視盤と中央操作盤とは各機器ごとに対応させて製作し、両者一括にて機器の中央操作機能を持たせている。

形状はJEM-1155(D<sub>1</sub>)に準じて製作しており、小形で操作のしやすい構造となっている。図4.1にその外観を示す。

中央操作盤上の用途名板は、照光式とし中央にて操作が可能な状態にて点灯させている。すなわち、現場取付の操作場所切替スイッチが中央側に倒れており、かつNFBが「ON」の状態になっておれば用途名板は点灯する。

初沈かき寄機など群少負荷については、1個の操作スイッチで数台が同時起動するようにして縮小化を計った。また中央よりの操作は、可能なかぎり連動運転並びに自動運転としスイッチ類を少なくすると共に省力化・高信頼度化を計った。

#### 4.3 計装設備

計装設備の測定個所・項目・点数の詳細をフローシート図4.4に示す。計測信号はすべてDC 4~20mAの統一電流信号としている。

本処理場においては、操作の省力化という観点より自動運転ならびに監視・保守に必要と思われる諸量はすべて計測を行なっている。

計測の対象・方法についても、それぞれの量・質に応じて表4.1のごとく最適の機種を選定している。

この中の溶存酸素計(DO計)はエアレーション(ばっ気)の状態を監視するために設けられたもので、エアレーションタンクの下水中に含まれる溶存酸素量を測定している。エアレーション活動においては、好気性微生物のため液中の溶存酸素が消費されるが、この消費される割合をBOD(生物化学的酸素要求量)と称し、ある時間・ある温度で有機物質が生化学的酸化をうける場合に消費される酸素量と定義されている。しかし現在制御用として使用可能なBOD測定装置はまだ開発されておらず、DO計により液中の溶存酸素量を計ることにより間接的にBODを求めているものである。

##### DO計仕様

|              |              |
|--------------|--------------|
| 測定範囲         | 0~100% 酸素飽和度 |
| 精度           | ±5%          |
| 電源           | AC 100V 60Hz |
| 自動温度補償 センサ付き |              |

#### 4.4 汚泥脱水設備

本設備の運転は、原則として汚泥処理本館管理室に設置されている中央操作盤からの1人制御により行なわれる。

負荷設備としては真空ろ過機系統は8系列あり、薬注ポンプ、凝集混和タンク、消石灰溶解タンク、消石灰小出ホッパなどの薬注設備は各真空ろ過機に対し各1台あり、消石灰貯留ホッパ、塩化第二鉄希釈タンクなどの薬品貯留設備は、真空ろ過機4台に対し各1式すなわち



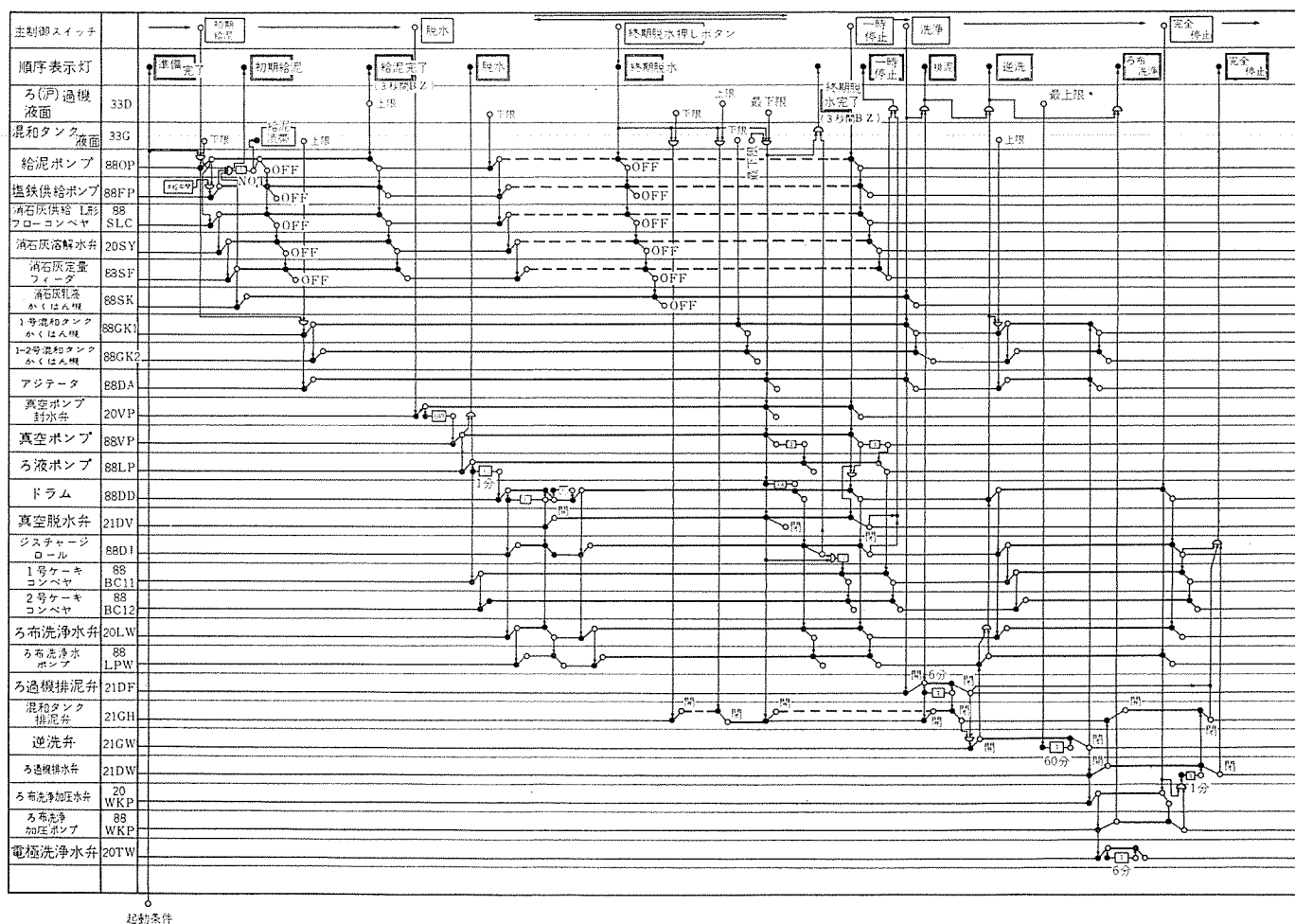


図 4.5 脱水機中央連動運転工程表  
Time chart of belt filter system.

できる。この押しボタンスイッチは誤操作しないようにプラスチックの保護カバーを取付けてある。

この押しボタンスイッチを押さずに主制御スイッチを洗浄に進めることによって排泥工程に入れるが、凝集混和ろの汚泥はそのまま排泥されてしまう。

脱水設備のように多数の機械をあるタイムスケジュールにしたがって有機的に運転する場合は、上記のような連動運転を行なうことにより省力化と操作の信頼度を上げることができる。

## 5. 計算機設備

本処理場の処理工程（流入下水～放流）は、一環した連続プラントと考えられ、その場合

- (1) 流入下水、各処理工程の水質の解析
- (2) 処理場各工程の時間・日間・週間・月間の解析
- (3) 処理場全体の処理量の解析
- (4) 処理効果の解析と相関の発見
- (5) 以上の結果にもとづく制御方式の改良、発見による設備の改良、改造などの検討

は当然必要であり、これらを解決する有用な道具として制御用計算機を導入した。

### 5.1 導入目的

計算機導入の目的としては以下を考慮している。

- (1) 状態監視による設備保護と円滑運転

- (2) 運転員を機械的作業から解放し、高次の判断者とする
- (3) 管理用、統計解析用、制御用データを同時刻に自動収集
- (4) 各処理工程および全体の処理効果の解析、汚水処理コストの算出
- (5) 計算機制御

今回の工事では(1)～(3)を行なった。なお、本処理場は現在方式が確立しつつある活性汚泥法を採用しており、今後2～3年データの統計、解析を行なうことにより

- (a) 設備の増設規模に対するデータ提示
- (b) 解析、相関の発見（流入下水、pH、空気量、DO、各汚泥量とBOD除去率など）による本処理場の最適運転の提示
- (c) 統計、解析式の組込みによるオンラインデータ解析
- (d) 制御方式の改良、考案による計算機制御
- (e) 本処理場のみにとどまらず、各処理場、中継ポンプ場と中央計算機とを結ぶことにより、下水処理トータルシステムの実現を目標としシステムの拡張を考えている。

### 5.2 機能

本設備は汚水処理・汚泥処理・受変電、自家発の各設備を集中監視し、種々の記録を行なうため以下の機能を有している。

- (1) データの監視

- (a) 計器レンジ監視（計器レンジスキャン）

処理場内の各計測信号（汚水処理、汚泥処理、受変電など）を1分ごとにアナログスキャンし、計器レンジとの比較を行ない計器の正常

・異常チェックを行なう。計器異常が発生するとその内容を運転員に知らせる。

#### (b) 工学値監視 (警報 スキャン)

正常な計器 レンジ 信号に対しては工学単位変換を行ない、警報上下限值と比較して処理場諸設備の運転状態の確認を行なう。異常発生、正常復帰にはその内容を運転員に知らせる。

#### (c) デマンド 電力の監視

5分ごとに取引用電力量 (MOF) パルス の積算値を調べ、15分ごとに使用された電力量の監視を行なう。なお、日報の定刻印字では5分周期で求められた15分デマンド電力量のうち最大値を印字する。

#### (2) データの記録

##### (a) 日報作成

汚水処理・汚泥処理・受変電、自家発各設備の日報を3台のタイプライタで作成する。印字内容は定時刻印字、日集計印字、デマンド印字の3種類で、印字は計測データをもとに

関連データ複数個の集計

空気倍率 空気量÷流入下水水量

塩素注入率 塩素注入量÷流入下水水量

返送率 返送汚泥量÷流入下水水量

などの計算を行ない、日報作成時に他の計測データと同時に印字している。なお計器異常、工学値異常が発生している項目は赤字で印字している。

##### (b) 発電機運転記録

1号、2号発電機の運転開始、停止時刻とその間の電力量、燃料消費量および集計結果を受電日報の日集計印字終了後に印字する。

##### (c) 操作故障記録

3秒ごとに主要機器やしゃ断器、故障継電器の状態をチェックし、状態変化があるとアナウンスタイプライタに時刻、機器略号、動作状況を印字しその日の運転記録を作成する。

##### (d) トレンド記録

アナログ入力点のうち任意の3点を選択してトレンド記録を行なう。記録データは5秒ごとに更新し、各記録ペンに対してオフセットスパンを指定できるので、拡大記録ができる。

#### (3) オペレータリクエスト

##### (a) 表示機能

##### (i) データ表示

次の入力点のうち任意の1点を選択して、表示器にデジタル表示する。

アナログ入力 (計測 瞬時値)

パルス入力 (定時刻を起点とした積算状態)

計算値 (定時刻計算値の最新値)

##### (ii) 時刻表示

計算機内部の実時間をデジタル時計として表示する

##### (b) 印字機能

##### (i) データ印字

データ表示できる入力点は計測時刻と同時に記録できる

##### (ii) デマンド印字

任意時刻の日報作成要求を行なう機能である

##### (iii) リミット印字

警報スキャンで現在設定されている上下限値を印字する

##### (iv) メモリ印字

メモリの内容を10進印字、指定は最大99語まで同時にできる

##### (v) 監視休止印字

現在計器異常や定期保守等で計器レンジスキャンよりチェックアウトされている (監視休止中) 信号番号を印字する

##### (c) 修正機能

##### (i) カレンダー修正

計算機内部の年、月、日および実時間の修正を行なう

##### (ii) リミット修正

警報スキャンの上下限リミット値の修正を行なう

##### (d) その他の機能

##### (i) 監視休止

定期保守等で計器レンジスキャンの監視休止解除、また計器異常が正常に復帰した時の解除を行なう

##### (ii) トレンド点選択

トレンド記録を行ないたい信号番号、スパン、オフセットの設定を受けつける

##### (iii) 累積クリア

月累計値が月の途中でメモリのオーバーフローが考慮される時にゼロクリアする機能で、定常状態では月のはじめに自動的にクリアされる

なお、オペレータが指定以外の信号番号設定を行なった時などは、誤操作表示を行なって誤りを知らせている。

### 5.3 機 成

|             |                |     |
|-------------|----------------|-----|
| 計算機本体       | MELCOM-350-5 F | 1 式 |
| システムタイプライタ  | DR-7000        | 1 台 |
| アナウンスタイプライタ | M-735          | 1 台 |
| 日報 タイプライタ   | M-735          | 3 台 |
| トレンド記録計     | R-130 (3 ペン 式) | 1 台 |
| オペレータコンソール  |                | 1 式 |
| 無停電電源装置     | CVCF (7.5 kVA) | 1 台 |

#### (1) 計算機本体

中央演算制御部仕様

|         |                       |                     |
|---------|-----------------------|---------------------|
| メモリ 種類  | プレーテッドワイヤメモリ 16,384 語 |                     |
| 語 長     | 16 ビット+パリティ           |                     |
| サイクルタイム | 0.5 $\mu$ s           |                     |
| メモリ 保護  | あり、プログラムコントロール 可      |                     |
| 回路素子    | TTL 集積回路              |                     |
| 番地方式    | 直接、相対、間接              |                     |
| 演 算     | 2 進並列                 |                     |
| 命 令     | 32                    |                     |
| インデックス  | カウンタ 16 個             |                     |
| 演算速度    | 加減算 2 $\mu$ s         | 乗除算 5.5~8.5 $\mu$ s |

なお、プラントからの入出力あるいは、タイプライタの制御を行なうため以下の装置が付加され、割込みモードで処理される。

デジタル入出力制御装置

アナログ入力制御装置

割込み付加装置

周辺機器付加装置

#### (2) デジタル入力

入力点数 160 点

プラント 受変電、発電機の故障信号  
しゃ断器の開閉動作信号

コンソール 各種データ設定内容  
各種リクエスト内容

(3) デジタル 出力

出力点数 96 点  
コンソール 表示器への データ 表示, 時刻表示  
警報 ブザー, ランプ, リクエスト 確認

(4) アナログ 入力

入力点数 64 点  
流 量 流入下水量, 送水量, 塩素注入量, 空気量,  
用水量, 廃液量等  
汚泥量 生汚泥, 返送汚泥, 余剰汚泥, 濃縮汚泥,  
抽出汚泥, 洗浄汚泥等  
水 質 DO, pH 等  
ポンプ ます水位  
電 気 電圧, 電流, 電力, 力率等

(5) アナログ 出力 (トレンド 記録専用)

出力点数 3 点  
プラント アナログ 計測点の任意の 3 点

(6) 割込みおよび パルス 入力

入力点数 64 点  
プラント 電力量, 処理水量, 給水量, 油量, ガス 量等  
コンソール リクエスト, キャンセル 指令

(7) タイプライタ およびトレンド 記録計

システムタイプライタ 紙 テープリード  
(プログラム 操作用) 紙 テープパンチ  
プリント  
アナウンスタイプライタ 故障, 異常記録  
運転記録  
リクエスト 確認情報記録  
日報 タイプライタ 受電日報, 発電機運転記録  
汚水処理日報  
汚泥処理日報  
トレンド 記録計 任意の 3 点のトレンド 記録

(8) オペレータコンソール

投影式数値表示器 信号番号 4 けた, 数値 4 けた  
符号 1 けた, 単位 1 けた  
数値設定 スイッチ 16 進数 6 けた, 10 進数 6 けた  
リクエスト 選択 スイッチ 15 種  
機能選択 スイッチ 2 種  
警報表示灯 10 個  
警報 ブザー 1 個  
その他操作 スイッチ 4 個

なお, 図 5. 1 に計算機本体・図 5. 2 に オペレータ コンソール の外形を示す。

5. 4 運 用

活性汚泥法による浄化成績は, 主として BOD の除去率で表わさ

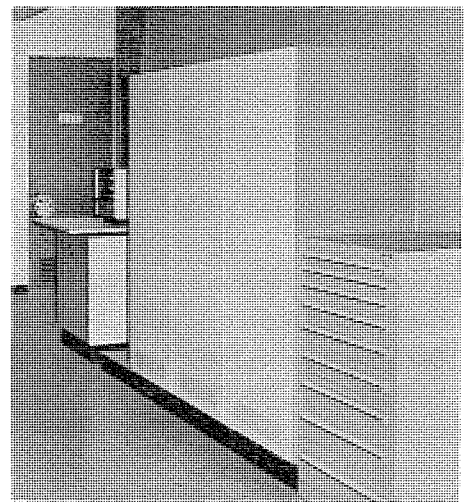


図 5. 1 MELCOM-350-5 F 形計算機  
MELCOM-350-5 F computer.

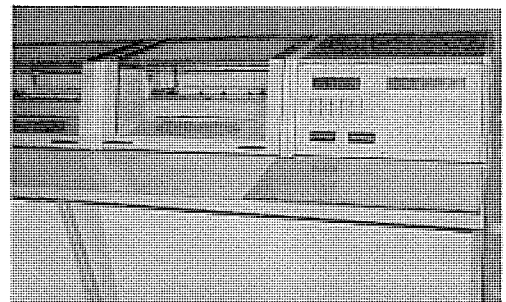


図 5. 2 システムタイプライタ, オペレータコンソール  
System typewriter, operator console.

れるが, BOD 除去率は流入下水の性質, DO, 空気量, 返送汚泥量など数多くのパラメータを含んでおり, 現在これら諸量の基礎データ収集ならびに運転監視を行なっているが, 今後本処理場が処理効果を最大限に発揮できるために, これらの相関を解析して制御方式を確立してゆく必要がある。

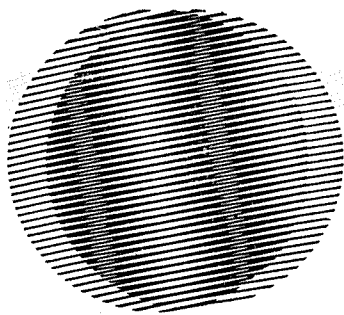
6. む す び

東灘処理場の土木・機械設備の概要ならびに電機設備について紹介した。

本処理場は, 本文にても述べたとおり高級汚水処理設備・汚泥処理設備と下水処理に必要な設備がひととおり設置されており, 制御方式としては比較的新しい制御方式をいろいろ試みている。特に計算機の導入・大幅な自動化などは省力化という観点から, 今後の処理場の方向としてかかせない考え方となってくると思われる。

本文が今後の下水処理場の計画に際して, いささかとも参考となれば筆者らの幸甚とするところである。

最後に, 本処理場の工事に種々協力いただいた関係各位に深く謝意を表する次第である。



# 新製品紹介

## ミシンの自動止め縫い装置（リミストップ G 応用製品）

当社ではこのほど ミシン 縫製作業の省力化装置の一環として、止め縫い作業を自動化する自動止め縫い装置を開発した。

止め縫い作業は糸のほつれを止めるため、縫い端部で布を往復送りして3～5針程度の長さを二重に縫って、縫い目を補強する作業である。そのため作業者がそのつどミシンの返しレバーを手で操作して布の送り方向を切換えて縫い、しかもきわめて短い距離で瞬間的に行なわなければならないので、非常に高度な熟練を要し作業性が悪かった。

この装置を本縫いミシンにセットすることによりペダル操作だけで止め縫い作業を自動的に行ない、未熟練者でも高能率で、しかも仕上りの均一な高品質な縫製加工ができる。

### ■ 特 長

(1) 中速縫いモートルにより一定速度で、ダイヤルにセットした所定の縫い目数に止め縫いし、仕上りの均一な高品質の加工ができる。

(2) 従来と同一のペダル操作だけで、自動的に縫い始めと縫い終わりに止め縫いを行ない、停止のつどミシン針は定位置に停止するので、未熟練者でも簡単に高能率な作業ができる。

(3) 選択スイッチの切換えにより、連続反復縫い動作を行なうことができ、ズボンのバンドルアップ作業などのいわばかんぬき（門）止めミシンとしての応用作業ができる。

(4) すべて純電気式であるので据付け、保守が容易で、特にミシンのレイアウトの変更が便利である。

(5) ミシンの自動糸切り装置・糸払い装置・押え上げ装置等とも連動して、一連の操作をすべて自動的に行なえる。

〔名古屋製作所〕

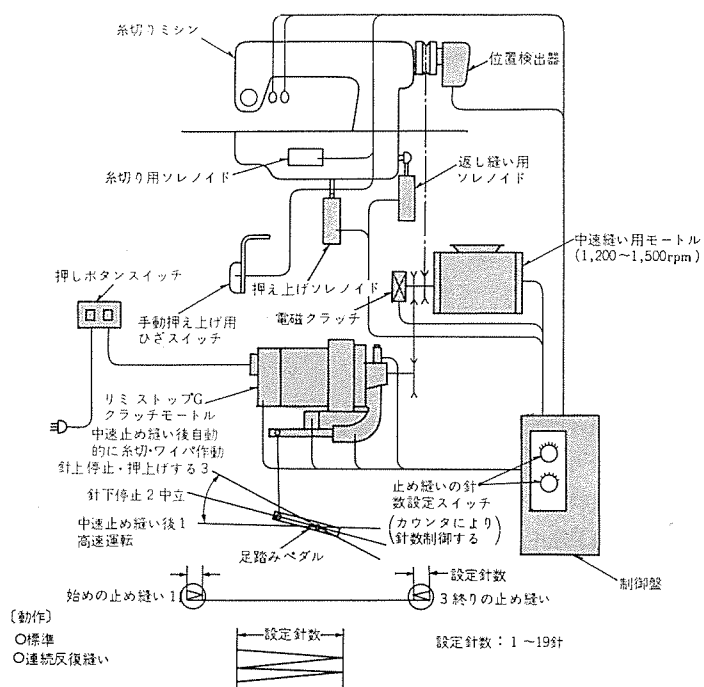


図 1 自動止め縫い装置の概要

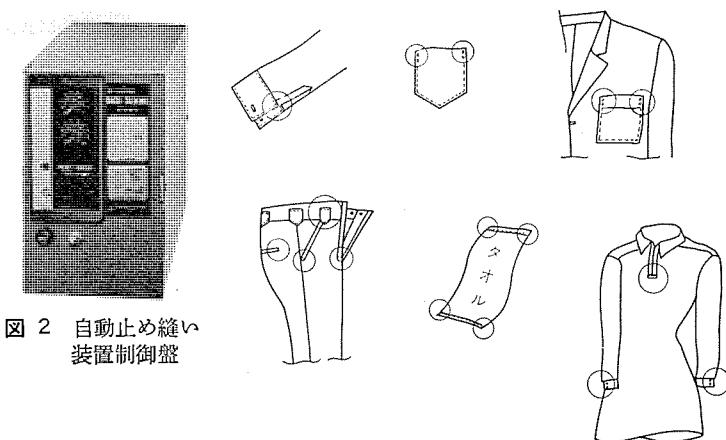


図 2 自動止め縫い装置制御盤

図 3 止め縫いの作業例

# 新製品紹介

## ミシンのプログラム定針数縫い装置

(リミストップ G 応用製品)

縫製省力化機器 リミストップ G の応用製品として、三菱 7 工程 プログラム 定針数縫い装置を開発したので紹介する。

7 工程 プログラム 定針数縫い装置は、縫製加工物の長さ合った針数をダイヤルセットすると、スタート 信号により所定の寸法を縫製して、ミシン 針を下位置に停止させる。再びスタート 信号を投入すると設定された針数を縫い、最終工程にくると自動的に糸切りをさせ、布を取出せるように ミシン 針を上位置に停止させるとともに、糸払い、布押えを上昇させる機能を有している。

ポケット付け・ネーム付け、けんぼう・前だて縫いなどの高度の熟練を必要とする複雑な縫製作業でも、正確に能率よくできる。

### ■ 特 長

- (1) 縫い目数で縫い長さを制御する。
- (2) 最大 7 ステップ (工程) までの縫い長さを指定できる。
- (3) 自動糸切り装置・自動押上げ装置を駆動する制御回路を装備している。
- (4) 縫製途中での緊急停止、および一針縫いなどの インチング 操作もできる。
- (5) 初めての人でも、短時間でベテラン 並みの仕事ができる。

### ■ 仕 様

|         |                   |
|---------|-------------------|
| 形 名:    | PSW-72            |
| 電 源:    | 三相 200 V 50/60 Hz |
| 出 力:    | 250 W, 400 W      |
| 極 数:    | 2 P, 4 P          |
| 最大運転速度: | 4,000 針/分         |
| 最大設定針数: | 99 (2 けた)         |
| 工程数:    | 7 ステップ            |

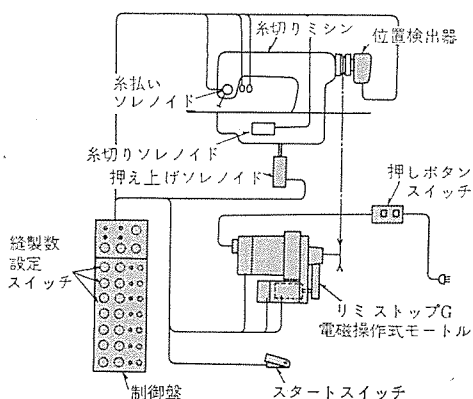


図 4 7 工程 プログラム 縫い装置の概要  
(三菱 ミシン DB 179 に取付けた場合)

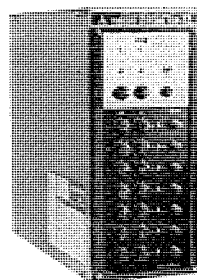


図 1 制御盤

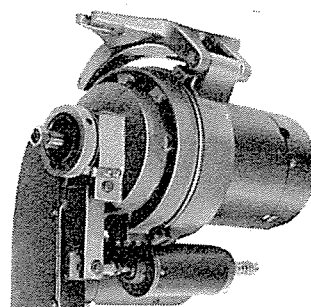


図 2 電磁操作式 リミストップ モートル

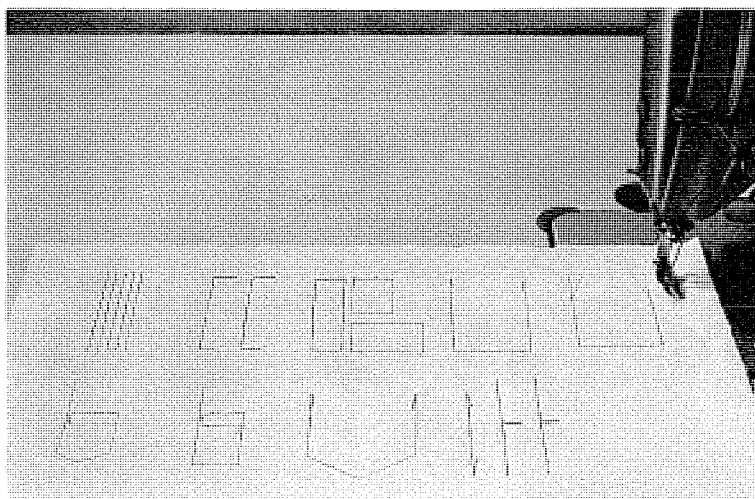


図 3 縫製応用例

[名古屋製作所]

## バイオサイクルモートル

バイオサイクルモートルは、回転子導体に抵抗の高い特殊アルミ合金でダイカストされた高抵抗かご形モートルである。普通かご形モートルと比較して始動トルク・加速トルクが大きく、起動電流が少ないので始動時の発熱が少なく、ひんばんな始動・停止・逆転の使用に耐えるモートルである。

従来これら高抵抗かご形モートルは、特殊品として受注生産を行っていたものをユーザサイドで負荷条件を知ることによって、容易にモートルの選定ができるよう仕様を標準化し、シリーズ化した。

### ■ 特 長

#### (1) 高始動トルク, 低始動電流

二次抵抗は、はん(汎)用モートルの約2倍程度値としているので、はん用モートルと比べ80~90%と少ない始動電流で、20~30%の大きな始動トルクが得られる。

#### (2) ひんばんな始動・逆転・停止が可能

始動トルク/始動電流が大きいため始動時の損失が少なく、ひんばんな始動・逆転・停止が可能である。

#### (3) 大きな直流発電制動力が得られる

機械の自動化および保守の必要がない等の理由から、直流発電制動を行なう場合が増しているが、高抵抗かご形モートルであるため、はん用モートルと比べ同じ値の直流電流に対して70~80%増の制動力が得られる。

#### (4) モートルの選定が容易

従来デューティサイクル運転に使用されるモートルの選定には、複雑な計算が必要であったが、仕様を標準化することによりユーザサイドにおいても機械の負荷条件を知ることにより、図1に示す曲線より容易に選定が可能である。

### ■ 標準仕様

表1 バイオサイクルモートル 形名一覧

| 取付方式<br>保護形式 | 足 取 付 形  | フ ラ ン ジ 形 (L5形) |            |
|--------------|----------|-----------------|------------|
|              |          | 横 形             | 立 て 形      |
| 全 閉 形        | SE-D (R) | SE-D (R) F      | SE-D (R) V |
| 全 閉 外 扇 形    | SF-D (R) | SF-D (R) F      | SF-D (R) V |
| 防 滴 保 護 形    | SB-D     | SB-DF           | SB-DV      |

注) 形名の(R)は銅板フレーム品を示す。

表2 わく番適用一覧

| 形 名                  | わく 番号 | 出 力 kW |      | 電圧周波数             | 絶 縁 階 級 | 負 荷 時 間 率         |                |                         |
|----------------------|-------|--------|------|-------------------|---------|-------------------|----------------|-------------------------|
|                      |       | 4 極    | 6 極  |                   |         |                   |                |                         |
| SF-DR<br>SE-DR       | 63    | 0.2    | —    | 200 V<br>50/60 Hz | E       | SE-D (R)……25 % ED |                |                         |
|                      | 71    | 0.4    | 0.2  |                   |         |                   |                |                         |
| SB-D<br>SF-D<br>SE-D | 80    | 0.75   | 0.4  |                   |         |                   | 220 V<br>60 Hz | SB-D, SF-D (R)……40 % ED |
|                      | 90 L  | 1.5    | 0.75 |                   |         |                   |                |                         |
|                      | 100 L | 2.2    | 1.5  |                   |         |                   |                |                         |
|                      | 112M  | 3.7    | 2.2  |                   |         |                   |                |                         |
|                      | 132 S | 5.5    | 3.7  |                   |         |                   |                |                         |
|                      | 132 M | 7.5    | 5.5  |                   |         |                   |                |                         |

[名古屋製作所]

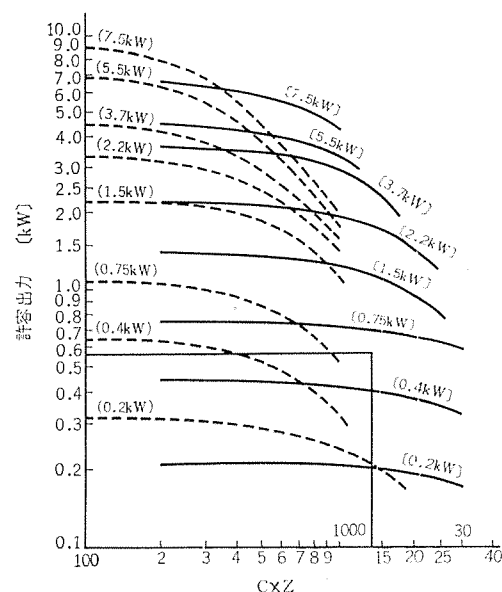


図1 バイオサイクルモートルの許容出力-C×Z曲線の一例

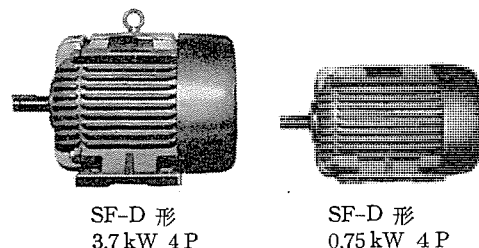


図2 バイオサイクルモートル

## 新製品紹介

### DSP-3 形 精密治具放電加工機

DSP-3 形 精密治具放電加工機は、業界随一の放電加工機製作技術をもつ当社と精密治具研削盤製作技術をもつセイコー 精機（株）とで共同開発を完了し、昭和 47 年 11 月国際工作機械見本市にて発表と同時に発売した。

本機は精密治具研削盤の主軸の制御に油圧サーボ機構を採用した、高性能かつ高精度機で、好評のダイアックス電源製作技術を生かして、特別に開発された電源装置とを組み合わせることにより、最近急増した精密金型製作、精密部品加工への需要にこたえるものである。

おもな特長はつぎのとおりである。

#### ■ 特 長

- (1) 高精度主軸は円滑な高速回転が可能で、加工の目的に合せて 0~3,000 rpm まで任意に選定できる。
- (2) テーブル、コラムの送りは早送り（電動）、微動（手動）ができ、位置決め操作が容易かつ正確にできる。
- (3) テーブル座標読取りは 0.001 まで可能で、高精度の位置決めができる。
- (4) 主軸に角度微調機構を備えており、異形電極の平行出し、割出し位置決めが容易である。
- (5) 加工液、油圧作動油の温度制御を行ない、熱による機械の変形を防止している。
- (6) 機械精度は精密治具研削盤クラスで、従来のはん用放電加工機にくらべ格段の高精度を有している。

#### ■ 仕 様

加工そう外形寸法： 500（幅）×350（奥行）×220（高さ）mm

テーブル寸法： 350（幅）×250（奥行）mm

テーブル移動行程（左右）： 300 mm

サドル移動行程（前後）： 200 mm

コラム移動行程： 200 mm

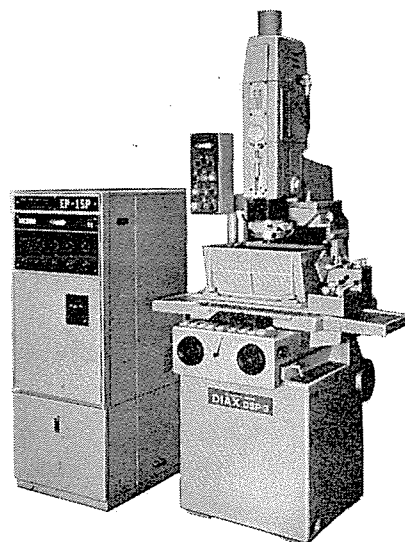
主軸サーボ送り行程： 150 mm

主軸回転数： 0~3,000 rpm

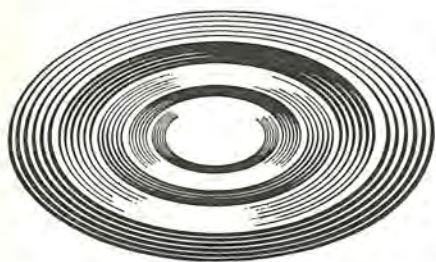
#### ■ 用 途

- (1) 時計、カメラ、電子部品等で形状精度、仕上面粗度、座標位置精度が高い精密抜型およびダイキャスト型
- (2) 宇宙・繊維産業等の高精度のノズル穴加工等の精密部品加工

[名古屋製作所]



DSP-3 形 精密治具放電加工機



# NEWS FLASH

## 三菱 “マグロッド”

当社では、かご形誘導電動機をリニア化した、非回転式誘導形電磁アクチュエータ“マグロッド”を量産し、発売を開始した。マグロッドは、かご形モータのロータに対応する円形断面のロッドの周囲に配置したステータに、二相または三相交流を印加し、移動磁界によりロッドを直接駆動するもので、簡単な前・後進のほか、ステータに速度検出器を追加し、電子式制御器により無段階の速度（推力）制御ができる。

また、かご形モータと同じく逆相制動や直流ダイブミック制動も適用できる。

動作はエアシリンダに似ているが、動作速度は大きく、精密な制御性は格段にすぐれており、複雑な歯車やクランク機構を使用せず、直接、直進推力を得ることができるので実用性が大きく、つぎの特長をいかして諸機械・設備に広い応用面をもっている。

### ■ 特 長

- (1) ステータ、スラストロッド、軸受の主要部品で構成されており、構造が簡単で保守点検がほとんど不要である。
- (2) 原理上無限性のストロークをもっている。ステータを取りかえることなく、長尺ロッドを使用すればストロークを延長できる。
- (3) 両方向とも推力は同一であり、方向反転はスイッチによる相順切換えて簡単にできる。
- (4) 騒音を発生せず、無給油軸受けを使用しているので、清潔な使用環境にも好適である。
- (5) 長いストロークとすぐれた速応性・制御性を活用して、無反動のブレーキおよびショックアブソーバとしても利用できる。

### ■ 標準仕様

つぎのとおり仕様を標準化しているが、需要に応じて大形や高速品・特殊品も製造する。

#### (1) 電圧、周波数

200 V 50 Hz, 200 V 60 Hz, ただし、400 V 級や 100 V 用も製造できる。

#### (2) 相 数

三相および単相用とも製造する。ただし、単相用は分相コンデンサを要する。

#### (3) 推 力

単相用 5, 10 kg

三相用 5, 10, 16, 25, 32 kg

#### (4) 動作速度

同期速度は 3 ~ 5 m/s, 実用速度は 1 ~ 2 m/s 程度である。なお自動速度制御を行ない、0.1 m/s 程度まで精密に調整することができる。

#### (5) ストローク

一般用は 200 ~ 500 mm であるが、2 m 以上の長ストロークの用途にも応ずることができる。長大ストロークを要する場合はロッドを固定し、ステータ側を走行させることもできる。

### ■ 制御装置

マグロッドの標準シリーズ専用として、つぎのとおり単相・三相用とも電磁開閉器を適用した普通形と、半導体スイッチを使用する無接点制御器を標準化して用意している。

- (a) ON-OFF 制御
- (b) 速度（推力）調節
- (c) 速度（推力）自動制御



マグロッド

[長崎製作所]

当社の特許

| 名 称                     | 登録番号   | 発 明 者                    | 名 称               | 登録番号   | 発 明 者                       |
|-------------------------|--------|--------------------------|-------------------|--------|-----------------------------|
| ふれ回りの影響を小さくした回転軸の角度検出装置 | 610262 | 梶 田 勲・林 原 毅              | 制御靴間隙調整装置         | 618203 | {穂積策太郎・森 一平<br>充田弘幸         |
| エスカレータスカートガードの潤滑剤塗布装置   | 610263 | 浅 野 勝                    | 限時継電器             | 618205 | 杉 浦 博・奥村昭光                  |
| 巻取機の自動制御装置              | 610264 | 錢 場 敬                    | 衣類乾燥器             | 618204 | {町原義太郎・鶴谷嘉正<br>三ヶ田文彦・上原幹夫   |
| 巻取機の自動制御装置              | 610265 | 錢 場 敬                    | 光磁気共鳴磁力計          | 618206 | {菊 地 誠・近藤倫正<br>伊 藤 勇        |
| タイムスイッチ                 | 611812 | 神 本 明 輝                  | 光磁気共鳴磁力計          | 618207 | 菊 地 誠・菅 野 勉                 |
| ドロップアウト 補償装置            | 611813 | 織 田 博 靖                  | 光磁気共鳴磁力計          | 618208 | 近 藤 倫 正                     |
| デジタル 演算装置               | 611814 | 山下弘雄                     | 光磁気共鳴磁力計          | 618209 | 近 藤 倫 正                     |
| 銅または銅合金の塗装下地処理方法        | 611815 | 光 本 誠 一                  | 貯槽の自動切替装置         | 619072 | 石 雅 彦                       |
| スナッチスイッチ                | 611816 | 杉 浦 博・原田昭男               | 機関用始動電動機のピニオン移行装置 | 619073 | 原 忠 之                       |
| エレベータ 操作装置              | 613194 | 舟 橋 謙 三・寺 沢 宏 保          | 極低温装置             | 619074 | {岩本雅民・金関直弥<br>佐 藤 隆・森 口 哲 雄 |
| 誘電材式静電 フィルタ             | 613195 | 田 畑 則 一・森 貢              | 電線接続部の絶縁方法        | 619075 | 天 藤 憲 二                     |
| 複合超電導線                  | 613196 | {岩本雅民・金関直弥<br>佐 藤 隆・岡上公彦 | 真空開閉装置            | 619076 | 勝 田 久 登                     |
| 増設変圧器接続方式               | 613197 | 神 谷 友 清・三 浦 良 和          | 開閉器               | 619077 | 永 田 秀 次                     |
| 半導体装置                   | 613198 | 米 田 良 忠                  | 電流循環式表示線保護継電装置    | 619078 | {古谷昭雄・天 野 恒<br>菅 井 英 介      |
| 密閉開閉装置                  | 614230 | 永 田 秀 次                  | 発電機界磁回路の接地検出装置    | 619079 | 武 田 和 茂                     |
| 表示装置                    | 614231 | 壺 井 芳 昭                  | 相順弁別装置            | 619080 | 太 田 久 雄                     |
| 半導体電気発光素子               | 614232 | 伊 吹 順 章・野 島 謙 治          | 計数回路              | 619081 | 壺 井 芳 昭                     |
| シリコン 交流制御整流器の点弧装置       | 615051 | 三 好 明 好                  | 方向比較式保護継電装置       | 619082 | 高 田 信 治                     |
| 位相変調装置                  | 615052 | 川 口 義 弘                  | 車軸用電気ブレーキ装置       | 619083 | 片 岡 正 博                     |
| 搬送保護継電装置                | 615053 | 高 田 信 治                  | 搬送保護継電装置          | 619084 | 古 谷 昭 雄・高 田 信 治             |
| 選択過電流継電装置               | 615054 | 前 田 耕 二・小 角 昌 弘          | 搬送保護継電装置          | 619085 | 高 田 信 治                     |
| しゃ断器                    | 615055 | 津 田 栄 一                  | ポリアミド-イミド 重合体の製法  | 619086 | {西崎俊一郎・不可三晃<br>橋 本 修        |
| 光応動継電装置                 | 615056 | 神 本 明 輝・元 本 義 明          | ブリッジ 回路           | 619087 | 早 水 弘 一                     |
| レーダによる連続距離測定方式          | 615057 | 稲 宮 健 一                  | レベル 検出器           | 619088 | 小 原 昭 徳                     |
| 貯槽の自動切替装置               | 616575 | 石 雅 彦                    | レーダ 表示装置          | 619089 | 稲 宮 健 一                     |
| 循環噴き上げ式自動製氷機            | 616576 | 大 場 健 司・大 槻 昭 義          |                   |        |                             |
| 制御格子付限流装置               | 616577 | 宮 本 紀 男・和 田 勇 一          |                   |        |                             |
| 制御靴間隙調整装置               | 618202 | {穂積策太郎・森 一平<br>充田弘幸      |                   |        |                             |

当社の登録実用新案

| 名 称              | 登録番号   | 考 案 者                       | 名 称               | 登録番号   | 考 案 者           |
|------------------|--------|-----------------------------|-------------------|--------|-----------------|
| パルス 発生回路         | 940916 | 小 島 鈴 夫                     | 高画像検知装置           | 941027 | 中塚正三郎・梅 田 義 明   |
| 電気調理の焼き網上下装置     | 940917 | 原 崎 実・丹 野 正 道               | ライリスタ 故障検出装置      | 941028 | 横 畠 洋 志         |
| 電気掃除機の排気口切換装置    | 940918 | {武 井 久 夫・加 藤 悟<br>南 日 国 伸   | 回路遮断器の操作装置        | 941029 | 藤 井 保・藤 原 弘 兵   |
| 電気掃除機のハンドル 取付け装置 | 940919 | {武 井 久 夫・加 藤 悟<br>南 日 国 伸   | 水位水温報知装置          | 941030 | 伊 藤 一 夫・江 連 良 知 |
| ヘルメットアンテナ        | 940920 | {大 西 熊 一・中 村 信 弘<br>武 市 吉 博 | 真空掃除機の集塵袋         | 941031 | 加 藤 悟・田 山 勇     |
| 扉の開閉装置           | 940921 | 高 沢 正 三・関 根 文 男             | 洗濯機               | 941032 | 高 沢 正 三・関 根 文 男 |
| 信号発電機            | 940922 | 多 田 靖 夫                     | 電動アクチュエータの手動操作装置  | 941033 | 奥 田 安 男・柁 津 豈 良 |
| 製氷機              | 940923 | 酒 井 誠 記                     | 吸収式冷房機の吸収器の溶液分布装置 | 941034 | 笠 置 紘・千代川秀夫     |
| 製氷機              | 940924 | 酒 井 誠 記                     | エアーカーテン           | 941035 | 酒 井 勝 正・高 木 茂   |
| 蓄熱式電熱ヘヤカラー用      |        |                             | トランジスタ 取付け装置      | 941036 | 大 木 滝 夫         |
| カールボビン 電源接続装置    | 940925 | 大 場 健 司・大 槻 昭 義             | 凝縮機の取付け装置         | 941037 | 木 南 勤           |
| 製氷機              | 940926 | 酒 井 誠 記                     | スタンド 基台           | 941039 | 保 田 智 行・今 井 将   |
| ジグザグミシンの調節装置     | 940927 | 藤 田 次 朗                     | スタンド 基台           | 941039 | 保 田 智 行・今 井 将   |
| 密閉型電動圧縮機         | 940928 | 忠 五 雄・武 田 光 司               | 開閉装置              | 941040 | 長谷川清博・藤 井 保     |
| 密閉型電動圧縮機         | 940929 | 遠 藤 誠                       | ジュースミキサーの防水装置     | 941041 | 岡 上 廉・鶴 田 剛 司   |
| 製氷機              | 940930 | 芹 沢 市 夫・荒 野 喆 也             | 高磁気共鳴磁力計          | 941042 | 近 藤 倫 正         |
| 密閉型電動圧縮機         | 940931 | 新 井 毅 博                     | 抵抗器の抵抗値測定装置       | 941043 | 林 和 昌           |
| 二温度冷蔵庫           | 940932 | 織 田 隆 嗣                     | プッシュボタン 装置        | 941044 | 上 村 達 雄・尾 崎 周 次 |
| ミシン              | 940933 | 堂 脇 恭 三                     | カセグレイン アンテナ 装置    | 941045 | 喜連川 隆・森 川 洋     |
| 液体燃焼機の安定始動装置     | 940934 | 坪 清 秋・清 水 誠                 | 電気 カミソリ           | 941566 | 鶴 田 剛 司・三 輪 美 嘉 |
| 電流制御装置           | 941026 | 赤 松 昌 彦                     | 記憶装置              | 941567 | 高 田 信 治         |

# 本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) (電 100) (電) 東京 (03) 218局2111番

|          |                                    |                          |
|----------|------------------------------------|--------------------------|
| 大阪営業所    | 大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル) (電 530)         | (電) 大阪 (06) 343局1231番    |
| 名古屋営業所   | 名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) (電 450)  | (電) 名古屋 (052) 565局3111番  |
| 静岡出張所    | 静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社) (電 420)     | (電) 静岡 (0542) 54局4681番   |
| 福岡営業所    | 福岡市中央区天神2丁目12番1号(天神ビル) (電 810)     | (電) 福岡 (092) 72局2111番    |
| 長崎出張所    | 長崎市丸尾町7番8号(長崎底曳会館) (電 852)         | (電) 長崎 (0958) 61局6101番   |
| 札幌営業所    | 札幌市中央区北2条西4丁目1番地(北海道ビル) (電 060-91) | (電) 札幌 (011) 261局9111番   |
| 仙台営業所    | 仙台市大町1丁目1番30号(新仙台ビル) (電 980)       | (電) 仙台 (0222) 21局1211番   |
| 富山営業所    | 富山市桜木町1番29号 (電 930)                | (電) 富山 (0764) 31局8211番   |
| 広島営業所    | 広島市中町7番32号(日本生命ビル) (電 730)         | (電) 広島 (0822) 47局5111番   |
| 岡山出張所    | 岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館) (電 700)        | (電) 岡山 (0862) 25局5171番   |
| 高松営業所    | 高松市鶴屋町2番1号 (電 760)                 | (電) 高松 (0878) 51局0001番   |
| 新潟営業所    | 新潟市東大通1丁目2番地23号(北陸ビル) (電 950)      | (電) 新潟 (0252) 45局2151番   |
| 東京商品営業所  | 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) (電 100)  | (電) 東京 (03) 218局2111番    |
| 関東商品営業所  | 与野市上落合後原842番地 (電 338)              | (電) 与野 (0488) 33局3181番   |
| 大阪商品営業所  | 大阪市北区堂島北町8番地の1 (電 530)             | (電) 大阪 (06) 344局1231番    |
| 名古屋商品営業所 | 名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) (電 450)  | (電) 名古屋 (052) 565局3111番  |
| 機器静岡営業所  | 静岡市小島2丁目1番22号 (電 420)              | (電) 静岡 (0542) 82局2061番   |
| 機器浜松営業所  | 浜松市上西町42の5 (電 430)                 | (電) 浜松 (0534) 63局6121番   |
| 福岡商品営業所  | 福岡市中央区天神2丁目12番1号(天神ビル) (電 810)     | (電) 福岡 (092) 72局2111番    |
| 札幌商品営業所  | 札幌市中央区北2条西4丁目1番地(北海道ビル) (電 060-91) | (電) 札幌 (011) 261局9111番   |
| 仙台商品営業所  | 仙台市大町1丁目1番30号(新仙台ビル) (電 980)       | (電) 仙台 (0222) 21局1211番   |
| 北陸商品営業所  | 金沢市小坂町西97番地 (電 920)                | (電) 金沢 (0762) 52局1151番   |
| 広島商品営業所  | 広島市中町7番32号(日本生命ビル) (電 730)         | (電) 広島 (0822) 47局5111番   |
| 高松商品営業所  | 高松市鶴屋町2番1号 (電 760)                 | (電) 高松 (0878) 51局0001番   |
| 東京機器営業所  | 東京都港区北青山1丁目2番3号(青山ビル) (電 107)      | (電) 東京 (03) 404局0336番    |
| 大阪機器営業所  | 大阪市北区堂島北町8番地の1 (電 530)             | (電) 大阪 (06) 344局1231番    |
| 中央研究所    | 尼崎市南清水字中野80番地 (電 661)              | (電) 大阪 (06) 491局8021番    |
| 生産技術研究所  | 尼崎市南清水字中野80番地 (電 661)              | (電) 大阪 (06) 491局8021番    |
| 商品研究所    | 鎌倉市大船2丁目14番40号 (電 247)             | (電) 鎌倉 (0467) 46局6111番   |
| 神戸製作所    | 神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1 (電 652)        | (電) 神戸 (078) 67局5041番    |
| 伊丹製作所    | 尼崎市南清水字中野80番地 (電 661)              | (電) 大阪 (06) 491局8021番    |
| 三田工場     | 三田市三輪町父々部85番地 (電 669-13)           | (電) 三田 (07956) 4371番     |
| 赤穂工場     | 赤穂市天和651番地 (電 678-02)              | (電) 赤穂 (07914) 3局2221番   |
| 長崎製作所    | 長崎市丸尾町6番14号 (電 850-91)             | (電) 長崎 (0958) 61局6211番   |
| 稲沢製作所    | 稲沢市菱町1番地 (電 492)                   | (電) 稲沢 (0587) 32局8111番   |
| 和歌山製作所   | 和歌山市岡町91番地 (電 640-91)              | (電) 和歌山 (0734) 36局2111番  |
| 鎌倉製作所    | 鎌倉市上町屋325番地 (電 247)                | (電) 鎌倉 (0467) 44局1111番   |
| 通信機製作所   | 尼崎市南清水字中野80番地 (電 661)              | (電) 大阪 (06) 491局8021番    |
| 北伊丹製作所   | 伊丹市瑞原4丁目1番地 (電 664)                | (電) 伊丹 (0727) 82局5131番   |
| 熊本第一工場   | 熊本市竜田町弓削720番地 (電 862)              | (電) 熊本 (0963) 62局7211番   |
| 熊本第二工場   | 熊本県菊池郡西合志町御代志997 (電 861-11)        | (電) 熊本 (09624) 2局0151番   |
| 名古屋製作所   | 名古屋市中区矢田町18丁目1番地 (電 461)           | (電) 名古屋 (052) 721局2111番  |
| 旭工場      | 尾張旭市下井町下井 (電 488)                  | (電) 尾張旭 (05615) 3局5101番  |
| 福岡製作所    | 福岡市今宿青木690番地 (電 819-01)            | (電) 福岡今宿 (09295) 6局0431番 |
| 福山製作所    | 福山市緑町1番8号 (電 720)                  | (電) 福山 (0849) 21局3211番   |
| 相模製作所    | 相模原市宮下1丁目1番57号 (電 229)             | (電) 相模原 (0427) 72局5131番  |
| 姫路製作所    | 姫路市千代田町840番地 (電 670)               | (電) 姫路 (0792) 23局1251番   |
| 静岡製作所    | 静岡市小島3丁目18番1号 (電 420)              | (電) 静岡 (0542) 85局1111番   |
| 中津川製作所   | 中津川市駒場町1番3号 (電 508)                | (電) 中津川 (05736) 6局2111番  |
| 大船製作所    | 鎌倉市大船5丁目1番1号 (電 247)               | (電) 鎌倉 (0467) 46局6111番   |
| 郡山製作所    | 郡山市栄町2番25号 (電 963)                 | (電) 郡山 (0249) 32局1220番   |
| 群馬製作所    | 群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地 (電 370-04)      | (電) 尾島 (02765) 2局1111番   |
| 藤岡工場     | 藤岡市本郷字別所1173番地 (電 375)             | (電) 藤岡 (02742) 2局1185番   |
| 京都製作所    | 京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地 (電 617)       | (電) 京都 (075) 921局4111番   |
| 長野工場     | 長野市大字南長池字村前 (電 380)                | (電) 長野 (0262) 27局1101番   |
| 札幌営業所    | 札幌市中央区北2条東12丁目98番地 (電 090)         | (電) 札幌 (011) 231局5544番   |

## 次 号 予 定

三菱電機技報 Vol. 47 No. 1

昭和 47 年 技術の進歩特集

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. 研 究    | 5. 計測・制御     |
| 2. 発電・送配電 | 6. 交通・運搬     |
| 3. 産業用電機品 | 7. 家庭用電気品・照明 |
| 4. 電子機器   | 8. 材 料       |

## 三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

|      |           |      |         |
|------|-----------|------|---------|
| 委員長  | 正 木 茂 雄   | 常任委員 | 湊 武 雄   |
| 副委員長 | 神 崎 邇     | "    | 武 藤 正   |
| 常任委員 | 上 田 重 夫   | "    | 吉 松 誠 一 |
| "    | 宇 佐 見 重 夫 | 委 員  | 北 垣 成 一 |
| "    | 北 川 和 人   | "    | 武 田 忠 夫 |
| "    | 古 賀 亨     | "    | 田 附 和 夫 |
| "    | 外 野 範 吾   | "    | 中 尾 致 一 |
| "    | 塚 本 信 雄   | "    | 南 日 達 郎 |
| "    | 福 家 章     | "    | 林 昇 寿   |
| "    | 堀 謙 二 郎   | "    | 待 鳥 正   |
| "    | 牧 野 六 彦   |      |         |

(以上 50 音順)

昭和 47 年 12 月 22 日印刷 昭和 47 年 12 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部 金 200 円(送料別)

### 編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

正 木 茂 雄

### 印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地  
(郵便番号 162)

大日本印刷株式会社

### 印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

### 発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 (郵便番号 100)

三 菱 電 機 株 式 会 社 内

「三菱電機技報社」

(電話) (03) 218 局 2323 番

### 発売元

東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (郵便番号 101)

株式会社 オーム社書店

(電話) (03) 291 局 0912 番 振替口座 東京 20018 番

# 三菱電機技報 (昭和47年第46巻) 総目次

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 1号 技術の進歩号    | 7号 普通論文                  |
| 2号 普通論文      | 8号 オーディオ機器特集             |
| 3号 空調と冷凍特集   | 9号 データ伝送特集               |
| 4号 照明特集      | 10号 研究開発特集               |
| 5号 環境の質制御特集  | 11号 マイクロ波 IC の進歩 総製省力化特集 |
| 6号 電力保護継電器特集 | 12号 エレベータ特集              |

## 技術の進歩特集

|                     | 号 ページ   |                  | 号 ページ    |
|---------------------|---------|------------------|----------|
| 口 絵                 | 1... 5  | 9. 船用電機品編        | 1... 102 |
| 巻頭言                 | 1... 13 | 10. 電装品編         | 1... 105 |
| 1. 研究編              | 1... 14 | 11. 通信・電子機器編     | 1... 107 |
| 2. 発電編              | 1... 29 | 12. 電子計算機編       | 1... 117 |
| 3. 送配電編             | 1... 36 | 13. 計測器編         | 1... 125 |
| 4. 工業プラント用電機設備編     | 1... 56 | 14. 放射線機器編       | 1... 128 |
| 5. 産業用電機品編 [生産設備]-I | 1... 71 | 15. 電子管および半導体素子編 | 1... 131 |
| 6. 産業用電機品編-II       | 1... 78 | 16. 照明編          | 1... 139 |
| 7. ビル用電気設備編         | 1... 86 | 17. 家庭用電気品編      | 1... 146 |
| 8. 交通編              | 1... 95 | 18. 材料編          | 1... 156 |

## 特集論文

### 《空調と冷凍》

|                                |                          |          |
|--------------------------------|--------------------------|----------|
| 1. わが国における地域冷暖房空調方式の今後のありかた    | 柳町政之助                    | 3... 285 |
| 2. マルチセントラル空調システム              | 貝瀬俊朗・徳永 龍                | 3... 290 |
| 3. 空気熱源式ヒートポンプ(パッケージエアコンディショナ) | 玉山 駿                     | 3... 296 |
| 4. 空気熱源水熱媒ヒートポンプユニットの暖房時の運転特性  | 岩崎善彦・河原隆夫                | 3... 300 |
| 5. ヒートポンプチラーユニット AWH 形         | 江本浩徳・八尋裕一                | 3... 305 |
| 6. ブライン式ヒートポンプ                 | 保坂征宏・木野久隆                | 3... 310 |
| 7. マンションにおける室内温度の立ち上がりシミュレーション | 小原英一・山崎起助                | 3... 313 |
| 8. 往復式 冷凍圧縮機の環状吐出弁の運動          | 川面恵司・二川曉美・佐保和生・大門啓治      | 3... 319 |
| 9. 密閉形圧縮機技術                    | 越桐喜一・高田 宏・標 博雄・戸崎保弘・田中 満 | 3... 325 |
| 10. 低温倉庫用パッケージエアコンディショナ        | 丸山 忍                     | 3... 331 |
| 11. 冷蔵・冷凍クーリングユニット             | 相良泰一                     | 3... 334 |
| 12. 船用超低温コンデンシングユニット           | 保坂征宏・山ロー由樹               | 3... 339 |
| 13. 低温用小形コンデンシングユニット           | 石田武徳・古川博一                | 3... 342 |
| 14. 低温用小形クーリングユニット             | 古川博一・丸山佳宏                | 3... 347 |
| 15. 最近のオープンショーケース              | 半田文男・小島照男・館 梅里           | 3... 350 |

### 《照 明》

|                                                            |                      |          |
|------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
| 1. メタルハライドランプの改良—三菱BOCランプの特性向上—                            | 竹田俊幸・土橋理博・渡部勤二       | 4... 407 |
| 2. けい光ランプのけい光塗膜に対する考察                                      | 朝長 朗・末安高幸・小峰義治       | 4... 416 |
| 3. 紫外線反射膜によるけい光ランプの特性向上                                    | 竹田俊幸・安西良矩・野田昭吉       | 4... 422 |
| 4. 赤外可視変換けい光体 LaF <sub>3</sub> ; Er, Yb 中希土類元素イオン間のエネルギー伝達 | 岡本栄知・増井博光・武藤勝俊・栗津健三  | 4... 428 |
| 5. 3,000 m 深海用照明装置の開発                                      | 小堀富次雄・田中民雄・三上龍夫・狩野雅夫 | 4... 435 |
| 6. 埋込み下面カバーつきけい光灯器具の温度上昇についての考察                            | 石井重行                 | 4... 442 |
| 7. 非常用照明装置とその経済性の検討                                        | 森本俊一・狩野雅夫            | 4... 448 |
| 8. 最近の照明施設の傾向と実施例                                          | 岩田 功・前山紘一郎           | 4... 457 |

## 《環境の質制御》

|                                              |                                         |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. 豊かな生活環境を造る三菱電機                            | 5... 517                                |
| 2. 豊かな生活環境                                   | 武藤 正 5... 518                           |
| 3. 水の浄化と処理システム                               | 渡辺 宏 5... 528                           |
| 4. 総合公害監視制御システム                              |                                         |
| .....室田 慎・柳沢 忍・北原貞守・吉田修己・能登四郎・瀬名一生・土村勝彦・福田豊生 | 5... 537                                |
| 5. 自動車公害対策機器                                 | 白井二実 5... 545                           |
| 6. オゾンによる排水処理                                | 松岡宏昌・田畑則一・今村 孝・前田満雄・橋本雄二郎・野田祐久 5... 552 |
| 7. 排煙監視用レーザーレーダ                              | 中原昭次郎・伊東克能・伊東 尚・田村祥一・谷口一郎・福家 俊 5... 561 |
| 8. 自動車排気ガス用窒素酸化物連続測定の研究                      | 森川允弘・吾妻健国 5... 569                      |
| 9. プレートフィン形空気清浄機                             | 田中 修・吾妻健国・松永直利・大川美津子・下島明彦 5... 576      |

## 《電力保護継電器》

|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. 電力保護継電器特集号に寄せて                       | 竹内 真一 6... 627                          |
| 2. 電力系統保護の展望                            | 安達賢一・北浦孝一・古谷昭雄 6... 628                 |
| 3. 保護継電装置の自動監視                          | 坪井 昭・三上一郎・古谷昭雄・鈴木健治・鈴木 愿・海老坂敏信 6... 635 |
| 4. 各種継電方式における循環電流対策                     |                                         |
| .....鈴木健治・高田信治・菅井英介・中村勝己・中嶋安広・下迫賀生・鈴木 愿 | 6... 648                                |
| 5. 超高压パイロット継電方式の新技術                     | 三上一郎・北浦孝一・古谷昭雄・鈴木健治・菅井英介・中村勝己 6... 656  |
| 6. 保護継電器入力電流のひずみ波形解析と対策                 | 高田信治・前田耕二・辻倉洋右・畑田 稔・海老坂敏信 6... 666      |
| 7. 大容量電力用機器保護継電装置                       | 天野 恒・畑田 稔・松本忠士・三宅康明 6... 675            |
| 8. 静止形継電装置の構成                           | 山内成周・中嶋安広・中村欽一・坂本昌一 6... 685            |
| 9. 全静止形継電装置のフィールド動作実績                   | 北浦孝一・古谷昭雄 6... 690                      |

## 《オーディオ機器》

|                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 生活環境におけるオーディオ機器                   | 藤木 一 8... 853                     |
| 2. 最近の4チャンネルステレオとSE ロジック回路           | 小林正美・平松勝蔵 8... 855                |
| 3. 最近のステレオ用スピーカーシステム                 | 亀山格彦・神野一郎 8... 862                |
| 4. 最近のダイアトーンスピーカー                    | 杉本宗久・松崎和朗・矢島幹夫 8... 866           |
| 5. 可搬形音声モニタシステム AS-2051 形            | 杉本宗久・平松勝蔵 8... 874                |
| 6. 16 cm 単一コーン形高忠実度スピーカー (P-610 A 形) | 進藤武男・佐伯多門・興野 登 8... 881           |
| 7. レーザホログラフィによるスピーカーの振動測定            | 進藤武男・鈴木英男・木村博雄・久保高啓・小泉孝之 8... 891 |
| 8. 最近のダイアトーンアンプと技術的問題点               | 成田耕治・工藤隆二・杉原正一・千葉喜代一 8... 897     |
| 9. カセットデッキの雑音低減方式                    | 宇野善之 8... 902                     |
| 10. ラジオ付き8トラックカーステレオの開発              | 岩本康雄・小幡雅巳・池田洋介・秋田和範 8... 905      |
| 11. カラーテレビのハイファイ化                    | 仲野 孚・榎本秀夫 8... 911                |
| 12. 最近のポータブルラジオ                      | 福井 貢・井上忠雄 8... 913                |
| 13. 最近のダイアトーンセパレートステレオのデザイン          | 飯塚重晴 8... 918                     |

## 《データ伝送》

|                                              |                                          |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. データ伝送特集について                               | 9... 977                                 |
| 2. 多摩ニュータウン送配水制御システム                         | 渡辺一弘・柳沢 忍・竹野宏平・関川一彦・松村雅司 9... 978        |
| 3. 配水本管圧力テレメータ                               | 長谷川順造・三沢忠利・豊原亜洲・小村 明・柳沢 忍 9... 983       |
| 4. 大阪瓦斯(株)データ収集システム                          |                                          |
| .....伊藤栄一・鈴木耕三・河野一郎・石川欣央・田中 稔・大塚貞夫・豊原亜洲・東田昌之 | 9... 989                                 |
| 5. 海象観測用テレメータ                                | 豊原亜洲・今泉 巽 9... 1000                      |
| 6. 電力会社における情報伝送                              | 永田文也・塚田 広・岡村 繁・糸井弘司 9... 1003            |
| 7. 電力系統安定用情報伝送装置                             | 小林 修・山崎 亨・成田利春・羽子岡 蕃・荒尾和男・伊藤 真 9... 1009 |
| 8. 通信機城室の1:n方式集中監視制御システム                     | 羽子岡 蕃・渡辺 進 9... 1014                     |
| 9. マイクロ波キャリアリレー用信号伝送装置                       | 小林 茂・加島幸一・羽子岡 蕃・赤塚和禧 9... 1019           |
| 10. 密結合誘導無線による移動体の制御                         | 今泉 巽・山内才胤・吉良広文・前田良雄 9... 1023            |
| 11. パーストリ線における誤り制御方式の評価                      | 大野圭三・藤原謙一・山内才胤・平沢茂一・井上 徹 9... 1028       |
| 12. 国際データ端末装置                                | 深井 賢・大野圭三・山内才胤・田中 智・小村 明・木谷育弘 9... 1035  |
| 13. 国際データ伝送用 2,400 bps モデム                   | 深井 賢・大野圭三・山内才胤・松本正弘・杉山康夫・中島邦男 9... 1040  |
| 14. 制御用データ伝送機器の新しい構成法                        | 小村 明・藤原謙一 9... 1046                      |

## 《研究開発》

1. 超高速列車磁気浮上方式の研究……………大野栄一・岩本雅民・荻野 治・河村寿三・忍 正寿 10…1103
2. オゾンによる染色排水処理……………前田満雄・橋本雄二郎・小沢建樹・今村 孝・松岡宏昌・田畑則一 10…1110
3. レーザレーダによる排煙流の観測とSO<sub>2</sub>濃度の測定……………中原昭次郎・伊東克能・伊東 尚 10…1116
4. けい素銅板の磁気ひずみの変圧器騒音への影響……………土屋英司・岡田 将・河上英典 10…1122
5. 発電機端部の固定子巻線に働く電磁力……………野村達衛 10…1129
6. プラズマディスプレイ……………倉橋浩一郎・鳥取 浩・磯貝文彦 10…1135
7. 水晶腕時計用 CMOS IC……………大久保利美・中山光雄・坂根英生・安岡品彦・堀場康孝・鍋谷 弘・富沢 孝 10…1140
8. ZnO 薄膜超音波トランスジューサの試作……………戸村光一・大西 勝・古沢達夫 10…1147
9. GaAs 気相エピタキシャル結晶……………三木秀二郎・伊藤道弘・綾田隆雄 10…1153
10. 低真空形電子ビーム溶接機用プラズマ電子銃……………上山善司・安永政司・佐々木茂雄・田野正博 10…1158
11. 省力化、自動化機器へのミニコンの導入……………藤原 智・壺井芳昭・弘中一光・正田茂男・丸山寿一・白石 彌 10…1163
12. 電着絶縁方式 MEDIS の開発……………柴山恭一・佐藤文彦・小野 博・地大英毅 10…1171
13. 塗装におけるリン酸塩処理の再評価……………島本幸三・駒沢吉郎・岩田義郎 10…1177

## 《マイクロ波 IC の進歩》

1. マイクロ波 IC の進歩特集号によせて……………牧本利夫 11…1231
2. マイクロ波 IC 製造技術の現状……………小野寺俊男・津和章雅・沢江哲則・植松滋幸・井上康郎・浜中宏一 11…1232
3. マイクロ波集積回路の設計法……………白幡 潔・堀切賢治 11…1239
4. マイクロ波半導体デバイス……………白幡 潔・近藤明博・八原俊彦・三井 茂・堀切賢治・井上 功 11…1245
5. マイクロ波 IC 用フェライト回路……………中原昭次郎・紅林秀都司・川端俊一郎・溝渕哲史・折日晋啓・古屋輝雄 11…1251
6. 準ミリ波 PCM 中継器におけるマイクロ波 IC……………尾形陸奥男・岡山昌雄・岡野 晃・鍛冶栄二 11…1258

## 《縫製省力化》

1. 縫製工業における省力化の方向……………尾宇江衛・横山昌弘 11…1265
2. 自動糸切り装置付きミシン……………森田 稔・稲井邦広 11…1272
3. 自動止め縫い装置付きミシン……………稲井邦広・小林孝生 11…1278
4. 専用ミシン・特殊ミシン・その他機器……………森田 稔 11…1283
5. リミストップ G シリーズ — ミシン針定位置停止装置 —……………横山昌弘・小林孝生・鎌倉孝幸 11…1288
6. ミシン用電動応用機……………横山昌弘・小林孝生 11…1295
7. 縫製工場における空気清浄装置……………齊藤 寛・荒木義起 11…1300

## 《エレベータ》

1. ダイアグライドエレベータ — 半導体制御素子による速度帰還制御方式エレベータ —……………原田輝夫・安西伸夫 12…1353
2. O. S. システム-700 全自動群管理エレベータ……………篠崎裕久 12…1361
3. 超高層ビルにおけるエレベータシステム……………新保松夫・寺山佳佑 12…1368
4. ダブルデッキエレベータ……………浅川元治郎・石嶋 進 12…1376
5. 工事用移動機械室形エレベータ……………福嶋 務・豊田敏嗣・河田久男 12…1381
6. 展望用エレベータの設置計画……………山田春夫 12…1386
7. エレベータ用油圧緩衝器の減速特性……………松倉欣孝・岸本福太郎・大富貞行・小倉宣弘 12…1391
8. 透明形エスカレータ……………鬼頭勝巳 12…1397
9. トラベータ……………中谷 博 12…1402

## 普通論文

1. 数値制御用プログラミング言語 MELCOM-7000 APV IV……………井上高志・水野忠則・小浦泰三・小野修一 2…167
2. MELCOM-7000 はん(汎)用グラフィックライブラリ (GDL) の設計……………浅野勝弘・飯川昭一・藤岡孝雄・片岡信弘 2…178
3. C 232 形 カラーキャラクタディスプレイ装置……………大川清人・渡辺 治・田 隆吉・小田勇介 2…190
4. MELCOM-350-5F 制御用電子計算機……………仁田周一・長沢一嘉・中根 勇・斎藤善次・渡部重彦 2…196
5. 溶銑・溶銅流量計……………小林健三・浜崎芳治・淡野光章 2…200
6. 関西電力(株)読書発電所納め自動心本運転装置……………実松良次 2…205
7. シーケンスコントローラ MELCAP……………山中彪生・吉田日出夫・大塚昭子・松本直己・相良辰雄 2…209
8. 立体骨組構造のホモロガス解析……………塚田憲三・滝沢幸彦・南 友策 2…219
9. 排煙脱硫送風機……………宮内貞夫 2…225
10. オーストラリア NSW 納め電車用電機品……………久山研一・竹内元彦・太田幹雄 2…229

|                                                                                           |                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| 11. 日本国有鉄道納め日本海縦貫線用 ED 75700 形交流機関車                                                       | 佐々木和男・児玉俊英・笠原 清・森原健司・忍 正寿               | 2... 236  |
| 12. 三菱電力用ポリプロピレンフィルムコンデンサ                                                                 | 神谷友清・鶴田敬二・小角国夫・八木谷孝之・走出忠昭               | 2... 246  |
| 13. 制御用電磁継電器の信頼性と適用                                                                       | 丸地謙二・長尾良章・松本文雄                          | 2... 256  |
| 14. 最近の熱周延機電機品                                                                            | 久保田伸夫・川崎宗男                              | 2... 263  |
| 15. 回転磁界形無限可変移相器                                                                          | 中原昭次郎・紅林秀都司・溝渕哲史                        | 2... 269  |
| 16. 火力発電所運転員訓練用シミュレータ                                                                     | 石橋賢悟・佐藤孟生・横田史郎・井塚秀弥・神成勝利                | 3... 359  |
| 17. 低騒音変圧器                                                                                | 神谷友清・山内 敦・平井正好・伊奈照夫                     | 3... 366  |
| 18. 山陽新幹線用配電盤および保護継電装置                                                                    | 新名昭吉・菅井英介・前田耕二・玉田 猛                     | 3... 375  |
| 19. 直流シーム溶接                                                                               | 山本利雄・奥田滝夫・稲田幹夫・馬場利彦・原 且則                | 3... 389  |
| 20. 110 度偏向ソリッドステートカラーテレビジョン受信機の開発                                                        | 植竹勝人・野口善男・石井宏和・中田克己・進藤三郎                | 4... 465  |
| 21. 超電導コイルを用いた磁気浮上式超高速列車                                                                  | 山田忠利・岩本雅民                               | 4... 472  |
| 22. 最近のコータ用電機品                                                                            | 安斎廣成・真篠幸雄                               | 4... 477  |
| 23. パターン処理システム (I) —パターン処理用ミニコンとディスプレイシステム—                                               | 伊藤貴康・井上 驥・坂口敏明・福島正俊・伊東加枝                | 4... 486  |
| 24. 二, 三のプラスチックの耐熱水性                                                                      | 飯阪捷義                                    | 4... 494  |
| 25. 車軸用自動超音波探傷装置                                                                          | 大川健市・丸田紳一                               | 5... 587  |
| 26. ヒートパイプの設計法                                                                            | 植田剛夫・窪内洋子・木村 弘・小林康徳                     | 5... 594  |
| 27. 4 相-MOS LSI パターンレイアウト設計システム                                                           | 今藤一行・岩附 守                               | 5... 600  |
| 28. MELCOM-350-30/30 F システムにおける入出力プログラミングの標準化 "I/O ライタ"                                   | 中村莊之助・佐立良夫                              | 5... 606  |
| 29. タンタル薄膜素子                                                                              | 井上康郎・浜中宏一・藤原多計治・羽山昌宏                    | 6... 701  |
| 30. MELCOM-83 の言語システム                                                                     | 桑谷 清・村井 豊・越川武夫                          | 6... 706  |
| 31. 硬化エポキシ樹脂中の硬化剤の同定                                                                      | 狩野 勇・井上五郎・小林千枝・今村 孝                     | 6... 713  |
| 32. MELCOM-7000 シリーズリアルタイムバッチモニタ (RBM)                                                    | 望月純夫・末沢敏裕・竹沢 明                          | 6... 720  |
| 33. 電子線加速用 超高圧直流電源装置                                                                      | 上岡康宏・姫野 徹・関 憲三郎                         | 7... 755  |
| 34. 6 kV 高圧サイリスタ装置                                                                        | 矢野昌雄・宇高正晴・山本 博                          | 7... 761  |
| 35. サイリスタ式フリッカ防止装置                                                                        | 山村隆司・竹田正俊                               | 7... 765  |
| 36. 140 kV 油入サイリスタバルブ                                                                     | 大野栄一・光岡 宏・木村好男・塚本昭三                     | 7... 771  |
| 37. アルゼンチン向け 500 kV 変圧器                                                                   | 管 寿郎・武智盛明・富永雅久                          | 7... 777  |
| 38. ベネゼラのグリ P/S 向け密封形水冷式乾式変圧器                                                             | 福田信夫・田中信行・森 章文                          | 7... 781  |
| 39. 関西電力(株)南大浜開閉所納め 77 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS)                                                  | 山下義雄・岡田達也・藤里 隆・森岡昭二・林 幸平・門原加納           | 7... 785  |
| 40. 縮小形大容量磁気シャ断器                                                                          | 桜井武芳・浅田正敏・倉光利昭                          | 7... 789  |
| 41. 24, 36 kV 級真空シャ断器                                                                     | 桜井武芳・信崎泰秀・伊吹恒二・原田 繁                     | 7... 794  |
| 42. 新形大容量単一圧力式 SF <sub>6</sub> ガスシャ断器 SFM シリーズ                                            | 宮永正太郎・佐藤邦彦                              | 7... 799  |
| 43. パワーレギュレータ (はん用形可変電圧直流電源装置)                                                            | 柏野栄三・森 幸男                               | 7... 805  |
| 44. 車両用新方式サイリスタインバータ                                                                      | 太田幹雄・加我 敦                               | 7... 809  |
| 45. 小田急電鉄(株)納め 9000 形 電車用回生ブレーキ付き電機品                                                      | 古田俊久・小山 滋                               | 7... 815  |
| 46. 新日本製鉄(株)太分製鉄所納め 60,000 kW 高炉送風設備用電機品                                                  | 松村敏三・九里英輔・馬場俊晃・池田悌二・宮路純一                | 7... 822  |
| 47. 新日本製鉄(株)太分製鉄所納め 60,000 kW 同期電動機の低周波同期起動                                               | 高原洋介・九里英輔・福本紀久男                         | 7... 829  |
| 48. さいたま水上公園納め機械設備                                                                        | 島村子之吉・新井卓史                              | 7... 836  |
| 49. ネマチック液晶系の相転移温度と電気光学効果                                                                 | 小野 博                                    | 8... 923  |
| 50. X 線用固体映像変換器                                                                           | 野島謙治・新居宏壬                               | 8... 929  |
| 51. 内部鏡形 He-Ne ガスレーザ                                                                      | 谷口 一郎・桜井 彪・永井治彦・小坂橋正康・宮沢淑子・佐竹正章         | 8... 934  |
| 52. 固体絶縁開閉装置 (ミニクラッド)                                                                     | 剣持 宏・永田秀次・原田 繁・信崎泰秀                     | 8... 940  |
| 53. 地上式自動列車制御システム                                                                         | 前田 豊・六藤孝雄                               | 8... 947  |
| 54. ATO 用データ処理装置                                                                          | 六藤孝雄・長谷川博一・丸田征生・吉田 連                    | 8... 957  |
| 55. 関西電力(株)新曽根崎変電所納入機器                                                                    | 吉田頼弘・武智盛明・塩見 実・平河宏之・但田昭司・天池剛行・山畑修二・岡田 明 | 9... 1053 |
| 56. 冷凍機サイクル内での異常反応について                                                                    | 草川英昭・榎本順三・島本幸三・時田祐佐                     | 9... 1063 |
| 57. Sr <sub>0.73</sub> Ba <sub>0.27</sub> Nb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> 単結晶の電気光学効果による光偏向 | 池尾寛文・武藤勝俊・栗津健三                          | 9... 1069 |
| 58. 多種少量生産を対象とした自動鋳造ライン                                                                   | 田中敬一・外山 隆・干場俊昌                          | 9... 1076 |
| 59. 電力系統計算機制御装置 (MELPAC-500 システム)                                                         | 長町恒資・寺田 眞・中川秀人・矢野恒雄・山田郁夫・辻 俊彦           | 9... 1081 |

|                                          |                                    |           |
|------------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| 60. 超音波探触子                               | 河野勝美・丸田紳一・朝島喜久雄                    | 9...1090  |
| 61. 大容量バーヒータ                             | 喜多村弘明・松尾茂・豊田烈                      | 10...1187 |
| 62. 金属材料の冷却水による腐食                        | 田辺 愈・市田行則・山本利雄・光本誠一・山内 敦・森 章文・川中 進 | 10...1190 |
| 63. 絶縁油の低温における交流破壊電圧に及ぼす水分の影響            | 上田 実・石井敏次                          | 10...1201 |
| 64. 電子計算機によるプリント配線板の完全自動化検査システム          | 小島一男・田中千代治・上野靖彦・柳沢 寛・金田 一・松沼武夫     | 10...1205 |
| 65. 原子吸光分析法の応用                           | 島田和彦・吉留昭男                          | 10...1217 |
| 66. MELCOM-7000 データマネジメントシステム(DMS)       | 野田亮一・廣澤嘉教                          | 11...1309 |
| 67. 統計解析ソフトウェア(MSL)                      | 浅井邦彦・小林勝昭・上田太一郎・斉藤弘誌・小池将貴          | 11...1316 |
| 68. パプア・ニューギニア政庁向け VHF/UHF 帯用小容量多重無線通信装置 | 沼田敏男・一ノ瀬友次・関川一彦・山岡昭夫               | 11...1323 |
| 69. アンテナ方位軸駆動輪の粘着特性                      | 平野 一郎・菅波拓也・岡田克己・大沢 武               | 11...1329 |
| 70. 東京都交通局納入 三重系全 IC 化列車自動運転装置           | 六 藤孝雄・長谷川博一・金子弘美                   | 11...1332 |
| 71. ステンレス鋼 CBL 用プラズマアーク溶接機               | 山本利雄・島田 弥・町田一道・馬場利彦・武田明通           | 11...1340 |
| 72. MELCOM-70 の主記憶装置                     | 蒲生容仁・南 部 元・松本典明・加茂正義・田中立夫・水上益良     | 12...1411 |
| 73. MELCOM-70 のミニコンバイラ                   | 出口博章・多田靖幸・佐立良夫                     | 12...1418 |
| 74. M 801 カートリッジディスク駆動装置                 | 織田博靖・千石真治・菊地清秋                     | 12...1426 |
| 75. Zn(S, Se)EL けい光体の特性改善                | 栗津健三・松永 教・坪井俊吾                     | 12...1433 |
| 76. 自動色分離装置 DICTRON                      | 村田美穂・道家昭彦・伊藤修幸・苗村水戸夫               | 12...1438 |
| 77. 施剤用自動プログラミングシステム「M-SHAFT」            | 黒田紀典・藤本康彦・林田敏生・田村泰造・伊藤暢彦           | 12...1446 |
| 78. 電気機関車の遠隔制御装置                         | 六 藤孝雄・吉村元由                         | 12...1456 |
| 79. 神戸市東灘処理場向け電機設備                       | 村田正己・斉藤心一・久保田正義・高木 宏               | 12...1465 |

## 技術解説

|                |                |          |
|----------------|----------------|----------|
| 1. 高圧ナトリウムランプ  | 竹田俊幸・加茂部透・田中紀彦 | 4... 498 |
| 2. 公害防止投資と企業   | 池田重隆           | 5... 614 |
| 3. 複雑故障の簡単な解析法 | 三上一郎           | 6... 727 |

## 特許と新案

|                      | 号 | ページ  |                                   | 号  | ページ  |
|----------------------|---|------|-----------------------------------|----|------|
| 1. やぐら形電気こたつ         | 2 | 275  | 27. 信号自動選択方式                      | 9  | 1051 |
| 2. 放電灯の調光装置          | 2 | 275  | 28. 距離追尾方式                        | 9  | 1051 |
| 3. 複合多層超電導体および製造方法   | 2 | 276  | 29. 開閉装置                          | 10 | 1183 |
| 4. 耐圧防爆形回転電機         | 2 | 276  | 30. 電解加工装置                        | 10 | 1183 |
| 5. グラインダ             | 3 | 357  | 31. 避雷器の特性低下度合検出方法                | 10 | 1184 |
| 6. カートリッジ形テープレコーダ    | 3 | 357  | 32. マグネトロンの異常発振検出装置               | 10 | 1184 |
| 7. 写真暗室用けい光放電灯       | 3 | 358  | 33. 位相変調装置                        | 10 | 1185 |
| 8. 合成変成器             | 3 | 358  | 34. 電子機器などの筐体支持装置                 | 10 | 1185 |
| 9. 電気冷蔵庫の密閉食品容器      | 4 | 463  | 35. 船舶用救難滑り台装置                    | 10 | 1186 |
| 10. 音響機器のとり回し開閉装置    | 4 | 463  | 36. 電子機器などの筐体                     | 10 | 1186 |
| 11. 色けい光ランプ          | 4 | 464  | 37. 溶接用変圧器                        | 11 | 1263 |
| 12. パルス発生装置          | 4 | 464  | 38. 回路しゃ断器のリバウンディングラッチ機構          | 11 | 1263 |
| 13. パルス発生装置          | 5 | 585  | 39. 単相直巻電動機速度制御装置                 | 11 | 1264 |
| 14. 親子式計測装置          | 5 | 585  | 40. 断路器                           | 11 | 1307 |
| 15. 信号装置             | 5 | 586  | 41. 表示数字を手動で変更し得る度数計              | 11 | 1307 |
| 16. 半導体装置            | 5 | 586  | 42. 印字式記録計における<br>印字車と打印装置のインタロック | 11 | 1308 |
| 17. 複合特性を有する継電装置     | 6 | 699  | 43. 集中制御装置のテスト装置                  | 12 | 1407 |
| 18. 搬送保護継電装置         | 6 | 699  | 44. 鋳造作業における鋳物およびその保持材の冷却方法       | 12 | 1407 |
| 19. 搬送保護継電装置         | 6 | 700  | 45. 電車電動機等の自動排水装置                 | 12 | 1408 |
| 20. ダイオードの故障表示装置     | 7 | 843  | 46. ブッシュ形トランジスタモータ用定電圧回路          | 12 | 1408 |
| 21. 水平切負荷断路器         | 7 | 843  | 47. 増設変圧器接続方法                     | 12 | 1409 |
| 22. 論理装置             | 7 | 844  | 48. 空気調和機の制御装置                    | 12 | 1409 |
| 23. 巻取式空気清浄装置        | 8 | 921  | 49. 冷媒圧縮機の冷媒分離装置                  | 12 | 1410 |
| 24. 温度補償圧力スイッチ       | 8 | 921  | 50. けい光体                          | 12 | 1410 |
| 25. 振幅制限増幅器          | 8 | 922  |                                   |    |      |
| 26. ネットワーク給電線の接地検出装置 | 9 | 1051 |                                   |    |      |

## 新製品紹介

|                                              |   |     |
|----------------------------------------------|---|-----|
| 1. 三菱大電力高速リカバリーダイオード<br>(形名: SR 200 T-24) 発売 | 3 | 396 |
| 2. 電子ジャーと電気炊飯器を一体化した<br>画期的新製品「三菱ジャー炊飯器」発売   | 3 | 397 |
| 3. 退色試験機用水銀ランプ                               | 4 | 505 |
| 4. いかつり用水銀ランプ                                | 4 | 505 |
| 5. 永久磁石式 同期電動機 (AQ モートル)                     | 4 | 506 |
| 6. RD 形ミニチュアリレー, RDT 形ミニチュアタイマ               | 4 | 507 |
| 7. S-600 形電磁接触器                              | 5 | 619 |
| 8. 三菱小形電子計算機 MELCOM-88<br>マルチモードコンピュータ発売     | 5 | 619 |
| 9. 電解バリ取り専用機の完成                              | 6 | 742 |
| 10. 新形 三菱減速電動機 GM-A 形発売                      | 6 | 743 |
| 11. DU 形 直流電磁接触器                             | 7 | 845 |
| 12. 電車戸閉め保安装置用 速度検出器                         | 7 | 846 |

|                            |    |      |
|----------------------------|----|------|
| 13. NS 形 永久ヒューズ付負荷開閉器      | 8  | 965  |
| 14. MS-E シリーズ電磁開閉器, 接触器    | 8  | 965  |
| 15. ZE 形バウダラッチシリーズ         | 8  | 966  |
| 16. LSH-E 形高圧配電箱           | 8  | 967  |
| 17. コントロールセンタ用 CLN 形 限流装置  | 8  | 968  |
| 18. 新形 N/C 今秋発売            | 9  | 1007 |
| 19. 安全性と使いやすさを重視した電子レンジ新発売 | 9  | 1008 |
| 20. ダイアロール新シリーズ            | 10 | 1223 |
| 21. もちつき機専用モータ             | 10 | 1224 |
| 22. HC 形高圧コンビネーションパネル      | 11 | 1347 |
| 23. ミシンの自動止め縫い装置           | 12 | 1475 |
| 24. ミシンのプログラム定針数縫い装置       | 12 | 1476 |
| 25. バイオサイクルモートル            | 12 | 1477 |
| 26. DSP-3 形精密治具放電加工機       | 12 | 1478 |

## ニュースフラッシュ

|                                                     |   |     |
|-----------------------------------------------------|---|-----|
| 1. 新形高圧真空電磁接触器発売                                    | 2 | 277 |
| 2. 6.6 kV 6 NCH 形 高圧交流電磁接触器完成                       | 2 | 277 |
| 3. 移動距離監視方式による<br>自動仕分け制御装置 (特許申請中) 試作完了            | 2 | 278 |
| 4. メキシコ向け 6×51,600 kVA<br>開放形タービン発電機第 1, 2 号機完成     | 2 | 279 |
| 5. シンガポール D. B. S. ビル向け<br>超高速エレベータ 450 m/min 受注    | 2 | 280 |
| 6. 阪急電鉄(株)梅田駅向け三菱トラベータの完成                           | 2 | 280 |
| 7. 英・豪両政府共同計画の 150 インチ<br>反射形天体望遠鏡の建設に参加            | 3 | 399 |
| 8. 空調照明実験室完成                                        | 4 | 509 |
| 9. ニュージーランド向け 220 kV 変圧器完成                          | 4 | 510 |
| 10. 国内最大級, 関東農政局納入 350 kW,<br>8 P 浸水式水中モートル完成       | 4 | 510 |
| 11. 移動機械室形 工事用エレベータ実動                               | 4 | 511 |
| 12. 東京電力(株)房総変電所向け<br>500 kV, 1,000 MVA 単巻変圧器保護継電装置 | 6 | 745 |

|                                            |    |      |
|--------------------------------------------|----|------|
| 13. 東京電力(株)向け高抵抗接地系用 母線保護装置                | 6  | 746  |
| 14. 関西電力(株)向け 22 kV 配電線用 全静止形継電装置          | 6  | 747  |
| 15. 中部電力(株)向け超高压用新形位相比較キャリヤリレー             | 6  | 747  |
| 16. 関西電力(株)大阪発電所向け<br>68,500 kVA ガスタービン発電機 | 6  | 748  |
| 17. BHB-20 形 直流高速度遮断器                      | 6  | 749  |
| 18. 新シリーズ角形リフティングマグネット                     | 7  | 847  |
| 19. 三菱スパイラルシュータ開発                          | 7  | 848  |
| 20. 国産初の端末制御装置<br>“スマートターミナルコントローラ” 開発     | 8  | 969  |
| 21. 高層化時代のビルディング自動窓ふきシステム実用化               | 8  | 970  |
| 22. 36 kV 用限流形電力ヒューズの完成                    | 10 | 1225 |
| 23. 地下鉄丸の内線 戸閉保安装置用速度検出器                   | 10 | 1225 |
| 24. 羽越・白新線列車ダイヤ自動記録装置                      | 10 | 1226 |
| 25. サウジアラビア向け<br>10×34.7 MVA ガスタービン発電機続々完成 | 11 | 1348 |
| 26. 防爆形ブラシレス同期電動機の完成                       | 11 | 1348 |
| 27. 三菱 “マグロッド”                             | 12 | 1479 |