

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.48 December 1974

エレベータ特集

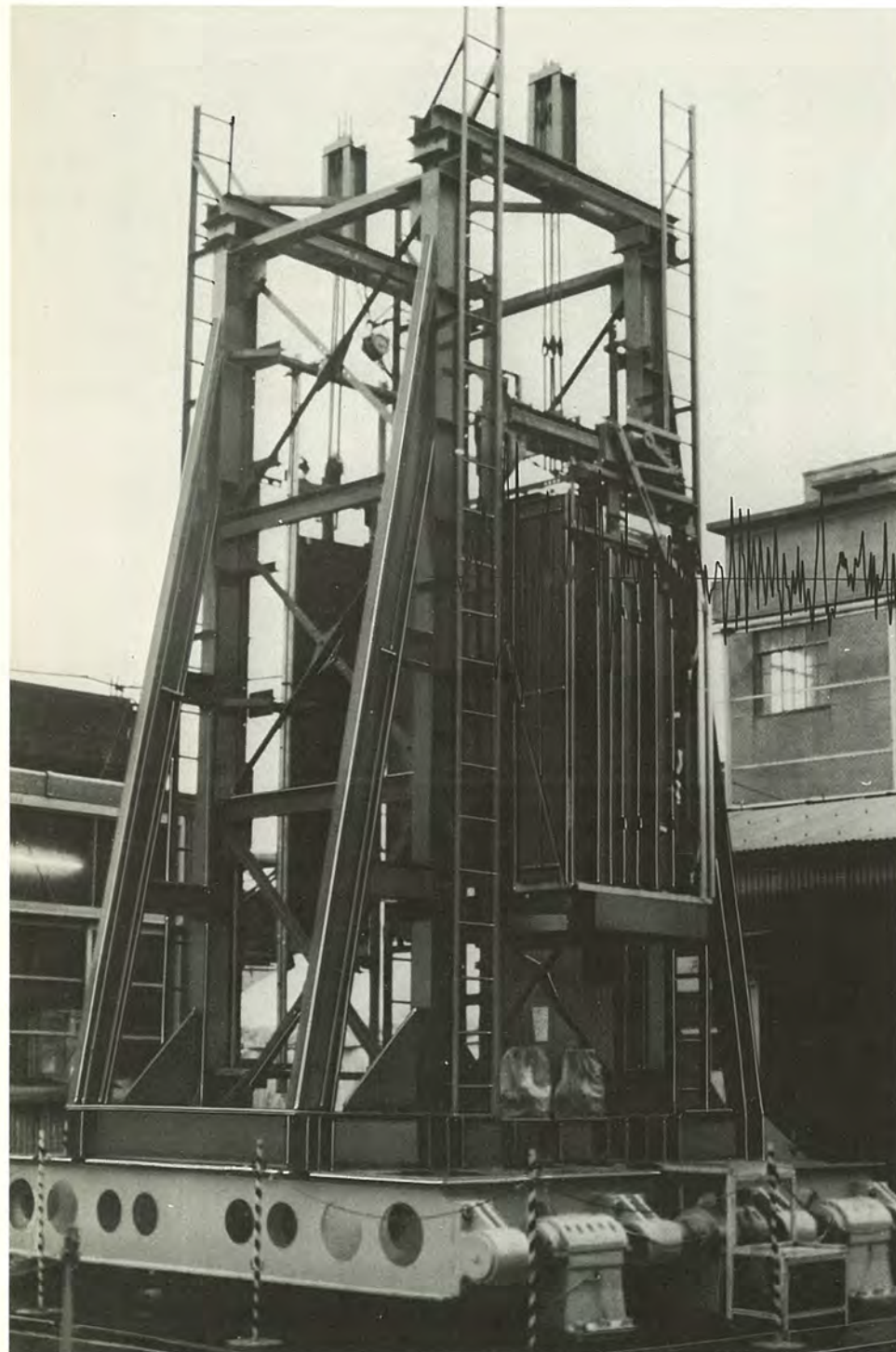
12

超高層ビルと高性能エレベータ



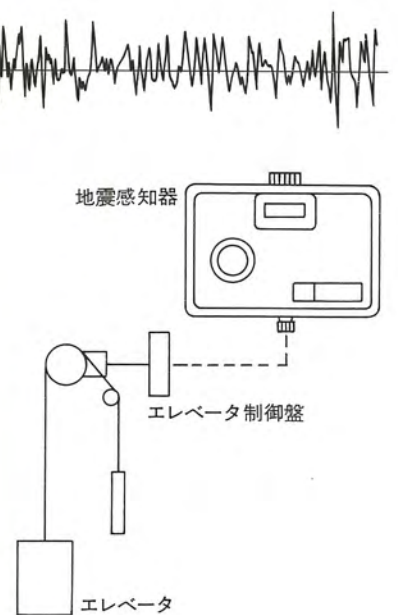
エレベータの 地震対策

1971年のサンフェルナンド地震のとき、アメリカのエレベータが大きな被害を受けました。当社では、これを教訓としてエレベータの耐震性向上の研究を進めています。当社伊丹製作所の大形加振機による実大加振実験をはじめ、地震応答のコンピュータシミュレーションなど、あらゆる面から研究し、着々と成果をあげています。



当社大形加振機によるエレベータの耐震試験

〔本号・論文1360頁参照〕



地震感知器による管制運転

エレベータの地震対策としては、地震感知器をエレベータの運転に連動させる管制運転が最も有効な方法です。地震感知器が、あらかじめ設定された震度以上の地震をキャッチすると、エレベータは自動的に最寄階へ非常停止し、乗客の安全をはかります。



エレベータ 特集

目次

《特集論文》

新宿住友ビル納め世界最高速エレベータの速度制御装置と安全装置

.....石井敏昭・渡辺英紀・兼松健夫・小沢靖彦・国井和司	1349
新宿住友ビル納め超高速エレベータの振動、騒音対策.....鈴木克彦・勢力峰生・田中英晴	1354
新全自動群管理方式エレベータ——O. S. システム-700——.....篠崎裕久・小沢靖彦	1357
エレベータの耐震設計の考え方.....太田和年・大蔵正篤・大富貞行	1360
超大形荷物用エレベータ.....伊藤拓三・篠田昌孝	1364
HVB 方式油圧エレベータの開発.....山上孝俊	1368
都市交通機関用エスカレータ.....立川 宏	1371
“エレベット”設計製図の機械化.....新田弘毅・宮崎 博・丸山祥男・河瀬信治	1376
エレベータによる火災時避難.....三矢周夫・今出重夫・寺山佳佑・和泉陽平	1382
自動窓ふきシステム.....中野大典・奥田安男	1387

《普通論文》

DR 形負荷時タップ切換器.....樋口 昭・堤 長之・葭井俊男・正岡功二	1393
軽合金用整流式機動形点溶接機と溶接現象(Ⅱ).....山本利雄・奥田滝夫・稲田幹夫・中谷亘美・原 且則	1399
励磁パラメータによる磁化条件の規定.....土屋英司・池田英男・真継泰典	1405
レーザマイクロプローブによる金属試料の微小部分の分析.....倉本一雄・吉留昭男	1410
農林産物のガンマ線照射による害虫駆除.....津田栄一・山本 明・三富至道・山本守之・水品知之	1416
数値制御用プログラミング言語M-APT.....水野忠則・小浦泰三・吉田利夫	1423

《技術講座》

据付工事者のための超高層ビルにおけるエレベータの据付工法ガイド.....朝野泰平・井田知充	1430
キャラクタディスプレイ(1).....大川清人	1436

《特許と新案》

1392

タイムスイッチ・中性子回折装置

《表紙》

超高層ビルと高性能エレベータ

写真は最近、相次いで竣工した新宿副都心の超高層ビル群と、その中のエレベータの頭脳に相当する群管理回路のICカードを示している。

京王プラザホテルのみで孤高を誇っていた副都心も、今年に入って新宿住友ビル・国際電々ビル・新宿三井ビルが次々と完成し、ようやく副都心らしくなってきた。計画としては、今後この地区に50階クラスの超高層ビルがなお5～6棟建設されることになっており、エレベータメーカにとって大きな楽しみを残している。

超高層ビル用エレベータは現今の電気・電子工学の先端技術を駆使しており、高度の群管理ソフトウェアとそれを実行するハードウェアの良否はエレベータの価値を左右する位重要で、各メーカ激しく腕を競い合っている。

新宿住友ビルのエレベータは単に速度が世界最高速の540 m/minであるだけでなく、群管理機能の面においても世界の水準を抜く高度な製品で、訪れる欧米の専門家の評価も極めて高いものである。





SPECIAL EDITION — ELEVATORS

CONTENTS

SPECIALLY COLLECTED PAPERS

Speed Control and Safety Equipment for 540 m/min Elevators	
.....Toshiaki Ishii, Eiki Watanabe, Takeo Kanamatsu, Yasuhiko Ozawa, Kazushi Kunii	1349
Noise and Vibration Prevention for 540 m/min Elevators	1354
.....Katsuhiko Suzuki, Mineo Seiriki, Hideharu Tanaka	
The O. S. System-700, a New Group Supervisory System for Elevators	1357
.....Hirohisa Shinozaki, Yasuhiko Ozawa	
Aseismic Design Considerations for Elevators	1360
.....Kazutoshi Ota, Masaatsu Okura, Sadayuki Otomi	
Extra-High-Capacity Freight Elevators	1364
.....Takuzo Ito, Masataka Shinoda	
The Development of an Improved Hydraulic Elevator	1368
.....Takatoshi Yamagami	
Two-Speed Escalators for Public Transportation Facilities	1371
.....Hiroshi Tachikawa	
Automation of Drafting for ELEPET Standard Elevators	
.....Hiroki Nitta, Hiroshi Miyazaki, Yoshio Maruyama, Shinji Kawase	1376
The Use of Elevators for Fire Evacuation of High-Rise Buildings	
.....Chikao Mitsuya, Shigeo Imaida, Keisuke Terayama, Yohei Izumi	1382
An Automatic Building Cleaning System	1387
.....Daisuke Nakano, Yasuo Okuda	

TECHNICAL PAPERS

The Type DR On-Load Tap Changer	
.....Akira Higuchi, Nagaaki Tsutsui, Toshio Yoshii, Isatsugu Masaoka	1393
A Rectifier-Type Mobile Spot Welder for Aluminum Alloy, Part 2: The Welding Phenomena It Produces	
.....Toshio Yamamoto, Takio Okuda, Mikio Inada, Nobuyoshi Nakatani, Katsunori Hara	1399
A Magnetic Parameter for Determination of Magnetization Condition	
.....Hideshi Tsuchiya, Hideo Ikeda, Yasunori Matsugi	1405
Spectrochemical Microanalysis of Metal Samples with a Laser Microprobe	1410
.....Kazuo Kuramoto, Akio Yoshidome	
Disinfestation of Agricultural Products by Gamma Ray Irradiation	
.....Eiichi Tsuda, Akira Yamamoto, Yoshimichi Mitomi, Moriyuki Yamamoto, Tomoyuki Mizushima	1416
The M-APT Programming Language for Numerical Control	1423
.....Tadanori Mizuno, Taizo Koura, Toshio Yoshida	

TECHNICAL LECTURES

Installing Skyscraper Elevators	1430
.....Yasuhira Asano, Tomomitsu Ida	
Character Display (Part 1)	1436
.....Kiyoto Okawa	

PATENTS AND UTILITY MODELS

1392

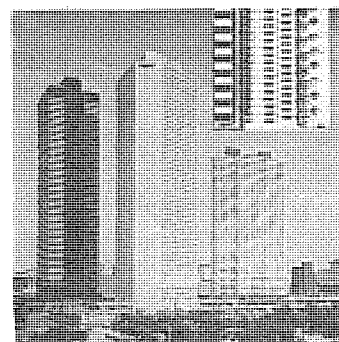
COVER

Higher Speed and Performance from Skyscraper Elevators

The cover shows skyscrapers in the newly developing business district in Tokyo's Shinjuku Ward, and an IC card typical of those used in elevator group supervisory systems.

These systems, no less than the actual elevators and associated equipment, require application of the most advanced electrical and electronic technology, and competition for leadership in this field is intense.

The Mitsubishi elevators installed in the Shinjuku Sumitomo Building (center) run at 540 meters per minute, a speed unsurpassed anywhere. The sophistication of their group supervisory function has drawn interest from elevator specialists all over the world.



UDC 621.876.078:62-759

新宿住友ビル納め世界最高速エレベータの 速度制御装置と安全装置

石井敏昭・渡辺英紀・兼松健夫・小沢靖彦・国井和司

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1349～1353

超高層ビルでは必然的にエレベータの高速化・高性能化が要求される。当社ではこの要求に答えて新しくTFH速度制御方式を開発、新宿住友ビル納入の世界最高速540m/minエレベータに適用、順調にか(稼)動中である。この方式の特長は、速度制御装置の完全静止化と、高さ方向の縮減に成功したDMSH形セレクトを採用したことであるが、ほかにも安全に運転するための数々の装置を開発した。また、信頼性については特に信頼性プログラムに従って工場生産・据付・保守の各段階にわたって十分確認を行った結果、非常に良好な成績が得られた。

UDC 621.876.078:69.026

超大形荷物用エレベータ

伊藤拓三・篠田昌孝

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1364～1367

物流(物的流通)をとりまく環境は、近年大きな変革を遂げつつある。トラック輸送の飛躍的發展は国内輸送の大部分を占めるに至っており、また土地の異常な騰貴から物流の接点である集配センタ、営業倉庫などの高層化が進んでいる。

本文では、取扱い品目が特定しないため、専用荷役システムを採用するのが困難な一般の高層営業倉庫などで、荷役効率を画期的に改善でき最近注目をあつめている、大形トラック運搬用エレベータを主体にして、定格積載量が従来の数倍に及ぶ超大形荷物用エレベータについて、その特長・特殊要目の概要を2～3の実施例にふれて説明する。

UDC 621.876.078:693.55.026

新宿住友ビル納め超高速エレベータの振動、騒音対策

鈴木克彦・勢力峰生・田中英晴

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1354～1356

我が国におけるビルの高層化の傾向は、近年特に著しいものがあり、そこに設置されるエレベータも輸送効率上、高速のものが要求される。エレベータに限らずすべての乗物は、高速化によって振動・騒音の発生が顕著になるが、特に狭い昇降路を走るかごでは、速度のべき(冪)乗的に影響が現れ、乗客に対し不快感を与えるものとなる。当社では、世界最高速を誇る新宿住友ビル納め540m/minエレベータに対し振動防止・騒音防止・快適換気を目的として、新技術を各部に取入れ高速を高速と感じさせない優れた乗りごちを得ることができた。本文では具体的な乗りごち改善策について述べる。

UDC 621.876.078

HVB方式油圧エレベータの開発

山上孝俊

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1368～1370

油圧エレベータは、電動ロープ式エレベータと異なり、機械室を昇降路頂部に設置しなくてもよく、また建物に作用する荷重が小さいという特長を持っている。このたびこれらの特長を踏まえたHVB方式油圧エレベータを完成したので報告し御参考に供する。これは新開発のHVB形油圧パワーユニットを適用しており、機械室所要床面積が従来品の約半分でよく、高い使用ひん度の過酷な運転にも常に安定した良好な運転特性だけでなく更に消費電力が従来品に比べて5～10%減などの特長を持っている。

UDC 621.876.078:69.026

新全自動群管理方式エレベータ—O.S.システム-700—

篠崎裕久・小沢靖彦

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1357～1359

O.S.システム-700は三菱電機が昭和48年3月三菱本館ビルにその第1号機を納めて以来、ビジネスアワーにおける実質的待ち時間と、心理的待ち時間の短縮を同時に実現した最初のエレベータとして江湖の好評を博し、既に30数台が好評裏に営業運転に入っている。ここでは我が国屈指の超高層を誇る新宿住友ビルに納入したO.S.システム-700を対象にその考え方と、新宿住友ビルに採用された災害時管制運転、救出運転について概説する。

UDC 621.876.065

都市交通機関用エスカレータ

立川 宏

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1371～1375

近年、都市の高密度化に伴い、都市交通はますます立体化を余儀なくされるに至った。鉄道は衆知のように地下、地上、高架と幾重にも立体化され、しかも地下鉄が相互に2重あるいは3重にも交差し、新計画路線ほど深くなる。したがってそれら相互の乗換え連絡、乗降客誘導、出札、改札口とプラットホームの連絡など、乗客サービスの質の向上と混雑整理、あるいは福祉指向社会にとってエスカレータは不可欠な設備となってきている。

本文では、これら都市交通機関用エスカレータにとって必要とされる機能、及び当社エスカレータの特長について、特に、輸送能力を向上させるための高速運転可能な2段速度エスカレータを中心に概説する。

UDC 621.876.078:62-752

エレベータの耐震設計の考え方

太田和年・大蔵正篤・大富貞行

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1360～1363

エレベータの安全性の重要な1項目として、地震発生時の耐震性の問題がある。この問題は、1971年のアメリカ・サンフェルナンド地震でエレベータが大きな被害を受けて、社会的にクローズアップされてきた。その後我が国では、近い将来南関東とか東海沖などで大地震の発生が予想されている折から、これまでのエレベータの耐震基準を再検討しようという動きが出てきている。

本文では、エレベータ耐震設計について、基本的な考え方、当社及びエレベータ業界のこれまでの考え方、更には今後の考え方の主流となるであろう動的耐震設計の考え方などについて概説した。

UDC 621.876.078

“エレベット”設計製図の機械化

新田弘毅・宮崎 博・丸山祥男・河瀬信治

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1376～1381

当社の規格形エレベータ“エレベット”は、発売以来需要拡大の一途をたどるとともに、市場動向に応じて機種系列の見直し、デザインの変更などを繰り返してきた。エレベットの設計・製図の機械化は、こうした需要の拡大と情勢変化に対して、極めて柔軟に対応できるよう長期にわたる研究・開発期間を経て完成された。

その一つは、建築及び据付工事に不可欠なエレベータ据付図・穴明図の自動設計製図システムであり、ほかの一つは、客先仕様を基に、製造及び据付に必要な情報を自動作成する設計手配システムである。本文では、これらシステムの概要と特長について述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1364~1367
UDC 621.876.078:69.026

Extra-High-Capacity Freight Elevators

Takuzo Ito et al.

In areas where trucking is a major factor in land transport, and where land prices are excessive, there is a tendency for truck depots and warehouses to be of multistory construction. In general purpose warehouses handling a wide variety of materials, the design of specific cargo handling systems presents a multiplicity of problems. The characteristics of elevators for truck cargo handling, with capacities several times larger than heretofore, are presented, and several actual installations are described.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1349~1353
UDC 621.876.078:62-759

Speed Control and Safety Equipment for 540m/min Elevators

by Toshiaki Ishii et al.

The thyristor-field elevator speed control system has been developed to meet the needs of higher speed and performance elevators, and is currently demonstrating satisfactory control of the 540-meter-per-minute elevators in the 52-story Shinjuku Sumitomo Building.

The main feature of the TFH system is the DMSH speed controller, in which relay contacts are replaced by all-static switching, resulting in reduction of the control room vertical dimensions. Also, a number of devices for assurance of operational safety have been developed, and the organization of handling from factory assembly through installation and maintenance reflects an integrated reliability program, including improved precision of both speed control and landing.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1368~1370
UDC 621.876.078

The Development of an Improved Hydraulic Elevator

by Takatoshi Yamagami

The hydraulic elevator, unlike the sheave suspended type, does not require the machine room to be located above the hoistway, with a resulting reduction in building structure loading, but machine rooms, on the other hand, have been larger. Development of a new and improved Hydraulic Variable-Bypass speed control unit, however, has effected a reduction of approximately 50% in machine room area requirements. The new HVB system not only demonstrates consistently good, stable performance, even at high duty factor, but also effects electric power savings of 5~10% in comparison with conventional equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1354~1356
UDC 621.876.078

Noise and Vibration Prevention for 540m/min Elevators

by Katsuhiko Suzuki et al.

Higher speeds tend to produce increases in noise and vibration in all people-movers, but the problems are especially severe in elevators, which, operating in a confined hoistway, are more prone to passenger discomfort. The technology for preventing noise and vibration, and also ventilation technology, have been applied in order to eliminate the sensation of high speed motion, and thus improve riding comfort.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1371~1375
UDC 621.876.065

Two-Speed Escalators for Public Transportation Facilities

by Hiroshi Tachikawa

Increasing urban population densities have brought forth, along with expansion of surface and elevated transport, a steady increase in multi-level subway stations. The attendant problem of vertical transfer traffic, with longer climbs to and from ticket gates, has resulted in a vital need for escalators, to improve passenger service and comfort.

One approach to alleviating this shortcoming would be adjustable speed escalators, operable at top speed during peak traffic periods, for maximum capacity while maintaining ample safety margin, and at normal speeds during off peak hours.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1357~1359
UDC 621.876.078:69.026

The O.S. System-700, a New Group Supervisory System for Elevators

by Hirohisa Shinozaki et al.

Since delivery of the first O.S. System-700 installation to Tokyo's Mitsubishi Building, in March 1973, more than thirty elevators have been installed using this new group supervisory control system, which is the first to achieve a real reduction in waiting time, together with the important aspect of reducing the tendency to impatience of waiting users.

The installation in the 52-story Shinjuku Sumitomo Building is taken up as representative, with particular reference to the disaster-supervision and evacuation operating modes.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1376~1381
UDC 621.876.078

Automation of Drafting for ELEPET Standard Elevators

by Hiroki Nitta et al.

In a growingly sophisticated market, model and design variations are increasingly needed, even for so-called standard products. A long term R&D program has now borne fruit, in the form of two new systems for automation of design-drafting for ELEPET standard elevators, enabling a wider flexibility of response to customer requirements. One of these involves the automatic translation of customers' specifications into the format required for manufacture and installation of the elevators; the other concerns automated production of the manufacturing drawings, installation plans and templates.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1360~1363
UDC 621.876.078:62-752

Aseismic Design Considerations for Elevators

by Kasutoshi Ota et al.

The importance of aseismic characteristics in elevator design was given international exposure by the considerable damage to elevators that resulted from the 1971 San Fernando earthquake in the United States. In Japan, the ever present possibility of a large scale seismic disturbance has prompted a re-evaluation of standards for earthquake resistance.

Basic concepts of elevator aseismicity are discussed, along with the thinking of Mitsubishi Electric and the industry at large, as well as an outline of the principles of dynamic aseismic design, which are expected to become the basis for future thinking in this field.

UDC 621.876

エレベータによる火災時避難

三矢周夫・今出重夫・寺山佳佑・和泉陽平

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1382～1386

最近、建物の防災について各方面で検討されているが、超高層ビルにおける火災時の避難を考えると、階段による数千人の避難は時間もかかり、危険も多いことが推測できる。一方、人間の習性として、緊急時には日常使い慣れたエレベータを避難路として殺到する傾向が強いことも推定されている。現在、エレベータを火災時の避難に利用することは認められていないが、本文はビル防災システムとの緊密な連絡のもとにエレベータを運転制御し、またその安全を確保するための建築面、設備面における対策をトータルシステム化の見地から検討し、エレベータを安全な避難手段とするための試案について述べたものである。

UDC 621.313:69.059

自動窓ふきシステム

中野大典・奥田安男

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1387～1389

土地の有効利用に起因した超高層ビルの建築ブームを迎え、建物の外面清掃が居住環境の向上、危険作業の排除及び省力化の面から大きな関心事となってきた。当社では、いち早くこの点に着目し調査、研究を進めるとともにこの種システムの先駆者である、アメリカのアルパナ社と技術提携をむすび、今年完成した新宿住友ビル(52階、200m)を含め、既に4セットの製作及び納入を完了した。本文は、このシステムの概要を紹介するとともに、建物清掃の現状と問題点、今後の課題などにつき述べる。

UDC 621.316.54:621.3.016

DR形負荷時タップ切替器

樋口 昭・堤 長之・葭井俊男・正岡功二

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1393～1398

変電所用地・工場用地の取得難や省資源化・省力化の要請から、電力用配電用変圧器・工業用受電用変圧器には、小形軽量化・省保守化の必要性がますます高まりつつある。この情勢に照らし、当社ではこのたび77kV、20/26MVA以下の変圧器に適したDR形負荷時タップ切替器を自主技術で開発した。このDR形は、従来のものと同様、埋込形抵抗式回転形タップ切替器であるが、小定格に準じて小形・軽量化されたうえ、ローラコンタクトを採用することによって切替えメカニズムと接点配列が、徹底的に合理化・単純化されており、このため、動作信頼度が一段と増し、保守点検が非常に簡素化されるなどのメリットを持っている。

UDC 621.791.76

軽合金用整流式機動形点溶接機と溶接現象(II)

山本利雄・奥田滝夫・稲田幹夫・中谷亘美・原 且則

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1399～1404

前報で紹介した三相整流式点溶接機を用いて、板厚が非常に異なる厚板アルミニウム合金に点溶接の適用を計った。

3+9mmのアルミニウム合金を点溶接する場合、適正なナゲット形状を得るためには、従来の短い通電時間で溶接する方式では困難であり、通電時間を長くする必要がある。ナゲットに発生する内部欠陥を防ぐためには鍛造加圧力・加圧おくれ時間・ディケイ電流を適正に制御する必要がある。また、適正な溶接条件を用いることにより、内部品質・溶接強度及びそのばらつきなどのすべてがJIS規格を満足する良好な結果が得られることを明らかにした。

UDC 621.317.4

励磁パラメータによる磁化条件の規定

土屋英司・池田英男・真継泰典

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1405～1409

交流磁化特性測定で問題になる、磁化条件を定量的に規定する方法について研究した結果を述べる。1次側全抵抗の電圧降下と、コイルの誘導起電力の比から励磁パラメータ(K)と名付けるものを案出し、磁化回路をアナログ計算機によりシミュレーションし、このパラメータと磁束、及び磁化力波形の関係について解析を行った。その結果、(1)磁束正弦波条件を満たす励磁パラメータの範囲は、磁化特性の違いにかかわらず $K \geq 1.5$ である。(2)磁化力正弦波条件を満たす励磁パラメータと最大微分透磁率(μ_d)の積は、磁化特性の違いにかかわらず $K\mu_d \leq 0.016$ であり、この場合は最大微分透磁率も考慮に入れる必要があることを明確にした。

UDC 543.42

レーザ マイクロプローブによる金属試料の微小部分の分析

倉本一雄・吉留昭男

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1410～1415

レーザマイクロプローブによる発光分光分析法について、金属試料の定量分析を目的とした基礎的検討を行った。

ネオジムガラスレーザによるノーマルパルスと補助スパークを併用した2段励起法を種々の純金属、鉄鋼試料に適用し、レーザ出力、試料の消耗及びスペクトル線強度の関係を検討する過程で、個々のスペクトルの強度の空間分布に興味ある違いを見出した。

このことが写真測光法において同時分析を行うには問題となるため、これを避ける一方法として光電測光法との併用を試み、鉄鋼標準試料を用いて検量線を作成し、良好な結果を得た。

UDC 621.039.83[632.7]

農林産物のガンマ線照射による害虫駆除

津田栄一・山本 明・三富至道・山本守之・水品知之

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1416～1422

果実、野菜、貯蔵穀類及び木材の害虫駆除には、従来から薬剤が用いられてきている。しかし、殺虫剤使用による公害や、作業者への直接の危険などから、これに代わる方法が種々検討されており、放射線の利用も有力な手段として研究されている。ここでは、果実につくミバエの駆除と輸入木材についたキクイムシの殺虫に適用する例を紹介する。いずれの場合もCo-60のガンマ線照射による不妊化を利用している。しかしながら、前者は特定地域にせい(棲)息する虫を、後者は木材1本ごとにひそむ虫を対象とするので、殺虫の仕組みは異なってくる。また、照射施設も、前者は比較的小規模の実験室的構成でよいが、後者はプラントとしての機能が必要となる。

UDC 681.142.01:007.3

数値制御用プログラミング言語M-APT

水野忠則・小浦泰三・吉田利夫

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1423～1429

数値制御工作機械の指令テープを得るための自動プログラミングシステムとしては、APTが有名で広く使用されているが、大形電子計算機でないと処理できない欠点がある。M-APTは、三菱電機で開発された対話形小規模APTで、APTの機能を2/3次元輪郭切削用に限定したものである。使用可能な計算機は、ミニコンピュータMELCOM 70及びMELCOM 9100-30/30Fである。

この論文では、M-APT開発にあたっての基本的な考え方、M-APT言語仕様、M-APTプロセッサの内部処理方法を述べている。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1405~1409
UDC 621.317.4

A Magnetic Parameter for Determination of Magnetization Condition

by Hideshi Tsuchiya et al.

A study of quantitative measurement methods of the aspects of magnetization that are salient to AC magnetic characteristics was made, to establish a magnetic constant (designated K), representing a ratio of the voltage across the overall resistance, and the emf induced in a primary connected coil. Using a magnetic circuit simulated by an analog computer, the relation between the parameter K and the magnetic flux (or equivalent current) was analyzed.

Results showed that: 1) Magnetic flux sine wave condition is satisfied when $K = 1.5$; 2) Magnetizing force sine wave condition (current) is satisfied when the product $K \times \mu_p = 0.016$, where μ_p is the differential permeability. The above criteria are applicable irrespective of magnetic characteristics; however, the value of μ_p max. must be considered.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1401~1415
UDC 543.42

Spectrochemical Microanalysis of Metal Samples with a Laser Microprobe

by Kazuo Kuramoto et al.

Basic research on emission spectrochemical analysis was conducted, with the objective of quantitative analysis of metal samples.

Cross excitation of normal pulse and auxiliary spark from an N-doped glass laser was applied to a variety of pure metal and steel samples, for investigation of relationships of laser output energy, sample erosion and spectral line intensity. In the process, interesting variations were noted in the individual line spacial distribution.

In view of the difficulty of instantaneous analysis if photographic photometry is used, photoelectric photometry was selected, and by this method, excellent analytical curves were constructed for standard steel alloy test pieces.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1416~1422
UDC 621.039.84(632.7)

Disinfestation of Agricultural Products by Gamma Ray Irradiation

by Eiichi Tsuda et al.

Chemical treatment has been relied on for disinfestation of fruit, vegetables, stored grain and lumber, but the concomitant pollution and direct hazard to personnel have led to a search for other methods. Irradiation promises to provide the answer, and its application to fruit fly and wood borer infestation is described. Both applications employ the principle of sterilization by cobalt-60 gamma irradiation, but in the first case the objective was total disinfestation of a given area, while in the second it was to kill insects hidden in single logs. Thus the equipment differs, in that the first case required only a relatively small experimental apparatus, but the second required a full scale plant.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1423~1429
UDC 681.142.01:007.3

The M-APT Programming Language for Numerical Control

by Tadanori Mizuno et al.

The automatically programmed tools (APT) language is well known and widely used in automatic programming of instruction tapes for numerically controlled machine tools. A major adverse feature, however, is the requirement of a large computer.

Mitsubishi Electric has developed a small scale dialog APT, the M-APT, for circular milling in 2½ dimensions, which can be used with the MELCOM 70 and MELCOM 9100-30/30F minicomputers.

The basic concepts relating to the development of the M-APT language are presented, together with the M-APT specifications and a description of the operation of the M-APT processor.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1382~1386
UDC 621.876

The Use of Elevators for Fire Evacuation of High-Rise Buildings

by Chikao Mitsuya et al.

In case of fire in a high-rise building, evacuation of several thousand occupants via stairways is obviously both slow and dangerous. Being creatures of habit, people can be predicted, in time of emergency, to gravitate to the elevators which are their normal means of movement, even though at present official practice does not recognize elevators as a mode of emergency evacuation.

The operation and control of elevators is discussed as part of a total system that includes aspects of equipment and construction that will assure safety, with suggested ways in which elevators can become a safe means of evacuation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1387~1389
UDC 621.313:69.059

An Automatic Building Cleaning System

by Daisuke Nakano et al.

As buildings rise higher to provide more efficient land utilization, the problem of keeping them clean has merited close attention, both aesthetically, and from the viewpoint of the hazardous work involved, which should be eliminated or automated.

An automatic system has been developed, on the basis of a technical agreement with Alpana Aluminum Products Inc., and four installations have been made on high-rise buildings, including the recently completed 52-story, 200-meter-high Shinjuku Sumitomo Building.

A description of the equipment, and a discussion of some of the conditions and problems of building cleaning are presented, together with some questions concerning future developments.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1393~1398
UDC 621.316.54:621.3.016

The Type DR On-Load Tap Changer

by Akira Higuchi et al.

Scarcity of land for substations and factories, plus demands for conservation of energy and resources, intensify the need for reduction of size, weight and maintenance requirements of power distribution and factory feeder transformers. The Type DR on-load tap changers for transformers up to 77kV 20/26MVA, while basically conventional in being built-in, rotary, resistive types, offer considerable advantages in being lightweight and compact, as befits their low rating. They also feature a radically improved and simplified switching mechanism and contactor arrangement, mainly due to the adoption of roller contacts, giving significant improvement of both operating reliability and maintenance requirements.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, pp. 1399~1404
UDC 621.791.76

A Rectifier-Type Mobile Spot Welder for Aluminum Alloy, Part 2: The Welding Phenomena It Produces

by Toshio Yamamoto et al.

Aluminum plates of greatly varying thickness were welded using the three-phase rectifier-type mobile spot welder described in Part 1 (Mitsubishi Denki Giho: Vol. 48, No. 12, 1974, pp. 1321) to determine its suitability for such duty.

It was found that in welding 3 + 9mm aluminum plates, it was difficult to obtain the appropriate nugget shape at conventional short welding times, and the welding time was accordingly lengthened. To prevent internal defects in the nuggets, forge force, forge delay time and decay current had to be appropriately controlled. Such control produced welds of sufficient internal quality, strength and uniformity to satisfy Japanese Industrial Standards (JIS) requirements.

UDC 621.876.078/693.55.026

据付工事者のための超高層ビルにおける エレベータの据付工法ガイド

朝野泰平・井田知充

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1430～1435

建築物の高層化とともに、これらに設置されるエレベータ群も、ますます高速・高揚程化の傾向が著しくなっているが、高速化は据付工事面で各所に厳しい精度を要求し、高揚程化は据付工法そのものに変革を求めている。

当社は今日ある事を予測してその対応に十年余の時間を費やしており、その成果は既設の超高層ビルで十分発揮されているが、今回新宿住友ビル向けとして定格速度540m/minという世界最高速を誇る乗用エレベータの完成を見たので、この経過を参考として、超高層ビルにおけるエレベータ据付工事の概要を紹介する。

UDC 681.327.12

キャラクタディスプレイ(I)

大川清人

三菱電機技報 Vol.48・No.12・P1436～1440

この講座では、幅広くキャラクタ ディスプレーというものを知っていただくために、各種ディスプレイ、及び関連する技術をできるだけ広範囲に取りあげ、総括的なものから詳細な技術面まで含めて3回にわたりキャラクタ ディスプレーの解説を行う予定である。

今回はその第1回目で、総合的にキャラクタ ディスプレーを分析し、特長・基本構成・種類・用途などを明らかにしようとしている。引きつづき、次回以降に下記の内容を予定している。

第2回 各キャラクタ ディスプレーの構成及び用途

第3回 キャラクタ ディスプレーの動作、及びシステム構成

新宿住友ビル納め 世界最高速エレベータの 速度制御装置と安全装置

石井 敏昭*・渡辺 英紀*・兼松 健夫*・小沢 靖彦*・国井 和司*

1. ま え が き

我が国においても近年超高層ビルが続々と建てられ、特に新宿副都心には昭和46年に完成した京王プラザホテルを始めとして、国際電ビルなど多数が建設されている。これらのうち新宿住友ビルには世界最高速の540 m/min エレベータを4台納入し、その高性能と高信頼性は好評を博している。

以下に540 m/minの世界最高速エレベータの速度制御装置と安全装置を紹介する。

2. 速度制御装置

エレベータが高速・高揚程化してくると、昇降に伴って発生する気圧変化により乗客は不快感を感じるようになる。当社では先にどの程度の揚程・速度まで乗客が不快感を感じないかをシミュレートする実験を行い⁽¹⁾、揚程400 m、速度550 m/minまで十分実用になるというデータを得た。このエレベータの場合、揚程約180 m、速度540 m/minであるから十分上記実用範囲に入るが気圧変化の影響よりもむしろ高速化に伴って別稿で扱う横振動・風音のほか縦振動及び安全性・信頼性に対する配慮が必要であることが分かった。我々は、これらについて十分な事前検討を行った結果、数多くの改良により従来の360 m/min級のエレベータに比べて何ら乗心地を損なわず、しかも高性能で信頼性、安全性の高いエレベータを完成した。

2.1 速度制御方式

高速・高性能エレベータの具備すべき条件としては先に本誌⁽¹⁾にその詳細を述べたので、要旨だけをまとめると、

- 戸閉・戸開時間が短く、起動時のむだ時間のないこと
- 乗心地よく最短時間で走行すること
- 停止ショックがなく、着床精度のよいこと
- 信頼性と安全度の高いこと
- 静粛で振動なく意匠的にもすぐれていること
- 据付上の制約の少ないこと

などが要求される。

今回超高速・高揚程エレベータとして新しくTFH速度制御方式(ダイヤグライドGL方式)を開発した。その開発にあたり上記を満足することはもちろん、特に次の点に留意した。

(1) 安全性、高信頼度

超高速、高揚程エレベータでは事故が発生したときの危険性も高まる可能性があるため、特に安全性を重視しなければならないが、当社ではかねてより高速エレベータの安全監視について基本的検討を行ってきた結果、後述する安全回路方式を確立した。

更に速度制御装置の心臓部であるレギュレータは完全静止化することによって高信頼性、メンテナンスフリー化を達成することができ、特にシミュレーションによりレギュレータ各部の定数をあらかじめ工場で設定した結果、現場調整箇所が減少し、調整の信頼性が向上した。



図1. 新宿住友ビル全景

また、超高層ビル向けエレベータでは、ビルの建築工程に合わせてエレベータ自体をビルの建築工事用を使用することが多く、一般に我が国では諸外国の例と比較して大規模ビルの工期が短いことから、十分時間をかけて慣らし運転又はデバッグができないので、ビルの工完前後の初期信頼性が特に重要である。

当社ではこの点に留意し、初期不良期間を極力圧縮し、この期間の信頼性を高めるため部品、装置のスクリーニング、エージング及び現場における最終品質確認を、信頼性確認プログラムに沿って組織的に展開・実施した結果、初期及び実用期間中を通じて高信頼性を実現できた。

また、非常に際してサイドエジットを使用する救出活動が容易に行えるようにするため、セレクトをスチールテープで駆動することにより、従来昇降路に設けられていてサイドエジットを使用して救出するとき邪魔になったT.S.D(ターミナルスローダウン)用のスイッチ群のほとんどをセレクト内に収納するようにした。

なおスチールテープを使用したときTSDスイッチをセレクト内に収納することについては米国規格(American National Standard Safety Code)に規定があり、当社もこれに準拠してテープ破断検出スイッチなどの保護回路を設けて安全性について十分配慮している。

更に超高層・超高速エレベータに適用しても従来よりいっそう良い動特性をもち、限られたスペース内で信頼度高く信号・電力を伝送できる新しいケーブルを開発した。

(2) 高揚程になっても乗心地を損なわずしかも早いこと

エレベータの機械系は多くの固有振動数を持つばね-質量系であり、高揚程になるとロープ系のばね効果が著しくなり、固有振動数が低下してくるので応答速度を落とさない限り速度制御系が不安定になる。このような現象に対処するために当社では速度制御系自身がロープのばね効果の影響を受けぬよう工夫するとともに、ロープ系に最適なダンピングを与えるメカニカルダンパを開発した(特許出願中)。この

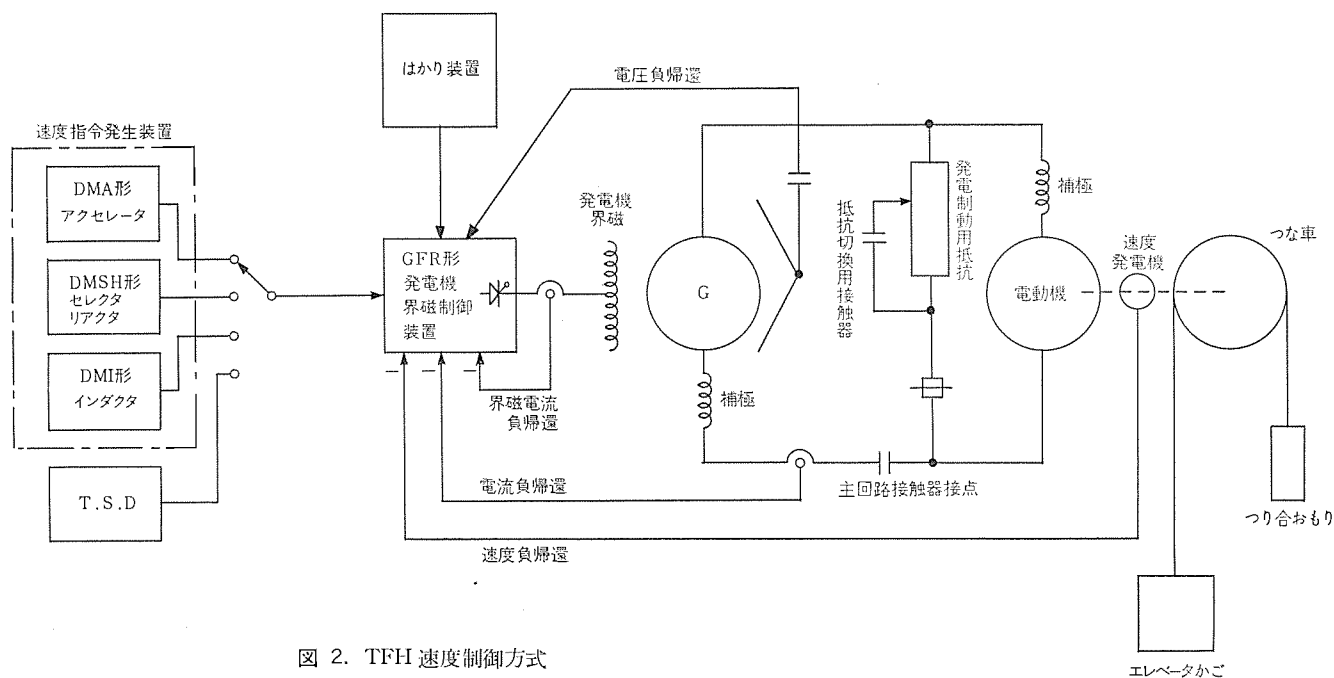


図 2. TFH 速度制御方式

ダンパの効果に対しては新宿住友ビル向けエレベータの定数につき、当社独自のBACS (Block Diagram Analogous Compiler System) プログラムを用いて高精度のデジタルシミュレーションを行いダンパ効果などを決定した結果、高揚程になっても運転時間を犠牲にすることなく良好な乗心地を実現できた。

また、高速化に伴い、速度制御範囲、機械系の慣性性能増大などの諸問題を解決して良好な乗心地と安定した着床を得るため、速度制御は一層高精度である必要があるため、高精度の速度発電機を速度検出用に採用した。

(3) 機械室、昇降路などの据付計画上の制約を減らすこと
後述のDMSH形セクタの採用によって、従来高層ビルではやむを得ず高くなりがちであった機械室高さに対する要求を大幅に緩和した。

また、従来のシンクログライド方式では電動機の機械的時定数が速度制御系の応答に直接関与するので、電機子の内部抵抗をある程度以上大きくできず、540 m/min用の電動機としては非常に体格が大きくなる欠点があった。我々は電動機の小型化のための最適制御方式としてコンピュータシミュレーション及び試験塔試験の結果、図2.のごとき電流負帰還方式が最適との結論に達した。この電流負帰還というマイナーループは、そのループの中に電動機の機械的時定数を包み込み、制御系の応答に無関係にしてしまうので、電機子の内部抵抗などに対する制限が大幅に緩和され、電動機を小型化することが可能になった。

図2.においては発電機の界磁回路の時定数をも補償するために、更に界磁電流負帰還回路をも採用している。

2.2 速度制御用機器

以下に、速度制御装置に使用した機器の主なものについて詳細に紹介する。

2.2.1 レギュレータ（発電機界磁制御装置）

この装置は2.1節(1)で述べたように、速度制御装置の心臓部であり、速度指令と速度発電機の両者を比較することにより発電機の界磁電流を制御するもので、次の各部より構成されている。

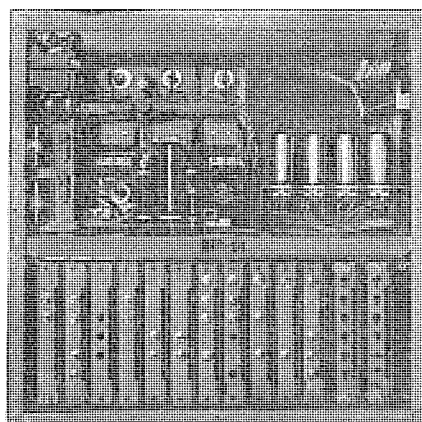


図 3. 発電機界磁制御装置

(1) サイリスタ増幅器部分

超高速エレベータ速度制御用増幅器は、特に出力電流零付近の特性が直接着床の様子及び精度に関係するので、入力対出力特性の線形性をよくする必要がある。更に正転と逆転の切換えをスムーズに行うため、この種の界磁制御器として本格的な構成である循環電流方式サイリスタ純ブリッジを採用している。

(2) 演算回路部分

演算増幅器としてはリニアICを用いているので、演算誤差、あるいはドリフトなどはほとんど無視でき性能のよい制御装置を構成でき、更に部品数を減少した結果信頼性を高めることができた。

(3) 電流センサ

帰還信号としての界磁電流、電機子電流を検出するものであるが、通常使用されているものは非常に大形であるので、特にエレベータ用として当社独自の小形で信頼性の高い磁気増幅器式電流センサを開発した。(特許出願中)

(4) 安全回路

安全回路は前述のように重要である。当社では速度制御装置の部品が万一故障しても、乗客が危険とならないよう万全の安全回路を用意した。

回路としては次の3種類であるが、これによってすべての部品の

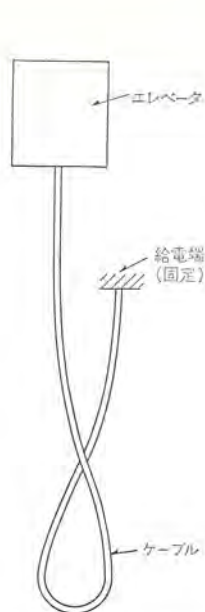


図 4. ケーブルの底部がねじれた状態



図 5. 従来の固定方法

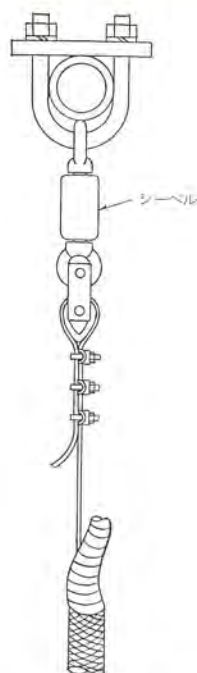


図 6. 改良した固定方法



図 7. DMSH 形セレクト及び巻上機

故障が検出され、乗客が危険とならぬことを BACS を用いたシミュレーション及び試験塔試験で確認した。安全回路が動作したときは原則として即時停止あるいは再起動不能であるが、かごが戸開可能ゾーンにいるときはかごの停止確認後戸を開き、かん詰めを防止するなどのキメ細かい配慮をしてある。(特許出願中)

(a) 過電流・過電圧検出回路

発電機電圧又は電流がある値以上になったことを検出するもの

(b) 磁気増幅器故障検出回路 (特許出願中)

(c) 速度指令・速度発電機電圧比較回路

速度指令と実際の速度がある値以上ずれたことを検出するもの。またこれらの安全回路自体の故障も考えられるので、エレベータの起動ごとに回路が正常であることを自動的にチェックするようにしているから、安全性・信頼性は非常に高い。(特許出願中)

2. 2. 2 速度指令発生装置

速度指令発生装置は、エレベータ速度が高速化するに応じて複雑高度な演算を必要とする。当社では早くから超高速エレベータ用の速度指令発生方式を研究し、エレベータの走行距離に応じて常に最適のパターンを選択し得る連続・最適パターン方式^{(1) (2)}を採用しているが、540 m/min エレベータ用として一層演算精度を向上、適用し、部分速の増加・揚程の増加にかかわらず良好な乗心地と迅速な運転を実現できた。

2. 2. 3 制御ケーブル

制御ケーブルは機械室の制御装置、盤類とエレベータかごとの間の信号授受・照明・ファン・とびらの開閉などのための電力の伝送を行う重要部分であるが、エレベータが高行程になる程、ケーブルが長大になり、昇降路内の限られたスペース内で機械的接触を起こさずに円滑に昇降させることがむずかしくなり、ケーブルの信頼性がエレベータ全体の信頼性に及ぼす影響も無視できなくなる。

すなわち、ケーブルは2層又は3層の多心より合わせ構造で、各線心のより合わせトルクの和が丁度打ち消すようにより方向及びより合わせピッチに工夫をこらしている。しかし完全にはトルクが打ち消されないのが実情で、ケーブルをつり下げたとき、アンバラストルクを吐き出す方向にケーブルがねじれ、図4. のようになる。このねじれ

量は、ケーブルの長さの2乗に比例するので、ビルの高さが2倍になれば、ねじれ量は4倍になりそれだけ超高速エレベータ用ケーブルはトルクバランスのとれたものが要求され、技術的むずかしさが増大し、時にはケーブル同志がからみついたり、昇降路機器に干渉するなどの不具合を生ずる。当社ではこの問題について、かねてより研究を行い、新宿住友ビル向けエレベータに対して以下に示すつり方の改善を行った。

図5. は従来のつり方であり、ケーブル両端末はケーブルの回転方向に対して固定されているので、上述のアンバラストルクが図4. のごとくU字状底部をひねる力を発生する。図6. は改善されたつり方で、シーベル（自在軸受）を用い、ケーブル端が自在に回転できるようにしたので(当社特許)、U字状底部をひねらずに真すぐに昇降させることができ、底部が回転することにより生ずる機械的接触に伴うケーブル損傷の危険性は全くなくなる。このほかにもケーブルの振れを抑えるプロテクタなどの対策を併せて実施し、ケーブルの信頼性を一層高めることができ、エレベータの故障率を減らすことができた。

2. 2. 4 DMSH 形セレクト

前述のように、新宿住友ビルに納入した第6バンク 540 m/min エレベータのセレクトは、連続最適パターンのよさを保持しながら、超高速高揚程エレベータに適した高さの低いセレクトキャビネットとするため、数年前から研究開発を進めてきた DMSH 形セレクトである。それは単にキャビネット高さを低減するにとどまらず、母体となった DMS 形セレクトの過去のか(稼)動実績を調査するとともに、保守作業についても検討した。DMSH 形セレクトの特長は次のとおりである。

(1) 揚程 250 m でセレクト高さは 2,750 mm

開発の第1目的が Low height selector であり、かごと同期して移動する同期子と呼びを検出する前進子の相対変位を差動歯車を介して差動移動台に採り出すことで達成した⁽¹⁾。その結果、揚程 250 m でもキャビネット高さを 2,750 mm とし得て、かつエレベータの定格速度と無関係に構成することができた。更に全定格速度にわたり同期子と前進子を共通にし、製造面はもちろんのこと保守面においても大きなメリットとなった。(以上特許出願中4件)

(2) 故障率の減少と保守周期の長期化を達成

高揚程エレベータでは、部品や装置の数が増し、保守の手間も増す傾向にあるので、現行機種故障モード、故障部位、故障部位とエレベータの故障との関連、予防保守の周期と内容などについて研究し、その結果を盛り込んで改善した。新宿住友ビルではオープン以来全く好調にか動している。これと同タイプのDMSH形セレクトの1号機が大阪大林ビル(240 m/min)に納入されているが、新宿住友ビルと同様に高い信頼性を発揮し、故障率の減少とともに所期のねらい通り保守周期の長期化の成果もあげつつある。(以上特許・実用新案出願中3件)

(3) 特殊仕様への適応性

DMSH形セレクトは、高揚程でも精度よくかごの位置を検出してセレクトを駆動するためスチールテープを使用しているが、スチールテープを昇降路内に敷設することができない特殊環境(例えば、直接風雨が吹き込むオープンタイプの昇降路、長大なタワー状建物で建物の揺れによりテープが昇降路壁に接する場合など)のときには、セレクト本体を変更することなくスチールテープ以外による駆動システムが考慮されている。また2,700 mm以下の階床間隔への適用や、急行階部分におけるセレクトのむだな動きを削除し実質的にセレクト高さを更に低下させるなど、一連の特殊仕様のための補助装置や補助システムを含めたファミリーとしてセレクトシステムを企画した。(以上特許・実用新案出願中4件)

このように超高速エレベータ用DMSH形セレクトは、差動歯車装置をバックラッシュの影響を受けないように駆使するという新しい構想と、従来製品の着実な改良の両者が結実してキャビネットは低く、信頼性は一層高くという目的を達成した。

3. 安全装置

エレベータが高速化されるにつれて、安全性に対する要求はますますたかまる。一方、その安全装置の設計においては、エレベータの運動エネルギーが著しく増加するため、従来技術では解決できない幾多の問題に遭遇する。

当社では、はやくから、超高速エレベータの安全装置の技術開発に着目し、鋭意研究を進めてきた。ここにその成果を結集し、世界最高速540 m/minエレベータ用として高い安全性と信頼性を備えた安全装置を完成した。

3.1 調速機

超高速エレベータでは、非常止め装置の制動エネルギーが膨大になることから、調速機のトリップ速度をできるだけ低くすることが望まれる。他方、避けにくいわずかな速度変動によって無用にトリップしてしまうことも回避しなければならない。

国内法規では、トリップ速度は定格速度の1.4倍以下に定められている。当社ではANSI規格A17.1など外国法規も参考にして、前述の事情を勘案し、定格速度300 m/minを超える超高速エレベータのトリップ速度は、かご用は定格速度の1.2倍、つり合おもり用は1.25倍とし、定格速度との比を中、低速エレベータより低くした。

したがって、超高速用調速機では特に、速度検出精度を高めかつ安定化するため、トリップ機構を低摩擦で経時変化の少ない回転接触

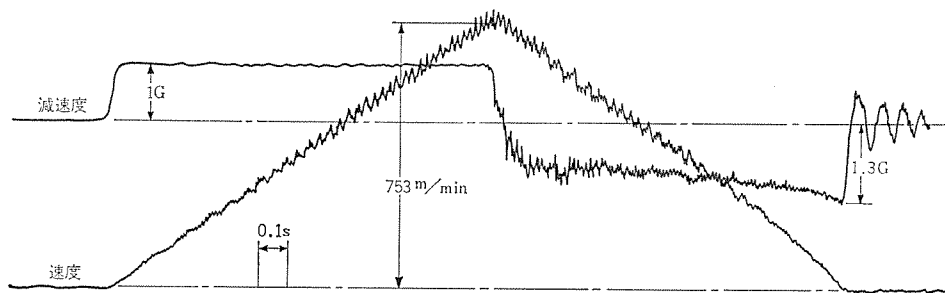


図 8. 超高速エレベータ用非常止め装置の減速特性

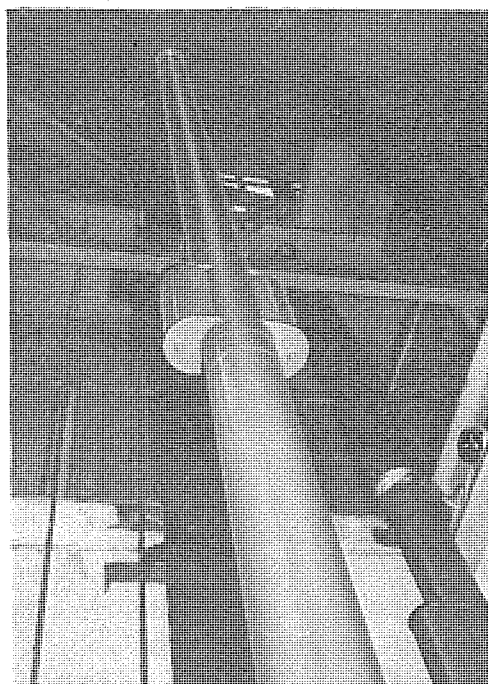


図 9. 試験中の超高速エレベータ用油圧緩衝器

方式(特許出願中)にし良好な結果を得た。

また、調速機がトリップして調速機ロープをは(把)握したときロープのしゅう(摺)動速度が非常に高いので、ロープを損傷したり、ロープ保持力が変動する傾向がある。この点を改良するため新しい特殊合金を採用した。試験の結果、動作速度750 m/min(定格速度600 m/min)まで使用してもロープをほとんど損傷せず、良好な摩擦特性を示した。

3.2 非常止め装置

非常止め装置はガイドレールにシューを圧着、しゅう動させて制動力を発生させる機構であるが、中・低速エレベータに使用している鋳鉄シューでは400 m/minを超える高速で動作させると、シューが摩擦熱で局部的に溶融し、ガイドレール面にかじりつくので、制動力の変動が大きくなる。特に、しゅう動の初めと終わりに制動力が瞬時的に増大し、乗客に与えるショックが大きくなる。停止ショックを最小にするために各種のシュー材料について制動試験を繰り返し、特殊合金によるシューを開発した。その結果、図8に示すとおり、750 m/minの超高速から動作させても、平均減速度0.8 G、最大1.3 Gと非常に安定した摩擦特性を得ることができた。

減速距離などの諸特性もANSI規格に合致しており、中・低速エレベータと同等以上の高い安全性をもって、定格速度600 m/minまで使用できる非常止め装置を完成した。

特性の改良のほか、つり合おもり側非常止めの平面寸法の縮小を

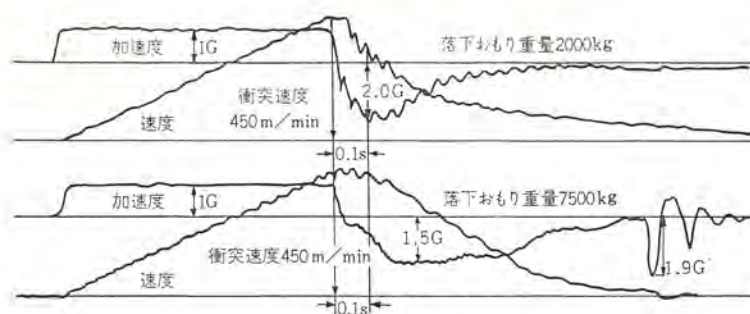


図 10. 超高速エレベータ用油圧緩衝器の減速特性

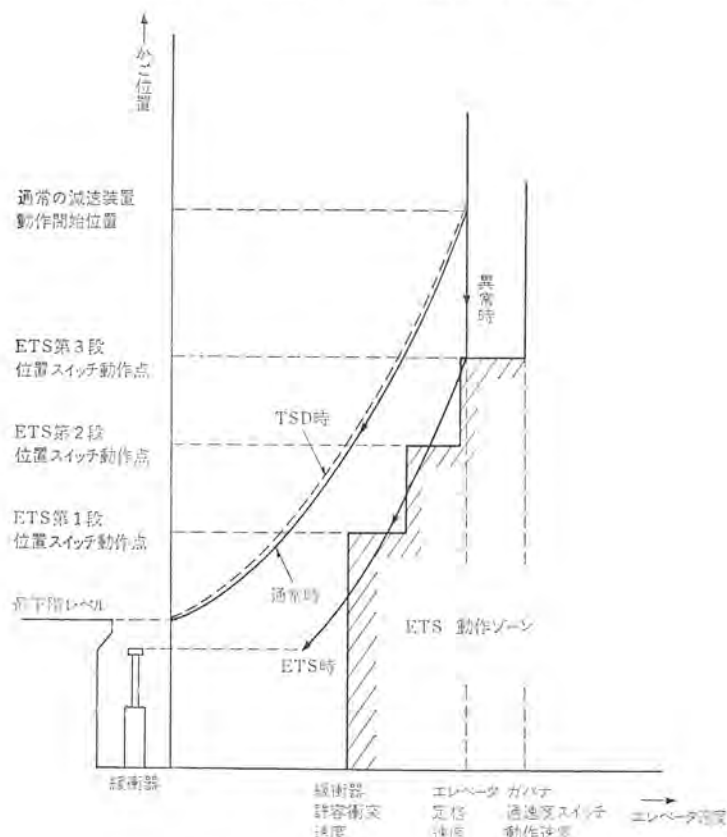


図 11. ETS 動作説明図

計った。超高速、超高行程 エレベータでは、巻上ロープやつり合ロープの重量増加により、通常のエレベータに比べ大容量の非常止めを適用する。したがって、つり合おもり側に非常止めが設けられる場合、その占有スペースがつり合おもりより相当大きくなり、昇降路の利用効率が悪くなる。新宿住友ビル納入エレベータのつり合おもり側非常止めは、わく(枠)体の構造を改良して、間口、奥行とも縮小し、昇

降路平面における占有面積を約30%縮小した。

3.3 油圧緩衝器及び終端非常減速 (ETS) 装置

ストローク 2,800 mm の大形油圧緩衝器 OBA-2800 形を開発した。この緩衝器は衝突速度 444 m/min まで許容できる。終端非常減速 (ETS) 装置を併用して定格速度 600 m/min までのエレベータに適用が可能である。したがって、この種の超高速エレベータに対して現実離れした過大なビット深さを必要とせず、ANSI 規格に準拠した安全性の高い緩衝器システムを確立した。

油圧緩衝器の開発で最も腐心するのは減速特性である。乗客が1名の場合から満員の場合まで、種々衝突重量が変化しても減速度のピーク値が大きくなるように設計する必要がある。当社ではコンピュータシミュレーションによる高速エレベータ用緩衝器の設計手法を既に確立しているが、この緩衝器はこの手法によって設計し試験結果は設計値と極めてよく一致した。

減速特性は図 10. に示すように許容最小負荷, 最大負荷とも、減速度のピーク値は 2.0 G 以下になり、ANSI 規格に合格することはもちろん、従来のものに比べ衝突速度が格段に高いにもかかわらず好特性が得られた。

また ETS 装置の動作については先に本誌⁽¹⁾に詳細を述べたが、今回は 540 m/minであることを考慮して非常時乗客にショックを与えない範囲で可能な限りエレベータを急速に停止させるために、従来実績のある発電制動を更に 2 段に切りかえる方式を採用した。(図 2.) 更に ETS の動作ゾーンは 3 段に検出し、誤動作に対して十分マージンを取った。(図 11.)

4. む す び

以上述べたごとく、この 540 m/min エレベータは高速・高揚程にマッチした高性能を保持しながら、高信頼度・高い安全性を実現した。

我々は乗用エレベータの次のステップとして更に高速、高行程化を含む新しい需要に応じられるよう広範囲な開発、研究を行っている。この一文によって三菱エレベータの現状に対して御理解を一層深めていただくことができれば幸いである。

参考文献

- (1) 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)
- (2) 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)

新宿住友ビル納め 超高速エレベータの振動、騒音対策

鈴木克彦*・勢力峰生*・田中英晴**

1. ま え が き

近年建物の高層化に伴い、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、このすう勢は今後更に発展していくものと考えられる。このようなエレベータには、従来機種では問題とならなかった、多くの技術的諸問題を解決しなければならない。

まず第1に高速にして、なお快適な乗りごちを確保するために振動、騒音及び換気などの問題解決が必要となる。エレベータが高速・高揚程化されるにつれてかご内の振動・騒音は著しく増大するが、その改善には困難な要素が多い。更にかご室の高度のしゃ音性を保ちながら外部の新鮮な空気をかご内へ送り込む換気方式を開発する必要があり、当社はこれらの諸問題について研究を進めてきたが、今回新宿住友ビル納めの540 m/minエレベータにこれら諸問題対策に新技術を結集した結果、振動・騒音及び換気問題を解決することができ快適な乗りごちを確保できた。ここにその概要を紹介する。

2. 振 動

2.1 横ゆれ

人体の振動に対する感覚は、水平左右方向に対して最も鋭敏である。エレベータが高速化すると横ゆれが大きくなり、乗客に極めて不快な感覚を与える。横ゆれの原因としては以下の3点が代表的なものである。

(1) ガイドレールの曲がり

超高層ビルの場合、ガイドレールの真直精度の維持が極めて困難となる。その上エレベータが高速化すると、ガイドレールの曲がりによるかごの加振力は著しく増大する。

(2) ロープの横振動

超高層ビルの場合、ロープの重量は極めて大となり、ロープ横振動の減衰性が失われ、かごへの加振エネルギーが大きくなる。

(3) かご上下に発生する風圧変動

高速走行時、昇降路のおうとつ(凹凸)によりかご回りの風圧が変動し、かごの横ゆれを生ずる。

それらの対策として、まずガイドレールの曲がりに対しては1本1本のガイドレールの加工精度を上げた。更に接合部での曲がり、段落を極力なくすため接合部に特殊形状を採用するとともに、入念な据付けを行った。次に摩擦減衰式吸振性を有する、320φロープを用いたロープガイドシューを開発した。このロープガイドシューはソフトな乗りごちを得るのが目的で、ロープのレールへの加圧力を可能な限り小さくした。またロープの真円度に対する加工精度を上げ、かつダイナミックバランスをとることにより高速回転に基づく振動を減少させた。更にロープの横振動については、ロープの適当な位置に振動の節を作ることによりかごへのロープ横振動の影響が小さくなることが知られている。そこで節を作る最適な位置を実験により検証し、ロープ横振動吸振装置(実用新案出願中)を開発した結果、ロープの横振幅を

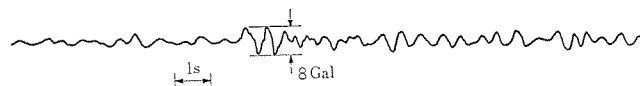


図 1. 540 m/min 走行時横振動加速度 オシログラム

約1/3に押さえることができた。またかごの風圧変動によるかご横ゆれの問題は、風の乱れの発生を抑制するため昇降路のおうとつをできるだけなくすとともに、後述する流線形カバーをかごの上下に装着することにより解決できた。更にかごの防振方法にも研究を重ね最適な防振係数を有する防振ゴムを選定した。その結果図1.に示すように水平加速度8 Gal以下という300 m/min級とほぼ同等の乗りごち性能が得られた。

2.2 縦ゆれ

エレベータの昇降行程が長くなると、かごをつっている巻上ロープも非常に長くなる。この巻上ロープは一つの弾性体(ばね)であり長さに反比例してばね定数が小さくなる。つまり高さ200 m級の超高層ビルではエレベータのかご・つり合おもり・巻上ロープ・コンペンロープからなる機械振動系の縦方向の固有振動数は非常に低くなる。このような固有振動数の低い系を従来なみの速応性で電氣的に制御することは制御上極めて不安定になり、縦ゆれの増大につながる。かと言って速応性を落とすと、エレベータの加減速度が緩慢となり、その結果輸送能力の低下を招く。この相反する問題に対し、当社では電気制御系の改善のほかに、機械振動系の減衰を増すことにより、従来以上の速応性と乗りごちを得ることに成功した。機械振動系の減衰は下記3箇所にオイルダンパをそう(挿)入することにより達成できた。(いずれも実用新案出願中)

(1) つり合車と建物との間

(2) かごと巻上ロープとの連結部分

(3) つり合おもりと巻上ロープとの連結部分

上記のダンパのほかにかごの防振装置にも最適な防振ゴムを採用し、優れた縦ゆれ防振方法を確立した。

3. 騒 音

エレベータが高速化されるに従い、かご回りの風速が大きくなる。その風の乱れにより空気力学的な騒音(風音)が発生するが、その風音エネルギーはエレベータ速度の約6乗に比例して増加するため、540 m/min程度になると、かご内騒音は風音に圧倒的に支配される。しかもその騒音レベルがかなり大きく、更にその低減対策が技術的に非常に困難なことから、風音対策は540 m/minエレベータの乗りごち改善にとって最も大きな問題であった。

この風音に関しては近年注目されている新しい学問分野であり、特にジェット騒音やプロペラ騒音などに精力的な研究がなされているが、風の乱れ場の状態など究明しがたいことから未解決の問題が数多い。

しかしながら当社は高速エレベータの風音低減の重要性にかんがみ、

表 1. 540 m/min エレベータ風音対策一覧

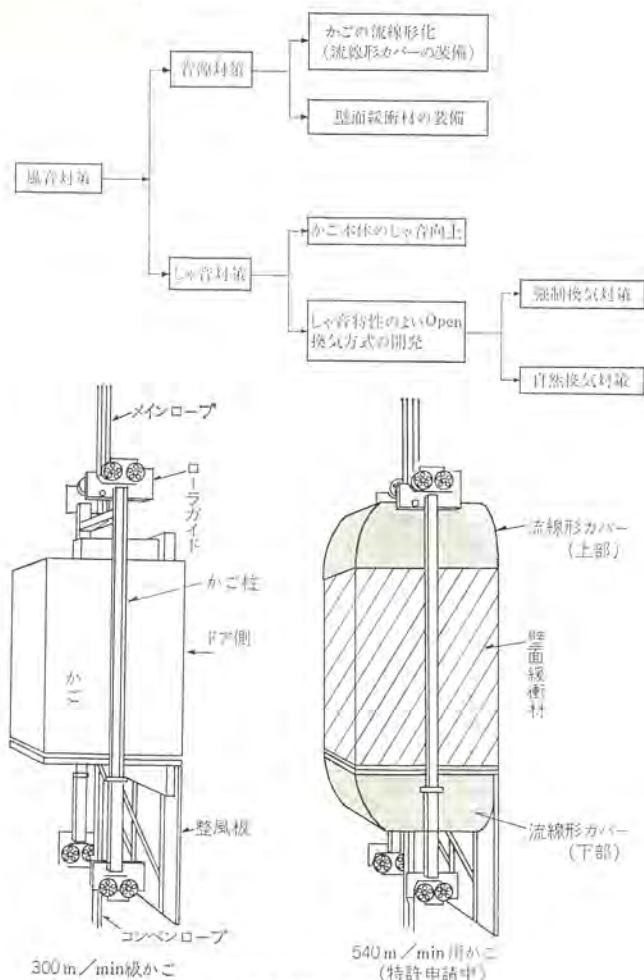


図 2. 540 m/min 用かごの外観

この問題について精力的な基礎研究と実機試験による膨大なデータ解析を進めてきた。その結果、任意のかご形状、昇降路及びエレベータ速度に対して風音が予測できる風音レベル予測法を考案し、またそれを契機に効果的な風音対策法を開発した。

まずその予測法に基づくと、従来の 300 m/min 級のかご構造では 540 m/min で走行させると風音レベルは 58 ホン程度になることが判明した。このレベルでは乗客に不快感を与えることを憂慮し、50 ホン以下 (300 m/min 級) に低減することにした。その一連の風音対策を表 1、図 2 に示す。特に騒音低減対策として施された二つの独特の対策は非常に効果的であり、目標 (50 ホン以下) を達成できる大きな原動力となった。以下にその概要を紹介する。

音源対策の一つである流線形カバー (実用新案出願中) は風の乱れの発生を抑制するためかごの上下に装備され、それらはかごの運転機能を阻害することなく、また空力騒音の立場から設計された。その実装実験を当社試験塔において行った。その結果流線形カバーのわずかな形状相違が風音に大きく影響するなど貴重なデータが得られ、最適形状のものが開発された。更に他方の音源対策である壁面緩衝材 (実用新案出願中) はかご壁面に加わる風の乱れを緩和し、壁面振動に伴う風音発生を抑制するもので、各種材料の実装実験を同じく当社試験塔で行った。その結果最適な材料が見出され、流線形カバーとともに風音対策の有力な手段となることが確認され、いずれも 540 m/min 用に採用した。

以上の音源対策以外にしゃ音対策についても研究を行い、解析的研究と実験研究の双方から進められた。実験研究は実機大のモデルかごを製作し、残響法にもとづくしゃ音試験を行った。各部材の影響を調べるため 100 近いパラメータ試験を行い、その結果改良部分がすべて明らかにされた。またその結果は解析的な研究と非常に一致を示し、今後は任意のかごに対してそのしゃ音特性を解析的に

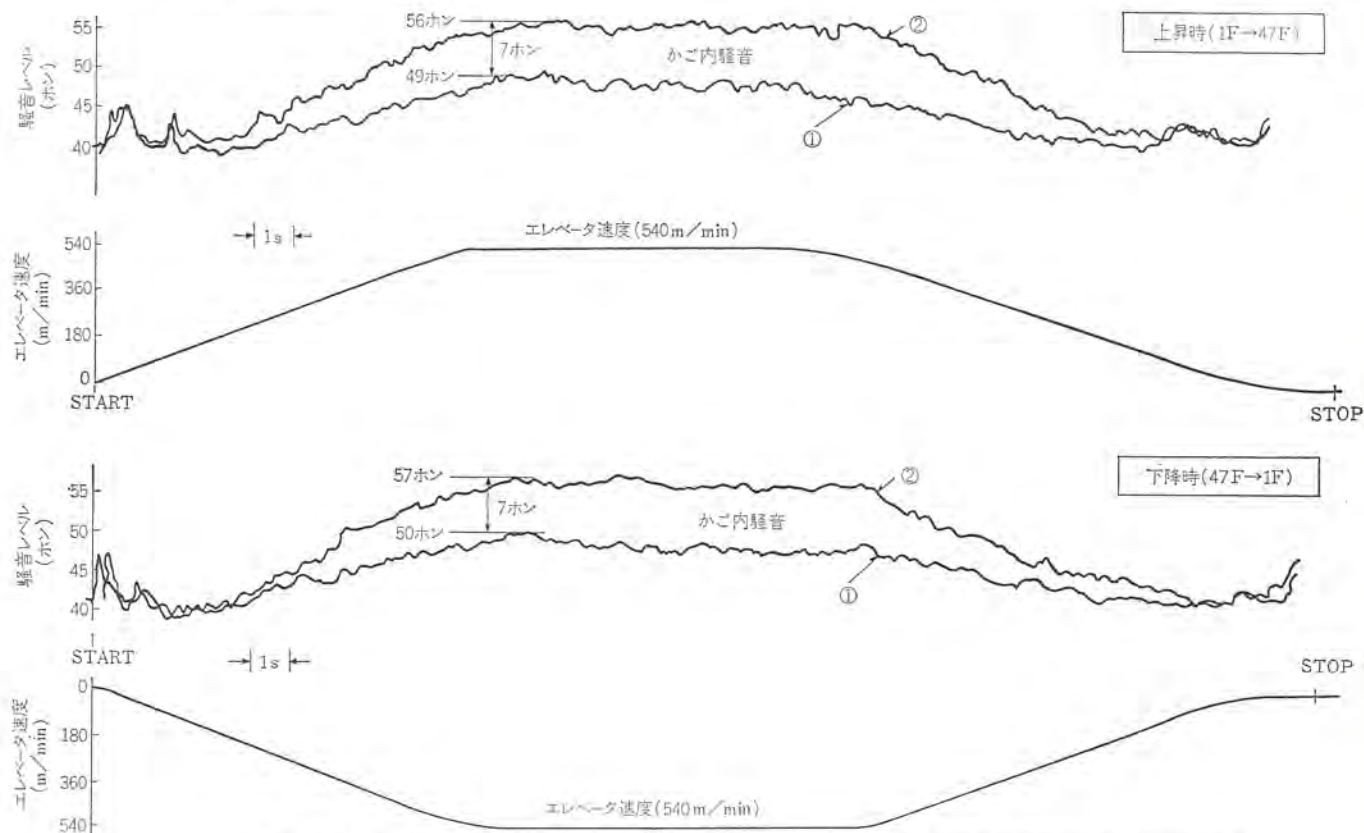


図 3. かご内騒音の時間履歴 ①は流線形カバー及び壁面緩衝材を装備した場合②は装備しない場合を示す。

求めることができるようになった。しゃ音特性を向上させるには、できるだけかごを密閉構造にすることが望ましいが、次項で述べる換気の問題から困難な要素が多い。しかしこれらの一連のしゃ音研究の成果により密閉することなくしゃ音特性を向上させるかご構造を考案した。詳細は次項で述べる。

以上のような一連の対策により、当初の目標（50 ホン以下）を満足するとともに、特に流線形カバー及び壁面緩衝材の音源対策は計7ホン程度の驚異的な減音効果を発揮し、今後の超高速エレベータの風音対策に対して有力な手段となることが立証された（図3.）。なお540 m/minでこのように静粛化されたエレベータは他に類をみないものである。

更に風音問題について付言すると、この場合同一昇降路に2台のかごがあり、2台同時に平行運転した場合、かご回りの風速が急激に増えることにより60 ホンを越え、台風時の音に似た猛烈な風音を発生する。これは事前に予測されていた結果であり、制御回路で平行運転を避けるような設計がなされている（特許出願中）。

4. 換 気

しゃ音対策から、かごはできるだけ密閉構造としかご外部と連通しない内部循環の送風方式（CLOSE方式）が好ましい。しかし密閉構造にするとエレベータが停電などで非常停止した場合、乗客に新鮮な空気の供給（自然換気）が困難となる。またCLOSE方式では乗客に涼風感を与えるだけで悪臭がこもりやすい。

そこで今回しゃ音特性を損なうことなく自然換気も十分に得られ、更に外部の新鮮な空気を取り入れる換気方式（新OPEN方式）のかごを開発し540 m/min用に採用した。なお従来のOPEN方式を高速エレベータに採用するとしゃ音度の低下を招く上、以下に述べる大きな問題を生じる。つまりかごの運転により生ずる流れの動圧がファンに作用することになり、540 m/min級の超高速になると、それはファンに対して過大な負荷変動となり正常な換気機能を阻害するばかりでなく、ファン自身の騒音のレベル変動をもたらし聴感上極めて耳ざわりな結果を招く。今回、新OPEN方式かご構造を採用し、所期の性能をすべて満足することができた。以下にその概要を紹介する。

図4.にかご構造を示す。その機能と特長は次のとおりである。

- (1) 強制換気はプレナムチャンバと2重天井間の通気路を利用したサイレンサシステムにより外部空気がかご内に供給され、排気用サイレンサより排出される。それらのサイレンサシステムは非常にコンパクトに設計され、かごに対して装備上負担をかけないように開発された（実用新案出願中）。なお外部騒音に対して完璧なしゃ音効果が得られることが実験的に確められ、更にファン騒音もかご内で42ホン以下に低減され、極めて静粛な換気が達成された。
- (2) またその吸排気口が同一圧力領域となるよう共にかご室天井部分に設置し、ファン作用がかご走行により影響されないように配慮されている（特許出願中）。なお流線形カバーの有無にかかわらずその影響を受けないことが実験で確められた。
- (3) 流線形カバーが装備されることにより、吸排気口がショートサーキットを起こし、外部の新鮮な空気を取り入れにくい問題があったが、カバーに効果的なすき間を設け、巧みに新鮮な空気を導入し解決した。
- (4) 自然換気は次のような方式で達成された。自然換気が必要となるのはエレベータが非常停止し、ファンへの電力供給も断られた状態

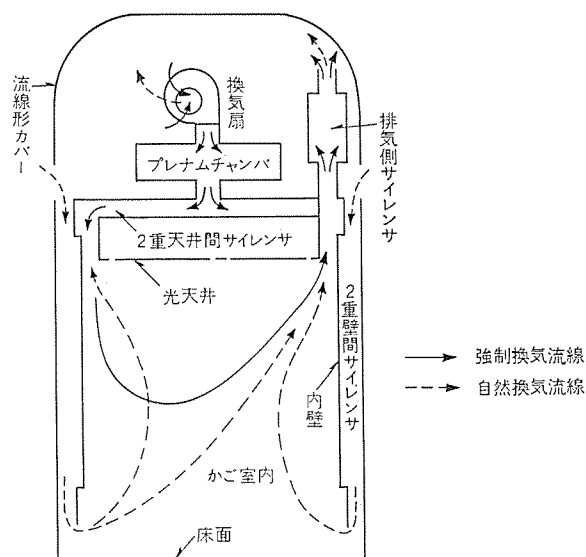


図4. 超高速エレベータのしゃ音かご構造

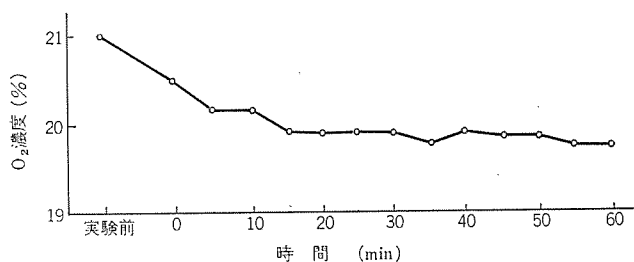


図5. 自然換気によるかご室内O₂濃度の変化
かご室内定員23名の場合

である。このような場合、かご内の乗客の呼吸作用などによる熱放散でかご内外で温度差が生ずる。この温度差による浮力を利用して自然換気を行うものである。図4.に示すようにかご室の2重壁間を自然換気の吸気路として利用し、強制換気用サイレンサ系を排気路として利用している。2重壁間の通気路には吸音材が内張りされ、サイレンサ機能を有している。したがってかご室の2重壁は2重しゃ音壁と自然換気用のサイレンサを兼ねることになる。（実用新案出願中）このような方式で外部騒音に対して完全なしゃ音効果が得られることが実験的に確められた。また自然換気試験も実機大のかごモデルを用いて実験を行い、定員人数分とう（塔）乗した状態でも保健衛生上必要な環境（室内酸素濃度18%以上）を十分満足することが確認できた。その結果は図5.に示す。

以上のようにしゃ音と換気の相反する条件に対し、サイレンサ技術などをうまく利用し、両者を完全に満足させるかごが開発され、540 m/minエレベータの乗りごち改善に大きな役目を果たした。

5. む す び

新宿住友ビル納め超高速エレベータの乗りごち改善に対し、以上に述べたごとの実験・解析・対策活動により速度300 m/min級のしのご性能を確保できた。この成果は新宿住友ビルエレベータ利用者、関係者から高く評価されている。将来速度600 m/min級の超高速エレベータに対しても、これらの技術を応用して、所期の品質目標の達成は十分可能である。この論文がエレベータをはじめ、乗物一般の防音、防振、換気など乗りごち改善策の一助となれば幸いである。

新全自動群管理方式エレベータ—O.S.システム-700—

篠崎 裕久*・小沢 靖彦*

1. ま え が き

近年我が国では40階、50階クラスの超高層ビルの建設が相つぎ、これらビルの巨大化にともなう1ビルあたりの居住人口の増加と、居住企業の多様化によって、ビジネスタワーにおけるビル内交通はますます複雑なものになっている。ビル内に居住する企業の事務効率向上や合理化と、ビルの経済効率向上に寄与するエレベータ設備にとって、いまいつそのサービス効率改善が使命となっている。三菱電機は業界に先駆け、この時代の要望をになう新形全自動群管理方式エレベータ O.S. システム-700 を開発し、第1号機が昭和48年3月三菱本館ビルにおいて営業運転を開始した。この実績を踏まえて翌昭和49年には同形システムを新宿住友ビルに4カー3バンク、東京海上ビルに、6カー1バンク、大阪 IBM ビルに4カー1バンクを納め、以来好評裏に営業運転を続けている。ここでは我が国屈指の超高層を誇る新宿住友ビルに納入した O.S. システム-700 を対象にその考え方をはじめ、同ビルに採用されているエレベータの災害時管制運転、救出運転などについて概説する。

2. エレベータサービス評価と従来方式の問題点

従来エレベータサービス水準を数量的に表現する方法として一般に出退勤時の交通状態を対象とした5分間輸送能力と平均運転間隔があり、エレベータ設備計画に重要なデータを提供してきた。しかし、先にも述べたようにビルの巨大化と輸送合理化を背景とする新しい時代の要望は、出退勤時の輸送能力向上は言うに及ばず、更にビジネスタワーにおける実質的なエレベータ待ち時間の短縮と、待ち客がかごの到着を待つ間にいざ、焦燥感、不安感で代表される心理的な待ち時間の短縮へと発展している。待ち時間は乗場ボタンが押されてからかごがこれに回答するまでの時間、すなわち未応答時間で定義され、それは単に平均値が小さいだけでなく、その分散も小さいことがよいサービスの条件である。現状の大事務所ビルでは、これまでの実績から未応答時間30秒以内の呼びの数が全呼び数の75%以上あればほぼ良行なサービスとされている。

従来の群管理方式においても、このサービス水準をより高くするため種々の方法が実施されてきたが、その動きの基本が出発階において自動調整される出発タイムに従って次々とかごを出発し、上下出発階の間を往復する流し運転にあるため、呼びの発生がきわめて不規則なビジネスタワーにおいては、出発階でいかに綿密に出発タイムが自動調整されていても呼びに順次応答してかごが流し運転しているうちに後から出発したかごが先に出発したかごに途中で追いついてダンゴ運転となりやすかった。またかごを出発階で時間間隔調整のために待機させたり、呼びがなくても他方の出発階まで走行させる必要性が生じ、実質的にはかごが有効に働いていない、むだな待機、むだな走行を増す結果となっている。このむだをできるだけ軽減しかごを有効に利用する方法として、Jumping Feature や Run

Ahead Feature のように出発階だけでなく途中階においても時間間隔の均等化を計る各種の動作が採用されている。これらは途中階においてかごが接近すると、かご内負荷、かご呼びの数と位置、前方の乗場呼びの数と位置などから演算して接近した一方のかごを適切な階まで乗場呼びを通過してジャンプさせる方法である。またかつてウエスチングハウス社が Quota Control と称して1周運転方式に割当方式を取入れることを実施した。これは乗場呼びが発生すると、直ちにかごの間隔が等しくなるように、適切なかごに呼びを割当てる方法である。これはある程度の成果は認められてきたが、1周流し運転を基本としているので、呼びの発生が不規則なビジネスタワーでは、既にかごに乗込んでいる乗客の行先階が途中にあることが多いため、かごが与えられたジャンプ指令や割当指令のとおり途中の呼びを通過して指定階までジャンプしたり、割当てられた呼びの階へ直行することができず、かごの間隔を修正できないことが多かった。そのほか、将来発生する乗場呼びに対して早いサービスを確保する目的で、用済みのかごを途中階に適宜分散配置して対処する方法もあるが、交通状態の変化の激しいビジネスタワーにまでこの方法に固執すると、単にかごを分散配置するためだけに、実質的なサービス効果の薄いむだな走行を増加する結果になる。

3. 新宿住友ビルの O.S. システム-700

3.1 O.S. システム-700 の考え方

先に述べた従来方式のサービス改善上、障害となっていた欠点をまとめてみると、

- (a) 1周流し運転を母体とし出発時間調整のため上下出発階にかごがとどまっているのはむだである。
- (b) 呼びがなくてもかごが出発階まで走行するのはむだである。
- (c) 出発階では間隔を保っていても途中でかごがかたまってしまうダンゴ運転となる。
- (d) ダンゴ運転を解消するため、かご間隔を途中階で制御しようとしてもかご呼びのためうまく修正できない。

以上四つに集約できる。新宿住友ビルに納入した第4バンクと第6バンクはそれぞれ300 m/min と 540 m/min の高速エレベータを採用しているが急行ゾーンが長く、この急行ゾーンの片道走行にいずれのバンクも約25秒近く要する。したがって前述(a)～(d)の不具合にこの急行ゾーン走行分が重畳することは不具合を更に増すことになる。

O.S. システム-700 は従来方式が内蔵していたこれらの問題を基本的に解決し、いつそう効率よいエレベータサービスを実現する全く新規な群管理思想にもとづいて完成されたものであり、かごは状況に応じて有効でダイナミックなアクションで待ち時間の大幅短縮が達成できる。

そのロジックは従来方式が1周運転を基本とし、かごを時間的に等間隔に分散するのを目的としているのに対し、これは乗場に発生する乗客、すなわち乗場呼びの分布に応じてエレベータを分散配車する

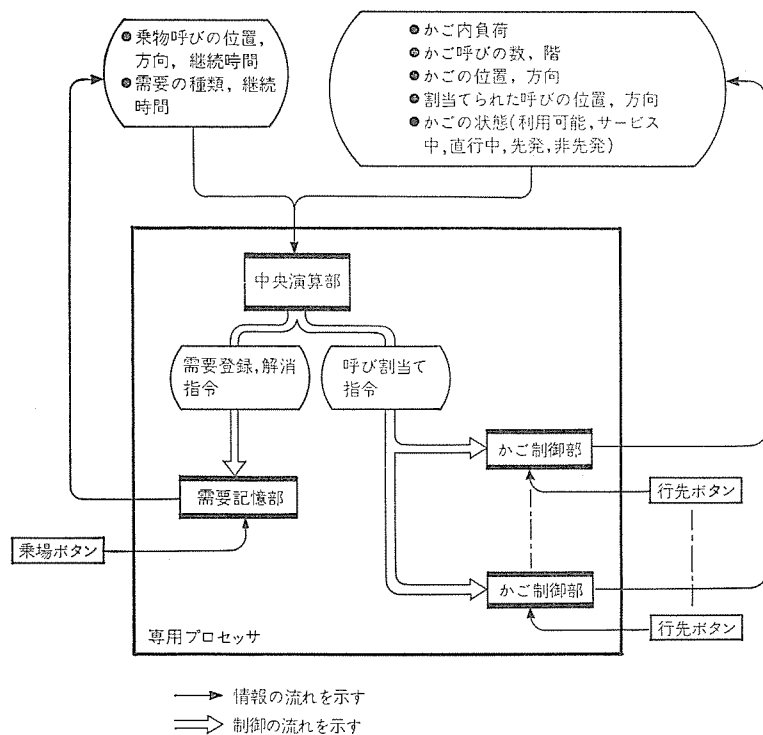


図 1. 専用プロセッサにおける情報処理の流れ

呼び割当て方式を基本とする。呼びの割当ては割当てを受けたかごが状況に応じて迅速に適切な動きをするよう乗客が乗っていない用ずみのかご（以下利用可能かごという）の活用を計っている。走行中のかごについては呼びを割当ててもサービス低下を来さないことが確認された呼びに対してだけ割当てを行うよう考慮されている。

図 1. はこのロジックを演算する専用プロセッサの情報の流れを示す図である。専用プロセッサは、あらゆる交通情報とかご情報から、まず最初にかごを振り向けるにふさわしい乗場呼びを演算して抽出し、続いてこの乗場呼びに最短時間で応答できる利用可能かごを演算して、これに呼びを割当てる。呼びの割当てを受けた利用可能かごは、この呼びの階床へ向けて直ちに出發し、途中の呼びを通過して直行する。かごは割当てられた呼びに回答してしまうと乗客のかご呼びに回答しながらサービスを続け途中の乗場呼びには、かご位置や方向、かご内乗客の行先階、他のかごに既に割当てられている呼びかどうか、他のかごの位置と方向、行先階などから総合的に判断してその乗場呼びに対し通過すべきか停止すべきかを決定する。最終の乗客がおりてしまうと再び待機して利用可能かごとなり次の指令を待つ。この説明から明らかなように、O.S. システム-700 ではかごが上下出發階の間を往復運転するという考えは姿を消し、かごは発生する呼びに応じて割当てを受け待機している任意の階床から任意の方向へ出發するようになる。

この運転により常に需要に見合った台数のかごが有効かつ合理的なサービスを行うことが可能になり、これまでの懸案であったかごのむだ走行とむだな待機を一掃して、すべて有効な働きに変え待ち時間を大幅に短縮することに成功した。

呼びの発生は先にも述べたように時間的に、位置的に極めてランダムであり限られた台数のかごで、すべての呼びに平等で待ち時間の短い効果的なサービスを行うには、呼び個々に割当処理を行うよりは数階分の乗場呼をグループとして割当てるほうがシミュレーションの結果がよいことが分かった。

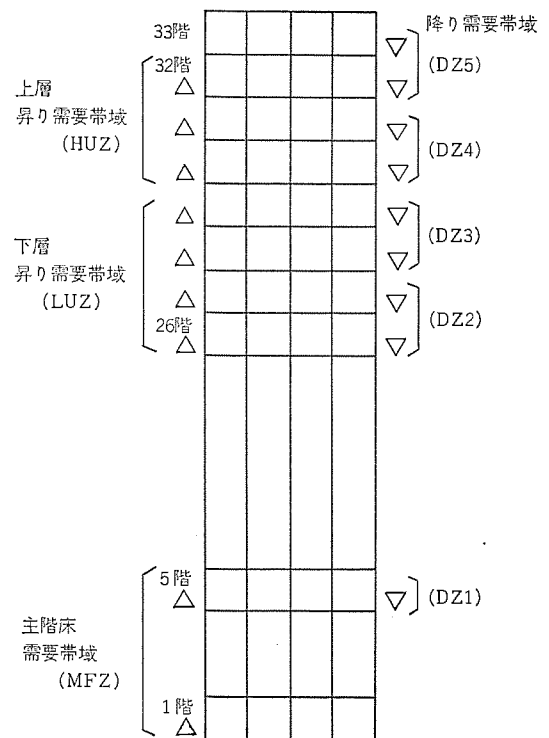


図 2. 需要帯域の構成（新宿住友ビル第4バンク）

O.S. システム-700 ではこの呼びを単なる個々の呼びとしてではなく、おのおのの呼びの種類、性格、位置などの条件を加味してグループ化し需要帯域を構成して帯域ごとに割当処理を行うようになっている。需要帯域はかごの台数、サービス階数、乗場呼びの種類やその呼びのある階の特殊性、乗客の発生状況などを考慮し、帯域相互間のサービスバランスがとれる構成とすることが望ましく、当然ビルの内容によって異なってくる。図 2. は新宿住友ビルの第4バンクの乗場呼びのグループすなわち需要帯域構成を示す図である。

3. 2 O.S. システム-700 のホールランタン

以上述べた O.S. システム-700 は実質的なエレベータ待ち時間を従来方式より 15~30 % 短縮し、50 秒以上待たされる呼びの数を 50~70 % 減少する好結果を得ているが、更にこの独得な割当機能を乗場表示装置に直結したこのシステム独自の割当式ホールランタンが、かご到着までに乗場の待ち客がいなく焦燥感、不安感を軽減しエレベータの心理的待ち時間の短縮に大きく貢献している。このホールランタンは呼びに回答するかご、すなわち呼びを割当てるかごが確定次第点灯して、かごの到着が近づくとフリッカーする方式であり、乗場待ち客に前広にサービスかごを予報するよう考慮している。ただし、ホールランタンをできるだけ早く点灯すべきであるが、呼びの割当てをあまり早い時期に行くとホールランタンを点灯してしまうと、その後の状況の変化によってこの割当指示に固執した運転を続けることがかえってサービス低下を招き、実質的待ち時間を増加する。

これを回避するために、状況の変化により割当てを変更することは容易に考えられるが、これによりホールランタンの点灯変更が乗場の待ち客を迷わす欠点が生ずる。前述したウエスチングハウス社の Quota Control は呼びが発生すると直にかごに割当て、同時にそのかごのホールランタンを点灯し、その後状況の変化に応じて割当てを変更する方法と変更しない方法といずれも客先納入実用機で一定期間試行したが、いずれも顧客に受け入れられなかったとの報告がある。

O.S. システム-700 の割当て式ホールランタンは対象とする呼びに対し、

常に応答する最適かごとして確定した時点でかごに呼びを割当てホールランタンを点灯しており、しかも、呼びを割当てられたかごは割当てられた呼びの階へ直行する運転を基本としているので実質的待ち時間が短だけでなくホールランタン点灯後の変更は極度に減少する。したがって乗場の待ち客は従来方式に比べて、相当前広に目的かごを認知し、安心してかごの到着を待ち、十分余裕ある乗込みが可能になる。

このホールランタンにより O.S. システム-700 は実質的待ち時間と心理的待ち時間の短縮の双方をいっそう向上した。

3.3 O.S. システム-700 の自動応急処置

このシステムは、当社の十数年に及ぶ半導体技術に関する経験と実績を背景に十分な信頼性をもっている。バンク全体に影響が及ぶ重要箇所は2重系に構成されており、この部分が両方ともにダウンすることはまず考えられないが、超高層ビルにおけるエレベータのシステムダウンがビルの機能マヒに直結することを憂慮し、万一の事態に備えて、自動応急処置にも十分な配慮が払われている。

専用プロセッサは常時その機能を自己診断して、異常が発生すると全号機1周流し運転に切換える。これがだめのときは専用プロセッサを切り離し、リレー系バックアップ回路によって所定のサービスを続行するようになっている。これらのバックアップ運転により異常復旧までのビルの機能マヒは回避され、同時にこの状況は逐次ビルの防災センタに警報表示されるので異常の早期発見と迅速な復旧が容易になる。

4. 災害時管制運転と救出運転

新宿住友ビルのエレベータには、施主側設計関係者と他社を含めたエレベータ側設計関係者の数次にわたる慎重な検討をもとに、地震、火災の発生時や停電時をはじめ、エレベータ故障によるかんづめ事故に至るまで、非常事態における救出、救援の管制運転にも細かい配慮が払われている。

4.1 地震時管制運転

従来かごが走行中に地震が発生すると、サービスゾーン内であれば最寄り階に停止し、急行ゾーン内であれば直ちに停止して2次災害の発生を防止し、地震がおさまった後、ビルの防災センタの係員が、かご内乗客と連絡をとりながら1階救出階へ手動救出する方法が取られていた。

新宿住友ビルでは、この急行ゾーン内でいったん停止したかごに対し、地震の強さが規定値以内であれば、カウンタと交差しない方向へ最寄り階まで低速で自動的に運転し、できるだけ早く安全に乗客

を救出するよう考慮されている。

4.2 火災管制運転

新宿住友ビルは他社のエレベータを含めて七つのバンクによって分割サービスされているが、火災が発生すると、火災発生階を含めて、これより上方部分のサービスを受け持つエレベータが、一せいに火災管制運転に入り乗客を救出階に救出した後、エレベータの運転を休止し、かご内乗客の被災を最小にいくとめるようになっている。

火災階より下方をサービスするエレベータについては、係員の状況判断のもとに、各バンクごとに設けられた火災管制スイッチを投入することにより火災管制運転を行うことができる。

4.3 停電時管制運転

停電が発生すると、ビルの非常電源が確立次第、各バンク1台ずつ順次救出階へ救出し、最後の1台が救出完了後サービスを継続するようになる。防災センタの管理盤に設けた停電管制スイッチを手動側に切換えることにより、係員の判断により任意のかごから順に救出し、任意のかごをサービス継続かごにすることができる。

4.4 非常救出運転（高速全自動ドッキング）

急行ゾーン内でエレベータが故障したとき、乗客を安全にかつ迅速に救出するために、健全な隣接かごを故障かごに横付けしてサイドエグジットを利用する方法は通称ドッキングと称して、昭和44年の大阪 OMMビル以来、世界貿易センタビルをはじめ京王プラザホテルなどで実施されているが、新宿住友ビルには当社が新規に開発した画期的な高速全自動ドッキング装置が設けられている。故障かごに向かって健全なかごを運転するための方向判別、加速、減速、停止など一連の判断と操作をすべて自動化して、救助員の誤判断や誤操作並びに精神的負担を除いた。またドッキング時の定格速度は第6バンクでは300 m/minとしたので、どこでエレベータが故障しても約1分で故障かごの隣に停止する。乗客は救出を要請するとほどなく、かけつけた救助員の肉声を聞き不安が解消し、救出活動が円滑にできる。

5. む す び

以上新宿住友ビルに納入した O.S. システム-700 についてその独得な群管理機能の実質的な待ち時間と心理的待ち時間の短縮効果、並びにビルの災害時に対しエレベータとして備えている各種管制運転や非常時の救出運転について述べてきたが、今後ますます増加することが予想される超高層ビルにおいて、これらの実績を踏まえた O.S. システム-700 はビルの交通機関として大きな威力を発揮するものと期待されている。

エレベータの耐震設計の考え方

太田 和 年*・大 蔵 正 篤**・大 富 貞 行*

1. ま え が き

ここ十数年、エレベータは建物の高層化とともに、縦の交通機関として急激な成長を遂げてきた。現在までの全国のエレベータの設置台数は8～9万台に達しており、地方小都市への普及も急速であるが、その大半は人口密集地である大都市に集中している。エレベータの設置台数の伸びは、縦の交通機関としての大衆化を意味し、その社会的使命は大きいものがある。したがってエレベータは、その使いやすさ、乗心地のよさといった機能面の向上のほかに、以前にも増して安全性の向上に努める必要がある。

エレベータの安全性の重要な一項目として、地震発生時の耐震性の問題がある。我が国のエレベータの被災例としては、新潟地震(1964年)、十勝沖地震(1968年)、相模地震(1971年)、八丈島地震(1972年)、ごく最近では伊豆沖地震(1974年)がある。これら震度4～5の地震におけるエレベータ機器の被害は少数かつ小規模なものであった。

エレベータの耐震性が社会的に大きな問題になったのは、1971年のアメリカ・サンフェルナンド地震で耐震性の低い多くのエレベータが大きな被害を受けてからである。一方我が国では、近い将来南関東とか東海沖などで大地震の発生が予想されているが、これらの地区には外に比べて相当多くのエレベータが設置されている。こうした将来の大地震に対して、我が国のエレベータ耐震設計基準⁽¹⁾が真に合理的なものであるか検討しようという動きが出てきている⁽²⁾。

当社は、前記の新潟地震、十勝沖地震の貴重な被災経験などをもとにして、業界に先駆けて独自のエレベータ耐震設計基準を作り、製品に適用してきた。またより耐震性を高めるため鋭意研究を積み重ねてきている。高層ビルにおける当社製エレベータの被害例はまだ無いが、中低層ビルでも人身事故に至ったものはない。

さて、現在耐震設計の手法として、建築基準法に代表される静的耐震設計と、超高層ビルなどに代表される動的耐震設計の2とおりがある。これまでのエレベータの耐震設計基準⁽¹⁾は、主として前者に動的な面を多少加味して作成されたもので、動的耐震設計としては一

部に不十分な点も見られる。

本文では、エレベータの耐震設計について、当社での基本的な考え方、これまでの考え方、今後の考え方などを紹介する。

2. 基本的な考え方

エレベータの耐震性を考える場合、基本的事項としていろいろ考えられるが、最も重要なことは、乗客の生命の安全を図ることである。表1.は気象庁震度階に対するエレベータ耐震設計の基本的な考え方を示したものである。ここで重要なことは、いかなる強さの地震に対しても構造的に被害のないエレベータを設計することは合理的、経済的でないため、地震発生後ある判定基準に基づいてすみやかにかごの運転を停止させることが最終的に人命の安全につながるものと考えている。運転を停止させるための判定基準としては、エレベータへの地震入力加速度の大きさをとる場合と、エレベータの地震応答の大きさをとる場合の二つが考えられる。この具体例として、前者の場合地震感知器の利用があり、後者の場合は脱レール検出器などの利用がある。

表 1. エレベータ耐震設計の基本的な考え方

気象庁震度階	呼び名	地 動 加 速 度 (gal)	耐 震 設 計 の 基 本 的 な 考 え 方
0	無 感	0～0.8	事後点検の要なく、継続使用できるようにする
1	微 震	0.8～2.5	
2	軽 震	2.5～8.0	
3	弱 震	8.0～25	事後点検をするが、基本機器には被害を生じないようにする
4	中 震	25～80	
5	強 震	80～250	地震発生後すみやかにかごを停止させる。※1
6	烈 震	250～400	
7	激 震	400 以上	

※1 強い地震においては、すみやかにかごを止めることが、乗客及び機器の被害を最小限にする要点と考えられ、これには震度4に達したら動作してエレベータを停止させる地震感知器を設置する方法、脱レール感知器を利用する方法などがある。

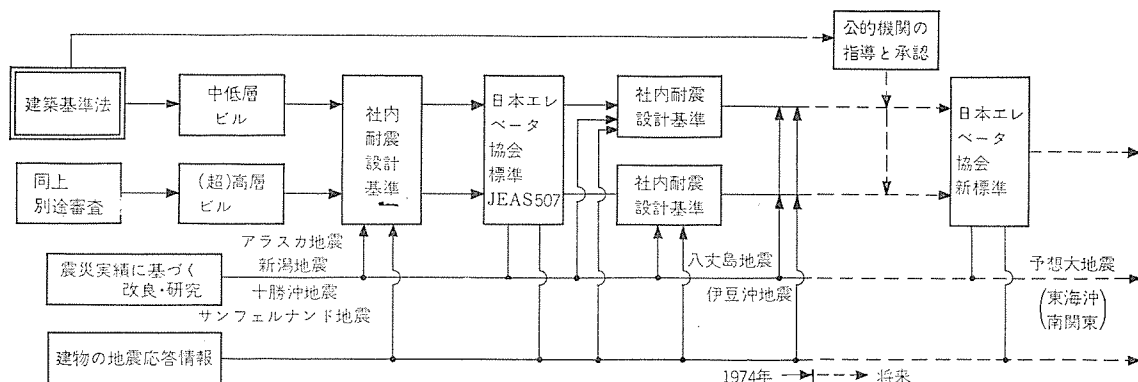


図 1. エレベータ耐震設計基準の流れ

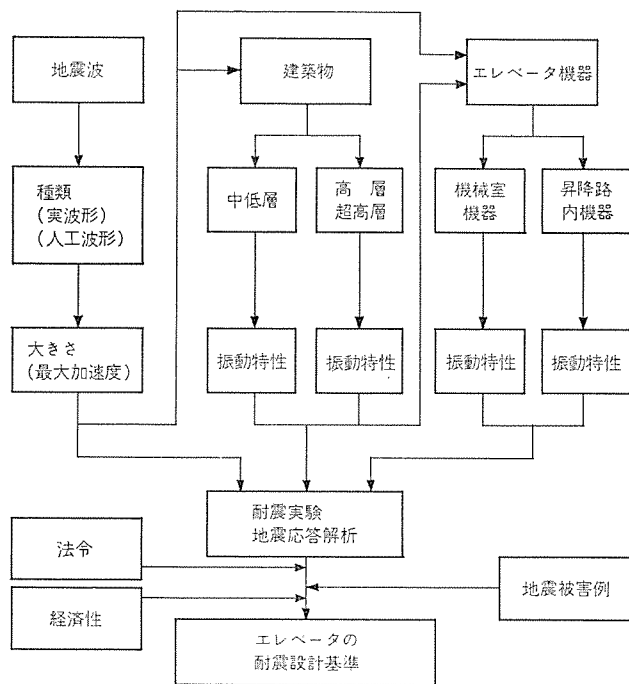


図 2. エレベータ耐震設計基準作成のためのブロック図

次に、耐震設計基準の時間的な流れについて述べる。図 1. は建築基準法を出発点にして現在のエレベータ耐震設計基準⁽¹⁾が作成されるまでの経過と、今後の歩みを簡単に示したものである。エレベータの耐震設計基準には、建築基準法の歴史的な経過から、中低層ビルを対象にしたものと、高層ビルを対象にしたものの二つの流れがある。エレベータ業界ではこの二つの流れについて、日本エレベータ協会標準として耐震設計基準が取決められた。現在のエレベータは主にこの基準に基づいて設計されている。この基準の今後の流れとしては、関係各界の研究の進展とともに、より合理的なものへと改訂が繰り返されるものと考えている。

更に、耐震設計を考えていく上で基本的に必要な要素を簡単に述べる。これを示したのが図 2. である。この中でエレベータメカにとって最も不足している情報は、中低層ビルの地震応答であろう。大多数のエレベータはこの中低層ビルに設置されており、中低層ビルの地震応答研究の進展によっては、エレベータの耐震設計基準も再検討しなければならない場合も出てくるかも知れない。

3. これまでの考え方

本章では、1972 年 6 月に制定された日本エレベータ協会の昇降機防災対策標準 (JEAS 507) の中に述べられている地震対策の項目 (表 2. に示す) を中心にその考え方の背景を説明する。

まず、その基本となる考え方は、地震動による建物、エレベータ系への外力を静的に評価して、それによって耐震設計を行うものである。この思想は 1916 年の佐野利器博士による震度の概念に根拠をおいている。佐野震度と呼ばれるこの震度は次のようなものである。すなわち、建物を剛体と仮定すれば、地盤に伝達される地震の加速度は、そのまま建物の応答加速度と考えられる。したがって建物の質量を m 、重量を W 、地震の加速度を α 、重力の加速度を g とすれば、建物に作用する水平力 P は次式で表される。

$$P = m \cdot \alpha = \frac{W}{g} \cdot \alpha \quad \dots \dots \dots (1)$$

式 (1) における α/g を震度と名づけている。現在の建築基準法施行

表 2. 昇降機防災対策標準 (地震に関する抜粋)

(日本エレベータ協会 JEAS 507)

項 目	対 策 内 容	適 用 区 分
1. かご間、おもり間、レール及びブラケット類の強化 (おもり間、レールは必要に応じてタイブラケットを使用)	最低 0.3 g の水平方向加速度又は建物の応答加速度に対し変形が弾性限界内でかつ、ブラケットレールのたわみの合成によってガイドシューがレールから抜け出さないこと シムは抜け落ちないこと	全エレベータに適用
2. 巻上機 MG、制御盤類の固定強化	最低 0.5 g の水平垂直方向加速度又は建物の応答加速度に対し移動、転倒しないこと	
3. ガバナロープ張り車、コンベンロープ張り車の固定	最低 0.3 g の水平方向加速度又は建物の応答加速度に対し、取付金具類が変形しないこと	
4. ローラガイドシューに対する外れ止めの使用	正規の状態における外れ止めのレールに対するかかり代は注 1 に示す値以上とする	ローラガイドシューを使用するエレベータに適用
5. コンベンロープ、ガバナロープ、移動ケーブルのレールブラケット類のひっかけり防止	必要な箇所に有効な方法にてブロッカガードを施す	地上高 50 m 以上に就役するエレベータに適用
6. 地震時エレベータ管制運転 ^{注 3}	①地震感知器による自動操作 ②中央管理室又は電気室による遠隔手動操作	いずれかを実施することを推奨する適用は注 2 による

注 1 外れ止めのかかり代	8 キロレール 20 mm	13 キロレール 25 mm
	24 キロレール 30 mm	30 キロレール 40 mm

注 2

ビルの管理態勢	適用する対策内容
専任の管理技術者が常駐しないビル	①地震感知器による自動操作
中央管理室又は電気室が設置され専任の管理技術者が常駐するビル	①地震感知器による自動操作又は (及び) ②中央管理室又は電気室による遠隔手動操作

注 3 地震時エレベータ管制運転をしないビルでは地震の際、管理人の判断によりエレベータの運転を休止させること

令に規定されている水平震度は、高さが 16 m 以下の部分に対して一律に 0.2 とし、16 m 以上の部分に対しては 4 m を越えるごとに 0.01 を加えた値としている。このことは上部について若干の動的効果を考慮していると考えられる。

表 2. に示した加速度の値は上記施行令の水平震度に多少の動的応答の配慮を加えた静的置換の震度を設計震度とし、その値に重力加速度の単位をつけたものである。また表 2. で建物の応答加速度とあるのは、高層ビルなどの地震応答解析により得られた加速度である。したがってこの場合は前述の静的置換の考え方とは相違して、少なくとも建物に関しては動的挙動を考慮したものになる。

さて、前にも述べたように、エレベータの大多数は中低層ビルに設置されており、この場合の耐震設計は機器ごとに表 2. の最低 0.3 g とか最低 0.5 g の加速度で行なわれている。ここで問題になるのは、建築基準法施行令の水平震度に加えられた動的応答の配慮が、図 2. で示した建物とエレベータ機器の振動特性を考慮した動的耐震設計の場合に比べて十分であるかどうかである。これについて次章で述べる。

なお本章の最初に述べた昇降機防災対策標準には、表 2. に抜粋した地震対策項目のほかに、地震時エレベータの運転動作、地震感知器の基準、地震終了後の処置などについて取決めてあるが、ここでは詳細を省略する。

4. 今後の考え方

本章では、エレベータ耐震設計の今後の考え方の主流となるであろう

動的耐震設計について述べる。

4.1 動的耐震設計手法の基礎

動的耐震設計とは、地震動に対する構造物の動的挙動をは(把)握して、その構造物が耐震安全性を満足するように構造設計を行うことであり、振動理論を忠実に適用し、構造解析することが基盤になっている。これをエレベータについて考えてみるならば、構造物とはエレベータ機器とそれが設置されている建物ということになるので、エレベータ機器と建物の振動特性例えば固有振動数と減衰比を考慮して、ある大きさの地震動に対してエレベータ機器が耐震安全性を満足するように設計するということになる。したがって従来の一率の静的置換加速度で設計する静的耐震設計手法に比べて、建物とエレベータ機器の振動特性がすべて一率でないという点から、より合理的であり、経済性が出てくるものもあろう。反面耐震性の不十分なものも出てきて高いコストを要するものもあろう。

さて、動的耐震設計で行う場合、どんな地震入力を考えるか、どんな設計手法をとるか、更には耐震安全性の許容値をどこにおくかが問題となるであろう。

まず地震入力であるが、この取扱いに関する基本的流れには大別して次の二つがある。一つには現在までに得られた実地震波形データを用いるもの、二つには地震波を一つの確率過程に考えて、統計確率論的に応答の統計量を計算する方法⁽³⁾である。後者は何十年かのデータの集積がないと統計処理後の確度が高くならず、非実際のであるため、我々は前者をとるものである。また建物を設計する際に考慮する地震入力加速度の大きさについては、いろいろな意見がある。最近高層建築物については、建物の重要度によって分類する方法が提案されている⁽⁴⁾。それによると通常の高層建築物で250 galになっている。

次に地震入力決定された場合の設計手法について述べる。我々エレベータの製品設計の立場から設計手法に要求される条件は次のようなものである。

- (1) 多種多様な受注製品への適用が簡単なこと。
- (2) 振動の技術分野からみて合理的であること。
- (3) 関係業界(建築)の耐震理念とあまりくい違わないこと。

種々の設計手法の中から上記条件を満足するものを選べるとすると、フロアレスポンススペクトラム法がある。ただし注意を要する点は、この手法は定義上原則として線形系に近似できる機器にしか適用できないという点である。

フロアレスポンススペクトラムの作り方は次のようなものである。まず建物のある階の床に線形1自由度振動系を固定したあと、ある地震入力を建物への入力部に与えて前記1自由度振動系の応答加速度を求める。これを1自由度振動系の固有周期と減衰比を変化させて繰り返す。これらの結果をグラフ化する際、1自由度振動系の固有周期を横軸に、応答加速度の最大値を地震入力加速度の最大値で割ったものを縦軸にしてプロットする。これを「ある地震入力での、ある階のフロアレスポンススペクトラム」という。なおこのグラフには減衰比をパラメータにして数本の曲線が描かれているのが普通である。

残されたもう一つの問題点は、エレベータ耐震安全性の許容値をどこにおくかである。この点についてのはっきりとしたコンセンサスは得られていないが、現段階では、建物が塑性変形したら、エレベータ機器も塑性変形を許してよいという考え方が妥当であろう。

いずれにしても以上入力及び許容値に関する問題は、1企業で決められないので、公的機関による検討に期待したい。

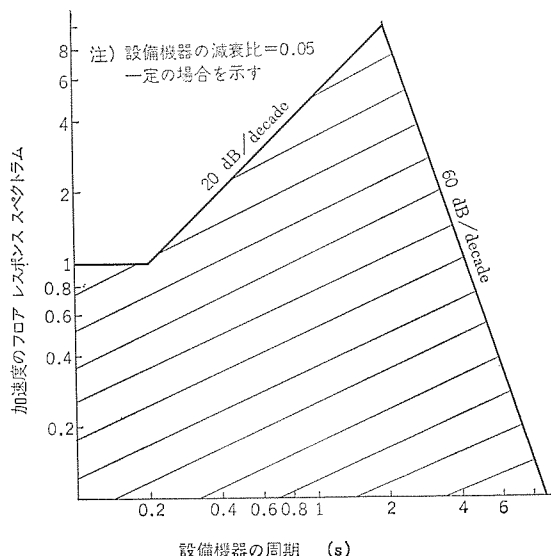


図 3. 超高層ビル屋上部のフロアレスポンススペクトラムの領域

4.2 エレベータ機械室機器についての考え方とその一考察

エレベータ機器のうち、機械室機器と呼ばれるものには、巻上機、制御盤、電動発電機などがある。これらの機器の振動特性は、実験から耐震性を考える場合の周波数範囲で、線形の1自由度または2自由度の系に近似できることがわかった。

前述のフロアレスポンススペクトラムを使うと、地震時に機器に作用する力 $F(\text{kg})$ は、建物への地震入力加速度の最大値を $\alpha(\text{gal})$ 、フロアレスポンススペクトラムの倍率を β 、機器の重量を $W(\text{kg})$ とすると式(2)で表すことができる。

$$F = \alpha \times \beta \times W / g \quad \dots\dots\dots (2)$$

式(2)を使って設計する場合 β の値が必要である。現在 β の値は、動的耐震設計のなされている超高層ビルなどでは建築側から入手できるが、静的耐震設計に基づく中低層ビルではないようである。

次に、建物と機械室機器の振動特性の関係について2, 3述べてみよう。

超高層ビルで機械室が屋上か若しくはそこに近い階にある場合を考えてみる。図3. は我が国の大手建設会社数社から提供された超高層ビルの屋上階におけるフロアレスポンススペクトラムの値を数例重ね合わせて、その最大値の包絡線を略記したものである。なおこのデータの建物入力波はエルセントロ波とタフト波である。図3. に示した結果の範囲では、次のようなことがいえる。

- (1) 地震の水平成分に対する超高層ビル屋上付近のエレベータ機器は減衰比が0.05以上のため、その水平方向固有振動数を5 Hz以上に選べば式(2)に示したフロアレスポンススペクトラムの値 β は1を採用すればよい。言い換えれば5 Hz以上に設計しておけばエレベータ協会標準表2. の0.5 gであれば余裕があるといえる。
- (2) 地震の鉛直成分に対しても同様の物の見方ができる。

これに対して中低層ビルの場合、前にも述べたように動的耐震性の研究成果が超高層ビルに比べて少なく、エレベータ機器の耐震性を検討することは非常に困難である。しかしながら、これまでに発表されている種々の文献から得られた建物の固有振動数の領域は、地震入力の卓越周波数領域、エレベータ機器の固有振動数領域の両者と互いに重複していることはいえる。当社では、地上実波形を入力した場合、更に研究的ではあるが、アナログコンピュータで作った模擬建物の応答波を入力した場合などについて、実験及び理論両面から調べて、

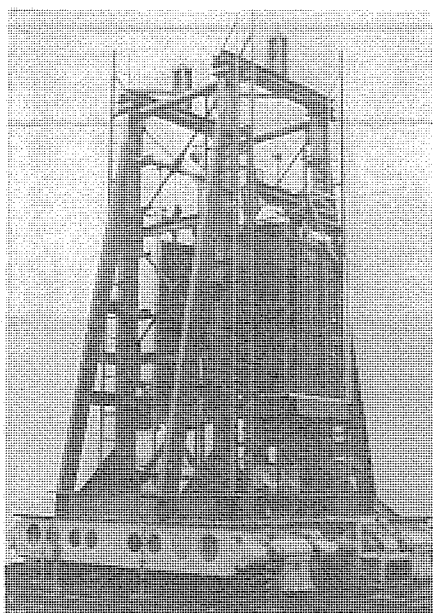


図 4. かごとつり合おりの耐震実験装置

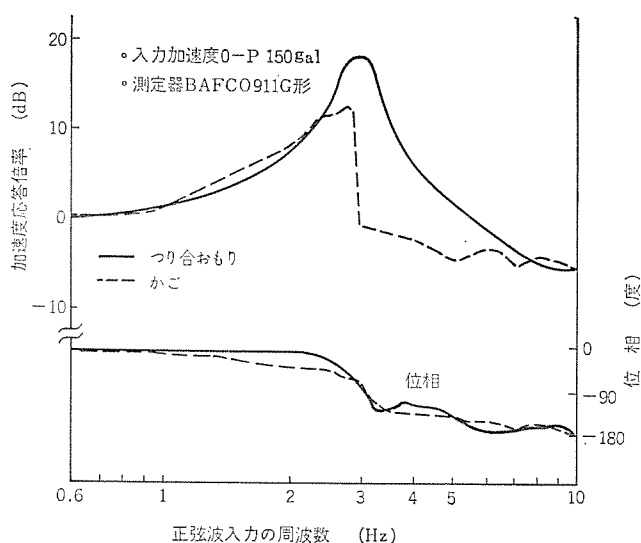


図 5. かごとつり合おりの周波数特性の一例

上記問題点の基礎は握に努めている。

4.3 かごとつり合おりに関する考え方と実験例

本節では、かごとつり合おりのガイドシュー反力の計算式、実験結果及びその問題点について述べる。

後で述べるように、かごとつり合おりの水平方向の振動特性は非線形である。このような非線形系に前述のフロアレスポンススペクトラム法を適用するには更に配慮が必要と考える。この手法の有効性を生かすために、我々は式(2)に更に非線形補正係数 γ なるものを導入することを提案する。この場合、地震時にかごとつり合おりのガイドシューに作用する力 $F(\text{kg})$ は、上下のガイドシュー反力比を δ として、式(3)のように表せる。

$$F = \alpha \times \beta \times W / g \times \gamma \times \delta \dots\dots\dots (3)$$

次に、かごとつり合おりの水平加振実験を当社伊丹製作所の大形油圧加振機⁽⁵⁾を使って行ったのでその結果の一部を述べる。この実験の目的はかご・つり合おりのような複雑な系の振動特性と、エルセントロ、タフトなどの実波形に対する応答を調べることにあった。

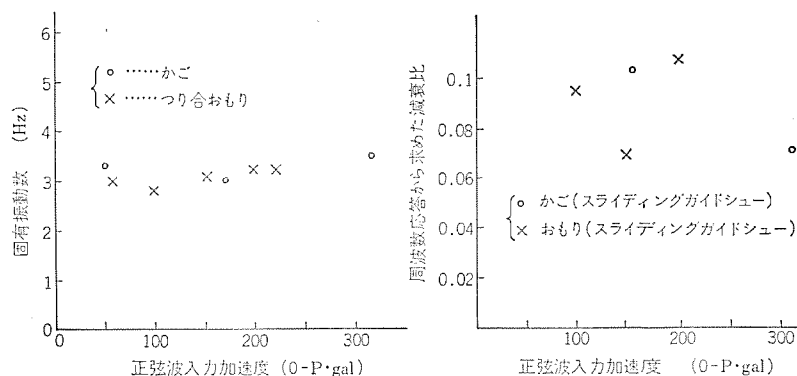


図 6. かごとつり合おりの固有振動数の振幅依存性の一例

図 4. は実験装置の概観、図 5. と図 6. は結果の一例である。実波形試験によりエルセントロ、タフト地上波に対する応答結果から式(3)で $(\beta \times \gamma)$ (荷重応答倍率とよぶ)を求めると、種々の条件を入れて1~3であった。またガイドシュー反力比 δ は0.55~0.65であった。この実験により多くの有効なデータを得たが、詳細な報告は紙数の関係で別な機会にしたい。またこの実験は多種類ある製品の中からその2, 3の例について実施したものであるが、すべてを実験で定めることは短期間では不可能である。したがって理論計算による拡張が必要であり、現在これを進めている段階である。この場合実験と合うようにするためには次の点に留意する必要があることがわかった。すなわち、乗客である人間の振動特性、かごわく(枠)とかご室の衝突振動、各部の摩擦減衰の評価、つり合おりの多質点摩擦振動系、ガイドシュー以外でのかごわく・おもりわくとレールとの衝突振動、レールの継目などである。

4.4 その他の機器

その他耐震上重要な機器には巻上ロープ、つり合ロープ及び制御ケーブルなどがある。これらのロープ、ケーブルの揺れは本質的に防ぐことは困難であるから、昇降路の機器にからんで破損することを防止するという考え方で耐震設計を行っている。

5. む す び

本文では、エレベータの耐震設計の基本的な考え方、中でも動的耐震設計の考え方を中心に概説してきた。また一部実験例についても述べた。今後、本文で述べた内容について種々の御意見をいただきよりよい成果を得たいものと考えている。

エレベータの動的耐震設計で現在最も情報不足になっていることは、中低層ビル地震応答である。これについては、関係各界の御協力を期待したい。

最後に、本文を作成するに当たり、御援助、御協力いただいた多くのかたがたに深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 日本エレベータ協会：昇降機防災対策標準 JEAS 507 (昭47-6)
- (2) 武藤ほか：設備と管理, 23 (昭49-5)
- (3) 清水：日本機械学会誌, 74-633, 1336 (昭46-10)
- (4) 武藤ほか：設備と管理, 36 (昭49-3)
- (5) 八嶋：三菱電機技報, 48, No. 3, 353 (昭49)

超大形荷物用エレベータ

伊藤 拓三*・篠田 昌孝*

1. ま え が き

物流（物的流通）をとりまく環境は、近年大きな変革を遂げつつある。高速自動車専用道路の整備・伸展は、車両性能の向上とあいまってトラック輸送の飛躍的發展をもたらし、国内輸送の分担率は輸送数量88%、トンキロ数38%を占めるに至っている⁽¹⁾。

また地価の異常な騰貴から、物流の接点である集配センタ、営業倉庫などの高層化はもはや必然の条件となっており、これら高層倉庫のフロア間輸送を含めて、荷役システム全般の合理化が真剣な課題として検討されている。荷姿の一定した特定品目を大量に取扱う場合には、専用の手段が効果を発揮しラック倉庫をはじめとする諸方式が開発され、コンピュータコントロールの採用も行われている。

営業倉庫など一般の流通倉庫では、輸送対象を画一的に限定することはできない。このため従来のフォークリフトと中形荷物用エレベータを使用する方式にかわって、積荷をとう（塔）載した大形トラックをそのまま超大形エレベータによって各フロアまで運び上げ、荷役効率の改善をはかる方式が注目されはじめている。

本文ではこれら倉庫荷役の新兵器として好評を得ている大形トラック運搬用エレベータを主体にして、定格積載荷重が従来の数倍におよぶ超大形荷物用エレベータについて、その特長・特殊要目の概要を中心に2～3の実施例にふれて説明する。

2. 超大形荷物用エレベータの適用

従来から倉庫・工場などに設置される荷物用エレベータは、フォークリフトを用いてローディングアンローディングを行うもので、定格積載荷重は7～8トンが最大である。フォークリフト用エレベータとしてこれを越えるものは、欧米に定格積載荷重10～15トンのものの実例が2～3あるが製鉄所などの特殊な用役に供されるものである。

これに次ぐ大形のものとして定格積載荷重15～20トンのエレベータがある。中形トラックや大形バスの昇降を対象とするものであるが、トラック用としては車種が限定される特定の集配センタなどのほかは使いにくく実施例は僅少である。大形バス用として観光地の高台に乗客をとう載したまま運び上げるものや、都心の地下バスターミナルなどに従来から計画・検討された例が多いが実現したものは無い。バスターミナル用としては斜路方式との経済比較が問題であるが、今後の土地事情はエレベータ方式を確実に有利にしていけるものと考えられる。

近時営業倉庫などの高層化はもはや常識となっているが、従来の荷役システムは1階の倉庫前面又は建屋内にトラックの発着ステーションを設け、ここを荷さばき場としフォークリフトと中形荷物用エレベータの連携で庫内輸送を行うものである。この方式は荷の中継回数が多く各フロアへの輸送が錯そうしロスタイムが生じやすい欠点があり、ソフトウェアの改善では限度にきていると言われている⁽²⁾。この方式に代わって倉庫に発着する大形トラックを、超大形エレベータによってその

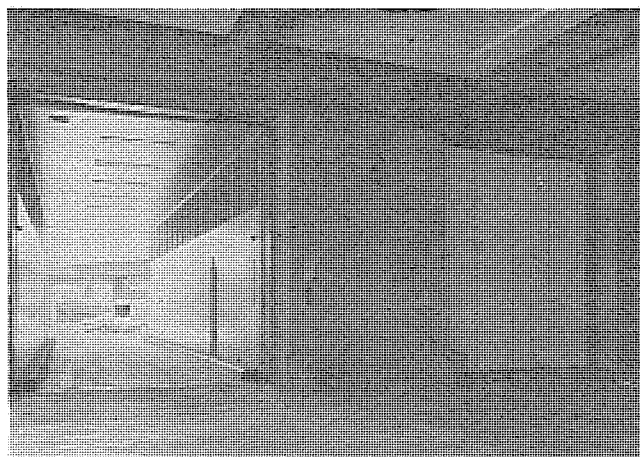


図 1. 宝組勝島倉庫納め 30 トン 超大形荷物用エレベータ

まま各フロアまで運び上げる方式が最近注目をあびている。これは高層倉庫の全フロアを直接外部道路と連結することで、従来の方式の問題点を大幅に改善できる極めて有力な設備と評価することができ、国内で既に数件の実績がある。

この大形トラック運搬用超大形エレベータの定格積載荷重は、トラック輸送の実情から30トン程度のものが採用されており、中形トラックの積載も可能である。なおこれを越える更に超大形荷物用エレベータとして、当社では定格積載荷重55トンの貨車用エレベータを製作・納入した経験をもっている。

3. 超大形荷物用エレベータの特殊要目

超大形荷物用エレベータは定格積載荷重が一般の荷物用エレベータの数倍に達し、かごは間口3～4m奥行10～15mに及ぶもので、従来のエレベータの概念をはるかに越えるものである。したがってエレベータの総体システムだけでなく、構成機器のほとんどすべてについてその特殊性を十分には（把）握し、綿密な検討を加えて実施しなければならない。次に超大形荷物用エレベータ一般に要求される特殊事項についてその概要を述べる。

3.1 大容量駆動方式

地下サービスを目的とする低揚程のものを除いて、通常はロープ式エレベータとして計画するのがよい。カウンタウイトを用いない油圧エレベータでは、駆動電動機の所要出力が非常に大きくなり消費電力も多く、かつ巨大な押上ジャッキを必要とし経済的に不利な面が多い。

巻上機はウームギヤあるいはヘリカルギヤによる減速方式が用いられ、これを3：1～6：1の多段ローピングで実施している。一般のエレベータは通常1：1又は2：1ローピングであるが、大容量エレベータでは多段ローピングとすることで、ロープ本数を減少し巻上機の負担を軽減するのが有利である。図2.に多段ローピング方式の概要を示す。

3.2 かごのガイド方式

超大形荷物用エレベータでは、かごの奥行は10～15mに及ぶ長大な

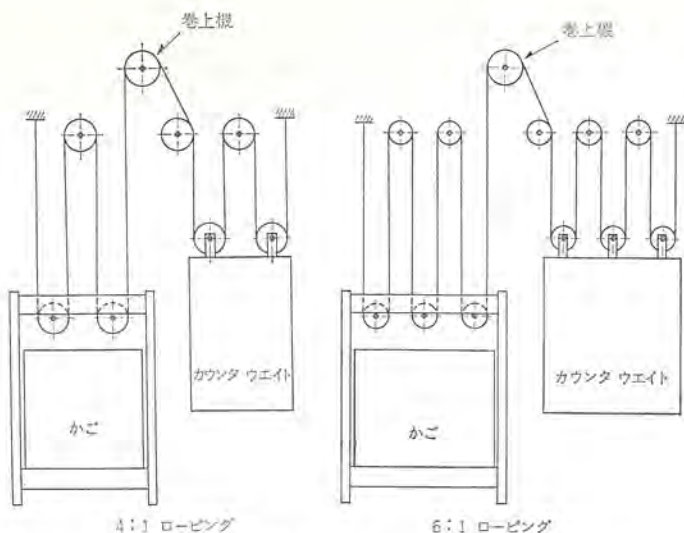


図2. 多段ローピング方式

ものとなる。これに車両が乗込むときの衝撃荷重・集中荷重は非常に過酷な条件の負荷として作用し、かご全体に大きな偏心モーメントを与える。更に昇降中にも車両による偏荷重走行の機会が多く、強固で走行抵抗の少ないガイド方式を具備していなければならない。

ガイドレール方式は超大形エレベータになっても、一般のエレベータと同様、かご中央に1対の特製大形レールを配置する方法が採られる。かごの前・後部にそれぞれ1対のガイドレールを設けるいわゆる4本レール方式は、避けられない据付誤差により均等反力を得るのが困難なことや、超大形非常止め装置の連動にも問題があり米国では法規上も認められていない⁽³⁾。ガイドシューは走行抵抗の軽減をはかるため大径の鋼製ローを、モンゴル又はイコライジング機構により複数組合せて装着している。

3.3 その他

超大形荷物用エレベータでは以上のほかに過酷な負荷を支える特大のかごわく・かご床、巨大なカウンタウエイト、大形ドア装置、超大形非常止め装置など、一般のエレベータとは異なった特殊な技術的配慮を必要とする問題をもっており、初期計画から施工面に至るまで一貫した慎重な検討を経て実現されている。

以上超大形荷物用エレベータ全般に関する特殊検討要目について説明したが、実施具体例を次に述べる。

4. 宝組勝島倉庫納め30トンエレベータ

宝組勝島倉庫は、都内品川区の都市高速道路わきに建設された7階床からなる高層営業倉庫である。ここに定格積載荷重30トンの大形トラック運搬用超大形荷物用エレベータが、48年3月完成し実動に入っている。これは高速道路を経て倉庫に到着する大形トラックを、そのまま各階まで運び上げ各フロアで荷さばきを行うもので、完成以来その威力をいかに発揮している。

4.1 主な仕様

表1. にこのエレベータの主な仕様を示す。定格積載荷重は法令により決められる車両総重量に対し十分余裕をとり、中形トレーの積載も考慮し30トンとしている。定格速度はこれをいたずらに上げることは、超大形エレベータでは膨大な巻上所要出力となって不経済なばかりか、それほど輸送能力の向上につながらない。なぜならばトラックの出入時間が全体に占める割合がかなり大きいからである。本件の計画にあたっては輸送力の詳細な解析を行った結果、定格速度を

表1. 宝組勝島倉庫納め30トンエレベータの主仕様

方式	直流可変電圧歯車式
操作方式	シングルオートマチックF
用途	大形トラック運搬用
定格積載量	30トン
定格速度	12m/min
昇降行程	32.45m
停止階床	1, 2, 3, 4, 5, 6, R 計7箇所
かご寸法(mm)	間口 3500×奥行 14460×高さ 4000
ドア装置	電動 4枚戸中央開き式 出入口幅 3600mm×高さ 4000mm
ローピング	6:1 ローピング

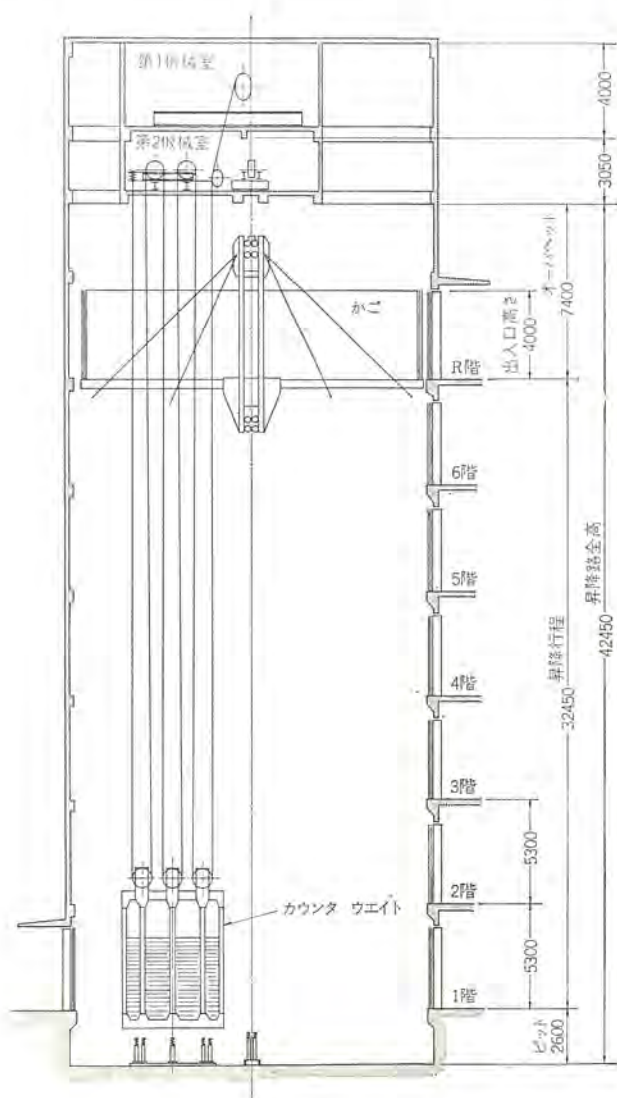


図3. 昇降路縦断面図

12m/min としこれを2台設置している。かごサイズは大形トラックの諸元に対し十分余裕をとって計画し、トラックの乗入れ乗出しを容易にするよう配慮している。

4.2 システムの概要

図3. はこのエレベータの全体図(縦断面)である。上部第1機械室にウオームギヤ減速機付巻上機を配置し、前述の6:1ローピングで巻上駆動する方式をとっている。6:1ローピングでは機械室側に合計4個のつり車を配置しなければならないが、このため第2機械室を設けこれをシブールムとしている。これら多段ローピングではロープ1

本の全長が長く、シープ上での屈曲回数が多いため、複数ロープ間の均等張力を得るのが困難で、かつロープの経時伸びが大きくなる問題がある。これについてはロープヒッチ部及びカウンタウエイトのランバイ部に、特殊な配慮を施して解決している。

各構成機器については文字どおり大形・大重量であるので、製作・輸送・据付・保守の全般について、十分に考慮した設計が必要である。特にかごわく・かご床、非常止め装置などの大形機器については輸送、据付上の諸要件が製作単位、接合方式を決定する主要因の一つとなっている。

4.3 主要機器の設計

(1) かごわく・かご床

従来のエレベータのかごわく・かご床の概念をはるかに越える大形構造物であり、むしろ橋りょうなどに近似のものと見える。設計にあたっては鉄道橋などの設計法を調査・研究し、剛性マトリックス法により電算機を使用して詳細な構造解析を実施した。図4.にかごの全体構造を、図5.にかご床の応力解析結果の一例を示す。完成後実機により詳細な応力測定を行ったが、解析結果とよく一致し設計法の正しさが証明された。

(2) 非常止め装置

最大停止能力90トンの大容量早ぎき非常止め装置を、新規に開発して適用した。調速機は増速形フライウエイトタイプを使用し低速作動の安定度を増し、非常止めの停止エネルギーを小さくして安全性を高めてある。非常止め機構は大停止力を得るため大径のコロがレール頭部両側に食い入るダブルコロ方式とするとともに、くわえ金を2重構造として復帰力を減少させる当社独自の斬新な方式(特許出願中)を採用している。

(3) ガイドレール

大形トラック乗入れ時の強大な衝撃的偏荷重や地震時の横荷重に耐えるよう、高張力鋼を独自の方法で溶接して構成した特製150k/mレールをかご側に使用した。継目の目板部はレールブラケットと兼用して昇降路の建築(軀)体に支持し、目板部での強度低下を防ぐいわゆる“目板ブラケット方式”を採用している。(いずれも特許出願中)

(4) ドア装置

従来の大形ドア装置は通常上下開閉方式で実施されたが、本件では大形トラックの出入のため建築階高に対しエレベータの出入口高さをほとんどいっばいまで高くする必要があり、4枚戸中央開き式の大形横開きドア装置を開発して適用した。

1階とR階乗場は直接倉庫外面に面し風圧の影響を受ける。この

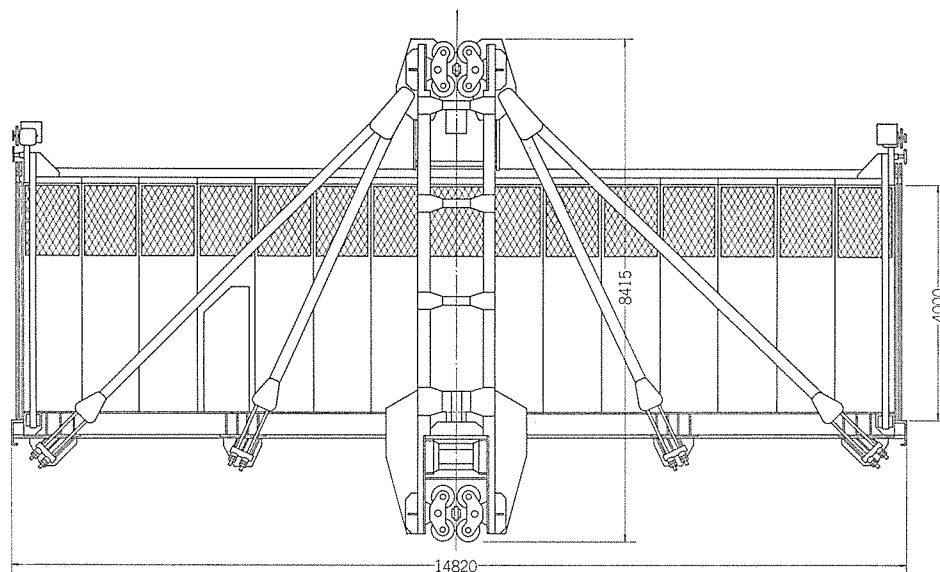


図4. かご構造

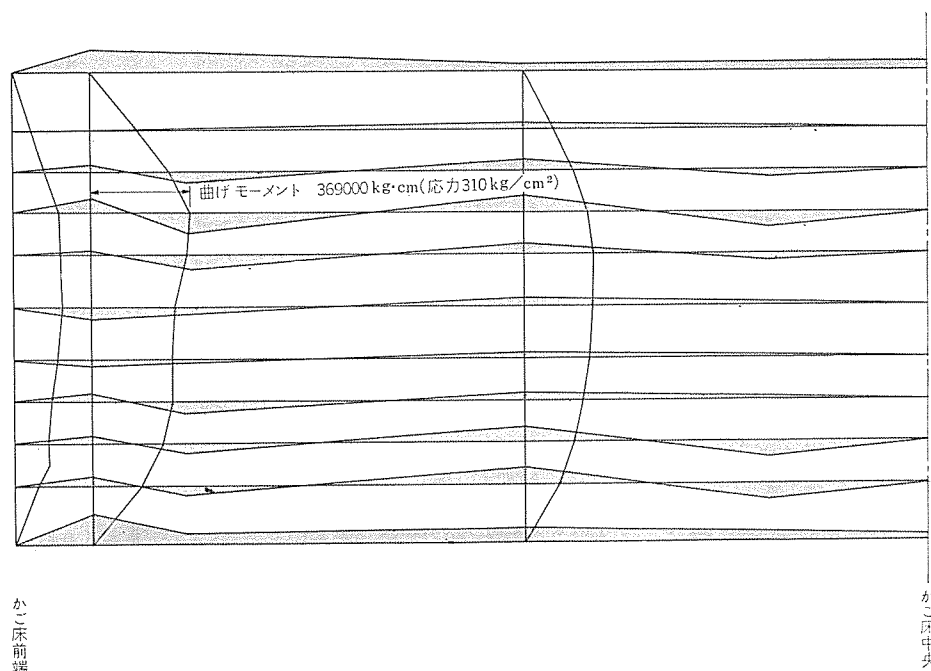


図5. かご床応力解析結果(トラック乗込時のかご床前半の曲げモーメント図)

ドア横圧による開閉抵抗を減じるため、ドア上下にスラスト受ローを設けるとともに、乗場側にも駆動装置を設けかご側とは別駆動を行うなど万全の処置を施した。そのほかドアすき間の防火対策、砂じん(塵)によるしきいのみぞづまり対策など、細部にいたるまできめ細い技術的配慮を行っている。

4.4 製作・据付

工場製作においてはかごわく・かご床、非常止め装置などの大形構造物の溶接・組立、加工精度に特に留意して慎重に計画・検討のうえ施工した。かご関係は工場内で仮組立を実施し、関連各部の確認と諸検査・諸試験を行った。

据付上でも従来のエレベータとは比較にならない解決すべき幾多の問題があった。まず第1にこの種倉庫建築は構造く体が完成すると、内装作業は比較的簡単であり短期間でしゅん(竣)工に至り、エレベータの据付はく体完成後の極めて圧縮された期間で、完遂しなければならないことである。そのうえすべての機器は超大形、大重量であ

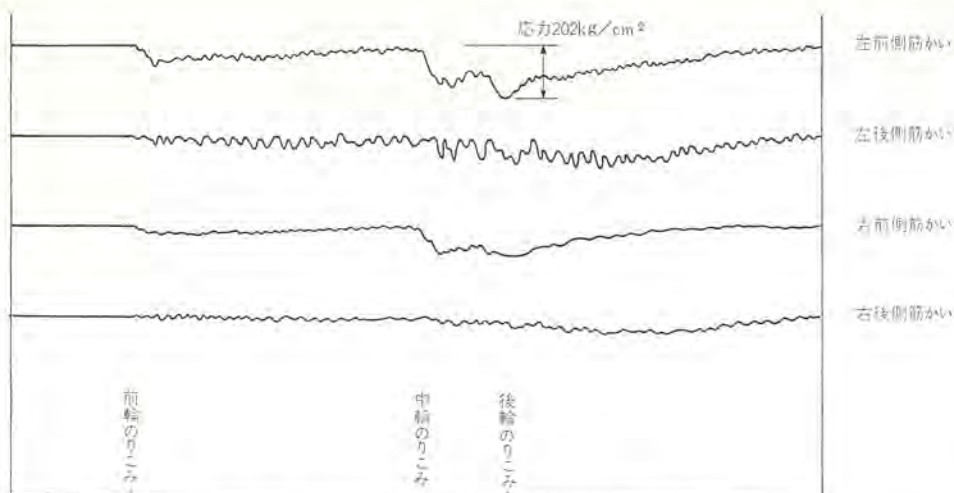


図 6. かご筋かいの応力実測例（トラック 乗込時）

り、エレベータの据付機材の荷揚総量は、通常のエレベータの数十倍に達する膨大なものである。したがって据付当初から綿密な計画立案によるスケジュールに従って、完璧な工程管理を実行して対処した。

技術的にも主要構造部分に全面的に採用した高力ボルト摩擦接合の施工管理、大形ガイドレールの取付・心出し、6:1ローピングの複雑なロープ掛け及びその張力調整など、独自の工夫をこらして問題を解決した。

5. 光製作所倉庫納め 30 トンエレベータ

都内荒川区の光製作所倉庫向けとして、30 トン大形トラック用超大形荷物用エレベータを受注し現在鋭意製作中であり、50 年後半には実稼（稼）動に入る予定である。これは前述の宝組勝島倉庫とは異なり光製作所の自家用製品倉庫である点が注目される。製品の入出庫を大形トラックごとエレベータにより、直接各フロアまで運び上げて行なうもので、荷役効率の大幅な改善を目的とする。倉庫は 7 階床からなる高層倉庫で、自家用倉庫でも本件のような大規模なものでは、超大形荷物用エレベータによる荷役方式が有効なことを示す実例となるであろう。

エレベータの仕様は宝組勝島倉庫納めとほぼ同一であるが、昇降行程では本件のほうが数 m 高くなっている。基本的設計も宝組勝島倉庫納めと同一であるが、細部ではその実績により改良・改善を加え、一段と使いやすい超大形荷物用エレベータとしている。

6. 30 トンを越える超大形エレベータ

営業倉庫などで荷役効率を画期的に改善できる定格積載量 30 トンの大形トラック運搬用エレベータの実施具体例を以上に述べたが、当社

では昭和 34 年にこれを大幅に上回る定格積載量 55 トンの超大形エレベータを製作・納入している。

これは南米・北米間に就航する貨車輸送船に設置された船舶用エレベータであり、積荷を満載した鉄道貨車をそのまま船倉へ昇降格納させる大規模なものである。設置対象が船舶であることから膨大な重量となるカウンタウイトを設けるのを避け、かつスペース上の制約もあって 4 点つりの巻取りドラム形エレベータとして実施した。

船体の動揺など船舶用特有の設置条件についても慎重な検討を加え、当時の総力を結集して完成したものである。

現在なお順調なか動を続けている。

この 55 トンエレベータは船舶用の特殊な例であるが、一般のエレベータで前記 30 トンエレベータを上回るものとして、大形トレーの運搬を対象とした定格積載量 40～50 トンの超大形エレベータが有力である。最近大形トレーによる専用輸送システムが発展しているが、これらのターミナル倉庫の高層化では大形トレー運搬用エレベータが倉庫荷役上極めて有効な用役を提供するものと期待される。当社では 55 トン貨車用エレベータをはじめとする超大形エレベータの豊富な経験・実績をもっており、大形トレー用の 40～50 トンエレベータについても、いつでも実施できる態勢にある。

7. む す び

宝組勝島倉庫及び光製作所倉庫納め 30 トン大形トラック用エレベータの実施例をもとに、超大形荷物用エレベータに関連する諸問題について述べた。これらは新しい倉庫荷役システムとして極めて高い評価を受けているが、またエレベータ技術の上でも国際的な記録品⁽⁴⁾であって、高い水準の貴重な経験を積むことができた。これらエレベータの完成を機に、超大形荷物用エレベータの引合いがあと次いでいる。今後ともますます研究を重ね展開を期していきたい。

参 考 文 献

- (1) 松浦：荷役と機械，19，No. 6，25（昭 47）
- (2) 松田ほか：日立評論，54，No. 5，28（昭 47）
- (3) ANSI A 17.1：American National Standard Safety Code for Elevators.
- (4) Elevator World：21，No. 6，38（1973）

HVB方式油圧エレベータの開発

山上孝俊*

1. ま え が き

建物の高層化、高密度化に伴い、多目的化、高級化、建物スペースの利用効率の向上、及び輸送サービスの改善は目覚ましい。それに伴って、縦の輸送機関としてのエレベータの役割は一層重要になってきた。油圧エレベータは、昇降路頂部に機械室を配置しなくてもよいという特長が買われて、中高層ビルにおける途中階や地下階のサービス、博物館、展示場、図書館といった特殊用途建築物、城、寺院などの和風建築物、工場、地下街、空港や駅などのターミナルビル、更に高さ制限地区の中低層ビルにと幅広く設置されるようになった。また用途においても乗用、人荷用、荷物用、自動車用そして寝台用と、電動ロープ式エレベータと同様の用途に使用されている。当社では数多くの油圧エレベータを製作し、需要家の要求に答えてきたが、このような経験を基に油圧エレベータの研究開発を進めてきた。

このたび、HVB方式油圧エレベータを完成したが、これは新開発のHVB形油圧パワーユニットを適用したもので、その性能は所期計画を満足できるものである。本文ではその代表例を紹介する。

2. HVB形油圧パワーユニット

油圧エレベータの油圧機器の主要な構成要素は、エレベータのかごを直接的又は間接的に支持し駆動する油圧ジャッキ、油圧ジャッキへ圧油を給排する油圧パワーユニット、油圧パワーユニットが送り出す圧油の持つ圧力脈動を減衰し、昇降路やかごへの振動の伝ば(播)を防ぐサイレンサ、油圧パワーユニットのオーバーヒートを防止する油冷却装置、そしてこれらの機器を接続する圧力配管である。

これらの機器のうち、油圧パワーユニットは、油圧エレベータの心臓部でありエレベータの性能を決定する最も重要な機器である。従来のHVC形油圧パワーユニットは運転性能と寿命の点で高い信頼性を有していたが更に工事費、維持費の点で数多くの改善を加えたHVB形油圧パワーユニットの構造と特長について述べる。

2.1 油圧制御回路

油圧エレベータの上昇運転は、電動機によって駆動される油圧ポンプが油圧ジャッキに送り出す圧油の流量を制御することにより行われる。また下降運転は、かごの重量によって油圧ジャッキから押し出されて油タンクにもどる圧油の流量を制御することにより行われる。圧油の流量を制御する流量制御装置は、エレベータの負荷変動や油温の変化を少なくするために直流電動機とねじ式減速機構により作動する回転バルブ(特許出願中)に減圧弁及び新開発の減圧機構付パイロットチェックバルブ(三菱特許)を組合せたものとした。油圧制御回路を図1.に示す。エレベータが上昇指令を受けると、油圧ポンプは無負荷に近い状態で起動し、そして回転バルブの回転によって開閉するアンロード装置(特許出願中)が閉じられてオンロード状態になる。次に油圧ポンプの吐出した圧油は、回転バルブと減圧弁により滑らかに制御され、逆止弁を通りサイレンサに入る。サイレンサを通過する間に圧力

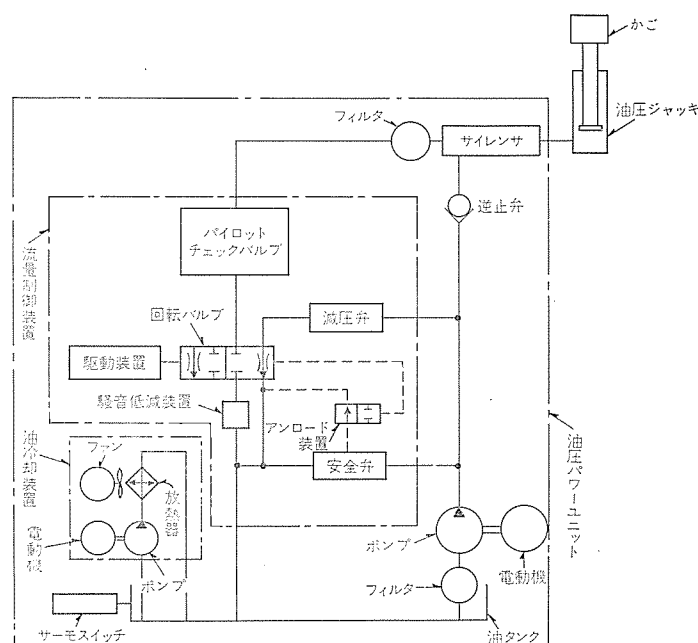


図1. HVB形油圧パワーユニット油圧回路

脈動が減衰された圧油は、外部配管を通り昇降路に設置された油圧ジャッキに流入する。油圧ジャッキに流入する圧油の流量を回転バルブが制御することによって、油圧ジャッキに接続されたかごの加速、減速及び停止が行われる。

一方、エレベータが下降指令を受けると、減圧機構付パイロットチェックバルブが開かれると同時に回転バルブが流量制御を開始する。油圧ジャッキの圧油は、減圧機構付パイロットチェックバルブを通過し、一定圧力に減圧されてから回転バルブに入り流量制御を受け油タンクにもどる。油圧ジャッキから油タンクにもどる圧油の流量を回転バルブが制御することにより、かごの加速、減速及び停止が行われる。

回転バルブ、減圧弁、減圧機構付パイロットチェックバルブそしてその他の制御バルブはすべて1個の流量制御装置にまとめ小形軽量とし、信頼性も向上できた。また下降回路には、新開発のサイレンサに内蔵したフィルタ装置(特許出願中)を設けて、管路内のごみによるバルブの不良動作の発生を防止するよう配慮した。

2.2 構造と特長

(1) 機械室の床面積は、従来形の約半分

大幅な小形化と一体化を計った流量制御装置、そして小形で高性能のサイレンサと油冷却装置を採用し、これらを合理的に油圧パワーユニットに組み込んだ。この結果機械室床面積は従来形の約半分まで縮小することができた。図2.にHVB形油圧パワーユニットの外観を示す。

(2) 良好な運転特性

図3.にHVB形油圧パワーユニットを用いた油圧エレベータの加減速特性の試験結果を示す。乗用エレベータに適する良好な運転特性を有し

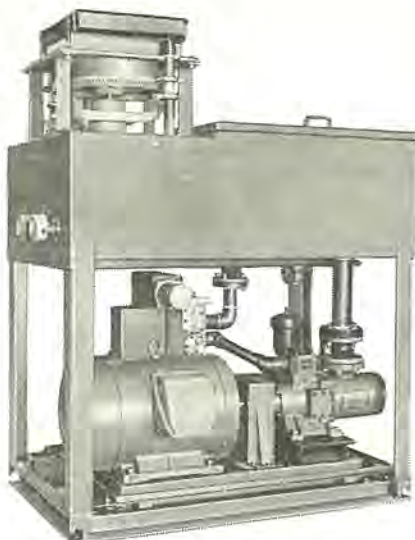


図 2. HVB 形 油圧パワーユニット

ている。また着床精度は、乗用エレベータはもちろんのこと、高い精度が要求される荷物エレベータにとっても十分満足し得る結果を得ることができた。

(3) 消費電力は、従来形に比べて5～10%減

アンロード装置で油圧ポンプを無負荷に近い状態にしてY-Δ起動方式で電動機を起動する方式になっているので、起動電流が低く、電源に与える影響が少ない。またエレベータの上昇運転制御にブリードオフ方式を採用するとともに、油圧ジャッキまでの外部配管には、流通抵抗の少ない大口の鋼管を採用したので、油圧ポンプと油圧ジャッキとの間の圧力損失が少なくなった。

これらの効果により、従来形に比べ消費電力は5～10%減少した。

(4) 高い使用ひん(頻)度の過酷な運転にも常に安定した運転特性
油圧エレベータの下降運転は、一般的に自重降下式であるので、上昇運転時に蓄えられた位置エネルギーは、下降時に大部分熱エネルギーに変換され、油の温度を上昇させる。エレベータを連続往復運転した場合の油圧パワーユニットの発熱量は、次の式で求められる。

$$H = 860 \times \frac{t_1 \cdot L}{T}$$

ここに H : 発熱量 (kcal/h)

T : 上昇下降の1往復運転時間 (s)

t_1 : 上昇下降の1往復運転中に、電動機が運転されている時間 (s)

L : 電動機の出力 (kW)

当社のバックランジャ式乗用エレベータを連続往復運転した場合の油圧パワーユニットの発熱量を図4に示す。

一般に油圧タンクだけの有する放熱能力は、2,000 kcal/h 程度であり、これは図4に示す発熱量よりかなり低い。油圧パワーユニットをオーバーヒートさせずに常に安定した運転を続けるには、放熱能力が発熱量よりも大きくなければならない。油タンクだけで発熱量を越える放熱能力を有するには、油タンクの表面積を大幅に増す必要があり、その結果油タンクは大形となりしかも油量が大幅に増える。そこでHVB形油圧パワーユニットでは、従来形よりも小形の油タンクに、小形でありながら放熱能力の高い油冷却装置(特許出願中)を組み込み、高いひん度の過酷な運転を行っても油温を常に適切な範囲に保ち、常に安定した運転が続けられるよう配慮した。

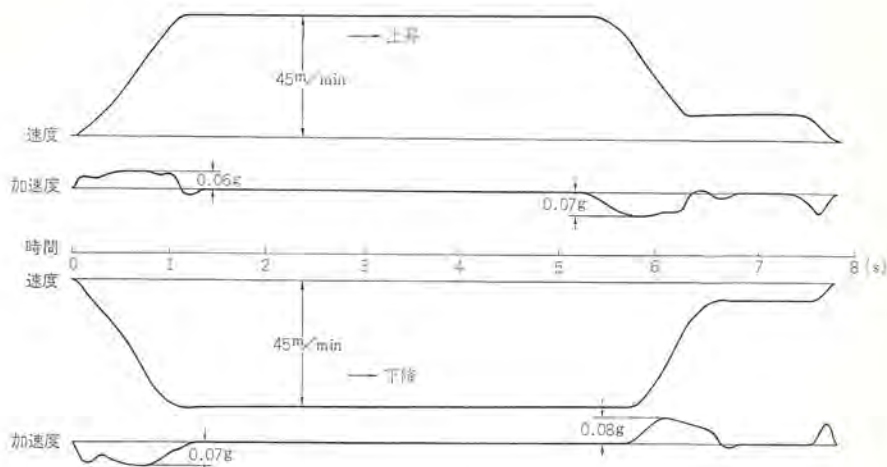


図 3. HVB 方式油圧エレベータの加減速特性

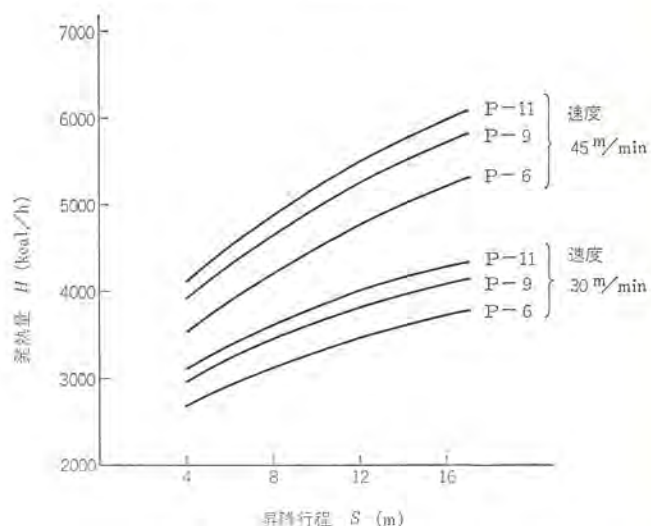


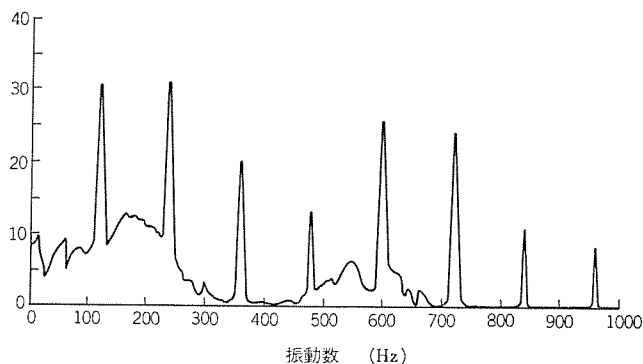
図 4. 油圧パワーユニット発熱量

油冷却装置は、放熱器と冷却ファン、油タンクの油を放熱器に送る循環ポンプ、そして冷却ファンと循環ポンプの運転を制御するサーモスイッチから構成されている。エレベータの運転によって油圧パワーユニットの油温が規定値を越えるとサーモスイッチが作動し、循環ポンプと冷却ファンが運転を開始する。循環ポンプによって放熱器に送られた油は、放熱器を通過する間に冷却されて油タンクにもどる。放熱器が奪った熱は、機械室内の空気に伝達され、そして機械室に設けられた換気扇又はその他の換気装置によって機械室外に放出される。空冷式の冷却装置であるので機械室には冷却水の給排設備が不要であり、また冷却水によって冷却装置が腐食する恐れがないので、水冷式に比べて設備費及び維持費の負担が少ない。

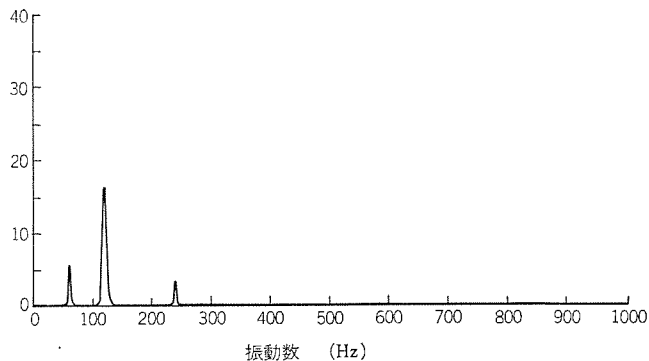
(5) 静粛な運転

エレベータの上昇運転中の主たる騒音源は、油圧ポンプであり、下降運転中の主たる騒音源は、流量制御装置である。

油圧ポンプには、騒音や圧力脈動の少ないスクルーポンプを採用し、そして共鳴箱になりやすい油圧タンクとは適切な防振装置により振動を絶縁することにより、油圧パワーユニットの静粛化を計った。また流量制御装置に騒音低減装置を設けた結果、下降時の騒音は、従来形よりも約3dB低減した。一方油圧配管を伝わる振動騒音は、高性能のサイレンサ及び鋼管と金属製の可とう(撓)継手からなる配管によって昇降路への伝ばが防がれているので、かご内騒音は、交流式



油圧ポンプ出口の圧力脈動レベル (dB)



サイレンサ出口の圧力脈動レベル (dB)

図 5. 圧力脈動レベルの周波数分析 (バンド幅 6 Hz)

電動ロープ式エレベータと同等又はそれ以下である。

サイレンサの圧力脈動吸収特性の周波数分析を図 5. に示す。サイレンサによって、油圧ポンプの発した圧力脈動が大幅に減少していることが分かる。

(6) 地震対策

昇降機防災対策標準 JEAS 507 に準拠して、0.5g の水平垂直方向の加速度に対して、油圧パワーユニットの転倒、移動、破損などが発生しないように、次のような構造とした。

- (a) 油圧ポンプ台だけを防振装置で支持し、油タンクは建物の床にアンカボルトで固定される基礎わくに堅ろうな脚を介して取付けられる構造にして、油タンクの安定性を確保した。
- (b) 油圧ポンプ台の水平方向の移動によって、防振構造や配管が破損しないように、油圧ポンプ台を基礎わくに数ミリメートル程度の間けき (隙) を持ってはめ込む構造にした。
- (c) 油圧配管には、金属製の可とう継手を使用し、配管に無理な力が作用しないようにした。

3. バックプランジャ式乗用油圧エレベータ

昭和 46 年に発売開始した バックプランジャ式乗用油圧エレベータは、次の特長を持っており、数多くのビルに設置され、油圧エレベータのエレベットとみなされるに至った。

- (1) シンプルな構造で狭い昇降路に設置できる。
- (2) 建物に垂直荷重を作用させない。
- (3) 円滑な乗心地と高い着床精度。
- (4) かご及び乗場の意匠は、電動ロープ式エレベータの代表機種として定評のあるエレベットと同一である。

この乗用油圧エレベータに、新開発の HVB 形油圧パワーユニットを適用することにより、一層高性能で経済的な機種にすることができた。

表 1. に標準仕様を、図 6. に据付図を示す。

4. む す び

油圧回路、油圧機器及び構造において、徹底的に合理性を追究した

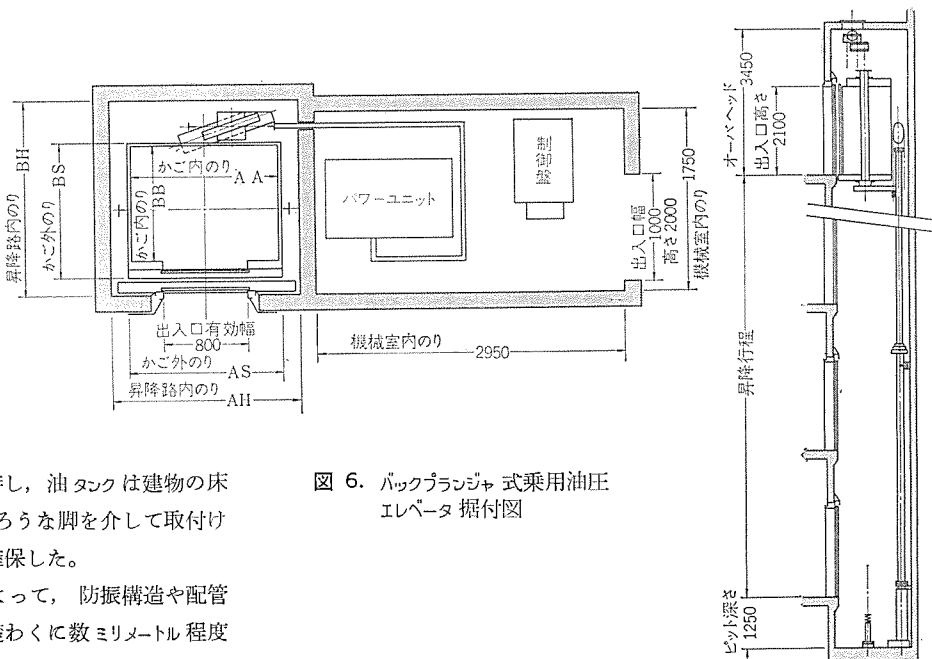


図 6. バックプランジャ式乗用油圧エレベータ据付図

表 1. バックプランジャ式乗用油圧エレベータ標準仕様

形 式	積 載 量		制 御 方 式	操 作 方 式	速 度 (m/min)	かご寸法	昇 降 路	昇 降 行 程 (m)
	定員 (人)	(kg)				AA×BB	AH×BH	
P-6-2S	6	400	HVB	2 BC	30	1,150×900	1,550×1,650	標準最大 16.5
P-9-CO	9	600		2 BC	45	1,400×1,100	1,800×1,775	
P-11-CO	11	900		(AS)		1,400×1,350	1,800×2,025	

HVB 形油圧パワーユニットについて述べたが、この油圧パワーユニットをバックプランジャ式乗用油圧エレベータだけでなく、荷物用エレベータや自動車用油圧エレベータにも適用し、HVB 方式油圧エレベータとして完成した。これにより当社の油圧エレベータは、油圧エレベータが本来持つ建屋の上部に荷重をかけない、機械室の位置が自由などの特長の上に、高性能でスペースファクタの良いエレベータとして、幅広い需要に答えてくれるものと思う。

都市交通機関用エスカレータ

立川 宏*

1. ま え が き

近年、我が国の都市人口の過密化、それにともなう交通問題は、社会問題の一つとして大きく取りあげられており、解決策として大量輸送能力のある鉄道施設の整備拡充が急がれている。その一環として、駅構内における混雑緩和をはかり、乗客の流れを円滑にするため大量連続輸送能力をもつエスカレータの設置は欠くことができないものとなっている。また鉄道の設備を拡大するために、鉄道を地下にするか、あるいは空間を利用して高架にする方法がとられるようになり、これにともなって駅のプラットフォームと地上間の揚程は次第に大きくなり、設置されるエスカレータも高揚程化する傾向にある。また朝夕のラッシュ時には輸送力を増すため高速で運転し、閑散時にはエスカレータの利用に不馴れな乗客の安全性を考慮するとともに節電をはかるため、低速運転可能な2段速度エスカレータの設置が増してきた。これは将来の都市交通機関用エスカレータの主流をなすと考えられる。当社ではかねてからこれらの要望に応ずるべく機能、安全性などについて調査研究を進めていたが、これらの条件におおむね適

合し得るものを完成し、このたび帝都高速度交通営団 千代田線神宮前駅、有楽町線麹町・市ヶ谷・永田町各駅に、2段速度エスカレータを含む多数のエスカレータを納入した。本文ではこれら2段速度エスカレータを中心に交通機関用エスカレータの概要及び研究成果を報告する。

2. 需要の動き

2.1 高揚程エスカレータの増加

図3は、階高7.5m以上の高揚程エスカレータの年度別設置台数を示し、図4は用途別の割合を示す。高揚程エスカレータのうちで交通機関用が占める割合は約90%にも達し、年々台数増加も著しい。この傾向は、はじめにも述べたように、都市における建築物の密集に対応し交通機関の整備拡大を計るため、軌道は空間を利用した高架式とするか、地下深くせん(穿)孔する地下鉄方式にしなければならないためである。また交通機関の連絡網を形成するため、既設線と交差して新線を敷設する場合、既設駅の上か下へ新設のプラットフォームを設置することになる。その結果、フロアが幾層(図2参照)にもなると層間連絡用エスカレータも高揚程化するため、計画中のものでは揚程が25mを越えるものもある。



図 1. 東京駅に設置された エスカレータ

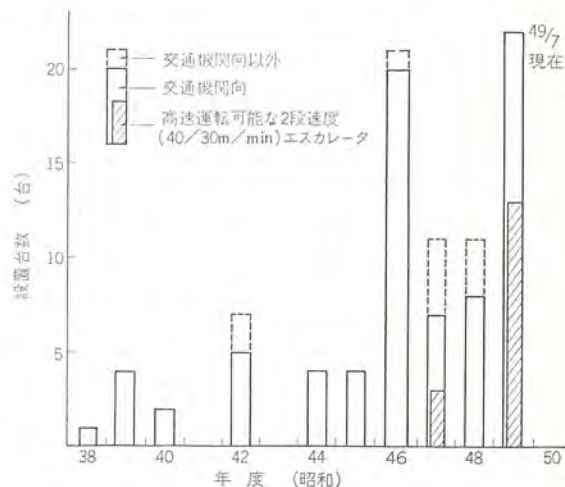


図 3. 高揚程エスカレータ年度別設置台数

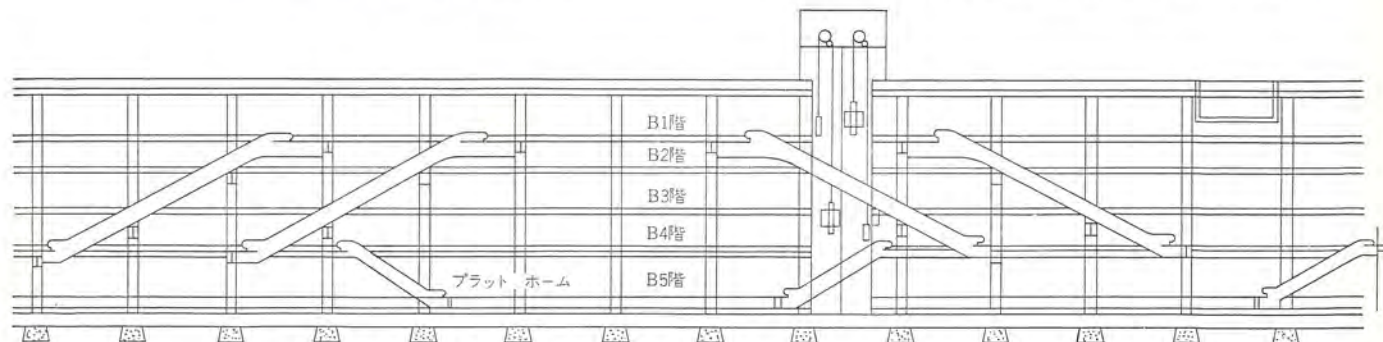


図 2. 東京駅に設置された エスカレータ 配置図

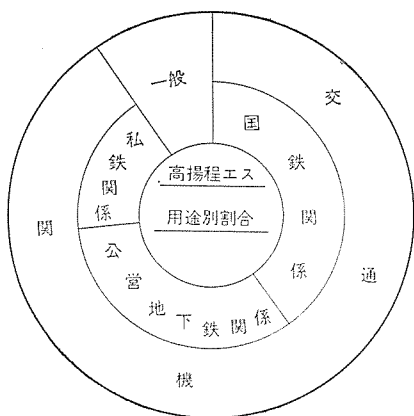


図 4. 高揚程エスカレータ用途別割合

2.2 高速化

エスカレータが駅構内の重要な輸送設備となるに伴い、効率よく円滑な輸送を行うためにエスカレータの運転速度を高速にし、輸送能力を向上させて、朝夕のラッシュ時の混雑を緩和することが必要となった。また高揚程エスカレータが増えるにつれ

- (1) 目的階へ速く乗客を運ぶ。
- (2) エスカレータ運転速度が遅いことによる乗客の焦燥感をやわらげる。
- (3) 所要スペース上からもエスカレータの必要台数をできるだけ少なくする。

などの問題を解決するために、エスカレータの運転速度を高速にする必要が生じた。図 3. でもわかるように、高速運転可能な 2 段速度エスカレータの占める割合が多くなってきており、今後ますます増えてくるものと思われる。

2.3 運転管理

乗客へのサービス設備であったエスカレータは、最近では乗客の流れの方向を規制し、かつ円滑に輸送するための重要な輸送設備となりつつある。そのためプラットフォームと改札口間にはエスカレータを設置し、列車の運行間隔、停車時間・旅客の流動状態に応じてエスカレータの運転速度を切換えたり、運転方向を変換したり、また運転台数の増減を行うようになった。すなわち朝夕のラッシュ時には輸送能力が高い高速運転を行い閑散時には、エスカレータ利用に不慣れな老人・子供らの乗降時の安全性を考慮して低速運転を行い更に節電を計るため旅客数に応じて運転台数を増減させたりする運転管理を行うことが必要となった。近い将来には、この速度切換えも乗客の流れをとめないで、安全に自動的に行う要求も高まるであろうし、また、エスカレータ設置台数も多くなり、運転管理も複雑になれば、省力化の意味からも、工業テレビなどを利用した集中遠隔操作の必要性が出てくるであろう。

2.4 安全性

輸送機関としてのエスカレータにとって、乗客を安全に輸送することは最も大切なことであるし、本来エスカレータは安全性には十分考慮が払われているが、最近の交通機関のめざましい発達により乗客も老若男女の別をとわず増加し、乗客の不注意やエスカレータ利用方法の不馴れあるいは安全管理の不徹底などのため、不測の事故を招く場合も残念ながら散見される。このため昭和 49 年 2 月には「建設省住指発第 213 号」にて認定されたエレベータ協会標準 (JEAS-406 A) 「エスカレータ安全対策標準」も公示され、新設だけでなく既設品までも含めて安全対策の徹底が計られている。

3. 都市交通機関用エスカレータの特長

永年の実績と需要家の要望をとり入れた最新の都市交通機関用エスカレータの特長をのべる。

3.1 2 段速度エスカレータ

当社では輸送能力を向上させるためエスカレータ運転速度を種々変化させ、かつエスカレータに乗降しやすいよう、乗降部のステップの水平移動距離を長くしてエスカレータ高速運転時における最適運転速度と輸送能力との関係を、鉄道各社の協力を得て既設のエスカレータで調査研究した。その結果安全性を損なわないで輸送能力増大を可能にした 2 段速度エスカレータを完成した。

3.1.1 輸送能力

三菱エスカレータには、エスカレータ幅 1,200 mm の 1200 形と、800 mm の 800 形の 2 機種ある。我々は大量輸送を必要とする交通機関向けとしては、1 ステップに大人 2 人が乗れる 1200 形を推奨する。各ステップに 2 人乗った場合の輸送量を 1200 形エスカレータの理論輸送能力と称しているが、

- (1) ラッシュ時、閑散時などの乗場における(蟻)集程度
- (2) ステップ速度と乗客の歩調のタイミングのずれ
- (3) 自分のまわりに空間を確保したいという人間心理の影響
- (4) エスカレータ運転速度向上による危険感の増大

などによる乗客の乗込み能力の変化によって実際の輸送量は変化する。したがって同一運転速度においても上記理由により輸送量は変化するが、エスカレータ運転速度と乗降部のステップ水平移動距離をそれぞれ変化させた場合の実輸送能力の変化を示したのが図 5. である。当社及び外国での調査結果⁽¹⁾からも明らかなように、実輸送能力は理論輸送能力には達しないし、そのうえ運転速度に比例しては増加しない。しかし乗降部におけるステップの水平移動距離を長くし乗降時の危険感をやわらげ、乗降しやすくした構造 (図 6. 参照) にすれば、ある速度までは運転速度の増加にほぼ見合う輸送能力の向上が得られる。ただし乗降部のステップ水平移動距離を長くしたと

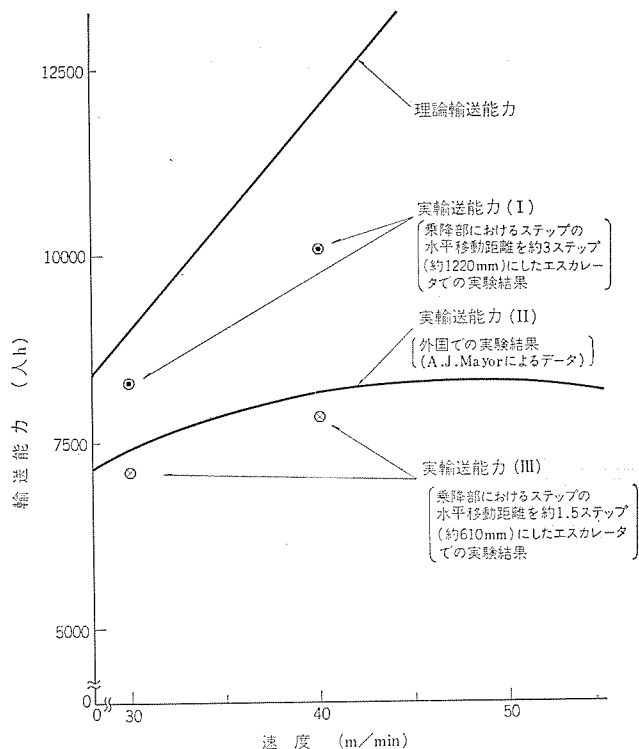


図 5. エスカレータ速度と輸送能力



図 6. 乗降口におけるステップ水平移動距離を長くしたエスカレータ

表 1. 1200 形におけるエスカレータ速度と実輸送能力

エスカレータ速度 (m/min)	理論輸送能力 (人/h)	設置計画時における 推奨実輸送能力 (人/h)
30	9,000	6,000
40	12,000	7,200

しても、エスカレータ運転速度が 40 m/min をこえると危険を感じる人が増す。当社では、以上の調査結果をもとに安全性、輸送能力向上など総合的に考えエスカレータの高速運転時の速度は 40 m/min とし、乗降部のステップ水平移動距離は権威ある英国規格⁽²⁾を満足する約 3 ステップ分(1,220 mm)以上としている。

以上述べたように、エスカレータの実輸送能力は乗客の乗込み能力によって異なるし、また設置場所などにも左右されるので、条件さえ整えば図 5. に示した実輸送能力(Ⅰ)までは実現できるが、設置計画時における実輸送能力は余裕をみて表 1. で計画されることが望ましい。

なお、閑散時にはエスカレータの利用に不慣れな人たちの利用及び節電を考慮して 30 m/min に切換えて運転することができる。

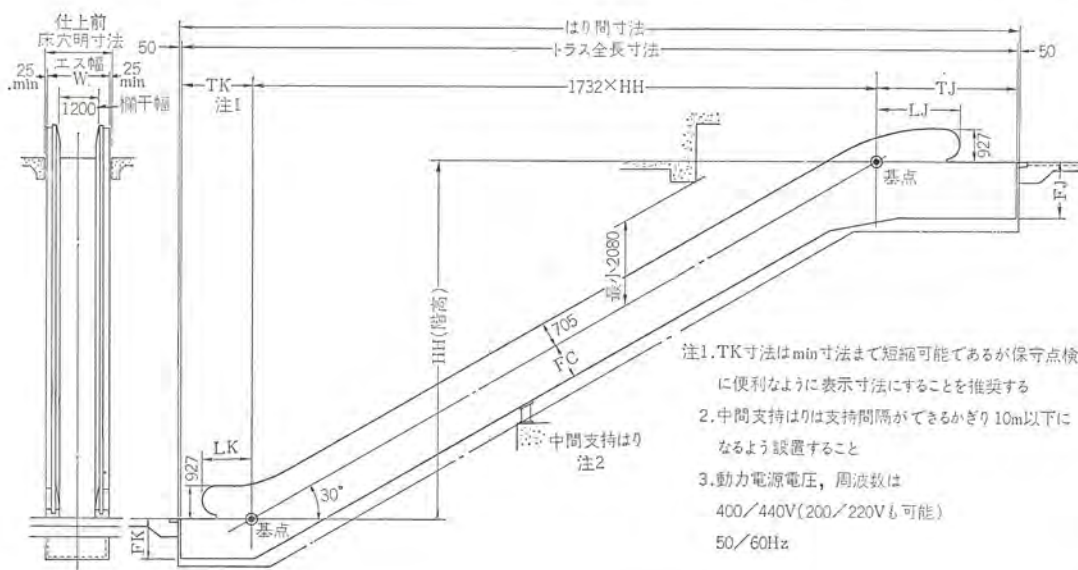
エスカレータ運転速度に関しては、現在建築基準法では 30 m/min 以下と規定されており、設置計画時には関係行政庁に認可申請をする必要がある。

3. 1. 2 エスカレータ標準据付寸法

エスカレータ運転速度 30m/min の 1 段速度エスカレータ及び、乗降部のステップ水平移動距離を長くし、輸送能力を向上した 40/30 m/min の 2 段速度エスカレータの標準据付寸法を図 7. に示す。揚程は将来の超高揚程化時代にそなえ、30 m までの系列化を完了し、需要家の御期待に沿うことができる体制をととのえている。

3. 2 緩変速装置

都市交通機関向けとしては高速を含む 2 段速度エスカレータが主体となりつつあり、その運転管理方式として乗客の流れに応じて運転速度を切換えたり、運転台数を増減したりすることが行われている。現在この操作は運転管理者の手により、乗客の流れをいったん止め操



1 段速度 エスカレータ (30 m/min)	理論輸送能力(人/h)		9000							
	階	高 (mm)	2000~4000	4001~5000	5001~7700	7701~11500	11501~16000	16001~22000	22001~30000	
エスカレータ寸法 (mm)	使用電動機 (kW)		7.5	9	13.5	22	30	45	60	
	TJ	2520			2820	4000	5330	7000	8400	
	TK	2130 (min1980)			2130 (min1980)	2000 (min1700)	2000 (min1700)	2650 (min2150)	2650 (min2150)	
	FJ	1140			1300	1700	1480	1750	2000	
	FK	1080			1080	1100	1100	1300	1300	
	LJ	1675			1895	2378	2708	3470	4250	
	LK	1285			1285	1368	1368	1670	1670	
	FC	950			950	985	985	985	985	
2 段速度 エスカレータ (40/30 m/min)	理論輸送能力(人/h)		12000/9000							
	階	高 (mm)	2000~6200	6201~7700	7701~11500	11501~16000	16001~22000	22001~30000		
	使用電動機 (kW)		15/11		30/23		45/34	60/45	80/60	
	TJ	3710		5150	5800	6600	7600	8100	9100	
	TK	2700 (min2300)		2700 (min2300)	2530 (min2250)	2530 (min2250)	2950 (min2450)	2950 (min2450)		
	FJ	1480		1480	1480	1750	2000	2000		
	FK	1080		1080	1100	1100	1300	1300		
	LJ	2505		2505	2938	3268	3950	4690		
エスカレータ寸法 (mm)	LK	1865		1865	1898	1898	1940	1940		
	FC	950		950	985	985	985	985		
	W	1680		1680	1760	1830	1920	2080		

図 7. エスカレータ標準据付寸法 (1200 形)

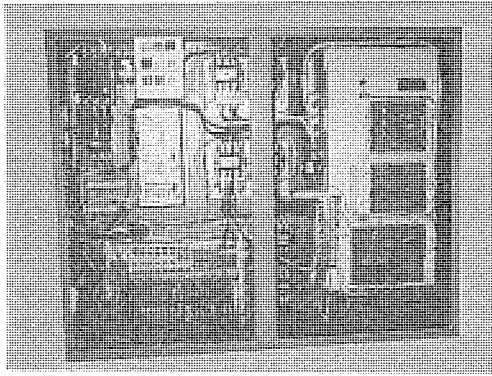


図 8. 緩変速制御盤

作する方式がとられている。エスカレータ設置台数が少なく、また乗客が少ないうちはよいが、設置台数がふえ、乗客もふえれば、流れをとめることなく運転操作を行うことが好ましい。これらに対処するため、エスカレータの乗客の流れをとめることなく、エスカレータに人をのせたまま緩やかに運転速度を変えることのできる画期的な緩変速装置（特許出願中）の開発を完了した。またこの装置を応用すれば緩やかな起動、停止を行なうこともでき、エスカレータの自動運転を含めた総合的運転管理が可能となる。

この装置の概要は、

(1) 2段速度エスカレータの駆動電動機として高速用と低速用の2巻線を使用し、低速から高速へ、また高速から低速へ速度切換えは半導体について制御する。

変速時の加減速度は自由に調節可能で、あらかじめ決められた理想パターンに沿って制御され極めて安全かつ滑らかに変速できる。

(2) 速度指令はエスカレータ操作盤に組込まれた切換スイッチによって行い、エスカレータを運転している状態で任意に切換え可能であるが、タイマによる自動切換、テレビモタなどの併用により集中遠隔操作も可能でエスカレータ運転管理の省力化ができる。

(3) 緩やかな起動及び停止する機能を含めれば、エスカレータ利用客の流れに応じ自動的に運転開始、速度切換、停止を行うことも可能で効率のよい運転管理ができる。

3.3 安全装置

3.3.1 安全ステップの採用

従来、当社では図9.に示すような、クリートライザが隣接ステップのデマケーションコム（境界くし）と常に数mmのかみ合い深さをたもち、靴などがステップ間のわずかなすき間にも引込まれない安全構造をもったクリートライザ・デマケーションコム付きステップ（実用新案第590275号）を採用しているが、更にステップ側端にも危険ラインをつけて乗込みの際、乗客の足元を安全に誘導できるステップとした。

3.3.2 手すりガード

移動手すりの出入口部分に、指や手首などがはさまれる事故を未然に防ぐために2重構造の手すりガード（実用新案第965876号、米国特許第3670862号）を設けた。（図10.参照）すなわち比較的柔らかいゴムで作られた手すりガードと、比較的硬いゴムで作られ

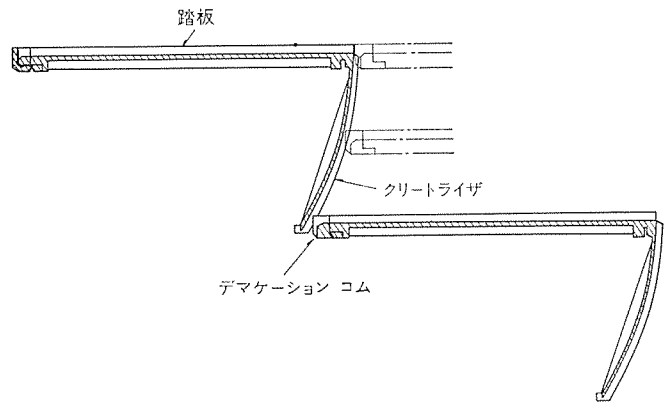


図 9. クリートライザ・デマケーションコム付きステップ

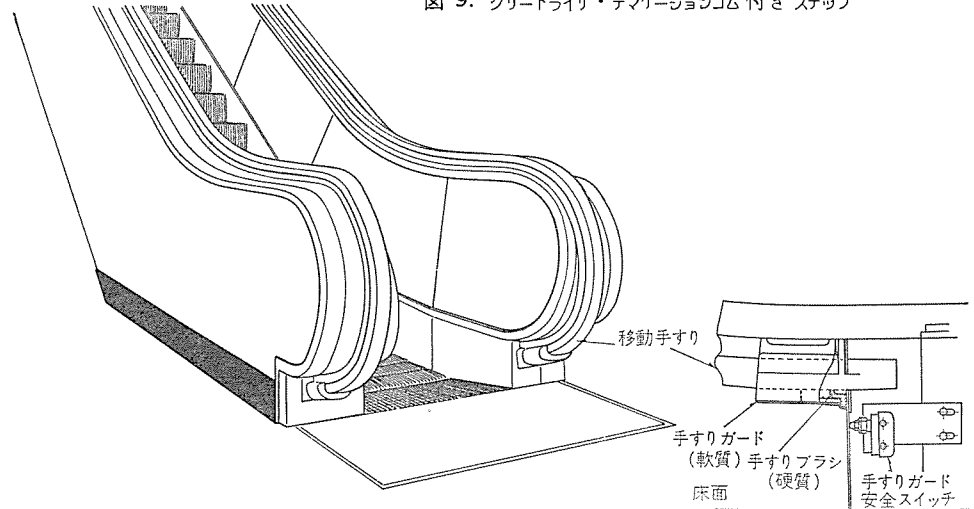


図 10. 手すりガード

た手すりブラシとから構成され、たとえ手すりガードに指がはさまれても手すりガードが柔らかいので容易に指を引き出すことができるし、手すりガードの奥まで指が引き込まれても中にある硬い手すりブラシで2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ない。もし万一中の手すりブラシにまで指などの異物がはさまれた場合には、手すりガードスイッチが作動し、エスカレータは停止する。

3.3.3 その他の安全装置

(1) モータ欠相などの何らかの異常事態による失速、過速、又は逆転などに対しては、調速機により確実に異常を検出しエスカレータを停止する。

(2) エスカレータ利用中あやまって荷物などをデッキボード上に落とした場合、特に高揚程ではデッキボードが滑り台となって、かなりの速さで落下し危険である。これを防止するためデッキボード上に落下防止のストップを設置することが望ましい。

(3) 上下部の乗降場に設けられた操作盤には、非常停止ボタンが組みこまれているが、交通機関用エスカレータでは乗降場の近くの壁の見やすい位置にも非常停止ボタンを設けることが望ましい。これは緊急あるいは不測の事態の場合だけでもすぐにエスカレータを停止させることができるようにするためである。

(4) その他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、例えば駆動チェーン安全スイッチ、ステップチェーン、安全スイッチなどを装備している。

3.3.4 ブレーキ装置

何らかの事故により万一前項種々の安全スイッチが働いて、緊急停止

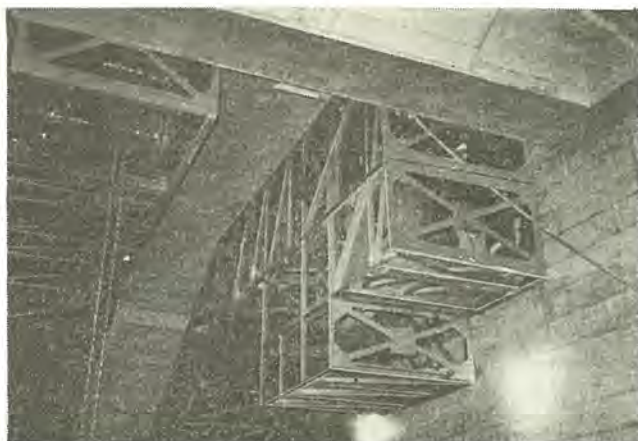


図 11. 特殊機械室

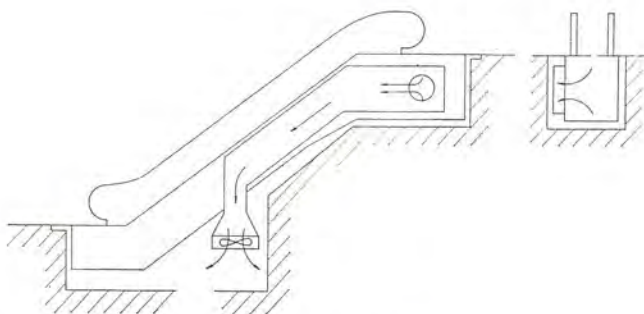


図 12. 強制換気用配管図

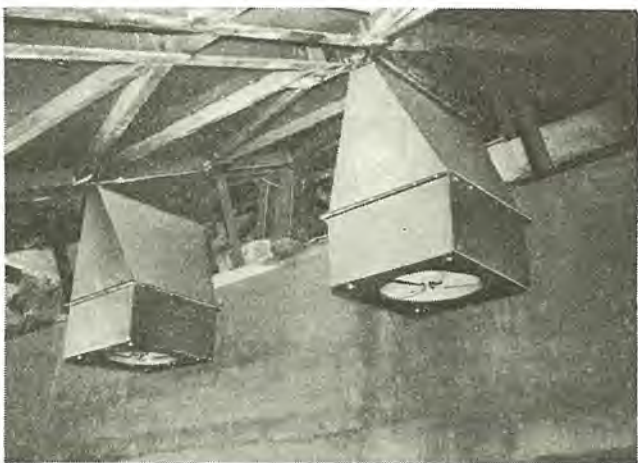


図 13. 強制換気扇

するときの停止ショックは、高速、高揚程化する交通機関用エスカレータに対しては特に考慮が必要である。ブレーキ装置に関しては、サイリスタ、タコジェネレータなどの組合せによりブレーキトルクを制御できる緩停止装置をはじめとして、種々開発中で、今後揚程の高いエスカレータに採用する計画である。(特許出願中)

3.4 信頼性・堅牢耐久性のある構造

交通機関用エスカレータは早朝より深夜までの長時間にわたる連続輸送設備であり、かつ朝夕のラッシュ時の乗客の雑踏に対しても破損しない堅牢・耐久性のある構造でなければならない。

当社の交通機関用エスカレータは、既に約20年のか(稼)動実績をも

ち、1台あたりの故障率も過去の実績によれば極めて低く信頼性は高い。このような実績を背景に最近では階段を全く設けず、構内の階間輸送はすべてエスカレータが受持つ駅も数多く実現している。また欄干は強度剛性をあげるとともに内側板及び床板にはステンレスを採用し、さび防止・耐摩耗性のある構造としている。

3.5 土木構築寸法に応じた設計

3.5.1 機械室寸法

エスカレータの標準据付寸法は、図7.に示す形状であるが建物によっては、建築はり(梁)・道路・事務所などの関係でこの形状では設置困難な場合がある。そのようなときには駆動機の配置を変化させることによって上部機械室を短く深く、あるいは長く浅くすることが可能である(図11.参照、特許出願中)。特に当社が開発した600形駆動機については、駆動機を立形又は横形に設置することによって上部機械室の形状に対応できるようになっている。

3.5.2 機械室換気装置

エスカレータ機械室は、周囲が壁にかこまれた密室となる場合が多く駆動機、モータなどの発熱により機械室内の温度上昇がはなはだしくなることがある。機械室内の温度上昇は、エスカレータ各機器の寿命低下をきたすおそれがある。このようなときはトラス側面にダクトを配置し、換気できる場所までダクトを通し強制換気する方法を考案した。(図12., 13. 参照。特許出願中)

4. 設置上の注意

都市交通機関用エスカレータの設置に対しては、下記事項を配慮する必要がある。

- (1) 乗客の流れを円滑にするためにエスカレータの上下乗降場付近は十分なアプローチを設け、壁、柱などが乗客の乗り降りの障害物にならないようにする。
- (2) 乗客の流動方向とエスカレータの運転方向を同一にする。
- (3) 単列エスカレータ設置の場合には保守点検、万が一の故障に対しても乗客が混乱しないよう補助階段を並列する。
- (4) 高揚程エスカレータでは、寸法・重量とも大きくなるので搬入口の広さ、搬入経路についても設置計画時に配慮する。

5. む す び

交通機関の発達とともにますますエスカレータの需要が増し、それにつれ機能、安全性に対する要求も複雑多様化するであろうが、当社では時代に適合した安全かつ信頼性の高いエスカレータを開発・製作していく所存である。また交通機関の設備の一部としての機能を十分発揮するために、より一層交通システムの研究調査を行う予定である。本文が交通機関用エスカレータ設備計画の一助となれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) C. W. Hardie : Escalator and Travolator, Journal of the I. Mech. E. Railway Division, 1, No. 5, 540 (1970-5)
- (2) B. S. 2655 : PART 4, (1969)
- (3) 鬼頭 : 三菱電機技報, 46, 1397 (昭47)

“エレベット”設計製図の機械化

新田 弘毅*・宮崎 博*・丸山 祥男**・河瀬 信治**

1. ま え が き

昭和35年に“エレベット”の愛称で規格エレベータの販売を開始して以来、その需要は上昇の一途をたどり、現在当社の全生産台数の過半数を占めるに至った。この間、市場の動向や建築業界の動きに対応して、機種系列の見直し、デザインの変更などが繰り返されてきたが、こうした変化と拡大する需要に対応できる設計・製図体制の確立の必要に迫られるに至った。

その一つは、建築工事や据付工事に不可欠なエレベータ据付図・穴明図（コンクリート打図）の設計・製図体制の確立である。

当社では、エレベータの据付設計から製図に至るプロセスを、システム的に分析・研究し、電子計算機の図形処理プログラムに創意と工夫を重ね、自動製図機と組合せた自動設計製図システムを完成した。

他の一つは、客先仕様を基にして、製造及び据付に必要な情報を作成する設計手配体制の確立である。

これについては、電子計算機の処理プログラムに極めてユニークなロジックマスタ方式を採用し、エレベータ機器の変更に柔軟に追従できる設計手配システムを完成した。

以下これらのシステムの概要と特長について述べる。

2. エレベットの自動設計製図システム

エレベータの据付図・穴明図は、建築設計及び施工者との打合せ、行政庁への確認申請、並びにエレベータの据付工事、建築工事にとって欠くことのできない基本図面であるが、この設計・製図は専門の知識と技量を必要とするところから、そのすべてを人手に依存していた。そのため需要の拡大に対応して、作図要員をいかに確保するかが最も重要な問題であり、省力化が緊急の課題であった。

このシステムはこれらの要請に基づき、省力と低コスト化を計るとともに、将来の発展性にも意を用い、約2年半の研究開発の結果、世界で初めて実用化に成功した自動設計製図システムである。

2.1 自動設計製図システムの概要

このシステムは、1台から3台までの規格形エレベータの据付図と穴明図の設計製図を対象としている。それは、不定形な建築く（軀）体（昇降路と機械室）の中に、エレベータ機器（かご・つり合おもり・中間ビーム・巻上機・巻上機台・制御盤・受電盤・調速機など）を関連法規や据付・保守の作業性を考慮して最適配置する設計作業とその結果を製図する作業を、コンピュータと自動製図機を利用して自動化したものである。

2.1.1 作図手順

データの作成から図面作成までの手順を示すと、

- (1) エレベータ設計者は、建築関係者との打合せで得られる建築く体に関する情報と、エレベータ仕様をインプットシートに記入する。
- (2) インプットシートは、データ処理部門でパンチカードに直されて、大形コンピュータにインプットされる。

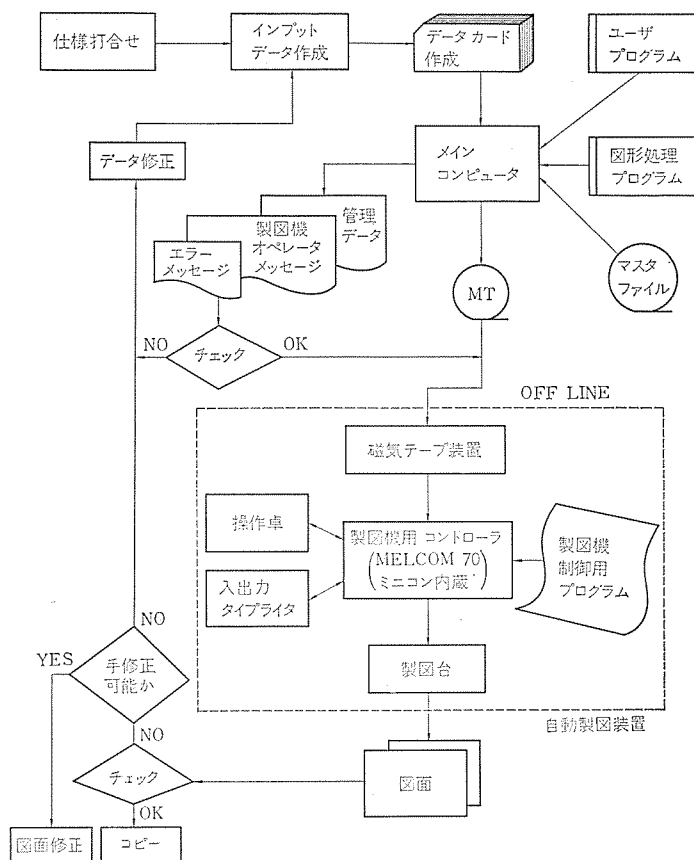


図 1. 自動設計製図システム系統図

(3) 大形コンピュータにはインプットデータのほかに計算処理の参考データ、作図の補助とするマスタファイルを同時に入力する。

(4) コンピュータ内部で種々のデータを処理して、製図に必要なすべての情報は磁気テープ上に、製図機オペレータへの指示書やメッセージなどは、プリンタにアウトプットされる。

(5) コンピュータからアウトプットされた磁気テープを自動製図機にかけると、後は自動的に作図される。

以上の作図手順の流れを図1.に示す。

2.1.2 自動製図機器の構成と機能概要

このシステムで採用した自動製図装置は、ミニコンピュータを内蔵したストアードプログラム方式の高速製図機であり、その構成を図2.に示し、機能の概要を表1.に示す。また図3.は自動製図室の全景を示す。

2.1.3 自動製図プログラムの概要

このプログラムの目的は、エレベータ機器の最適配置設計を行って、昇降路平面図・機械室平面図・縦断面図・仕様欄・穴明図などの作図を行うための作図指令テープを作り出すことにある。図4.に自動製図プログラムの設計手順の概要を示す。

2.1.4 作図例

図5.に据付図、図6.に穴明図の作図例を示す。

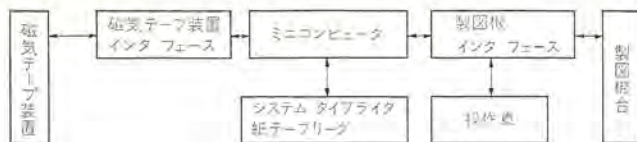


図 2. 自動製図装置の構成図



図 3. 自動製図室

表 1. 自動製図装置の機能概要

装 置 名	機 能 概 要	備 考
ミニコンピュータ	作図指令テープの内容を読み込み、直線補間・円弧補間・駆動命令の翻訳・製図機の加減速制御・メッセージのプリント・オペレータの指示の解釈・操作卓の操作の判別をするもので、自動製図機装置の中核を成すものである	三菱電機製 MEL COM 70 ミニコンピュータ 8K 語メモリ 1語は16ビット
磁気テープ装置	大形コンピュータで作成した作図指令テープを読み込むもの	9トラック 800 BPI
磁気テープ装置用インタフェース	ミニコンピュータと磁気テープ装置を結合するもの	
システムタイプライタ	オペレータのメッセージのプリントやオペレータから製図機システムに指令を与えるためのもの	紙テープ読取りせん孔装置付
製図機台	図面を作図する部分で、有効作図領域は、2,000×1,250mmの大きさで4本のペンを自動選択可能。作図速度は38.4 m/s	武藤工業社製 R-II形自動製図機
操作卓	製図機オペレータの操作卓でスイッチとランプで構成されている	
製図機インタフェース	ミニコンピュータからの指令に基づいて、製図機を駆動させるための電気的信号(X, Y軸の駆動パルス)を発生させるもの	

2.2 自動設計製図システムの特長

ほとんど定形化されたパターンを扱ってきた在来の自動製図システムに比較して、このシステムは次のような特長をもっている。

(1) 不定形な建築く体(く体形状、柱・はり(梁)の有無、柱の形状、ダクト、階段、出入口、窓、換気扇、ガリなどの有無とその位置などの諸条件)を前提として、下記の自動設計製図を行う。

(a) 昇降路内のかご・つり合おもり・中間ビーム・出入口装置の最適配置設計。

(b) 機械室の巻上機・制御盤・受電盤・調速機などの相互干渉及び出入口・柱・窓などを考慮した最適配置設計。

(2) 製図用紙のサイズ決定、各製図用紙上への割付、作図法(縮尺・非比例尺の使用など)の決定などを自動的に実行作図する。

(3) 図形認識・図形判断を行い、見比べが良く、実用的で質の高い図面が作図できる。具体的には

(a) 陰線の消去(重なっている部分の線の消去)

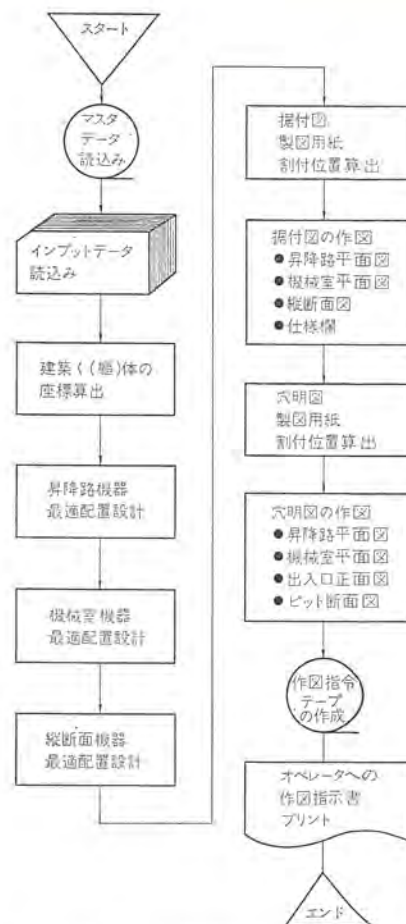


図 4. 自動製図プログラムの設計手順概要

- (b) 寸法線・寸法値・作図図形・文字などの相互干渉の回避
- (c) 特殊作図法(ハッチングなど)
- (d) 寸法・文字などの作図位置の最適化
- (e) 不定形な建築く体形状に見合った寸法の記入を行う。

(4) 漢字・片仮名・英字(大文字・小文字)・数字・特殊文字などが、自由な書体(たて書き、よこ書き、文字の高さと幅の寸法、文字間隔、文字の回転、文字のゆがみなど)で描画できる。

(5) プログラムははん(汎)用性・拡張性・融通性に対し特に配慮されており、機器の変更にも容易に追従できる構造となっている。

2.3 自動設計製図システム効果

このシステムの導入後1年余り経過したが、導入に伴い下記のとおり、大きな効果を上げることができた。

(1) 省力効果

これまでの熟練製図者による作図時間に対し、約10%程度の時間で作図できるようになった。現実顧客から作図依頼があった場合、このシステムではその納期を1~2日で応じることができる。

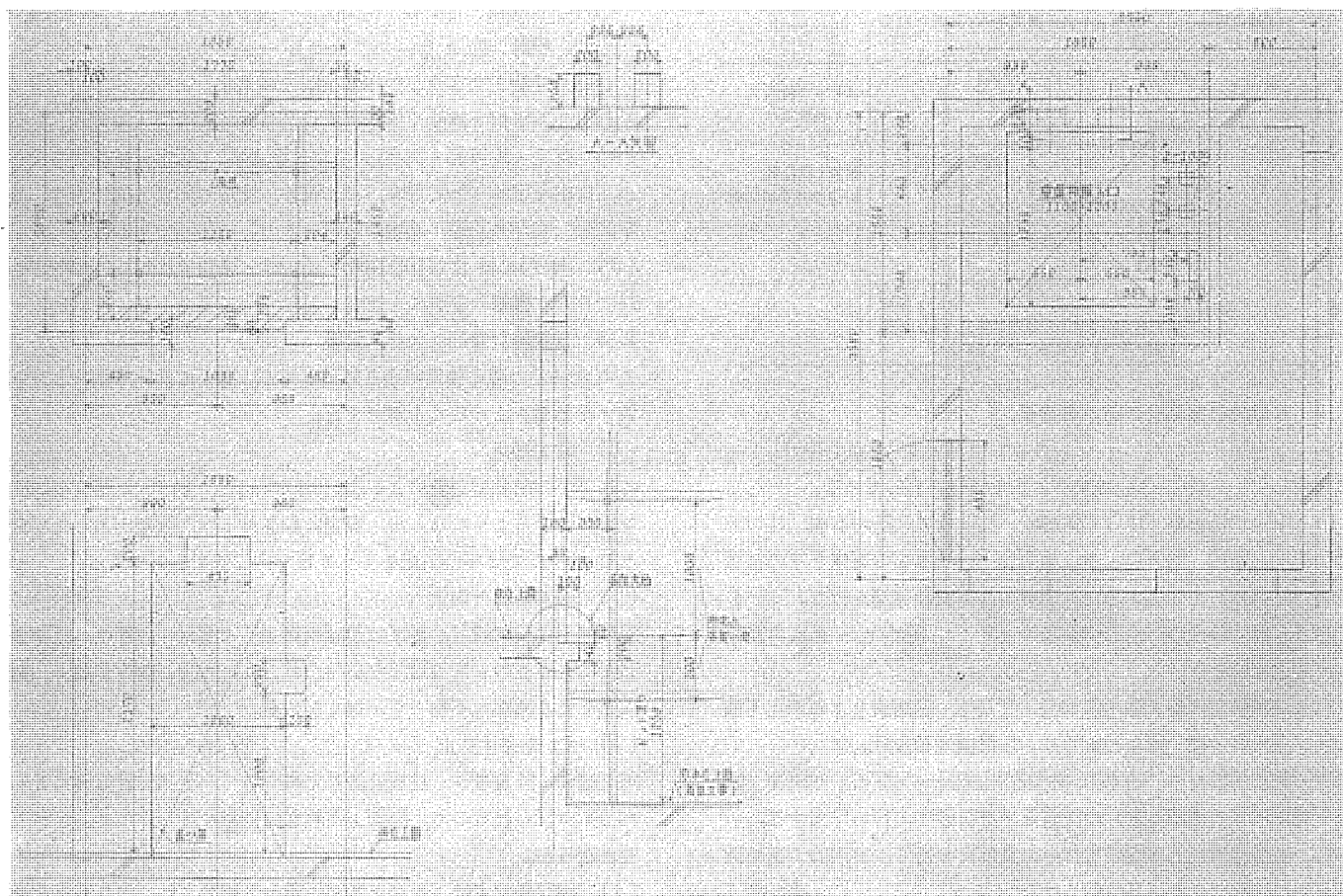
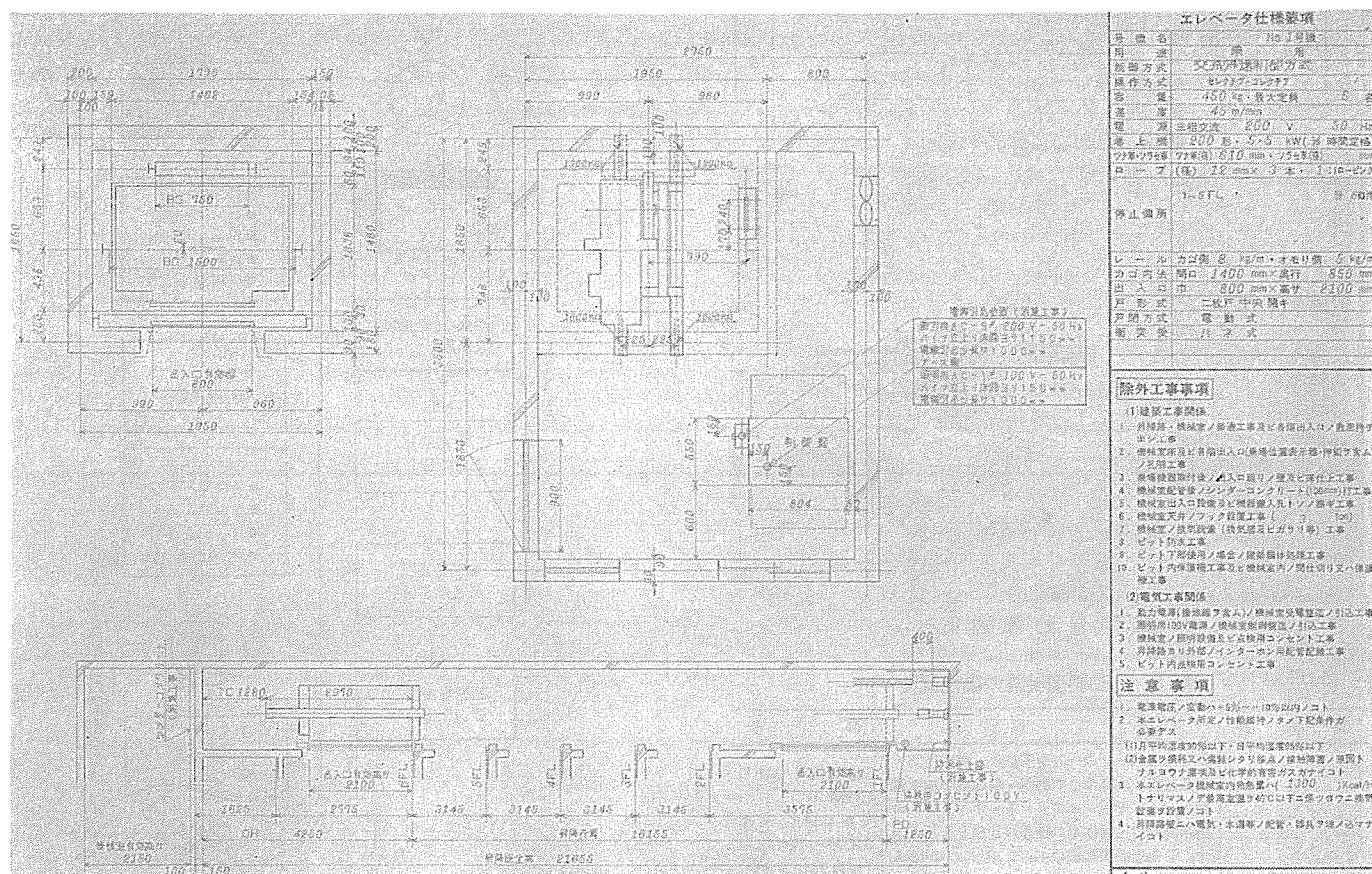
(2) 図面の質の向上

機器据付の配置設計、並びに製図用紙上への割付・設計は、熟練製図者によるものと同等以上の結果が得られ、作図の精度が高く、個人差による図面の不均一さが無くなった。

(3) ミスの発生防止

記入漏れ、計算誤り、法規寸法などについて、すべて計算機によるチェックが行われるので、図面上の誤りは皆無に等しく、チェックが不要となった。

(4) 設計製図者は、単純な製図作業から解放され、より高度な業務に専念できる。



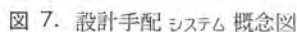


図 8. インプットシートの例 (仕様書)

システムに作りかえて、従来内在していた欠点を克服することができた。ここでは、営業・生産活動に効果的に利用されているエレベットの設計手配システムの概要を紹介する。

3.1 設計手配システムの概要

このシステムは、図 7. に示されているように 5 個のブロックから構成されている。設計手配の過程において、仕様以外の基本情報と日程情報は業務ファイルから得られる。以下に主要ブロックの概要を述べる。

(1) 仕様詳細検討ブロック

営業所で作成した仕様書 図 8. を毎日処理して仕様書が正しく記入されているかどうかを チェック するとともに、仕様 ファイル を更新する。仕様 チェック は基本項目・関連項目及び特殊仕様について行われ、その結果が「仕様書検討結果」としてアウトプットされる。営業所はこれによって仕様の確認及び修正を行う。

エレベータの設計手配は、顧客が希望するエレベータ仕様を製造・据付に必要な情報に翻訳することである。これはエレベータの据付図・穴明図の設計製図と同様に専門知識・経験と技量を必要とする。この仕事を機械化することにより、設計の省力化・設計ミスの減少・需要量に対する柔軟性の向上などを実現できる。

当社では、昭和42年にエレベットの設計手配を機械化して成果をあげていた。その後、昭和46年1月から生産の新エレベットの開発及び生産体制の準備と同期して、オーダーエントリーから出荷管理に至るまで自動的に処理すべく、設計手配システムをも包含した大規模な生産管理システムの開発・導入を行い、新しい処理テクニックを用いた新

プログラムコード	N.C.G. 情報表示	形式	説明
△△	品 名 図 番 ジュテンポン ×60HA-05	N形	品名、図番その他の欄をそのまま品目表(図9.)にアウトプットする。
CP	セイキヨポン Y12345G01	N形	プログラムコードが“CP”の場合は連続を示すコード“C△”が続き、C形の条件式をデニックスする。
C△ C△ C△	IF 200.01≤VOLT<220.01	C形	
FW	H=+VOLT×2.00-50.5	G形	

図 11. プログラムコードの代表例

1 0 0 A A 10	マキアゲモータ	5 5 4 C 1 2 3	CP	+ KISH01 + TEIN06 + SOKU45 + SOKU11
1 0 0 A A 20	200.00≤VOLT<220.01		C△	
1 0 0 A A 30	400.00≤VOLT<440.01		C△	
LINE NO	N.C.G.情報	プログラムコード	仕様論理情報	

図 12. マスタデータの例

の一般形式は次のとおりである。

LINE NO	N.C.G.情報	プログラムコード	仕様論理情報
---------	----------	----------	--------

N. C. G 情報：プログラムコードによって処理される部分で、N形・C形・G形の3形式がある。N形の場合は品名・図番・数量などが入っている。

プログラムコード：N. C. G 情報の処理方法を規定するコントロールキーである。図 11. に代表的なコードを示す。

仕様論理情報：エレベータ仕様をコード化した仕様コードと論理演算子“+”(With)、“-”(not)、“*” (or) を使って表現する。

(3) 計算例

ロジックマスタ方式の処理方法を、プログラムコード“CP”の場合を例にして説明する。

客先仕様に対して、下記の仕様コードが発生されているとする。

機種	エレベータ P	→	KISH01
定員	6 人	→	TEIN06
定格速度	45 m/min	→	SOKU45
動力電源電圧	210 V	→	VOLT=210・00

また、マスタデータ上には図 12. のように選択ロジックが表現されているものとする。

このとき図 12. の右側の仕様論理情報は“機種がエレベータ P で、定員が 6 人、定格速度が 45 又は 60 m/min”を意味しており、客先仕様を満足する。したがって、このレコードと以下に続く C 形レコードを参照する。この場合“VOLT=210・00”であるから条件式を満足するので

マキアゲモータ 554 C 123 (形番)

としてアウトプットする。

3.3 設計手配システムの特長

在来の設計手配システムに比較して、種々の特長を有しているが、そのうちの三つを紹介する。

(1) ロジックマスタ方式の採用

市場ニーズの多様化・改良などのためにエレベータ機器が設計変更され、EDP プログラムの修正の必要があるとき、容易に短時間でこの修正ができる。プログラムのモジュール化又は Decision Table の導入などによりプログラム論理の修正を容易にする方法も考えられるが、その修正にプログラムの介入を必要とする。プログラムを増員してこれと処することも一方法であるが、大規模システムにおいては全体の管理が困難になり、システムが硬直化する恐れがある。ゆえに、この種のシステムにはロジックマスタ方式のほうが勝っている。

(2) 例外処理のシステム化

所定の論理から外れた場合や、客先仕様の変更などの例外処理をシステムにいかにかうまく組み込むかは、システム設計の大きなポイントの一つである。このシステムでは、コンピュータによる計算結果を人手で自由に修正し得る“品目修正ブロック”(前述)を設けてこれを解決した。

(3) 自動処理方式

このシステムは、生産管理システムのなかのサブシステムになっており、業務ファイル(前述)のもとに自動的に処理される。特に磁気ディスクの中の品目表データファイル(前述)の情報から、製造着手時期になると自動的に部品展開(B/M)のインプットが作られるようになっている。

3.4 設計手配システムの効果

導入後 4 年余り経過したこのシステムにより設計されたエレベータは、1 万数千台の多きに達した。その間、たび重なるエレベータ機器の設計変更にも耐え、現在なお順調にか(稼)動して極めて大きな効果を発揮している。主な効果を次に記す。

(1) ダイナミックな標準化の実現

ロジックマスタ方式採用により、設計者は EDP 部門の介入なく自らの判断だけで自由に修正ができるので、コンピュータがエレベータ機器の生産切換えや標準化のあい(隘)路とはならず、そのためダイナミックな標準化が可能となった。

(2) 設計要員の有効活用

手配論理の変更によるコンピュータの修正は、マスタデータの簡単な修正だけでよく、設計者はプログラム言語に精通する必要がなく、その精力を本来の設計業務に投入できるようになった。

(3) 客先仕様のチェックのスピードアップ

客先仕様はコンピュータにて即日チェックされ、その結果は速やかに営業所に伝送されるので、客先と折衝するなど適切なアクションが迅速にとられるようになった。

上記のほかに、省力・ミスの減少・設計の質の均一化などの効果も極めてあがっているが、紙面の都合で詳細は割愛する。

4. む す び

以上、エレベータの設計・製図の機械化の概要を述べたが、これらのシステムのか動実績は、省力化と設計ミスの縮減に期待どりの成果を示し、市場動向の変化にも十分対応できる見通しを得た。

このシステムが、今後とも企業の発展に大いに貢献できるものと確信している。

エレベータによる火災時避難

三矢周夫*・今出重夫*・寺山佳佑*・和泉陽平*

1. ま え が き

経済力の進展，建設技術の進歩により，建築物は一方では巨大化，高層化するとともに，他方では中小規模ビル の林立が見られる。高層ビルにおいては防災設備も備えられ，法の強化も行われてきているが，多くの火災事例で見られるとおり非常時に安全に避難できることは極めて重要である。

超高層ビル火災での避難を考えたとき，避難階段による数千人以上の避難は，時間のかかる，危険の多いものであることは，容易に推測できる。また，人間の習性として緊急時には，普段使われない避難階段よりも，日常使用しているエレベータを使用しようとする傾向の強いことが，推定されてもいる⁽¹⁾。

エレベータを，火災時の避難に利用することは，現在認められていないが，この論文は，それを可能とする方法について検討し，一つの試案を述べるものである。

2. エレベータを火災時には運転休止させる考え方

以前より，一般用エレベータを火災時に使用することは危険であり，火災発生後はできるだけ早く，避難階で休止させることが消防関係者・ビル管理者の通念であり，関係官庁の指導方針でもあった。

これは，昭和38年9月西武百貨店火災で，3人の人命が，エレベータ内で失われたことに端を発している。このケースでは，火災階にエレベータが停止したとき戸は半開きのまま開閉不能となり，火にあおられた人が，脱出のためかご上に上がり，ピットに墜落，あるいは，かご上で窒息死したものと推定されている⁽²⁾。この事から，エレベータを火災時に使用し，特に火災階で戸を開くことの危険性が次のように認識された。

- (1) 火災を受けている乗場ドアは，熱変形を起こし，そのために開閉不能となるので，エレベータは，その場で身動きできなくなる恐れがある。
- (2) 消火放水が始まれば，昇降路には多量の水が流入し，電気器具装置の絶縁低下による危険な誤動作，非常停止が起こり得る。
- (3) 西武百貨店の場合は，幸い休店日のため一般客がいなかったが，もし開店時であれば客のパニックにより，エレベータが超満員で，ロープあるいはブレーキがスリップするなどの，2次災害が予想される。
- (4) 火災時には，消防の放水で感電の危険があること，及び電気設備の短絡保護の必要などの理由で，電力会社側で送電を切る場合が往々にしてあり，運転中のエレベータがいつ停止するかわからない。

以上のような危険性は，エレベータ単独では処理できない問題であるため，火災時にはエレベータを自動運転で使用すべきでないとの見解が出された。

その後，昭和45年8月，ワシントンプラザビルの火災で2名が，火災階のかご内で焼死し，エレベータのタッチボタンが火煙によって動作し，火災階にエレベータを呼び寄せるのではないかと疑いが持たれ

るに至っている。

このような経過から，昭和45年改正の建築基準法において規定された非常用エレベータに対しては，第1にエレベータを火災に対し安全な区画に設けること，第2に，非常電源などを含み火災耐性を増すことを主眼とする条項を，日本エレベータ協会より答申し，大部分が採択されている。しかしながら，法定の非常用エレベータは，主として消防隊の活動のため，専用に使用されることを目的としており，ビルからの避難にはほとんど貢献できないことは，設置台数の基準から言っても明らかである。

3. エレベータを避難時に利用できるようにすべしとする意見

千日前火災における大惨事に対し，あのかきエレベータ電源が切られていなかったら，少なくとも何十人かは助かったのではないかという意見があり，星野名誉教授を長とする調査団の中間報告書においても，エレベータの避難利用を考慮すべしとの意見が強く述べられている。また，ワシントンプラザ火災の後，昭和46年4月ヴァージニアワシントン市で開かれた“超高層ビルの火災時における安全に関する国際会議”によれば，「エレベータ設計における火災時の安全性を根底から再評価して，安全な輸送手段として，エレベータが働くことを保証する事が，安全区画からの計画的避難にとって，基本問題である。」とし，エレベータを避難に使用できるよう手段，方法を開発すべきであるとの強い意見が述べられている⁽³⁾。

これらの意見は，エレベータ側にとって傾聴すべきものであり，事実50～60階建てビルの階段による全避難時間が2時間前後かかるのに対して，エレベータ群で計画輸送を行えば，表1.に示すように30分程度で避難を完了させる能力があることを考えなければならぬ。最も安全な乗物と言われるエレベータを火災時においても，安全に使用できるようにして，人命救出に貢献させ得るならば，エレベ

表 1. エレベータによる避難時間の計算例

エレベータバンク	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
エレベータ仕様	7台 1600 kg 24名 180 m/min	8台 1600 kg 24名 300 m/min	7台 1600 kg 24名 360 m/min	7台 1600 kg 24名 420 m/min	8台 1600 kg 24名 540 m/min
サービス階 (F)	6～16	17～28	29～38	39～48	49～57
各ゾーンの居住人数	2200	2400	2000	2000	1800
出発時の輸送能力 (%)	11.6	11.0	11.6	11.2	14.5
各ゾーンの避難時間 (分)	23.1	27.0	24.3	25.3	23.3

注 1. 各階の居住人数 200人/階

2. 基準階高 3.7 m 1～4階は 4.1～5.0 m

3. エレベータの救出運転回数は各階1回

一関係者にとっては喜び以外の何物でもない。しかしながら既に述べたように現時点では避難用として設置されたエレベータは非常用エレベータを除いては、火災時には運転休止するのが2次災害防止上絶対に必要な措置であることを強調しておきたい。

4. エレベータを利用した避難システム

4.1 トータルシステムの必要性

エレベータを避難に利用するシステムの検討にあたって、基本的な考え方は次のとおりであった。

- (1) 一般乗用エレベータを利用するために、地震・停電後に発生した火災に対する避難までは対象にしない。
- (2) エレベータによる救出は、ビル総合防災システムの一環として扱われるべきもので、火災時にはエレベータを安全に運転し得る環境、情報系の保持を建築設計・施工、ビル管理機能に委託する。
- (3) エレベータの救出運転実施の可否はすべてビル管理者の判断による。
- (4) 運転環境、情報系の保持を前提にエレベータはできるかぎり運転を継続できるように諸対策を施す。

以上の諸点から火災時避難に一般エレベータを利用するには、まず平常から避難誘導指揮の人的体制を整えておき、設備面ではビルの防災センタなどとの情報交換システムを確立し、エレベータの運転を避難に際して最適なものに制御できるようにする。そして、避難場所になるエレベータホールへの給気を考慮した昇降路加圧方式の採用、エレベータホール及び昇降路の防火・防煙・防水性の向上、エレベータの火災耐力の強化、電源の確保、など建築・設備・ビル管理のすべてがトータルとしてシステム化されることが必要不可欠であり、エレベータの避難利用の前提でもある。

エレベータを避難に活用するにはあらゆる面から検討して実際に役に立つものにしなければならないが、それに徹しようとすればするほど複雑となり費用も要する反面、信頼性の点で疑念が生じる悩みがある。

4.2 ビル防災システムとの関連

火災が発生した場合に、このシステムによる避難救出運転の実施は、図2のフローチャートで表すことができる。救出運転の開始にあたっては火災の大きさ、拡大の可能性などを判断し、運転環境の保持に必要な処理を行い、救出運転中は、環境の監視と居住者の誘導、エレベータの運行階床の選定などを、迅速に行わなければならない。特に救出階の選定は、全階の状況をは(把)握した上で決定される必要があり、防災センタのコンピュータで判断した階床を、エレベータ制御装置へ指令し、運転が行われるようなシステムが適当である。

4.3 避難救出運転の方法

避難救出運転の方法は、まず、大量輸送の点から、救出階と避難階間をピストン運転することを前提とし、その上で救出階におけ

る乗込み時に混乱が起きないこと、空調ゾーニングなどの環境条件に適応し得ることなどを満足しなければならない。運転の方法はいくつかが考えられるが、救出の迅速性、パニック防止の有効性、技術上の難易度などについて評価を行った結果、次の方法が望ましいと判断した。

- (1) 救出階へは、全エレベータを集中運転する。

これにより、パニックの全エレベータを一括制御できるので、パニック防止

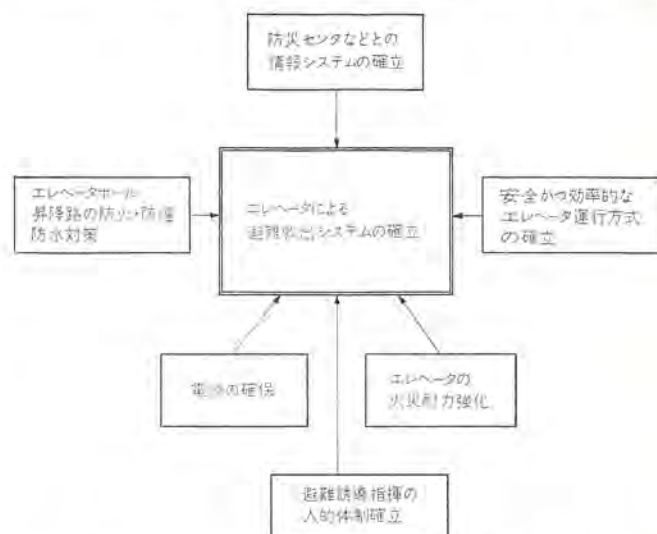


図1. エレベータによる避難救出システムとその周辺課題

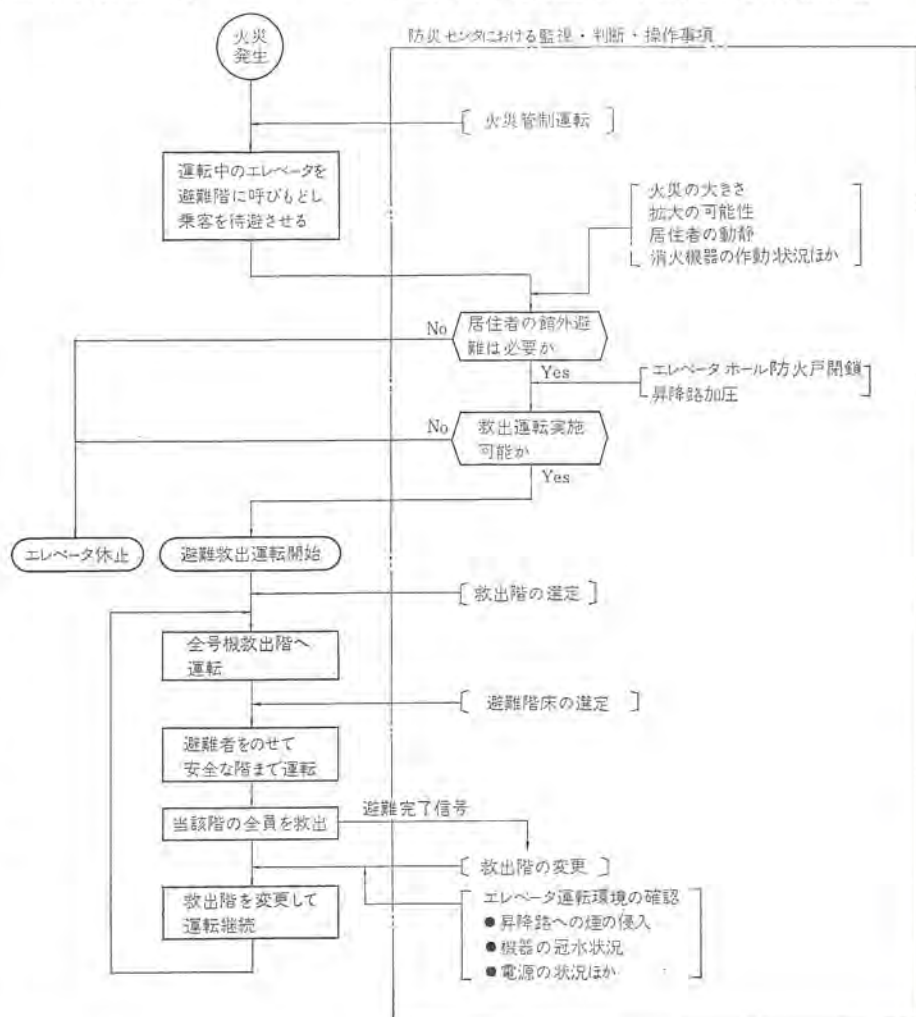


図2. 救出運転のフローチャート

のため、特定号機に避難指揮者をとう(搭)乗させ、避難者の整理にあたらせることができる。

なお、救出運転にあたって

- (a) 通常の乗場ボタン、かご内の行先ボタン、戸閉ボタンは切放す。ただし、必要に応じエレベータホールの環境、かご内の負荷などによって途中の乗場降り呼びにも応答させる。
- (b) 運行に必要な最小限の機能を残し、他を切放す。
- (c) 救出階におけるかごの出發を、かご内の負荷の大きさ、またはあらかじめ設定された出發タイムにより制御する。
- (d) 万一の故障を考慮して、常時自動充電式の蓄電池を電源とする非常運転装置を備える。

(2) 火災階を含む、空調ゾーン内の各階については、優先的に救出運転サービスをする。

(3) 火災階へのサービスはしない。火災階の人は、エレベータによらず階段で直下階へ降りる方法が最も適切と考えられ、更に火災階で、エレベータ乗場戸を開くことによる不慮の危険を避けることができる。

(4) 特定階への避難救出運転の終了の判定は、その階床に避難者がいなくなったことを確認して行うが、これを自動化することは困難なので、各エレベータホールに避難完了スイッチを設け、エレベータにとう乗する避難指揮者が、救出が終わったことを確認して、このスイッチを操作する方法が実際的と考えられる。

4.4 避難救出運転実現のための対策

(1) 誘導・案内放送

火災で心理的に動転している居住者を、円滑に避難させるには防災センタからの適切な誘導と案内は不可欠である。

特にエレベータホールに避難してきた居住者に対して、エレベータによる救出状況を放送し、冷静な状況を作り出す必要がある。放送は防災センタから行い、各階共通の内容はテープレコーダなどによる自動放送により、特定階に対するものは、周囲の状況を判断した上で、ビル管理者が直接放送する必要がある。

(2) パニック対策

火災時に、エレベータによる大量避難輸送の成否は、救出階での避難者によるパニックを、どのように抑えるかが大きなかぎとなる。このシステムでは、パニックの全エレベータを救出階に集中させる運転方式と、エレベータホールに対する誘導放送設備の完備を考慮した。特に前者は、避難者を整理誘導する指揮者の配備が容易であり、また避難者にエレベータが来れば乗れるという安心感を与えることができる点で、すぐれたパニック防止策と考えられる。

エレベータ個々に対しては、更に次の対策を講じる。

- (a) 乗過ぎ防止のためにかご床面積に対し定格積載荷重を大きくとるか、又はエレベータかごの出入口部に「乗過ぎ警報表示灯」と「乗過ぎ警報ベル」を設ける。これらはかご内負荷が定格積載荷重に達したら警報を発し、更に乗込みが続き、定格積載荷重の115%に達したら、表示灯はフリッカ、ベルは断続的に鳴らし、過負荷になっていることを強調する2段階形式のものとする。
- (b) 戸閉装置には、強制戸閉機構を付加し、かご内負荷が定格積載荷重に達したところで、ドアを全閉前300~400mmまで強制的に閉め、乗過ぎになることを防止する。300~400mmから全閉までの間はセーフティシューが押された位置で戸閉を中断し、乗客が体を引けば再び戸閉動作をはじめるようにする。
- (c) 乗降ロビーに「エレベータ到着予報灯」を設け、救出運転が行

われる階に対し、事前(30秒ぐらい前)に点灯し、避難者の心理的な安定と、乗込み動作の円滑化をはかる。

(d) 必要に応じて、各かごにはオートアナウンス装置を設け、適切な指示を音声で与えることも可能である。

(3) エレベータの火災耐力の増強策

エレベータは高性能であるとともに安全性を最も重視する機器で、精密な機械部品と電気制御部品から構成されており、例えばかご室の上下部には着床装置、戸閉機械、非常止め装置など、昇降路にも各種の安全装置類が配置されている。したがって、エレベータの運転環境は次に述べるように平常時に近い状況が確保されることを前提とするが、防煙・防水が不十分であった場合を考慮して、エレベータでは次の対策を施す。

- (a) エレベータの制御器具には光電装置付きのものは使用しない。またとびら安全装置の光電装置などは切放す。
- (b) 着床装置、終点スイッチなどのかご室上下部・昇降路内の器具配線には防滴対策を施す。
- (c) 昇降路ピット内の水量を検出して、エレベータの最下階への運行中止、(ピットには建物側で排水設備を設置する)
- (d) 乗降ロビー、昇降路内、エレベータ機械室内に煙感知器、温度検出器を設けて、環境状況の監視を行う。防災センタではこれらにより救出運転継続可否の判断資料とする。

5. 避難運転環境の確保

5.1 昇降路加圧方式⁽⁴⁾

避難運転環境を確保する第1として、昇降路内の煙の侵入、上階拡散を防止し、加えて乗場戸のすき間を通じて、エレベータホールに新鮮空気を供給する目的で、昇降路の加圧を提案する。

昇降路加圧による煙の制御法は、カナダで提唱されているが⁽⁶⁾、暖冷房度、建物の外気への開口などが複雑に関連する。ここでは基本的に昇降路の圧力を外気より高める考え方で、次のとおり構成する。

- (1) 新鮮空気は、極力風力の影響を直接受けない形で、地上又は屋上の、煙の来ない位置から取入れ、送風ファンにより昇降路に給気する。この場合、上部及び下部の両方から給気できるデュアル方式が、最も信頼できよう。
- (2) 各階ロビーは、原則として防火戸の自動閉鎖を行う。この際ロビーから廊下居室を通じて、外気に通ずる空気の流路開口が必要である。
- (3) 火災階における、排煙給気などによる煙の制御については、別途に考慮しなければならない。
- (4) エレベータの出入口部分は、戸開き時に大量の空気が流出しないように、かご戸と乗場戸の間のすき間を小さくする構造とする。

ここで、加圧用ファンの所要性能を略算してみる。ファンの性能は次の要因で決まる。

- (a) 煙の侵入を防止し、エレベータホールに給気するのに要する圧力
- (b) 建物外部の風圧による影響を打消すためのつり合い圧力
- (c) エレベータの走行によって生じる風圧を打消すための圧力
- (d) エレベータ乗場戸のすき間、昇降路のすき間からの漏れ空気を供給できる風量

(a)項については、過去の実験データ(例えば東京海上火災実験報告「廊下加圧方式による排煙」)や、専門家の意見から建物を加圧しても高々10mmAq以上にはならない点から、昇降路加圧力は

10 mmAq を採用してよいであろう。

(b)項は建物外部のいわゆる都市風の大きさに関係してくる。東京中央気象台で観測した、日最大風速で見ると、地上 52.2 m で 15 m/s 以上の風が吹いた日数は、年間で 8 日 ('65~'68 年の平均) であるから、(b)項のつり合い圧力を計算するための風速としては、15 m/s を取ればよいと考えられる。この風速に対応する動圧は 14 mmAq であるが、空気取入れ口が最大負圧で吐出し場所が最大正圧の最も条件のきびしい状況を想定すると、加圧ファンはこの動圧の 2 倍の風圧を要することになり約 30 mmAq となる。

(c)項については、超高層ビル向けエレベータの速度は、現在の最高速で 9 m/s であるから、エレベータが走行することによって生じる風圧は、上記と同様にして 5 mmAq となる。加圧用ファンに要求される風圧は、以上の(a)~(c)の合計で 45 mmAq、若干の余裕を見込んで 50 mmAq と考えることができる。

一方、エレベータの乗場戸や、昇降路のすき間からの漏れ空気量 Q (m^3/s) は、空気がすき間 $S(m^2)$ をある流速で出るとき、この最大流速に相当する動圧 ((a) 項の 10 mmAq) がすべて損失になると考えると

$$Q = \sqrt{160S} = 12.7S^{1/2} m^3/s = 760S^{1/2} m^3/min$$

となる。

いまエレベータ 3 台収容の昇降路について、所要風量を略算してみると

$$\text{エレベータ乗場戸などのすき間 } 0.7 m^2/\text{台} \times 3 \text{ 台} = 2.1 m^2$$

$$\text{昇降路のすき間 } \text{上記と同じと仮定する } 2.1 m^2$$

$$\therefore S = 2.1 + 2.1 = 4.2 m^2$$

$$Q = 760 \times 4.2 = 3,200 m^3/min, \text{ 風圧 } 50 \text{ mmAq}$$

これに要するファンの容量は、総合効率 50% として約 50 kW 程度になる。

昇降路加圧方式は、以上の概算によって実現の可能性は大きいと考えられるが、なお、今後の理論的実験的解明に待つところが多い。望ましい空気流を作り出すことはモデルとして可能であっても、人為的なとびら、窓の開放などで、性能が大きく変わらないような信頼性の高いものにしなければならない。検討すべき問題点としては、次の事項があげられよう。

- (i) 空調用送風機の流用の可能性
- (ii) 空調ダクトの影響
- (iii) 外気に開放された避難床が、数階ごとに設けられた場合の検討
- (iv) 外気温と室温の正負温度差の影響
- (v) 送風によるエレベータ運転への影響
- (vi) 新鮮空気供給による火災の拡大

5.2 昇降路エレベータホールの区画

(1) 昇降路の構造

エレベータを火災時にも使用するには、まずエレベータ本体を納めている昇降路内の環境の保持が重要である。既に法制化されている非常用エレベータでは昇降路を、耐火構造の床、及び壁で囲むことを義務づけている。したがって昇降路は次の点に考慮を払う必要がある。

- (a) 耐火性能
- (b) 昇降路の気密性

昇降路の加圧を有効に行うために、気密性は重要であるが、エレベータの乗場戸は引き戸であり、かつ高速開閉、高ひん度使用のために

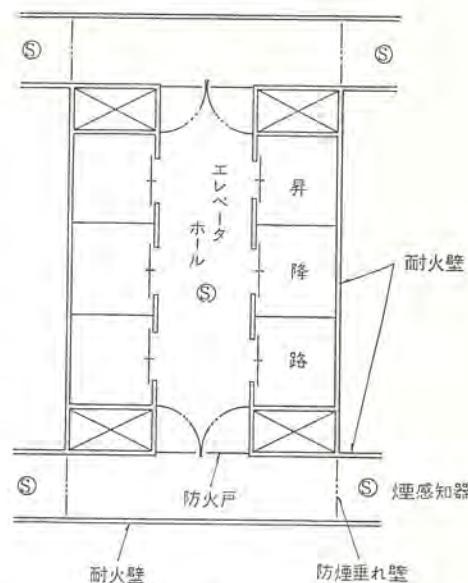


図 3. エレベータホールの区画

三方わくとの間に 5~6 mm のすき間があり 1 台所あたり約 0.04 m^2 (エレベータの停止箇所数を 10~15 台所とすれば、1 台あたり 0.4~0.6 m^2) になる。このほかに、エレベータ機械室床のロープ孔があり、エレベータの機構にもとづく昇降路すき間は 0.7 m^2 /台程度と考えてよい。上記以外の昇降路のすき間は壁、はり(梁)、柱などの接合部分であるが、これは設計方法、施工精度によるものであり、できる限りの気密性の確保を建築側に期待したい。

(2) エレベータホールの区画

エレベータホールは、図 3. のように昇降路の耐火壁、防火戸、ホールに面する居室との間仕切り壁などで、火に対して強固なものとし、火災階のエレベータホールは、発火後直ちに防災センタからの遠隔操作により防火戸で閉鎖する。火災階以外の防火戸も閉鎖し、居住者の避難時だけ容易に開けられる構造とする。

このシステムにおいてはエレベータホールは、避難拠点の一つであるから、次の条件が必要である。

- (a) エレベータホール並びに周辺部分の内装(下地も含め)の徹底した不燃化、ホールに可燃物を置かないよう徹底した管理。
- (b) シャ(遮)煙、シャ熱性能の優れた防火戸の設置。
- (c) 煙の上階拡散がエレベータホールから行われることがないように、エレベータホールとその周辺部分の層間区画を完全ににする。このためにはエレベータホールに接して、電気配線ダクトなどの縦ダクトを設けることは避けるべきである。特に空調の換気口は、エレベータホールに設けるべきでない。やむをえず設ける場合でも独立系とし、火災時には他部分と完全にシャ断できるものでなければならない。
- (d) エレベータホールのスプリンクラ設備は、その作動によりエレベータに冠水被害をもたらすので設けない。
- (e) エレベータの救出運転が続行できなくなった事態に備えて、エレベータホールから避難階段まで防火的に区画された通路で連絡し、エレベータホールに集まった居住者に避難路を確保しておくこと。

(3) エレベータホールの広さ

エレベータホールは避難拠点の一つになるから、その階の全員が集合できる広さを有することが望ましい。超高層ビルでは一般に、エレベータホールの広さは 30 m^2 前後 (5 又は 6 台バンクの場合) であるから、収容できる人数は 150 人程度であろう。居住人数に対してエレベータホールの面積が不足する場合には、図 4. のような方法により所要面

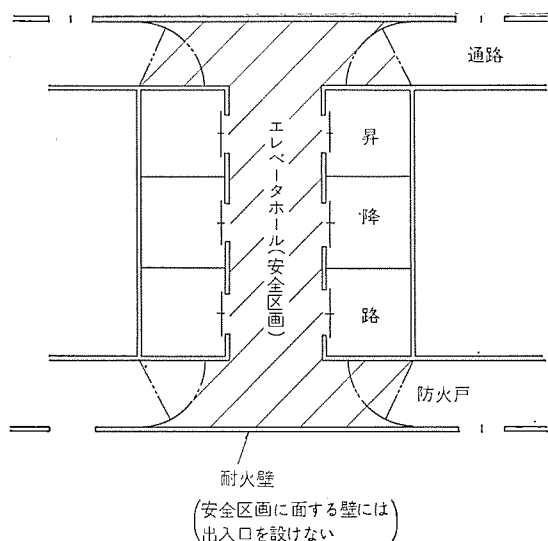
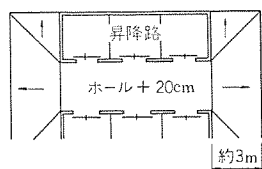


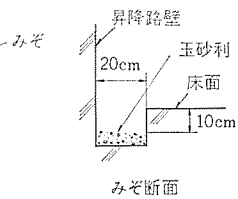
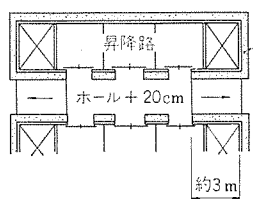
図 4. エレベータ ホール の面積の確保

水こう配 3m で20cm 上り



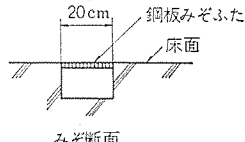
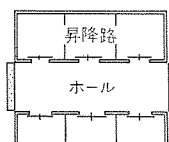
(a) エレベータ ホールに水こう配を設けている例 (AQUITAINEビル)

水こう配: 3m で20cm 上り
みぞ: 幅20cm 深さ10cm程度

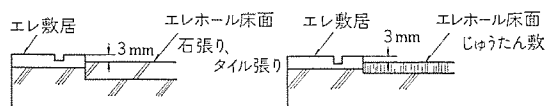


(b) 昇降路壁際にみぞを設けるとともにエレベータ ホール入口に水こう配を設けている例 (EUROPEANビル)

みぞ溝: 幅20cm



(c) エレベータ ホール入口にみぞを設けている例 (ATLANTIQUEビル)



(d) エレベータ乗場敷居をホール床面より上げている例 (全ビル)

図 5. 水害防止対策例 (フランス・デファンス 地区)

積を確保する必要がある。

5. 3 水害防止

エレベータ 機器には防滴対策を実施するが、まず昇降路内に消火用水が流入しないように、外国で実施しているような適切な排水対策を講じるべきである。またピットには、排水設備を設ける必要がある。

5. 4 電源の確保

エレベータの電源は、火災時にも相当時間供电が行えるように、買電の受電設備、配電系統などに万全の対策を講じ、信頼性の向上に努める必要がある。受電方式に関しては、エレベータが救出運転を行う際は、巻上出力と同程度の大きさの再生電力が発生するために、スポットネットワーク方式からはずして消防設備の非常電源と同様に専用受電方式とし、電源線は、単独フィーダとし、消防法の耐熱保護配線と同等以上の性能とするのが望ましい。また、エレベータ電源が人為的にしゃ断されないように「エレベータ運転中」などの表示を出すなどの配慮も重要である。更に買電が万一停電した場合に備えて、自家発電設備は必要である。

6. む す び

以上、エレベータを火災時の避難に利用するための試案を述べたが内容において

- (1) 本案はコンピュータによるビル総合防災システムに依存しているが、これらの複雑なシステムが非常時に完全に機能するか。
- (2) 避難指揮者によるパニックの制御の有効性の確認。
- (3) 不測の事態に対応し得る柔軟性の付与。

など、更に検討を要する部分も少なくない。この試案はエレベータメーカとしての検討結果であり、実際には官庁の御指導はもちろんのこと建築関係者・ビル管理者や入居者からの御批判、御検討を得てはじめて実施可能なシステムになるものと考えられる。

本稿により高層ビルからの避難にエレベータを利用することが、関係者間で十分検討され、実験・試行・評価されて、避難方法の一つとして確立されるようになれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) L. D. Watrous: The Case for Evacuating High-Rise Buildings, Elevator World, 11 (1972)
- (2) 芦浦: 西武百貨店の火災について, 火災 14, 1, 2 (昭40)
- (3) Public Buildings Service International Conference on Fire-safety in High Rise Buildings 5, (1971)
- (4) 新訂建築学大系 21 建築防火論 (昭45)
E. G. Butcher et al.: Pressurization as a Means of Controlling The Movement of Smoke and Toxic Gases on Escape Routes, Fire Research Station
N. B. Hutcheon et al.: Smoke Problems in High-Rise Buildings, Ashrae Journal 9 (1968)
- (5) 若松訳: カナダにおける煙の制御基準, 日本住宅公団 (昭48)

自動窓ふきシステム

中野大興*・奥田安男*

1. ま え が き

土地の有効利用による建物の高層化、建物の空調効率に起因する無開放窓の出現などにより、建物の外面清掃は、ゴンドラなどを使用して作業者が建物の外壁にぶらさがっての危険作業を伴う有人清掃により行われてきた。

この有人清掃は、つぎのような問題点を有している。

- (1) 建物の高層化による清掃面積の増大。
- (2) ますます厳しくなる危険作業の規制とその労働力不足。
- (3) 建物内部のプライバシーの確保。
- (4) 居住環境向上のための清掃ひん(頻)度の増加。

当社では、いち早くこの点に着目し調査、研究を進めるとともにアメリカにおいて、世界貿易センタービル(ニューヨーク、110階、412m)、シアーズタワー(シカゴ、110階、440m)などに数多くの実績を有する、アルパ社と昭和47年6月に技術提携を行い、国産化を強力に進めてきた。

本年、新宿住友ビル(52階、200m)、住友生命名古屋ビル(26階、100m)及び東邦生命本社ビル(32階、124m、建設中、ルーフカーのみ稼働中)に国産1～4号機を納入、順調稼働中であるが、この機会に自動窓ふきシステムの概要を紹介するとともに、建物の外面清掃に関する現状及び今後の課題につき述べる。

2. システムの概要

2.1 構成及び動作

この自動窓ふきシステムは、図1.に示すように建物の屋上にルーフカー(巻上、走行、制御装置を収納)を配置し、無人の清掃ユニットをワイヤーで懸垂し、ワンマンリモートコントロール方式によって、建物壁面のガイドレールにそって清掃ユニットを昇降させ、窓ガラス及び壁面のよごれを自動清掃する。

このシステムを構成する装置の動作は、次のとおりである。

- (1) ルーフカー



図1. 自動窓ふきシステム



図2. ルーフカー



図3. 清掃ユニット

屋上に敷設する軌道上をオペレータの操作により、所定方向へ移動させて、建物の各窓列へ清掃ユニットを自動的に位置決めする。

ルーフカーの移動は、押しボタンスイッチの操作により寸動及び全自動走行とも可能である。ルーフカーを窓列で停止させた後、建物の壁面に付設するガイドレールへ清掃ユニットのガイドホイールをはめ込む。この一連の動作は、すべて自動で行われる。

次に清掃指示の押しボタンスイッチ操作により、ガイドレールにそって清掃ユニットを下降させ、清掃作業を行う。

ルーフカーは、電動巻上げ機構、走行機構、自動窓列位置決め機構、電源供給のケーブル及び巻取りリール、過速度及び過負荷検出などの保護装置、操作盤及び制御盤などの主要部分から成り立っている。ルーフカーの外観は、図2.に示すように耐候性を考慮し、雨水を防ぐよう防雨構造になっている。

このルーフカーには、屋上のコンクリート床面をソリッドタイヤで走行する無軌道形式もある。

- (2) 清掃ユニット

窓ガラス及び壁面を自動清掃する装置で外観は、図3.に示すとおり、高層ビルに調和した軽快なスタイルになっている。

清掃ユニットは、清掃ヘッド、ヘッド操作用シリンダ、洗浄液タンク、昇圧ポンプ、真空吸引装置、ろ(ろ)過器及び制御盤などから成り立っている。清掃作用は、図4.に示すように噴霧状の洗浄液をノズルから高圧(3kg/cm²)に吹き付け、建物壁面を下降しながら窓ガラスやアルミパネルに付着している汚れや不純物を、ブラシでこすって洗い落とす。吹き付けられた洗浄液は、真空吸引装置で回収され、ろ過回路を通して循環する。洗浄液タンクの容量は、80～100lで通常1日の仕事量では水を補充する必要がないので、労力のむだを省くことができる。清掃に使用する洗浄液は、通常清水を使用するが、汚れのひどい場合には、アルミパネル及び窓ガラスのシール材に害のない洗剤(濃液)を水と混合して使用する。

- (3) 作業床

建物壁面のメンテナンス作業と自動清掃範囲以外の建物コーナ部分など

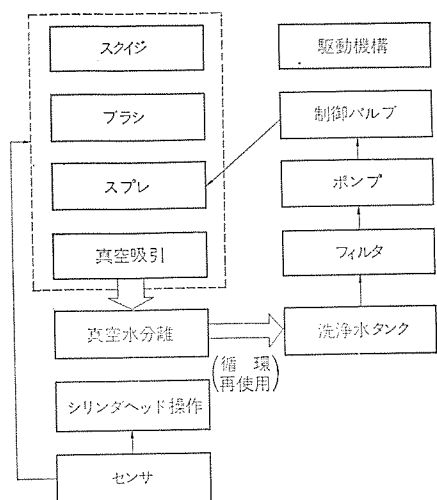


図 4. 清掃 システム

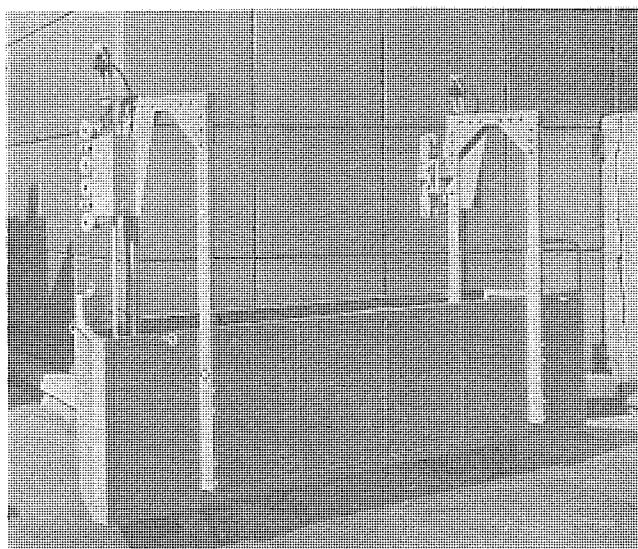


図 5. 作業 床

の清掃に使用する有人作業台である。作業床の昇降は、床内に設置する操作盤で押しボタンスwitchの操作により行われる。作業床とルーフカー及びビル管理室（防災センタ）との緊急連絡にインタホンを設置している。作業床の外観は、図 5. に示すとおり床下部にゴム台車（4輪）が、取り付けられており、自動清掃ユニットとの交換後の保管取扱いを容易にしている。

2.2 仕様諸元

主な仕様は、次のとおりである。

昇降形式	電動巻上げ
昇降速度	8.3/10 m/min
走行形式	電動式
走行速度	4.5/5.5 m/min
懸垂	ワイヤロープ×2本
電源	AC, 400 V, 三相, 50/60 Hz
給電	パワーケーブル×1本
タンク容量	80~100 l
ルーフカー重量	5,000~7,000 kg
清掃ユニット重量	約 450 kg

2.3 特長

このシステムは、次のような特長を具備している。

- (1) 強力な清掃作用により清掃効果が大きく、その上ムラがない。

- (2) ワンマンコントロールシステムにより省力化ができる。

- (3) 安全でスピーディな清掃作業により、作業時間が著しく短縮できる。

- (4) 無人清掃ユニットで清掃するので、ホテル、オフィスなどのプライバシーの確保ができる。

- (5) 有人ゴンドラ方式にくらべて、ランニングコストが約 1/6 と大幅に節約できる。

2.4 安全機能

このシステムは、高層ビルの外装で作業する特殊条件を考慮して、次のような安全機能を設け、誤動作や不測の事故に備えている。

- (1) 電源ケーブルの長さ検出

ルーフカーの移動により給電用のサービスケーブルの長さを所定の長さ（約 45 m）以上引張ることを防止している。

- (2) ワイヤロープの緩み、張り過ぎ検出

清掃ユニット及び作業床のガイドレールでの引掛かりなどによる緩み及び張り過ぎを検出し、ユニットの傾きやワイヤロープの切断を防止する。

- (3) オーバランの検出

所定の位置で停止しない場合にロープの長さを検出して、オーバランを防止する。

- (4) 過速度の検出

下降速度が、一定値（130%）を超えた場合、ドラムを制動して不良動作を防止する。

- (5) 巻上ドラムの2重ブレーキ

ワイヤ巻上ドラムは、2重ブレーキを設け、確実な制動を保証している。

- (6) 清掃性能低下の検出

洗浄液ノズルの液圧低下などで清掃ユニットの清掃性能が悪化する場合には、事前に察知して窓ガラス面へ押し出した清掃ヘッドが、自動的にもどるようになっている。

- (7) 転倒防止ローラ

ルーフカーは、通常作業時では転倒するようなことはないが、地震が発生した場合、建物の屋上における地震加速度により、転倒モーメントが発生する。このような場合の外側への転倒を防止するため、台車部分に強固なローラを取付け、安全を保証している。

3. 高層ビルの清掃

3.1 高層ビルに付着するじんあい

高層ビルの外面に付着するじんあいについては、一般に

- (a) 階層が高くなるにしたがって付着量が少なくなる。
- (b) じんあいの成分比率は階層の高さ、周囲環境及び方法により大きく影響される。

一例として霞が関ビルにおける6ヵ月間に付着したじんあいを収集した結果を表 1. に示す。市街じん（塵）の成分は土砂 60%、繊維類 40% 程度である。このほかに、建築工事の際のセメント粉末、耐火被覆処理の場合に使用するセメント系接着剤が外面に付着していることがあるが、これらは通常の清掃方法では除去できない汚れ（垢）なので初期段階において十分に除去しておく必要がある。

3.2 清掃の実体

- (1) 窓ガラスの汚れは光の透過率の減少により大まかな評価は可能である。よごれの程度との関係を表 2. に示す。時間の経過と透過率減少との関係は前述のように変化要素が多いので、清掃ひん度はその建物ごとに決める必要がある。しかしながら、建物に付着す

表 1. じんあいの成分と比率

階 層	じんあい量 (mg)	タール分 (%)	塩 分 (%)	亜硫酸ガス (%)	市街じん(塵) (%)
5	10,413	1.51	0.49	2.92	95.08
20	8,248	0.58	0.59	2.41	96.42
36	3,112	4.05	0.82	4.62	90.51

表 2. ガラス透過率減少とよごれの程度

透過率の減少(%)	0~5	6~10	11~20	21~30	31~40	41~50
よごれの程度	感じない	注意され ばわかる	気になる	透視性が 減少する	すりガラス のように みえる	ガラス使 用の意味 なし

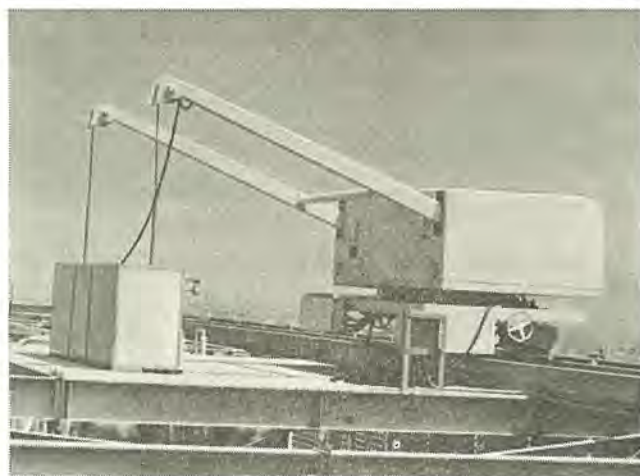


図 6. 有人ゴンドラ

るじんあいは、日時の経過とともに通常の清掃方法で除去できるものが、除去できないじんあいに移行するので、この点からも少なくとも月1回の清掃が必要である。

(2) 高層ビルにおける外部清掃は図 6. に示すような有人ゴンドラに作業者が2~3名とう(塔)乗し、人手によって行う。清掃方法はそのひん度により異なるが、1カ月に1回以上であれば単なる水ぶきだけでよいが、ひん度が少なくなるにしたがって、洗剤と水の2重ぶき、更に刃物の使用が必要になってくる。

清掃能率及び清掃単価も清掃のひん度により大幅に変わってくるが大略下記のとおり。

(a) 清掃能率 70~150 m²/1人1日

(b) 清掃単価 130~250 円/m²

(3) 高層ビルになると清掃面積は非常に広がるので、月1回の清掃でも有人ゴンドラは通常2~3台常置しておかなければならない。例えば霞が関ビルと京王プラザホテルでは2台常置している。

3.3 自動窓ふきシステムの適用とその効果

(1) 高層ビルにこのシステムを適用する場合の条件は、有人ゴンドラ設置の場合と大差ないが、特に留意すべき事項は下記のとおり。

(a) 清掃ユニットを正確に窓列へ案内し、かつ保持するため建物にガイドレール(マリオン)を設ける必要がある。ガイドレールはその用途上、袋形でかなりの強度を有するものが望ましい。

(b) ルーフカーの自重が大きいため局部的な過大床荷重を防ぐため、及び窓列への自動位置決めを正確に期するため走行用軌道が必要である。走行用軌道には通常I形鋼を使用するが、これの設置については地震加速度によるルーフカーの転倒を防止するための

配慮がなされていなくてはならない。

(c) 建物の外壁形状としては清掃能率の面から、壁面と窓ガラス面とのおうとつ(凹凸)差が少ないほど望ましい。

(d) このシステムの設置付近に電源設備(25kVA)及び水道設備が必要である。

(e) このシステムの性能維持及びメンテナンス費用の低減のため格納庫を設けることが望ましい。

(2) このシステムの特長については前述のとおりであるが、これを清掃の面からみると、清掃能率が有人ゴンドラに比較し約5~10倍あるため清掃ひん度を上げることが可能になり、常に明るい窓の保持、じんあい除去できない汚れあかへの移行及び亜硫酸ガスなどによるガラスのヤケの発生防止が可能になる。

(3) このシステムは、有人ゴンドラに比較し清掃能率の大幅な相違を省力化により、ランニングコストがほぼ1/6以下になるので、建物の清掃面積により異なるが、数年で初期投資の回収が可能であり、経済的メリットが大きい。

4. 今後の課題

4.1 清掃の基礎技術の解明

建物の自動清掃装置を製作するにあたって、従来の有人ゴンドラによる清掃作業の安全化、高能率化及び省力化という観点で自動化を進めてきたが、これの最適効果を上げるためには、清掃に関する基礎的な問題を解明しなければならない。すなわち

(1) 建物に付着するじんあいの種類、要因及び時系列的形態の確認。

(2) 各種じんあいの付着機構の解析。

(3) 清掃機構の分類とその適用。

(4) 清掃の評価基準の確立。

以上のとおりであるが、現在これらの諸問題を解決するため、社内外の協力を得て基礎技術の究明に努力している。

4.2 清掃管理の合理化

(1) 現在のこのシステムは、ルーフカーにオペレータが1人乗って清掃作業を行うが、そのため時間的あるいは天候上の制約を受けることが多い。近い将来これを全自動化し、例えば建物の防災センタよりのリモート操作により清掃作業が可能になるようにしたい。

(2) 建物の管理費の中で清掃量はほぼ50%を占めるほど大きなウェイトを有しているが、これの合理的管理の推進の必要性が関係業者から要請されている。外部清掃の自動化を機会に、建物のすべての清掃作業の機械化を推進し、清掃管理の総合システム化を計りたい。

5. む す び

自動窓ふきシステムについて、その概要と今後の進むべき方向などについて紹介したが、このシステムはアメリカにおいても約5年の歴史を有するだけで、世界的にも新しい装置である。ますます高層化する都市のビル群、人命尊重の気運から、この種システムの将来は大いに期待できるものと考えられる。

しかしながら、建物の外部形態は千差万別であり、現状ではすべての建物に設置できるとは限らない。関係業界の協力を得てこのシステムの適用分野を拡大すべく努力する所存である。

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1015934	ローラガイド	山上 孝 俊	1018376	空気調和機	高 橋 克 己
1015935	継電器回路	前 間 嘉 博・藤 原 範 幸	1018377	空気調和機の熱交換器取付装置	野田富士夫・杉 山 悦 朗
1015936	防湿形けい光灯器具	{ 藤 原 三 男・保 田 智 行 今 井 将・松 沢 久 行	1018378	空気調和機の加湿装置	大 谷 泰 昭・蘆 科 公 彦
1015937	機関用遠心式点火時期調整装置	荒 川 利 弘・岩 田 辰 雄	1018379	空気調和機	徳 永 龍・貝 瀬 俊 朗
1015938	電子機器の接続装置	林 正 之・山 根 満 徳	1018380	電動 ミシン 制御用 スイッチ 装置	小 林 孝 生
1015939	けい光放電灯の点灯装置	前 川 善 六・小 野 健 一	1018381	ミシンの給油調節装置	山 野 稔 夫
1015940	電気アイロンのランプ取付装置	荒 木 勲・河 村 洋	1018382	車両用冷房装置	杉 山 勲・川 名 明
1015941	電気アイロンのランプ取付装置	荒 木 勲・河 村 洋	1018383	蓄熱暖房機	町原義太郎・根 岸 宣 匡
1015942	マンコンパの速度変換装置	鬼 頭 勝 己	1018933	制御電源抑制装置	林 伸 一 郎
1015943	エスカレータの停止装置	神 谷 直 樹・榎 本 篤	1018934	マガジン式テープレコーダのマガジン着脱装置	上 村 達 雄
1016957	電気暖房器の遠隔温度制御装置	慶 野 長 治・内 藤 修 一	1018935	扉の化粧枠取付装置	飯 塚 弘 隆
1016962	冷蔵庫	西 郷 勝	1018936	衣類乾燥器の箱体	{ 町原義太郎・三ヶ田文彦 上 原 幹 夫
1018455	給湯装置	成 田 勝 彦・岩 崎 善 彦	1018937	燃焼応用機器の燃焼状態点検装置	{ 斉 藤 辰 夫・中 村 進 高 木 滋
1018351	ジャーナル軸受	石 井 明	1018938	流量計	岸 本 浩
1018352	スイッチ装置	神 本 明 輝	1020911	印刷配線板の収容装置	岩 井 澄 雄
1018353	スポン等のプレス器	{ 野 畑 昭 夫・森 本 敏 夫 鳥 山 建 夫	1020912	車両用電動発電機	猪 崎 国 男
1018354	温度制御装置	中 村 富 家・高 梨 靖 士	1020913	冷蔵庫	小 泉 鎭 一・木 南 勤
1018355	高周波加熱装置	高 瀬 明 生	1020914	冷蔵庫等の棚装置	{ 小 西 勝・石 倉 正 男 西 郷 勝
1018356	電気接続子	新 井 剛	1020915	暖房装置	{ 岩 崎 善 彦・内 山 隆 夫 浮 田 文 夫・織 田 正 行 矢 田 正 勝
1018357	そう(挿)入形電熱器	近 藤 正 司・市 村 伸 男	1020916	直熱式冷暖房装置	岩 崎 善 彦・原 明
1018358	回転電機の集電環短絡装置	中 野 修	1020917	冷房機のドレーン排出装置	木ノ内達夫・知 久 道 明
1018359	電磁ブレーキ装置	吉 野 恂	1021880	強化プラスチック棒体の接続部	田中三次郎・吉 田 允
1018360	電気温水器の防滴装置	{ 赤羽根正夫・桜 井 信 捷 根 岸 宣 匡	1021881	送風機の羽根車	成 本 昭 三
1018361	貯湯式温水供給装置	{ 奥 田 文 一・町原義太郎 三ヶ田文彦	1021882	自動車の定速走行装置	中 田 浩 一
1018362	電気温水器の給湯装置	{ 赤羽根正夫・馬 淵 公 作 宮 崎 昭 信	1021883	自動車用排気ガス浄化装置	三 木 隆 雄
1018363	やぐらこたつ	{ 吉 村 進・内 田 武 士 長 沢 重 雄・米 本 春 夫	1023443	高周波加熱器	池 田 宏 司
1018364	打撃工具	{ 隈 本 定 宏・本 告 寿 男 弘 瀬 潔	1023444	電磁ブレーキ制御装置	浅 野 哲 正
1018365	翼形羽根を有する送風機	宮 内 貞 夫	1023445	演算増幅器の過電圧表示装置	柴 谷 浩 二・井 塚 秀 彌
1018366	電気温水器の天板固定装置	{ 赤羽根正夫・馬 淵 公 作 石 井 勝 己	1023446	指示電気計器の零位調整器	金 尾 守・佐 野 重 信
1018367	電気温水器の電源スイッチしゃへい装置	{ 宮 崎 昭 信・馬 淵 公 作 高 橋 隆 雄	1023447	自動給水停止装置	赤羽根正夫・根 岸 宣 匡
1018368	両面刷子	長 嶺 元・高 橋 豊	1023448	電気掃除機	加 藤 悟・田 山 勇
1018369	電気温水器	桜 井 信 捷・根 岸 宣 匡	1023449	制御箱	峯 友 清 博
1018370	スチームアイロン	河 村 洋・尾 田 豊 重	1023450	ヘヤードライヤー	小 池 利 男
1018371	電子レンジのマグネトロン取付装置	鈴 木 正 高	1023451	密閉形回転式電動圧縮機	新 井 毅 博
1018372	電子レンジの加熱室内透視装置	柴 田 実	1023452	電子調理器	小 林 協 三
1018373	ねじ保持具	{ 山 崎 肇・石 井 重 行 井 上 員 成	1023433	内燃機関始動電動機	浜 野 勲
1018374	車両用空気調和装置	長 尾 皓 一・杉 山 勲	1023434	自動車変速信号発生装置	戎 子 良 雄
1018375	断熱箱体	林 八 郎	1023435	静電フィルタ	{ 田 畑 則 一・森 貢 平 山 建 一
			1023436	マルチバイブレータ	小 田 稔
			1023437	けい光板	道 家 昭 彦
			1023438	高周波加熱調理器	中 原 西 郎

図書館に! 研究者に! 技術に興味をお持ちの方に――

三菱電機技報索引

1966～1973

- 昭和50年2月発行
- 体裁A4版
- 64ページ(予定)
- 定価¥2,500円



必要な文献をさがし出すことは重要な仕事です。そのさがし方は概して容易ではありません。この索引は、三菱電機技報(1966～1973)に発表した技術・製品に関する全文献を内容(主題)から探がし出せるレファレンス・ツールです。

〔原寸見本〕

論文題名	超々高压変圧器	巻 刊 年 号 頁	
	超々高压変圧器用アッシング	41(1967) 3	454～460
	超々高压大容量変圧器試験設備	41(1967) 3	449～453
	超々高压変圧器に対する絶縁試験	41(1967) 3	439～448
	メキシコ向け400kV変圧器	41(1967) 3	424～431
	超高压電力研究所納め500kV変圧器	41(1967) 3	418～423
	超々高压変圧器	41(1967) 3	409～417
見出し 関連見出し	変圧器 可搬形変圧器; 乾式変圧器; 計器用変成器; 高周波変圧器; 高洩れ変圧器; 単巻変圧器; 試験用変圧器; 送電用変圧器; 定電流変 圧器; 電圧変成器; 電流変成器; 電力用変圧器; 配電用変圧器; パルス変 圧器; 超々高压変圧器 をも見よ		
	低周波ビレットヒーター用変圧器	43(1969) 3	370～375
	変圧器の乾燥とプレスボードの電気 的性質	42(1968) 9	1245～1250
	ガス分析による変圧器異常の早期発 見	41(1967) 3	461～465
	変圧器短絡強度の電子計算機による 解析	40(1966) 5	904～912
	機器保護・変圧器保護	40(1966) 4	608～611

注文伝票
(帖合)

昭和 年 月 日

注文主	書名	発行所
住所 氏名	三菱電機技報索引 (定価 二、五〇〇円)	三菱電機技報社
	1966 1973	発売元 株式会社 オーム社書店
	冊数	

発行所 三菱電機技報社

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(〒100) 三菱電機株式会社内 Tel.(03)218-2327

制作 日外アソシエーツ株式会社

東京都大田区大森北1の23の8 第三下川ビル(〒143) Tel.(03)763-5241

発売元 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区神田錦町3の1 Tel.(03)291-0912

●お申し込みは注文票でお近くの書店へ

書店名



特許と新案

タイムスイッチ (実用新案第 991788 号)

考案者 新川 成 美

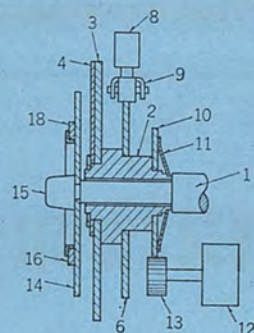
この考案はある周期で開閉動作を行うものにおいて、開閉時刻を任意に変え得るタイムスイッチに関するものである。

すなわち、図に示すように、カム(6)と一体に結合された基板(3)に指標板(4)を摩擦結合させて、基板(3)に対して指標板(4)を任意に回し得るようにしたものである。

従来、この種のタイムスイッチにおいて、開閉動作時刻を変更するときは、指標とカムの切欠きとの相対位置が異なるスベアの指標板及びカムと取り替えるか、あるいはカムのセットねじをゆるめてカムを回すことにより行っているが、前者はスベアのカムと指標板などを必要とするため、部品上のむだが多く、また後者は取り替え作業に時間を要する欠点がある。

この考案によれば、基板(3)を固定して指標板(4)を回すこと

により、カム(6)の切欠きと指標との相対位置を簡単に変更できる利点がある。



中性子回折装置 (特許第 687673 号)

発明者 柳下 和 夫・岩 岸 聡

この発明は中性子回折装置、特にそのしゃへい(遮蔽)体に関するものである。図 1. は図 2 の I-I 線に沿った平面断面図、図 2. は図 1 の II-II 線に沿った断面図である。

図面を参照しながらこの発明を略説する。中性子ビームは原子炉(1)から実験孔プラグ(3)に設けられた中性子ビーム通路(4)を通して回転可能な結晶台(7)上の単色化結晶(8)に照射される。その結果中性子ビームは反射され、ある波長をもった中性子ビームが中性子ビーム取出し通路(10)から放射、検出される。このとき一般に単色化結晶(8)で 1 次散乱される中性子の波長 λ と結晶面(hkl)の間隔 d_{hkl} 、及び入射中性子の方向と結晶面のなす角 θ との関係は、 $\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta$ となるため、単色中性子の波長を連続的に変化させるためには角度 θ を連続的に変化させなければならない。このことは中性子ビーム通路(4)とビーム取出し通路(10)とのなす角 2θ も連続的に変化させなければならない。

このような条件を満足させ、かつ放射線の漏えい(洩)を非常に少なくしようとするためにこの発明の中性子回折装置は図 1., 2. に示すように解決している。すなわち、固定しゃへい体(5)で全面を覆い、かつ回転機構によりその固定しゃへい体(5)内で回転可能な回転しゃへい体(12)を設置し、その回転しゃへい体(12)と固定しゃへい体(5)のそれぞれに広い切込み(13), (6)を設けた構造としている。

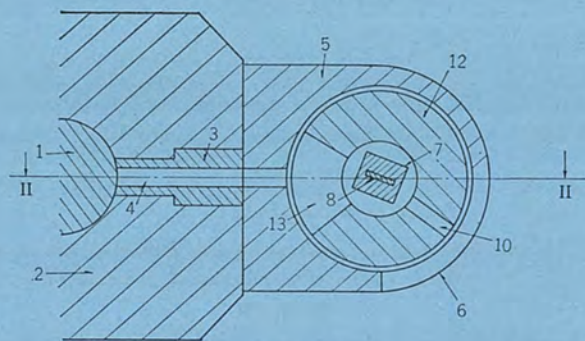


図 1

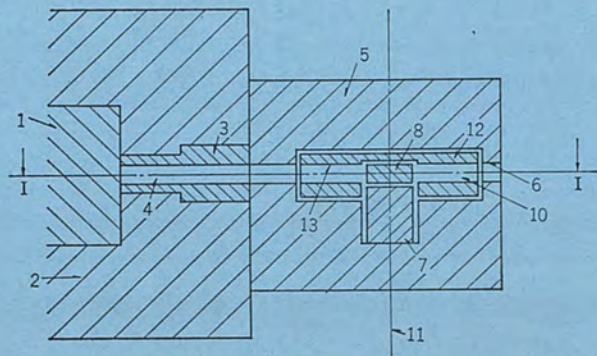


図 2

DR形負荷時タップ切換器

樋口 昭*・堤 長之*・葭井俊男*・正岡功二*

1. ま え が き

バランスのとれた機器 それは、どんな設備機械についてみても、性能上・経済性の点で非常に大事なことである。軽自動車のボディに3,000 ccのエンジンを積むことがアンバランスであるように、回路電圧77 kV 10~20 MVA級の配電用変圧器に、275 kV 150 MVA級の送電用変圧器にも適用しうる負荷時タップ切換器(LTC)を適用することは、経済性、性能のロス、寸法、重量等々の点から決して好ましいこととはいえない。やはり配電用変圧器には、それにふさわしい、コンパクトな小容量LTCを取付けるのが合理的である。

信頼度の高い機器、機械的にはシンプルな構造をもったものほど、これを満足させやすい。しかし、一般的に要求定格・性能が高度化するほど、複雑な構造を必要とするから、それに応じて信頼度を充足させるためには、高度の設計・製造技術が必要になってくる。LTCにおいても、高電圧大容量定格のものほど、複雑な構造とならざるを得ないが、逆に低電圧・小容量定格では単純な構造にすることができ、特別に高度な製造技術を駆使しなくても、信頼度の高い安定したLTCが実現できる。低定格領域の変圧器のためには、このようなLTCを備え持つことが、経済性・信頼性の見地から望ましい。

DR形LTCは、以上の理由から当社自主技術によって開発された小容量LTCであり、以下にその技術的概要を紹介する。

2. 設 計 思 想

DR形LTC設計上の基本的な考え方は、定格を最適値に選定し、原理・機構・構造の合理的な単純化をめざすことにあった。

まず定格は、電力用配電用変圧器と工業用受電用変圧器への適用を前提として、できるだけ小さく選定した。

次に、原理・機構・構造は、この小定格という有利な条件を踏まえて、できるかぎり単純にした。その具体化に際しては、DR形LTCが、これまでのLTCと比べて信頼性・性能・寿命・保天性、変圧器への収納性などのユーザから見えた面について、より優れたものになるように合理的・創造的な単純化を追求した。他方、この単純化が製造面についても工程短縮・仕掛縮減・原価低減などの効果を生むようにあわせて留意した。

3. 定 格

- (1) 定格電流 230 A
- (2) 定格ステップ電圧 700 V, 850 V (ただし150 Aまで)
- (3) 適用回路電圧 77 kV まで
- (4) 対地絶縁階級 人: 120号, Δ: 10号
- (5) 相間絶縁階級 Δ: 10号
- (6) タップ点数 9~23点
- (7) 性能・寿命 JEC-186の規準以上

◀図 1. DR形負荷時タップ切換器外観



▼図 2. ダイバーティンサート



4. 切 換 開 閉 器 の 設 計

まず、切換原理としては、切換責務が比較的低いことを理由に、最も単純な1抵抗3接点式を採用した。次に、接点機構としては、可動接点にブリッジ形ローラコンタクトを用いた外部集電方式を採用した。更に、可動接点の駆動機構としては、ローラコンタクトの動きやすさを活用した独特の軟着陸式蓄勢機構を考案・採用した。最後に、限流抵抗器としては、コンパクトなソリッド抵抗体を採用し、全体として有機的・合理的な単純化を行った。

4.1 切換原理の合理的単純化：1抵抗式の採用

切換開閉器の限流抵抗器には、切換中の循環電流を低く押さえるという機能がある反面、接点のしゃ断後に回復電圧を発生させるという副作用がある。この機能を強化して副作用を抑制する方法に2抵抗式や4抵抗式の切換原理があるが、これらには構造の複雑さという代償がつきまとう。いきおい切換原理の選択は、切換責務の上に立った経済的観点からなされねばならない。

DR形の場合、既に述べたように、切換責務は比較的低い上、後述するように接点の先天的なしゃ断能力が非常に高い。したがって、あえて多抵抗式切換原理を採用しなくても、1抵抗式で十分にまかなえる。前述の設計思想からしても、この場合、単純な1抵抗式を採用するのが当然の選択といえよう。

4.2 接点機構の合理的単純化：ローラコンタクトを用いた外部集電方式

前述の理由から採用した1抵抗式切換をローラコンタクトを用いた外部集電方式で具体化したDR形の切換開閉器接点機構を図3に示す。また図4に切換プロセスを示す。これらの図から明らかなことは、可動接点が1本のローラコンタクトでまかなわれていることと、共

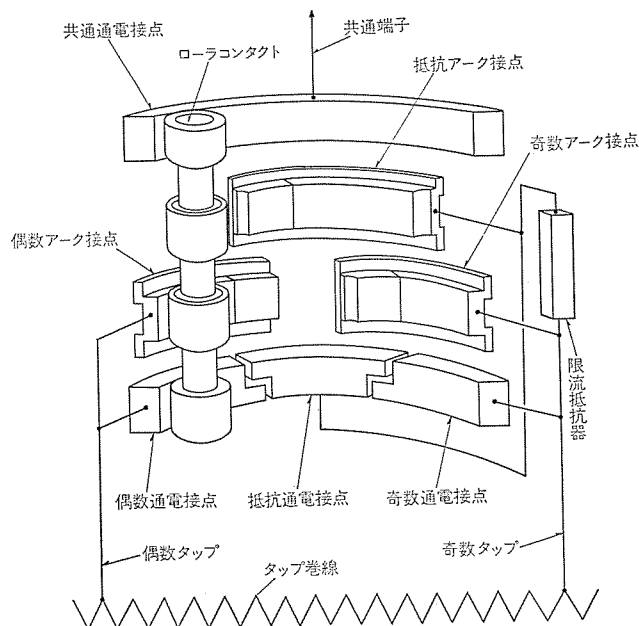


図3. 切換開閉器のコンタクト構造

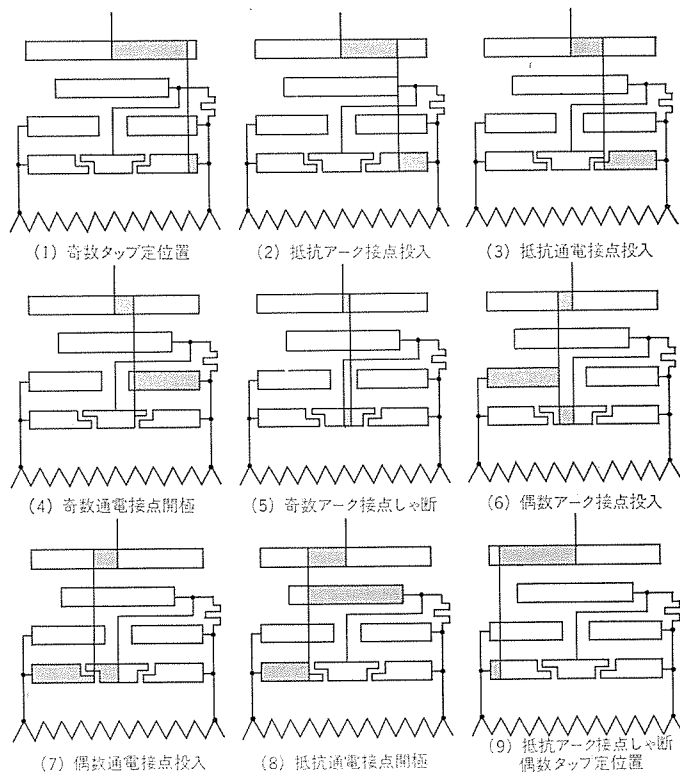


図4. 奇数タップから偶数タップへの切換え

通電接点が他の固定接点と同じ外部にあり、ローラコンタクトに流入した電流は、間髪を入れずに常にこの共通通電接点に集電されて流出しているということである。このため、従来の構造であれば、7個に分割されたはずの可動接点が1本の剛体に統合されてしまい、したがって7個の可動接点に接続されたであろうフレキシブルリードも一切不要になっている。

切換えに際して発弧する3個のアーク接点と、その相手になるローラコンタクトの表面には、耐弧合金がろう付けされている。これらのアーク接点は、当然、アークによって徐々に消耗されていくので、消耗されても相互間の接触が確保されるようになっていなければならない。ローラコンタクトは、剛体といってもよい一体物であり、アークの発

生しない通電接点の上をも回転するから、これにワイブアクションを持たせるわけにはいかない。いきおい相手である3個のアーク接点にローラコンタクトに対する追従性をもたせるほかなく、これらの外側に押しばねを作用させ、ローラコンタクトの転動面より3～4mm内側にとび出させている。つまり、この寸法分だけローラコンタクトが上を通れば、踏み込まれ、ほかに移れば、追従して接触しうる構造である。

ローラコンタクトは、図5.に示すように、ホルダに中心軸を介してはめ込まれ、ホルダはハウジングにピンを介してはめ込まれている。ホルダには、ハウジングの中に納められた押しばねの力が作用して接触力の源になっている。ハウジングは、三相分が120°間隔に離され、絶縁駆動軸とともにエポキシ注型品として固められ、1本のロータとして統合されている。このため、従来品では得られなかった相間絶縁が確保されている。後述する軟着陸式蓄勢機構の動作を助けるため、ロータの表面には、縁縁セグメントが取り付けられ、絶縁油による造か(渦)抵抗を減ずるようにしてある。

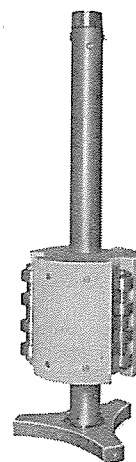


図5. 可動接点回転子

次に、この接点機構の特長を述べる。

(1) 動作信頼度が高い。

ローラコンタクトの転動摩擦トルクがきわめて小さく、回転子全体が受ける流体抵抗トルクも、造か抵抗の生じにくい流線形にしたので、きわめて小さい。したがって、非常に回転しやすく、また回転中に発生するエネルギー損失も少ない。

(2) しゃ断能力が高い。

アーク接点同志の開極速度が、ローラコンタクトの公転速度と自転速度とのベクトル和になる。なぜならば、アークスポットがしゃ断中に接点面を移動しないで1点に集中するので、アークスポットの軌跡がサイクロイド曲線を描くことになり、実効的な開極距離が、接点間の最短距離よりも相当長くなるからである。

(3) ローラコンタクトの消耗寸法変化が小さい。

多量の耐弧合金が広い表面積いっばいに取り付けられて全周にわたって使用されるので、消耗による半径の減少がきわめて小さい。

(4) ローラコンタクトの停止位置を規制する必要がない。

円周方向に動くローラコンタクトの接触力は、半径方向に作用しているので、接触力の大きさが、ローラコンタクトの位置に左右されない。このため、停止位置を厳密に規制する必要がなく、また、円周方向に関する衝撃や振動によってチャタリングを生ずるおそれがない。

(5) 絶縁がしやすい。

電極としての形状を整えやすいのと、駆動トルクが小さくてすむので絶縁物による駆動ができ、それだけ絶縁設計の自由度が高い。

(6) 構造が単純化される。

可動部に集電板やフレキシブルリードがなく、固定部にガイドプレートやストッパがなく、分解・再組立も容易である。

4.3 駆動機構の合理的単純化：軟着陸式蓄勢機構の採用

図6.に前述の接点機構の駆動をつかさどる軟着陸式蓄勢機構の動作原理を示す。この蓄勢機構の従来品と大きく異なるところは、蓄勢ばねのトルクが、スタートからトラブルの2/3までは駆動方向に作用するが、それ以降フィニッシュに至るまでは駆動方向とは逆の方向に作用することである。このためトラブルに対する角速度の分布は図7.

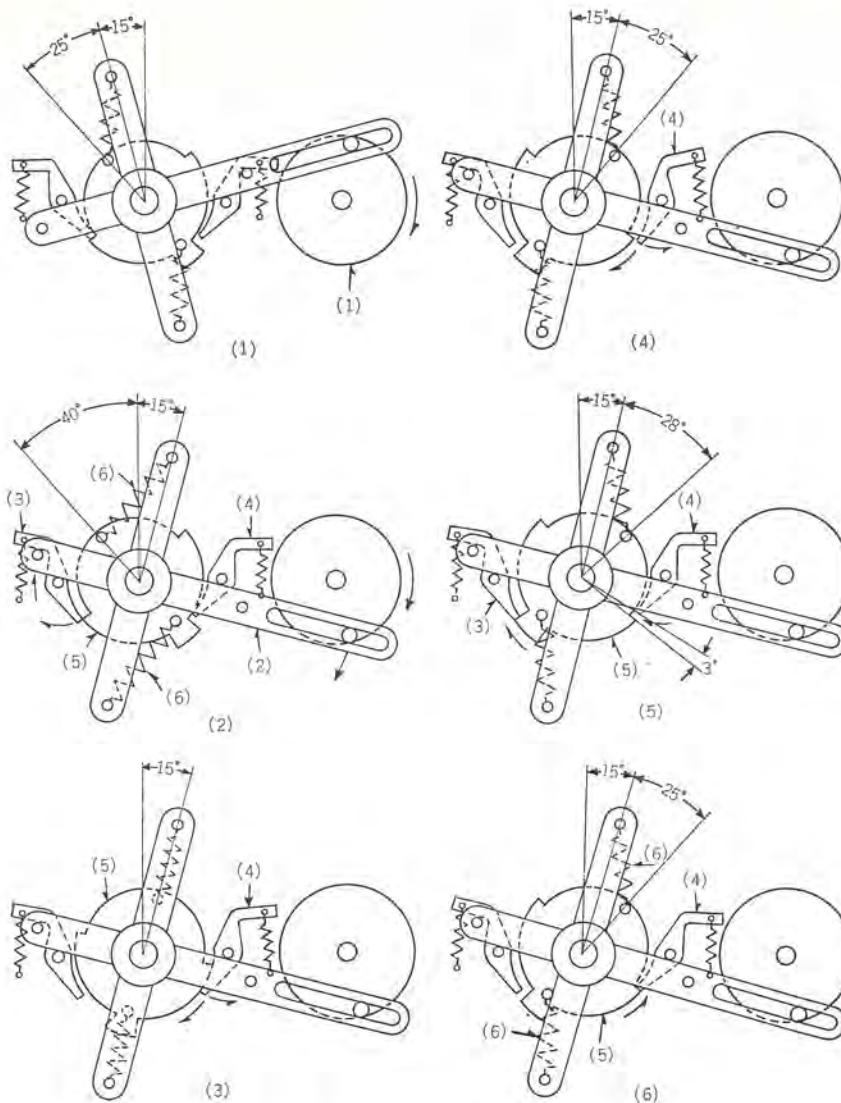


図 6. 軟着陸形蓄勢機構の原理

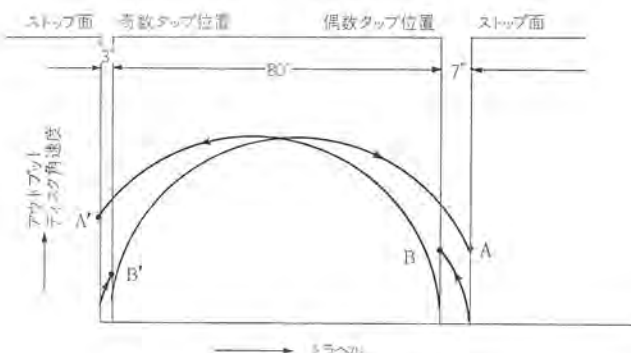


図 7. 軟着陸形蓄勢機構の角速度特性

に示ように円になる。すなわち、しゃ断責務の大きい主接点が開極するトラベルの中央付近に至るまでに、可動接点回転子は急加速され、トラベルの2/3の位置で最大角速度に達する。その後角速度は漸減し、トラベルの後半で開極する抵抗接点の必要とするしゃ断速度を残しながら、フィニッシュでは最大値の約70%まで減衰する。このため停止時のショックが大幅に軽減され、従来のような緩衝ばねを備えたストップを設ける必要がない。軟着陸式蓄勢機構という呼称のいわれもここにある。

このような軟着陸を可能にした要因には、可動接点回転子の動力学的特性がある。すなわち、蓄勢機構の蓄勢ばねを含む出力側を一種の粘性減衰のある直線振動系とみなすと、その運動方程式は、

$$I\ddot{\theta} + C\dot{\theta} + k\theta = 0 \dots\dots\dots (1)$$

で与えられる。ここに、 I は慣性定数、 C は粘性減衰定数、 k はばね定数である。この方程式の解は、 $C^2 < 4Ik$ の場合

$$\theta = -e^{-st} \left(\beta \cos qt + \frac{s}{q} \sin qt \right) \dots\dots\dots (2)$$

で表わされる減衰振動になる。ここに β は $t=0$ における振幅

$$s = \frac{C}{2I}, q = \sqrt{\frac{k}{I} - \left(\frac{C}{2I}\right)^2}$$

である。

DR形LTCの可動接点回転子の場合、質量の大きなブリッジ形ローラコンタクトをロータの外周に取付けて円周方向に振り回す構造になっており、その上、ローラコンタクト間に絶縁セグメントを張り付けて造か抵抗を極力小さくしてあるので、 C^2 は $4Ik$ と比べて著しく小さい。このため、可動接点回転子は、蓄勢ばねのトルクにより、減衰比が1.9というかなり振動的な駆動を受ける。したがって、このような回転子に所定の角度をカバーする運動をさせるのに、従来のような強制駆動方式を用いる必要はなく、むしろ有害でさえあり、軟着陸式のようないわば振動駆動方式のほうが、十分の信頼度のもとに理想的な角速度分布が得られて有益である。

この蓄勢機構のもう一つの特長は、入力から出力を得るまでの運動の変換が2回で済まされており、しかも回転運動しか使われていないことである。

このような単純化・高信頼度化ができた背景には、前述の軟着陸式振動駆動方式の採用が大きく貢献している。すなわち、この駆動方式では、入力側を出力側のトラベル全角度相当分駆動する必要はなく、その2/3でよい。このため、ウーム(1)によってインプットクロス(2)を直接に回転運動の形で、すなわち所要角度を駆動することができる。さらに、出力側であるアウトプットディスク(5)の原始出力を、すなわち所要の速度分布をもった回転運動として取り出すことができる。つまり、入・出力いずれの側についても、トラベルや速度の調整のための変換対偶が不要であり、回転入力から回転出力を得るのに、直線運動の介在を余儀なくされた従来の蓄勢機構と比べれば、はるかに簡明なメカニズムになっている。

最後に、この蓄勢機構には、ローラコンタクトのアークによる消耗を全円周面にわたって均等化させる働きのあることを説明する。もし、ローラコンタクトと固定接点群との接触が、一義的不変のままであるとすれば、アークは円周面の特定の箇所から集中して発生し、その箇所だけが消耗し、その結果いびつな形状になってしまうものと想像される。実際、ローラコンタクトは歯車ではないから、停止時にスリップし、固定接点との接触はこれによってずれる。しかし、切換開閉器は、2切換ごとに奇数タップと偶数タップ間を往復するから、もし、停止時のスリップが両方向について等しければ、上記と類似の結果を

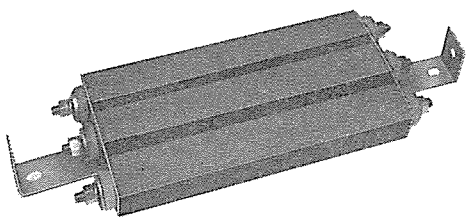


図 8. 限流抵抗器

招く。したがって必要なのは、切換方向によって相異なるスリップ量を確保することである。

スリップ量は、ローコンタクトの停止の急激度、すなわち蓄勢機構のアウトプットディスク(5)が、ラッチ(3)又は(4)に衝突するときの角速度に左右される。したがって、衝突時の角速度を一方向について激しく、他方向についてゆるくすればよい。図 7. から明らかなように、奇数タップから偶数タップへの切換えに対しては、ストップ面は、ラッチ面を 7° オーバした位置に設けられており、逆方向の切換えに対しては 3° オーバした位置に設けられている。これによって正方向への衝突(A, B'点)が弱く、負方向への衝突(A', B点)が強くなる。このため、ローコンタクトの停止時のスリップが正方向に少なく負方向に多くなり、1往復すれば、ローコンタクトが固定接点に対して負方向にある角度だけずれることになる。この結果ローコンタクトの発弧点が徐々に移動し、全円周にわたって平等に消耗することになる。

以上に述べたように、軟着陸形蓄勢機構は、ローコンタクトを可動接点とする可動接点回転子の駆動に最も適した蓄勢機構ということができる。

4. 4 限流抵抗器の合理的単純化：ソリッド抵抗体の採用

図 8. にソリッド抵抗体を用いた限流抵抗器の外観を示す。この限流抵抗器の従来品と大きく異なるところは、巻わく(枠)のないことである。従来品が巻わくを必要とした理由は、抵抗体として固有抵抗の低いニクロム線を用いていたので、所要の抵抗値を得るためには必然的に細長い形状になってしまい、自律性がなくなってしまうからである。

DR形LTCに採用したソリッド抵抗体は、銅・カーボンブラック・マイカ・ガラスの粉末を所定の比率で混合し、高温で加圧成形した当社独特の混合抵抗体で、成分比を変えて固有抵抗を $10^{-1} \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ の間の任意の値に選べるという特長を有する。したがって、これを使えば、断面積と長さとの比を構造に合わせて最適化して自律性を持たせ、巻わくを省略することができる。巻わくが不要になれば、構造は非常に単純化されるとともに、小形・軽量化される。このため図 2. に示すように、固定接点との配線が容易でコンタクト絶縁筒の外周面に取付けることができ点検がしやすい。またこのため、かつてはコンタクト絶縁筒の途中をフランジで2分割し、内部に収容される抵抗器の組立て・分解を考慮する必要があったがその必要がなく、コンタクト絶縁筒を1部品にすることができる。

さらに、固定接点群と同一高さの範囲に取付けたので、それだけ充電部が短くなり、切換開閉器全体の高さの低減にも役立っている。

5. タップ選択器の設計

まず可動接点機構としては、2軸交進式を前提にして切換開閉器と同様にブリッジ形ローコンタクトを2本の絶縁クラック軸で駆動する方式にして、中心部の単純化を図った。次に固定接点群に対しては、接点を合理的に配列し、接点相互間の最大電圧責務の軽減、絶縁柱

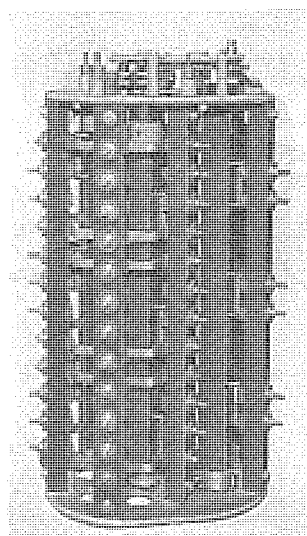


図 9. タップ選択器

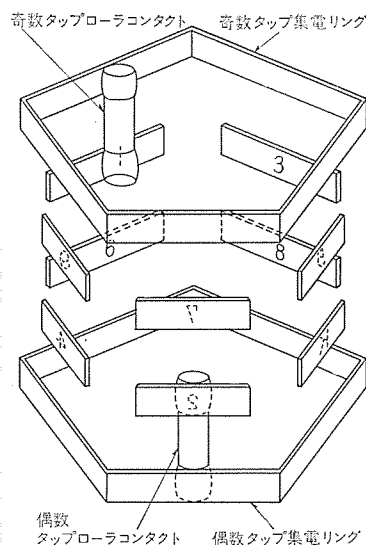


図 10. タップ選択器の接点構造

本数の低減、リード接続の単純化を図った。

5. 1 可動接点機構の単純化：多角形集電リングとローラコンタクトを用いた外部集電方式

可動接点が選択した固定接点からの電流を切換開閉器に導く中継点に当たる集電リングは、従来タップ選択器の中心部に配置されてきた。このため中心部には可動接点の駆動メカニズムと、この集電リング及びこれから引き出されるリード群が混在し、複雑な様相を呈していた。DR形では、図 10. に示すように、集電リングを固定接点群とともに外側に配置し、これらがブリッジ形ローコンタクトによって選択接続されるように多角形にした。切換開閉器への接続リードは、これらの集電リングからそのまま上方の切換開閉器へ昇る。このため、タップ選択器の中心部は、単にローコンタクトを駆動するためだけに使用され、互いに背中合わせになって交互に動く2本のまっすぐな絶縁クラックによって専有されてよい。ローコンタクトは、この絶縁クラックによって円周方向に駆動され、開閉のつど半径方向に往復運動する。この往復運動は、集電リングと固定接点とが、各タップ位置を中心に共通面を形成するので、決して傾斜を伴わない。したがって純粋な転動が得られ、摩耗がほとんどない。

5. 2 固定接点群の合理的配列

固定接点群は図 10. のように配列した。この配列の特長は次のとおりである。

- (1) 奇数タップ群と偶数タップ群が互いに $1/2$ 周だけずれて配置されているので、ローコンタクトの絶縁クラックが互いに干渉せず、したがってまっすぐにできる。また、同じ絶縁柱に取付けられた固定接点間にかかるステップ数が平均化され、したがって軽減される。
- (2) 上記の平均化による電圧責務軽減によって、1本の絶縁柱に各相2個の固定接点が取付けられる。
- (3) 奇数タップ用集電リングと偶数タップ用集電リングとで各固定接点群をサンドウィッチする縦方向配列にしたので、縦方向の電圧責務の総和が最小化される。

6. 試 験

試験は、試作器による開発試験、量産試作器による社内形式試験、同じく量産器による国内電力会社社会の形式試験の3段階について、いずれもJEC-186(1972)に準じて実施した。

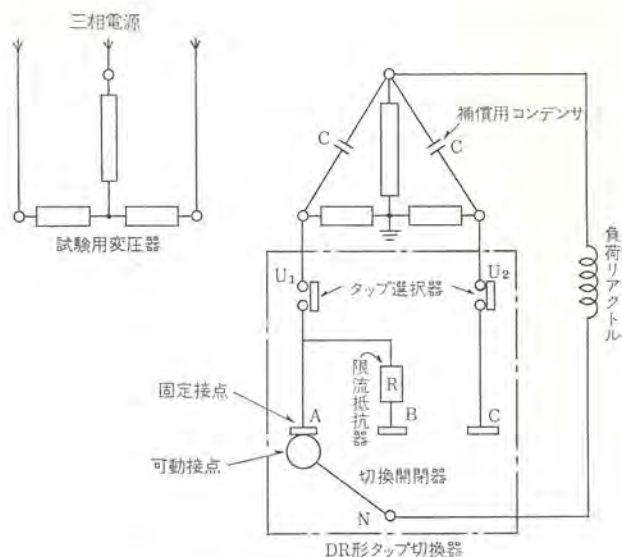


図 11. 試験回路

6.1 開発試験

開発試験は、試作器が果して所期の機能を発揮し、性能・寿命・耐熱性・耐振性・耐乾燥性を有するかどうかを検証し、もしこれらが満たされないときには、そのつど対策を構じては検証しなおす、試行錯誤の繰返しである。この段階で解決を要した問題には、次のようなものがある。

- (1) 切換開閉器の可動接点回転子と軟着陸式蓄勢機構との動作の最適化。
- (2) 切換開閉器のアーク接点のチャタリングの解消。
- (3) 切換開閉器のアーク接点の消耗形状適正化。
- (4) ローコンタクトの全周均等消耗の確保。
- (5) 限流抵抗器の許容温度上昇値の決定。

6.2 社内形式試験

開発試験で得られた修正・検証済みの試作品に、次には量産を前提にした生産設計の検討を加え、新たに量産図面を作成した。この図面に基づいて量産治工具を製作し、これらを使用して量産試作品を製作した。これを供試品として社内形式試験を JEC-186 の形式試験項目に準じて行い、量産化しても開発試験で検証した性能・寿命が再現されるかどうかを検証した。その結果、生産設計による悪影響はまったくなく、当社製品としての資格を付与することができた。

6.3 形式試験

社内形式試験のデータをベースにして国内電力会社より形式試験立会いの許諾を得、昭和 48 年 9 月から昭和 49 年 5 月にかけて JEC-186 (1972) による公開形式試験を実施した。その内容は、社内形式試験のものとほとんど同一で、ここでは主要点のみを述べる。

6.3.1 試験項目と順序

- (1) 構造点検
- (2) 耐電圧試験
- (3) 油密試験
- (4) 電氣的寿命試験
- (5) 切換試験 (接点消耗状態で行う)
- (6) 機械的寿命試験
- (7) 短絡電流通電試験
- (8) 温度試験
- (9) 油密試験

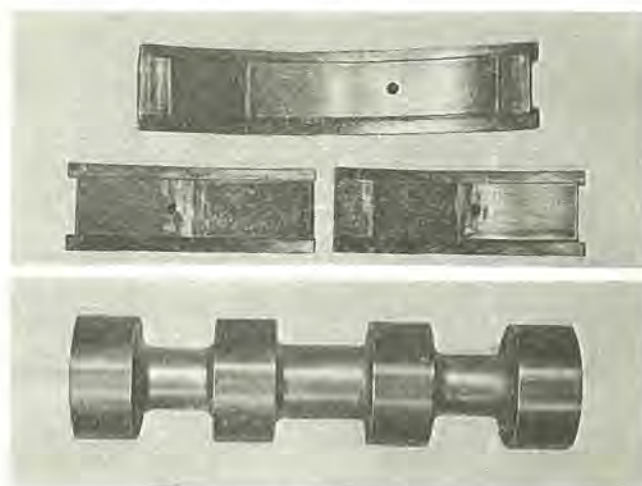


図 12. 切換開閉器アーク接点 (初回)

(10) 耐電圧試験 (油污損状態で行う)

6.3.2 構造点検

寿命試験の 0~80 万回の間、各部のゆるみ・固渋・摩耗・へたり変形・変質・破損などの有無を点検し、特に異常は認められなかった。

6.3.3 耐電圧試験

77 kV $\pm$ 12.5% の調整を転位切換器付き 17 点で行う場合と、77 kV $\pm$ 10% の調整を転換器なし 11 点で行う場合とに各充電部間に発生すると予想される最大 AC 電圧及び最大インパルス電圧を求め、これを絶縁的に不利な 23 点の供試品に印加したが、異常なく耐えた。

また、汚損油の影響を受ける対地絶縁及びタッパ間絶縁に対しては、電氣的寿命試験完了後の油污損状態で AC 試験電圧の 75% を 10 分間印加したが、異常なく耐えた。

6.3.4 油密試験

切換開閉器室に絶縁油を満たして 0.5 kg/cm² の空気圧をかけ、24 時間放置したが、漏油を認めなかった。

6.3.5 電氣的寿命試験

図 11. のような試験回路に供試品を接続し、通過電流 230 A、ステップ電圧 700 V の責務で、MA 2 形駆動装置を使って 20 万回の切換えを行わせた。その結果、図 12., 13. に示すような消耗状態になり、まだ 10~15 万回の追加切換えが許容できる程度の十分な余裕を残した消耗量にとどまった。

6.3.6 切換試験

75°C の油中において通過電流 230 A、ステップ電圧 700 V で 22 タッパ連続切換えを行い、異常はなかった。また、通過電流 345 A、ステップ電圧 700 V で 10 回の切換えを行い、そのうちの 3 回は連続切換えを行ったが、すべて異常なく切換えられた。

6.3.7 機械的寿命試験

電氣的寿命試験完了後の供試品を汚損油中で更に 60 万回動作させ、その途上で動作シーケンス・駆動トルク・電動機電流の測定を行ったが異常なく、またそのつど構造点検を行ったが不具合はなかった。

6.3.8 短絡電流通電試験

定格電流の 10 倍の電流である 2,300 A を 2 秒間、すべての接点を直列接続して通じ、溶着などの異常を認めなかった。また、5 回の通電のうちの 1 回は、その初期波高値が 5,900 A (2,300 A $\times$ 2.55 以上) になったが、溶損や変形はなかった。

6.3.9 温度試験

すべての接点を直列にして 230 A 及び 278 A (230 A $\times$ 125%) を連続通電し、各接触点近傍の温度上昇値を測定したが、すべて 20 deg

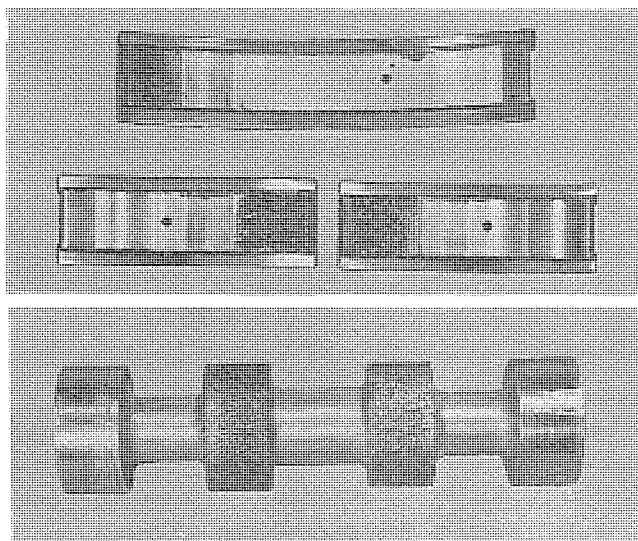


図 13. 切換開閉器 アーク接点 (20 万回後)

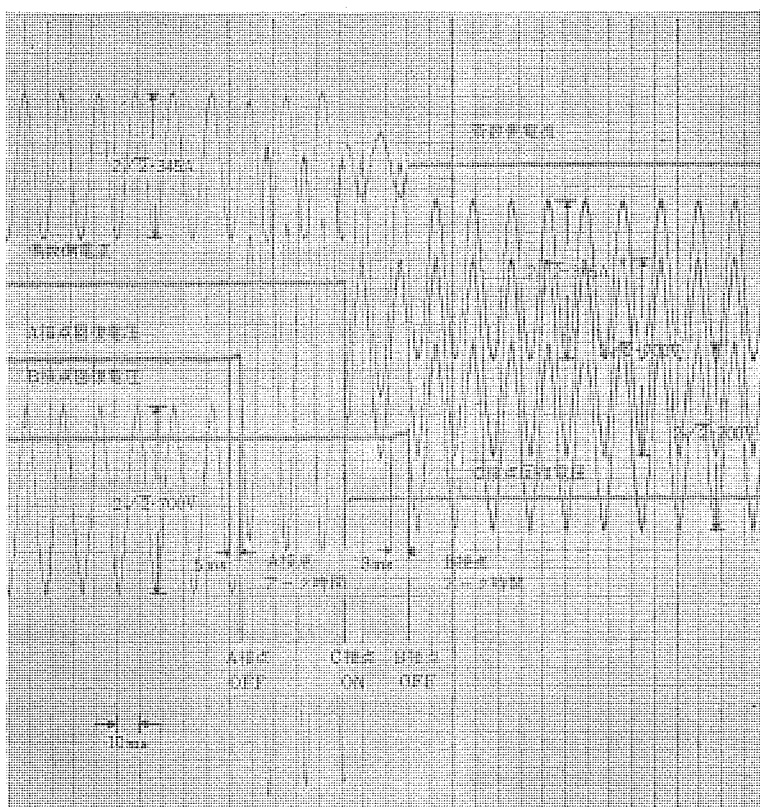


図 14. 150% 負荷電流時の下降切換え (20 万回後)

以下であった。

以上の結果、DR 形 LTC は、JEC-186(1972) の要求を完全に満たすものであることが、国内電力会社立会いのもとに公式に実証された。

7. む す び

DR 形 LTC は、コンパクトで信頼度が高く、点検周期を長くとれるうえに極めて点検しやすい構造であるなど、電力配電用・工業受電用

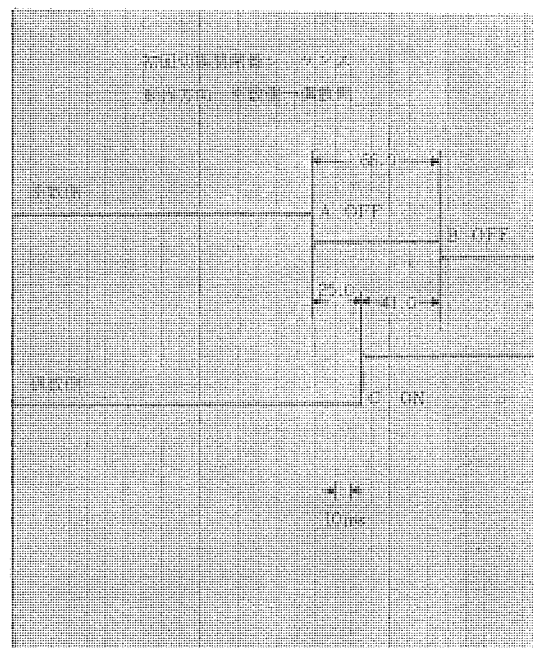


図 15. 切換開閉器 シーケンス (初回)

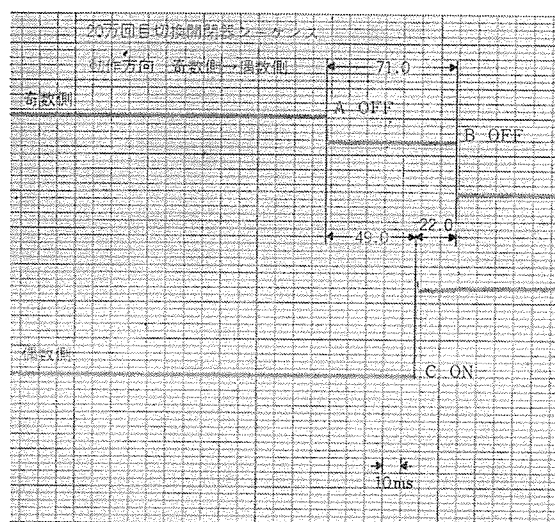


図 16. 切換開閉器 シーケンス (20 万回後)

変圧器に最適の LTC になり、既に各所に 10 数台納入され、運転されている。この開発の成功は、開発当初から完了にいたるまでの間、要求仕様の吟味、構想、基本設計、構造設計、開発試験、社内形式試験、規格標準類の制定、工作標準の設定など、各段階ごとに社内関係部門の総力を結集して問題分析・研究・解決に当たった効果と、単純な構造を実現させ得たユニークな設計に負うところが多い。

今後は、この経験をベースにして更に優れた LTC の開発をすすめたい。

最後に、末筆ながらこの DR 形 LTC の開発・製品化・販売には社内外の多数のかたがたに御尽力を賜り、ここに厚くお礼申し上げたい。(昭和 49-6-3 受付)

軽合金用整流式機動形点溶接機と溶接現象(II)

山本利雄*・奥田滝夫**・稲田幹夫**・中谷亘美*・原 且 則*

1. ま え が き

従来、機動形点溶接機には三相低周波方式が用いられてきたが、今回、重量の軽減に伴う機動性の向上及び電源容量の低減と厚板アルミニウム合金へ点溶接を適用することを目的として、三相整流式の溶接電源をとう(搭)載した機動形点溶接機を製作し、その概要を前号で紹介した。この溶接機は板厚 3 mm と 9 mm の耐食アルミニウム合金を溶接することができるように設計されている。これはアルミニウム合金用の点溶接機としては我が国で最大の溶接能力を有するものであるが、この能力を十分に発揮し、健全な溶接を行うためには板厚が異なる組合せの厚板アルミニウム合金の点溶接現象を明らかにする必要がある。

この論文は、この点溶接現象を明らかにするために、板厚が異なる組合せに対して熱伝導論的な考察を加えるとともに上述の整流式機動形点溶接機を用いて、板厚 3 mm と 9 mm の耐食アルミニウム合金について、ナゲットの成長過程及び溶接条件とナゲット形状、内部欠陥の関連性並びにナゲット形状におよぼす分流通電流、極性の影響などを溶接実験で検討した結果について述べる。

2. 板厚が異なる組合せに対する熱伝導論的考察

点溶接は 2 枚の板を上下の電極で加圧しながら電流を流し、板自身の抵抗あるいは板と板の接触抵抗によって生じる抵抗発熱により、2 枚の板を溶融して接合することを原理とする溶接方法である。したがって、この溶接方法における溶接電流及び通電時間と板の温度上昇の相関関係は、電流密度、板の固有抵抗、熱伝導率、板の比熱及び密度などに影響されるが、これらの諸因子が板の温度上昇とともに変化すること、電極が温度上昇すること及び熱が 3 次元的に伝導するために、熱伝導論的な解析が非常に困難となる。しかし、次の仮定を設けると溶接電流及びその通電時間と板の温度上昇の関係は、式(1)のような簡単な近似式で表すことができる。

- (a) 熱は半径方向には伝達せず、板厚方向にのみ伝達する。
- (b) 電流は板の中で広がらずに、チップと板の接触面積内を均一に流れる。
- (c) 接触抵抗の影響は無視できる。
- (d) 熱伝導率、比熱、密度などは温度によって変わらず一定である。

$$T = \frac{32}{\pi^2} \cdot \frac{T_m}{1-P} (1 - e^{-(1-P)t/\tau}) \sin \beta x \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{ただし、} T_m = \frac{\sigma_0 i_0^2 l^2}{2\lambda}, P = \frac{8\alpha}{\pi^2} T_m,$$

$$\tau = \frac{4c\rho l^2}{\pi^2 \lambda}, \beta = \frac{\pi}{2l}$$

ここで T : 板の温度上昇 (°C), t : 通電時間 (s), x : 板と一方の電極の接触面からの距離 (cm), l : 板厚 (cm), c : 比熱 (cal/g·°C),

ρ : 密度 (g/cm³), λ : 熱伝導率 (cal/cm·s·°C), σ_0 : 固有抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$), α : 抵抗の温度係数, i_0 : 電流密度 (A/cm²), J : 熱の仕事当量 (=4.2 Joule/cal) である。

定常状態の温度上昇 $T_m/(1-P)$ は T_m と P が電流密度 i_0 の 2 乗に比例するため、電流密度が大きいくほど定常状態の温度上昇は大きくなり、同時に熱時間数 $\tau/(1-P)$ も電流密度 i_0 に伴って大きくなる。いま、2 枚の板の接触面、すなわち $x=l$ のところの定常状態における温度上昇が、板の溶融温度に等しくなるような電流密度を選んだ場合の板厚 1 mm のアルミニウム合金板の熱時間定数を計算すると 0.84 サイクル (=0.014 s) になる。ただし、この計算に用いた物理定数は $\lambda=0.43$, $c=0.21$, $\rho=2.7$, $\sigma_0=5.5 \times 10^{-6}$, $\alpha=3.0 \times 10^{-3}$ で、板の溶融温度は 660°C である。

板の温度上昇は溶接電流の通電時間が、熱時間定数の 4 倍になるとほぼ定常状態の温度上昇に等しくなる。したがって、板厚 1 mm のアルミニウム合金板は 3.36 サイクルで定常状態の温度上昇に等しくなり、これ以上に長く通電しても温度は上昇しない。

ところで、前号で述べたように従来の三相低周波式点溶接機と三相整流式点溶接機の相違点は、前者の溶接電流の通電時間が溶接トランスの鉄心の磁気飽和現象により、実用的に 5 サイクル以下に限定されているのに対して、後者は溶接トランス及びその 2 次回路にそう(挿)入されている半導体整流器の温度上昇が、許容値になるまでは溶接電流の通電時間をいくらでも長くとれることである。

三相整流式点溶接機の通電時間を 5 サイクル以下にすると、両方式は電流波形を含めたすべての点で同一になる。したがって、3.36 サイクルで定常状態に温度上昇する板厚 1 mm のアルミニウム合金を、三相整流式点溶接機で溶接するとき、通電時間をいくら長くしても三相低周波式点溶接機により 5 サイクルの通電時間で溶接した結果と少しも変わらない。

三相整流式点溶接機固有の点溶接現象を解明するため、あるいは三相低周波式点溶接機と比較するためには、熱時間定数の大きい厚板について実験しなければならない。このために後述する実験においては、実験に用いた溶接機の溶接できる最大板厚の組合せである 3 mm と 9 mm の組合せのアルミニウム合金板を用いたのであるが、このような板厚が著しく異なる組合せを点溶接するとき、薄板の板内での電流の広がり(フリッジング)に比べて厚板のフリッジングが大きいため、厚板側の電流密度の減少の影響を無視することができない。

この溶接電流のフリッジングによる電流密度の減少は、電極と板及び板同士の接触面積と板厚により影響され、板厚方向及び半径方向のすべてのところで値が異なるが、簡単のために薄板の電流密度を i_0 、厚板の電流密度を γi_0 とし、チップと板の接触面積内では電流密度は均一であると仮定し、両方の板厚の和を $2l$ 、薄板の板厚を dl と置き、抵抗の温度係数を無視すると、板の温度上昇は次のようなフーリエ級数で表される。

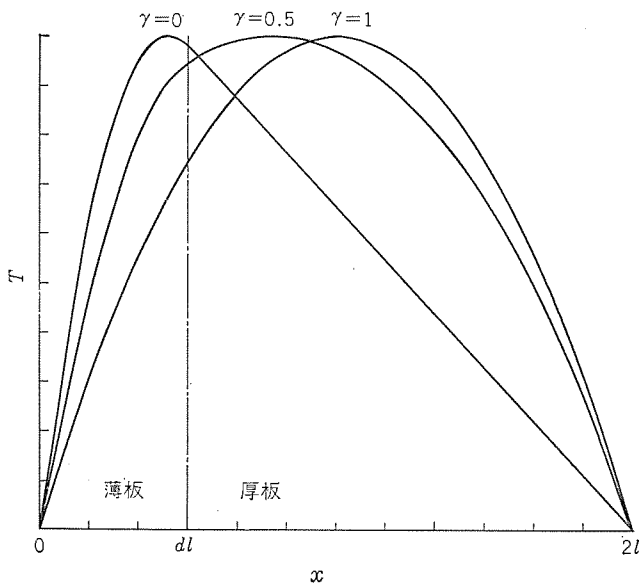


図 1. 種々の γ に対する定常状態の温度分布

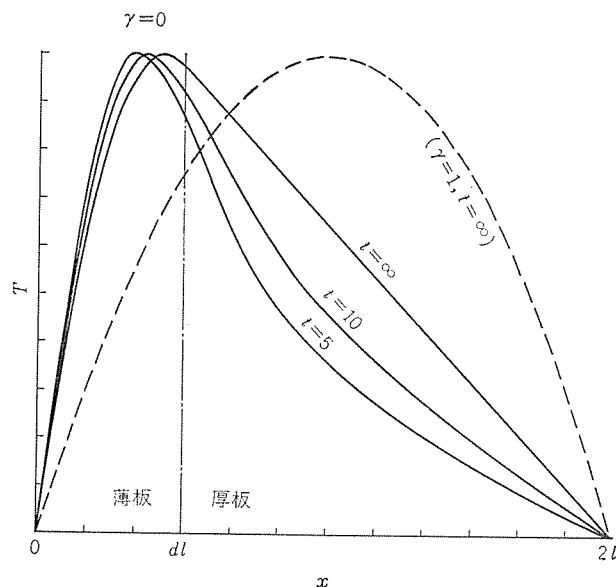


図 2. $\gamma=0$ の場合の過度温度分布

$$T = \frac{8}{\pi^3} \cdot \frac{\sigma_0 i_0^2 l^2}{\lambda J} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3} \left\{ \left(1 - \cos \frac{nd\pi}{2} \right) + \gamma^2 \left(\cos \frac{nd\pi}{2} - \cos n\pi \right) \right\} \sin \beta_n x (1 - e^{-k\beta_n^2 t}) \quad \dots (2)$$

$$\text{ただし, } \beta_n = \frac{n\pi}{2l}, \quad k = \frac{\lambda}{c\rho}$$

定常状態の温度上昇 T_{∞} は $t \rightarrow \infty$ のときに得られ、次のようになる。

$$T_{\infty} = \frac{8}{\pi^3} \cdot \frac{\sigma_0 i_0^2 l^2}{\lambda J} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3} \left\{ \left(1 - \cos \frac{nd\pi}{2} \right) + \gamma^2 \left(\cos \frac{nd\pi}{2} - \cos n\pi \right) \right\} \sin \beta_n x \quad \dots (3)$$

実験に用いた板厚 3 mm と 9 mm の組合せのアルミニウム合金板について考察するために $d=0.5$ と置き、溶接電流のフリッジがないすなわち $\gamma=1$ のとき、厚板を流れる溶接電流のフリッジが薄板に比べて極端に大きい $\gamma=0$ のとき、これらの中間である $\gamma=0.5$ のときの 3 例について、定常状態の温度上昇を計算すると図 1. のようになる（ただし、 T の最大値を同一温度とした）。 $\gamma=1$ のときの温度分布は両方の板厚の和の半分 $x=l$ を最大値とするパラボラであ

る。 $\gamma=0$ のときは薄板の温度上昇は厚板の温度上昇よりも大きく、温度上昇の最大値は薄板の中にある。これらの中間である $\gamma=0.5$ のときは温度上昇の最大値も両者の中央にある。

次に厚板を流れる溶接電流のフリッジが $\gamma=0$ の場合について、通電時間が 5 サイクル及び 10 サイクルの温度上昇を計算すると図 2. のようになり（ T の最大値を同一温度とした）、定常状態の温度分布より更に温度上昇の最大値が薄板側に移る。

ところで、点溶接における電極と板及び板同士の接触面積は、通電初期には小さく、通電時間とともに拡大していく。これに伴って厚板を流れる溶接電流のフリッジは、通電時間とともに小さくなり、薄板の電流密度に対する厚板の電流密度の比率は大きくなる。その結果、板の温度上昇の最大値は図 2. の 5 サイクルあるいは 10 サイクルのときのような薄板側から、点線で示されている $\gamma=1$ で定常状態の温度上昇が最大値となる厚板側に移動し、ナゲットの中心も温度上昇の最大値にしたがって薄板側から厚板側に移動する。このようなナゲットの移動は C 形（さい頭円すい（錐）形）電極を用いた場合より、アルミニウム合金の点溶接に一般的に用いられ、この実験にも用いた R 形（ラジャス形）電極のほうが著しい。

3. 溶 接 実 験

3.1 被溶接材及び実験方法

実験に使用した被溶接材は板厚 3, 9 mm の耐食アルミニウム合金 (A 5083) で、試験片寸法は幅 32 mm, 長さ 125 mm である。前処理としては脱脂後ワイヤブラッシングを行った。電極は外径 25 mm, 先端半径 200 mm のクロム鋼製 R 形電極を用い、極性は 3 mm 側を正極、9 mm 側を負極とした。

溶接電流の測定は、直流用の瞬間電流計とフォトコーダを併用して行った。

溶接後各試験片について引張せん断試験、断面マクロ試験、くぼみ深さ及び外観試験を行った。図 3. にこの実験に用いた電流—加圧力線図を示している。

3.2 定加圧方式の実験結果

まず板厚の異なる組合せにおける溶接電流・加圧力・通電時間がナゲット形状に及ぼす影響を調べるため、定加圧方式（ $P_W = P_F$, $I_D = 0$ ）により種々の溶接条件で溶接を行った。図 4. と 5. は溶接電流を 63 kA, 加圧力を 2 t に保ち、通電時間を変化させた場合のナゲット成長過程を示す。

この電流値において通電時間が 5 サイクルではナゲットは形成されていないが、11 サイクルでは薄板（3 mm）の溶込み率が約 50 % になるのに対し、厚板（9 mm）の溶込み率は 10 % 以下であり、薄板からナゲットが生長し始めることが分かる。しかし、薄板の溶込み深さは通電時間 11 サイクルで既に飽和し、その後の通電でほとんど増

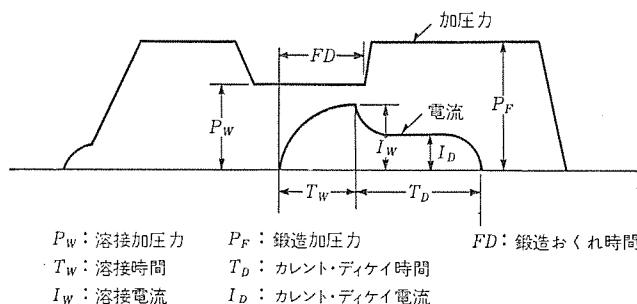


図 3. 電流—加圧力曲線

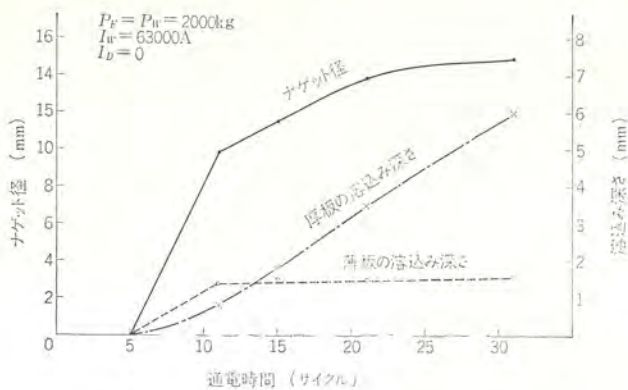


図 4. 溶接電流を一定とした場合の通電時間とナゲット形状の関係 ($P_W = P_F$, $I_D = 0$)

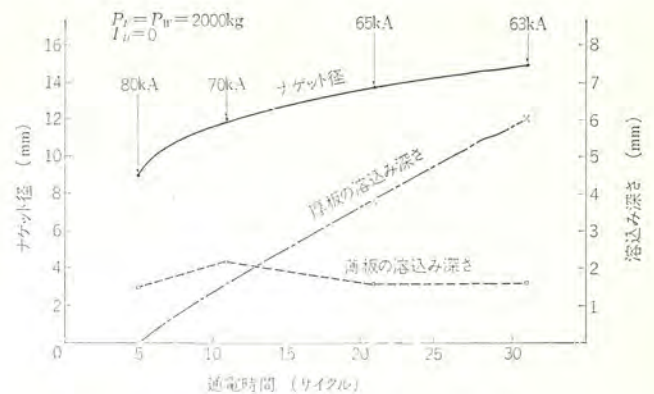


図 6. 通電時間とナゲット形状の関係 ($P_W = P_F$, $I_D = 0$)

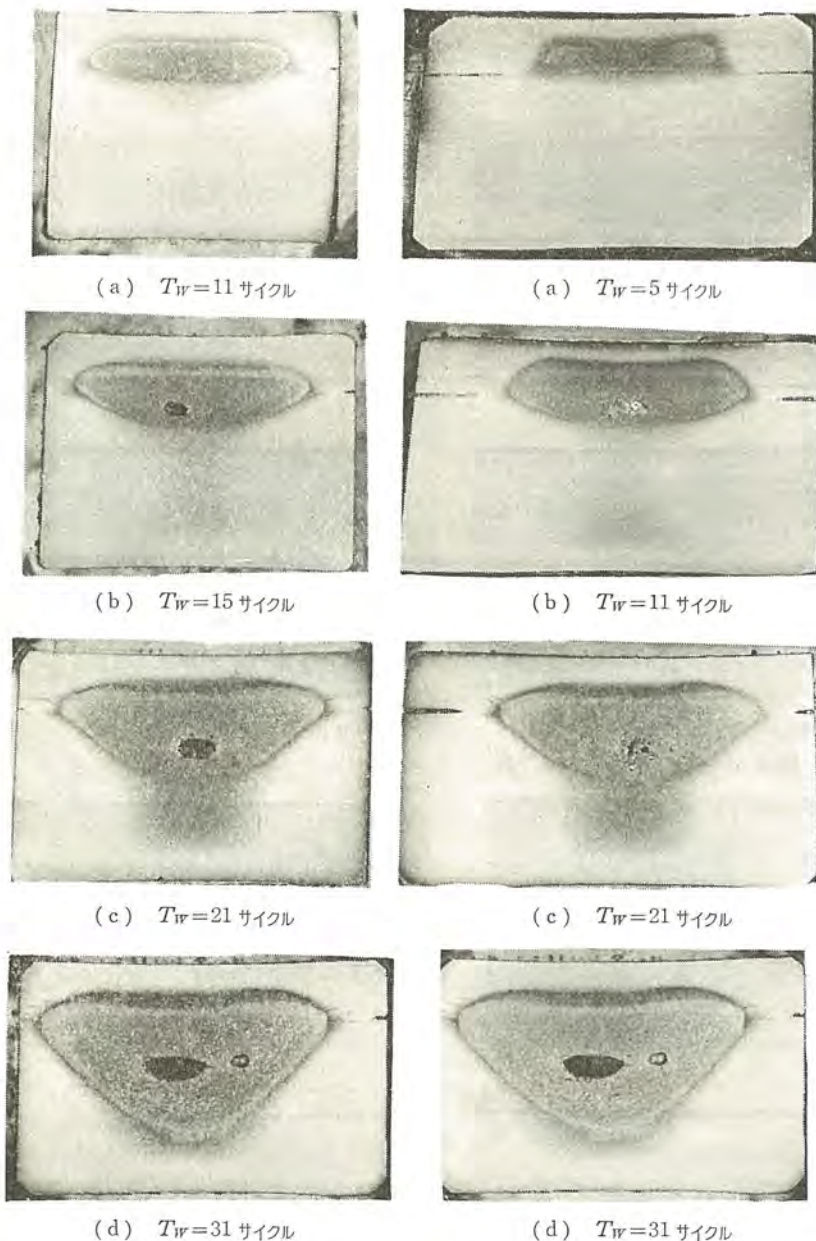


図 5. 図 4. に対応した断面マクロ写真

図 7. 図 6. に対応した断面マクロ写真

加しないが、厚板の溶込みは通電時間とともに急激に増加し、31 サイクルで約 67 % となり、更に増加する傾向にある。ナゲット径は 21 サイクルまでは徐々に増加するが、その後の通電ではほとんど増加しない。このように薄板からナゲットが生長し始め厚板に移動する理

由は、既に述べたように溶接中の両板厚におけるフリッジの変化及び熱伝導に基づくものである。

図 6., 7. は加圧力 2,000 kg の定加圧方式で、通電時間 5, 11, 21 及び 31 サイクルのときに中チリが発生する直前で得られる最大のナゲット形状を示す。この場合も長時間通電のほうが厚板の溶込みが大きく、径の大きなナゲットが得られており、逆に 5 サイクルといった短時間通電では薄板のみが溶融し、厚板は全く溶融しないという極端なナゲット形状になる。

このように板厚が厚かつその板厚比が非常に大きい組合せでは、あまり通電時間を短くすることは好ましくなく、適正なナゲット形状を得るためには通電時間を長くとる必要がある。

図 8. はナゲット形状に及ぼす加圧力の影響を調べるために、通電時間を 15 サイクルに保って、各加圧力においてナゲットが形成する最小溶接電流から、中チリが発生する臨界溶接電流までの範囲で得られるナゲット形状を示す。(ただし、加圧力 4,000 kg のときの最大電流値 95 kA は臨界溶接電流でなく、臨界溶接電流はこの値より大きい)。また、図 9. は加圧力が 2,000 kg のときの溶接電流とナゲット形状の関係及び各加圧力について得られた最大ナゲットの形状を示す。

図 8. 及び図 9. に見られるように加圧力が一定であれば、ナゲット径と厚板の溶込みは溶接電流の増加とともに大きくなるが、薄板の溶込みはナゲット径や厚板の溶込みほど大きくならない。

加圧力が大きくなるとナゲットを形成するために必要な最小溶接電流値、中チリが発生する臨界溶接電流値及び両者の差であるナゲットが形成する電流範囲は大きくなる。また、加圧力が大きいほど得られる最大ナゲットと厚板の溶込みは大きくなるが、逆に薄板の溶込みは小さくなり、加圧力 4,000 kg では図 9. に見られるように薄板の溶込みはほとんど得られない。

このように加圧力が大きくなるにしたがってナゲットが厚板側に生じる理由は、加圧力が大きいほど通電初期において電極と板及び板同士の接触面積が急激に増え、厚板のフリッジが小さくなることと、加圧力の増加に伴って電極と板との接触がよくなり、この間の

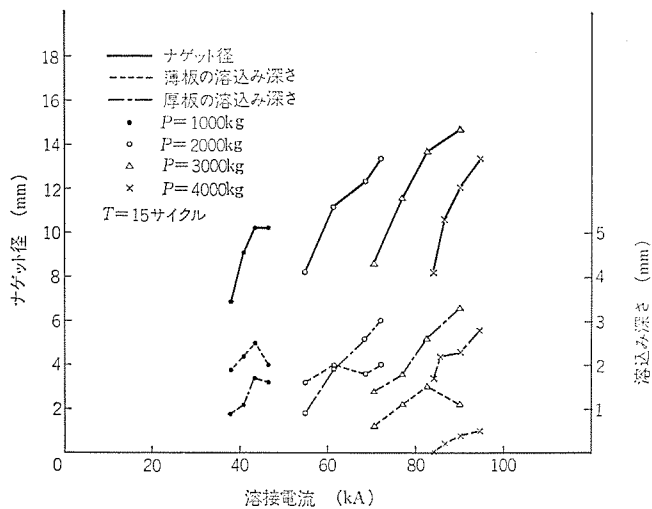
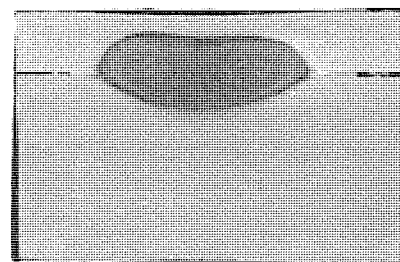
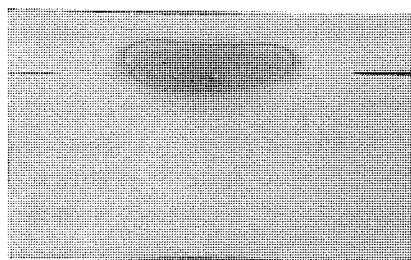


図 8. 加圧力のナゲット形状に及ぼす影響
($P_W = P_F$, $I_D = 0$)

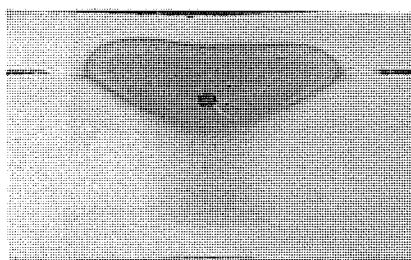
発熱が減少するとともに熱伝達がよくなることによるものである。またナゲット径及び厚板の溶込みは、加圧力と溶接電流以外に図 4. に示されるように通電時間によっても影響されるため、その調整はこの 3 因子で行うことができるが、薄板の溶込みは溶接電流及び通電時間によりあまり変化しないため、その調整は主として加圧力により行わなければならない。板厚 3 mm と 9 mm の組合せについては、薄板に適正な溶込みが得られる加圧力は 3,000 kg 以下である。



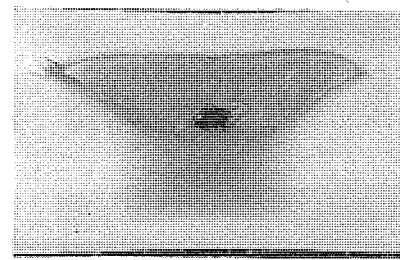
(e) $P=1,000$ kg $I=47$ kA



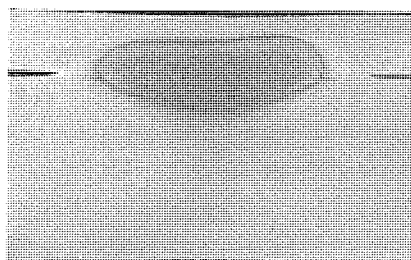
(a) $P=2,000$ kg $I=55$ kA



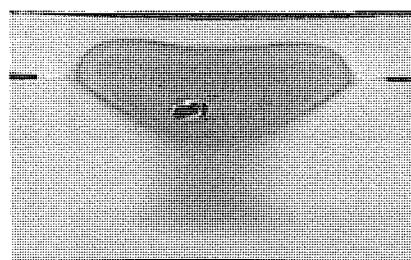
(c) $P=2,000$ kg $I=69$ kA



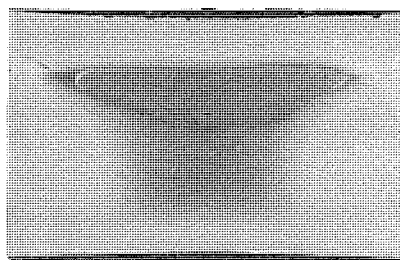
(f) $P=3,000$ kg $I=90$ kA



(b) $P=2,000$ kg $I=62$ kA

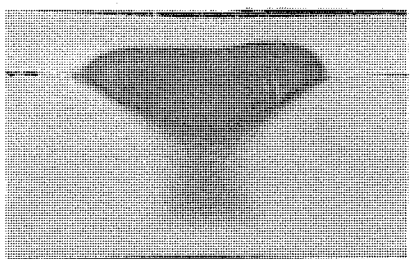


(d) $P=2,000$ kg $I=72$ kA

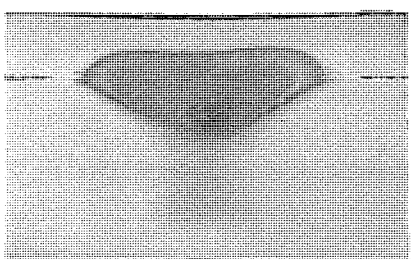


(g) $P=4,000$ kg $I=95$ kA

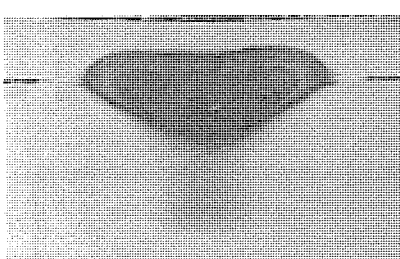
図 9. 図 8. に対応した断面 マクロ 写真



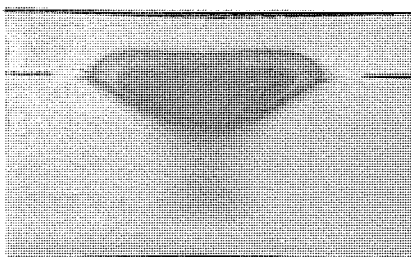
(a) 適正条件



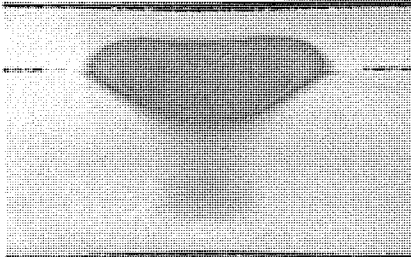
(c) $P_F=2,500$ kg



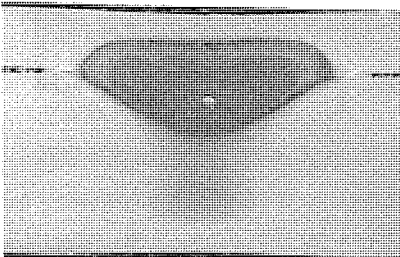
(e) $P_F=2,000$ kg



(b) $P_F=2,750$ kg



(d) $P_F=2,250$ kg



(f) $P_F=1,500$ kg

図 10. 鍛造加圧力のブローホール発生に及ぼす影響

3.3 可変加圧方式の実験結果

これまで定加圧方式を用いた実験結果について述べたが、定加圧方式で溶接すると図 5, 7, 9. に見られるように適正な形状・大きさのナゲットの内部には必ずブローホールが発生する。このブローホールの発生を防止するために、アルミニウム合金の点溶接には図 3. で示すような可変加圧及び可変電流方式が用いられている。以下にこの方式で行った実験結果について述べる。

図 3. でブローホールの発生を防止する役目を担う要因は鍛造加圧力 P_F 、鍛造おくれ時間 F_D 、ディケイ電流 I_D である。これらの要因のブローホールの発生に対する影響を調べるために、適正な形状で内部欠陥のないナゲットが得られる適正条件からおおのの要因を変化させた、適正条件として選んだ条件は溶接電流 61 kA、ディケイ電流 32 kA、溶接電流の通電時間 15 サイクル、ディケイ電流の通電時間 21 サイクル、鍛造おくれ時間 25 サイクル、溶接加圧力 1,500 kg、鍛造加圧力 3,000 kg である。この条件は後述する分流の影響を調べる実験にも用いた。

図 10. は鍛造加圧力のブローホールの発生に及ぼす影響を示す断面写真で、 P_F を 1,500 kg 一定にして P_F を種々に変化させたものである。写真に見るようにブローホールは鍛造加圧力が 2,750 kg 以上では発生していないが、2,500 kg 以下にすると発生している。図 11. は鍛造おくれ時間の影響を示す断面写真で、 T_D を一定に保って F_D を種々に変えたものである。鍛造おくれ時間はディケイ電流の通電終了時点と一致する 36 サイクルに設定した場合にブローホールが見られ、31 サイクル以下のおくれ時間では見られない。ディケイ電流についてはその値が 18 kA ではブローホールが見られないが、12 kA ではブローホールが見られる (図 12)。

このように鍛造加圧力、鍛造おくれ時間及びディケイ電流の 3 要因ともにブローホールの発生に影響を及ぼし、これらの 3 要因をうまく組合せることによりその発生を防止できる。

次に分流の影響を調べるため、最初に溶接した点から 30, 40, 50, 70 mm ピッチに前述の適正条件で溶接し、溶接ピッチに対するナゲット径及び薄板と厚板の溶込みの関係を求めた。その結果を図 13. 及び図 14. に示す。

溶接ピッチが小さいとき既に打点された溶接部へ流れる分流電流は大きく、しかも薄板側ではナゲット近辺を通して流れるために、薄板のナゲットはこの分流電流が流れる方向に突き出た形状となる。溶接ピッチが大きくなるにしたがって分流電流は減少 (有効電流は増加) するため、厚板の溶込みが大きくなっているが、薄板の溶込みは逆に小さくなっている。これは薄板側の突き出た部分が小さくなるためで、この部分を除いた溶込みは溶接ピッチにかかわらずほぼ一定である。一方、ナゲット径は溶接ピッチにかかわらずほぼ一定に

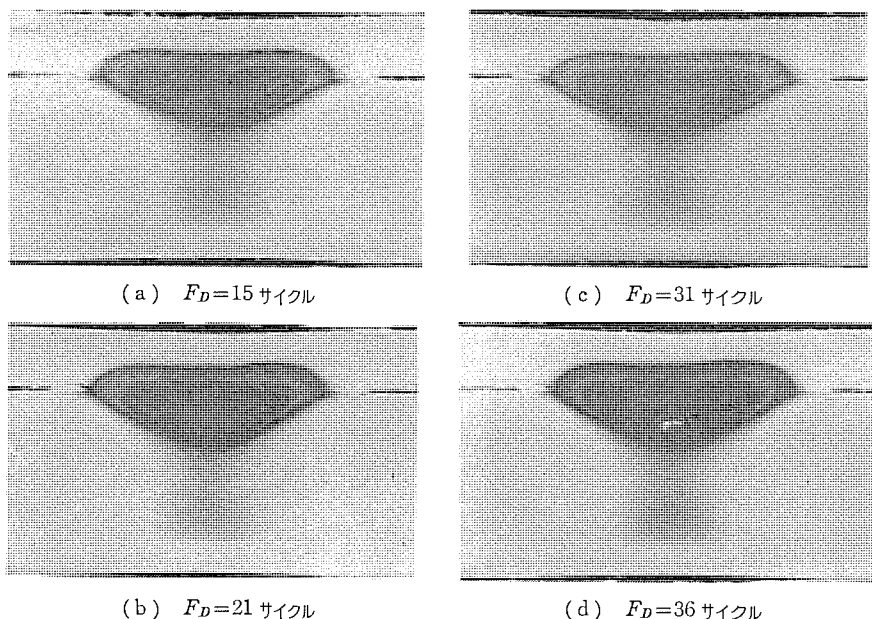


図 11. 鍛造おくれ時間のブローホール発生に及ぼす影響

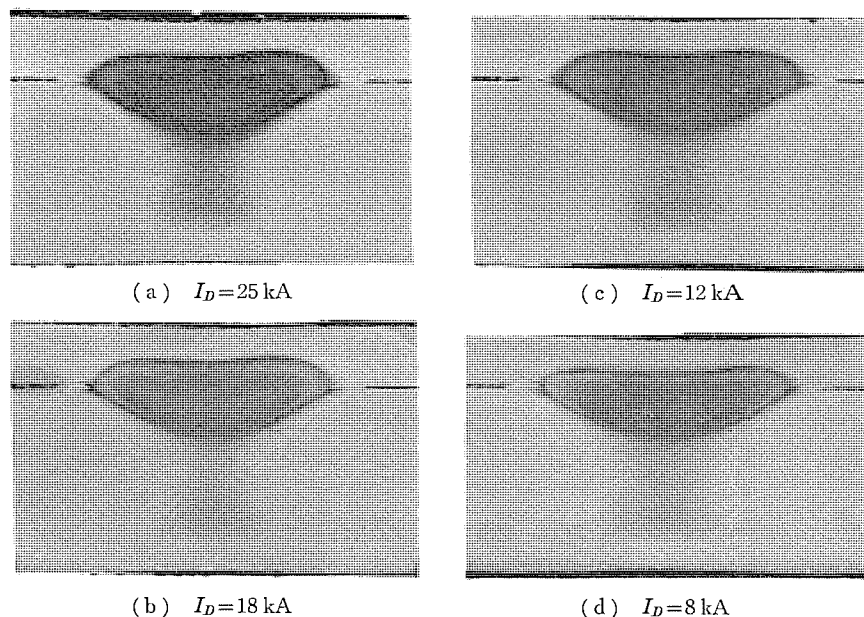


図 12. ディケイ電流のブローホール発生に及ぼす影響

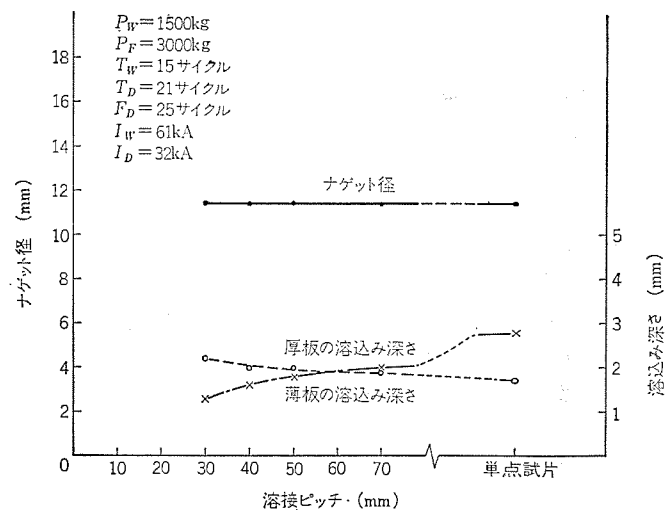
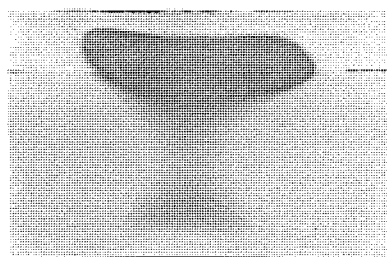
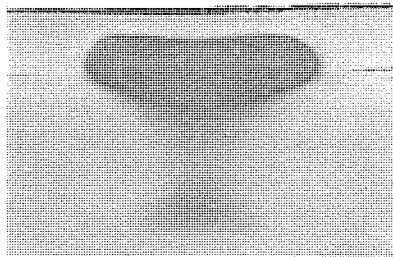


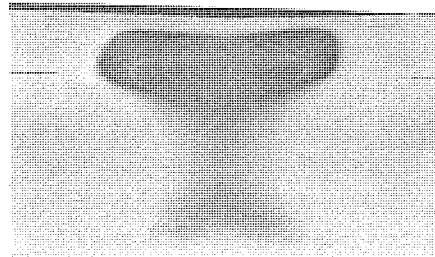
図 13. 溶接ピッチとナゲット形状の関係



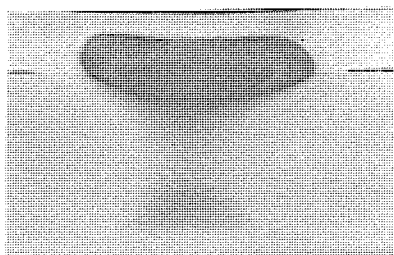
(a) 溶接 ピッチ 30 mm



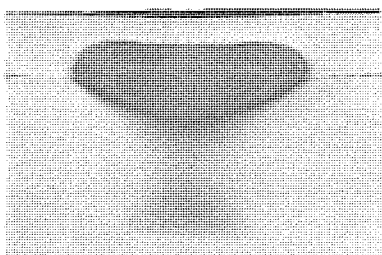
(c) 溶接 ピッチ 50 mm



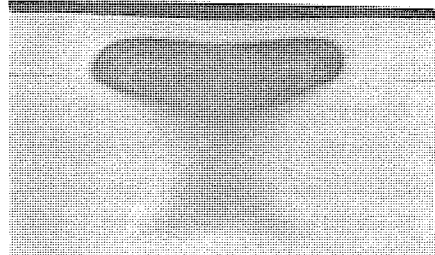
(a) 3 mm : (+) 9 mm : (-)



(b) 溶接 ピッチ 40 mm



(d) 溶接 ピッチ 70 mm



(b) 3 mm : (-) 9 mm : (+)

図 14. 図 13. に対応した断面 マクロ 写真

図 15. 極性 効果

表 1. 連続打点試験の溶接結果

	引張せん断強度				板表面のくぼみ深さ		ナゲット		
	平均強度 (kg)	最小強度 (kg)	最大強度 (kg)	ばらつき (%)	厚板側 (mm)	薄板側 (mm)	径 (mm)	厚板の溶込み深さ (%)	薄板の溶込み深さ (%)
実験結果	1,464	1,580	1,870	17.4	0.22	0.21	11.5	25.6	60.0
JIS 規格値	760以上	608以上	—	25以下	0.6 以内	—	8.1 以上	各板厚の 20~80%	

ばらつき = $\frac{\text{引張せん断荷重の最大値} - \text{引張せん断荷重の最小値}}{\text{平均引張せん断荷重}}$

なっているが、強度に寄与する接合面でのナゲット径は溶接ピッチが大きくなるにしたがって増加している。溶接ピッチ 70 mm の場合の厚板の溶込みは 2.1 mm あるのに対して、分流通電のない単点試験のそれは 2.8 mm で、このピッチにおいても分流の影響が無視できない。

板厚が 3 mm 同士の場合、分流通電の影響を無視することができると、最小ピッチが 30 mm であるのに比べると、板厚 3 mm と 9 mm の組合せの点溶接の最小ピッチはかなり大きくなることが分かる。

以上は一定の極性についての実験結果であるが、次に極性の影響について検討した。

点溶接における極性の影響は電極と被溶接材が異種金属であるため、ペルチェ効果によって電極と被溶接材の接触面で熱の発生及び吸収が生じることにより現れる。電極が銅で被溶接材がアルミニウムの場合、電極から被溶接材の方向に電流が流れると電極と被溶接材の接触面で発熱が生じ、被溶接材から電極に向けて電流が流れると熱の吸収が起こる。これまでの実験では 3 mm 側が正、9 mm 側が負であるので、3 mm 側で熱が発生し 9 mm 側で熱が吸収する。単相交流式点溶接機では半サイクルごとに極性が反転するために、このような極性の影響は現れない。このペルチェ効果による熱の発生及び吸収が抵抗発熱に比べて無視できないほど大きければ、ナゲット形状は極性により変わる。

これまでの実験では 3 mm 側を正、9 mm 側を負にして溶接してきたが、この極性の影響を調べるため極性を変えて適正条件（た

だ、電流は分流の影響を考慮して 2 kA ほど増加している）で溶接した。図 15. はその断面写真であり、3 mm 側を正極にしたときより負極にしたほうが、ナゲットは厚板側に移動している。このように三相整流式点溶接機では極性の影響を無視することはできない。

表 1. にこの溶接機を用いて前述の適正条件（ただし、電流は分流の影響を考慮して 2 kA ほど増加している）で連続打点試験を行った結果をまとめている。表に見るようにすべての項目について、表中に付記されている A 級の JIS 規格値を満足する良好な結果が得られている。

4. む す び

我々は厚板アルミニウム合金への点溶接の適用を指向して、我が国では最大容量、溶接能力を持つ三相整流式機動形点溶接機を完成した。そして、この溶接機を用いて溶接条件と溶接現象や接合部の機械的性質の関連性について検討した結果、従来の溶接技術では相当困難であった総板厚 12 mm、板厚比 3 とした厚板アルミニウム合金の点溶接に成功した。

ここで紹介した溶接機は初号機であるためかなり余裕を持った設計となっているので、更に溶接条件と接合部性質について検討することにより、おそらくこの容量で総板厚 15~18 mm の溶接が可能であろうと思われる。

このようにアルミニウム合金の点溶接は従来の薄板から中厚板の領域にまで拡大された状態にあるので、今後車両工業分野以外のアルミニウム加工工業分野においても広く利用されることを望む次第である。（昭和 49-4-5 受付）

参 考 文 献

- (1) 渡辺、佐藤：溶接力学とその応用（5 版）朝倉書店（昭 48）
- (2) 安藤、中村：点溶接における通電加熱冷却に関する熱時間定数について（第 2 報）溶接学会誌 26-12, 742（昭 32）
- (3) 奥田：厚板の点溶接（その 4）溶接技術 21-12, 92（昭 48）

励磁パラメータによる磁化条件の規定

土屋 英司*・池田 英男**・真継 泰典**

1. ま え が き

現在、エプスタイン試験わくによる交流磁化特性試験において、磁化条件については、「磁束が正弦波的に変化するようにしなければならない」という表現で規定されている⁽¹⁾。

交流磁化特性の測定において、鉄心を通る磁束が正弦波的に変化する磁束正弦波条件や、磁化電流が正弦波的に変化する磁化力正弦波条件などの磁化条件によって、測定値に差異が表れることはよく知られており、これが磁化の変化速度に関係するうず電流の寄与によることが明らかにされている^{(2)~(7)}。しかし、磁化特性の測定値が、磁化条件によりどの程度変わるかについては定量的には明らかにされていないため、磁化条件を規定するものを定量的な形で表現し、この表現量と測定時の各波形のひずみ量との関係を明確化することが要望されている。

我々は測定回路中の物理量により、磁化条件を定量的に規定するために、測定回路の1次側の全抵抗に生じる電圧降下と、コイルの1次側の誘導起電力の比によって定義づけられる、励磁パラメータ(K)と名付けるものを案出した。

このパラメータを変化させたときに、磁束及び磁化力波形が変化する模様を、ブラウン管直視装置による鉄心での実測及び、アナログ計算機(以下アナコンと略す)での解析など、以前から各種の検討を行い^{(8)~(10)}、両者の結果が定量的に一致することを認めた。

また、アナコンによる解析において、これまでは各波形のひずみを目視により判定し、各磁化条件の規定を行っていたが、今回磁化特性の模擬の精度を高くし、かつ波形のひずみを定量的に表現することを試みた。そして励磁パラメータと各波形のひずみ量との関係から、各磁化条件を励磁パラメータにより定量的に規定することについて検討を行った。ここでその全容について報告する。

2. 励磁パラメータ

図1.に示したように、1次巻数 N_1 をもつ鉄心を抵抗 $R(\Omega)$ を通じて電源電圧 $E(V)$ で励磁したとき、1次側に流れる電流が $I(A)$ であって、鉄心の中には磁束 $\phi(Wb)$ が通っているとすると、式(1)が成立つ。

$$E = RI + N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

また、このとき鉄心を通る磁束を式(2)で表現する。

$$\phi = kN_1 I \quad (2)$$

式(2)の k は鉄心材料及びその形状などによって定まる非線形関数である。

今、図2.に示すように $\phi_0 = k_0 N_1 I_0$ を満足する ϕ_0 、 I_0 をそれぞれ基準に選び、 $\tau = 2\pi f t$ として時間 R の変換を行うと、結局式(1)及び式(2)は次のように表すことができる。

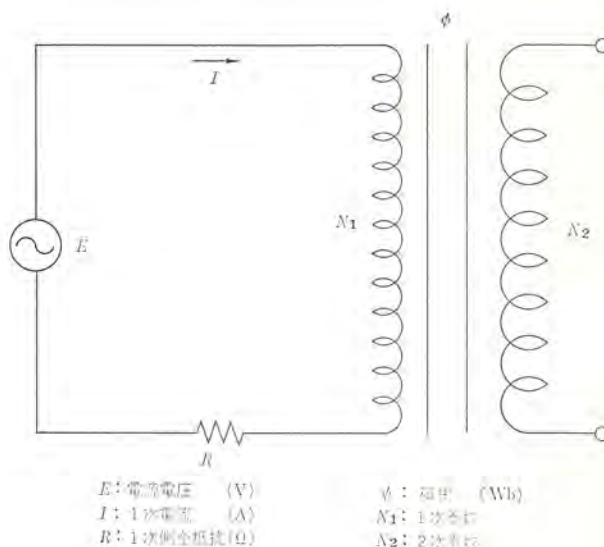


図1. 磁化回路

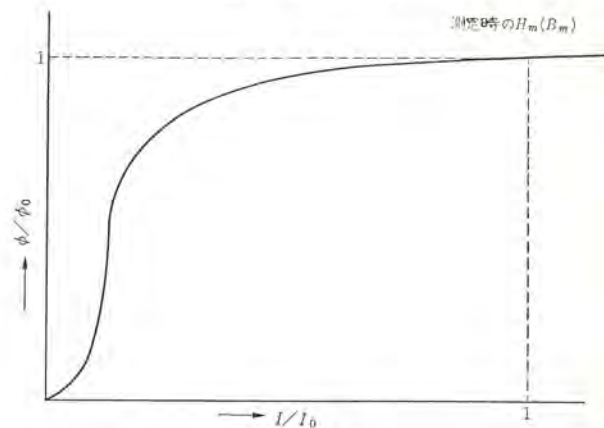


図2. 磁化特性

$$\frac{E}{RI_0} = 2\pi K P \frac{\phi}{\phi_0} + \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

$$\frac{\phi}{\phi_0} = \frac{k}{k_0} \cdot \frac{I}{I_0} \quad (4)$$

ただし、 $K = N_1 \phi_0 f / RI_0$

$$P = d/\tau$$

一般に磁化特性の測定に際しては、回路のインピーダンスが変わったとしても、飽和点(ϕ_0 , I_0)に到達させるアンペア・ターンは一定であり、電源電圧を変化させて(アンペア)×(ターン)のピーク値が一定になるように調節する。したがって磁束及び磁化力の波形を決定する項は、式(3)(4)における。

K 及び k/k_0

の大きさである。ここで、 k/k_0 は試料によって変化するものであるが、測定回路条件は K で表すことができる。ゆえにこの K を励磁パラメータと名付ける。このパラメータの分母は1次側の全抵抗に生じ

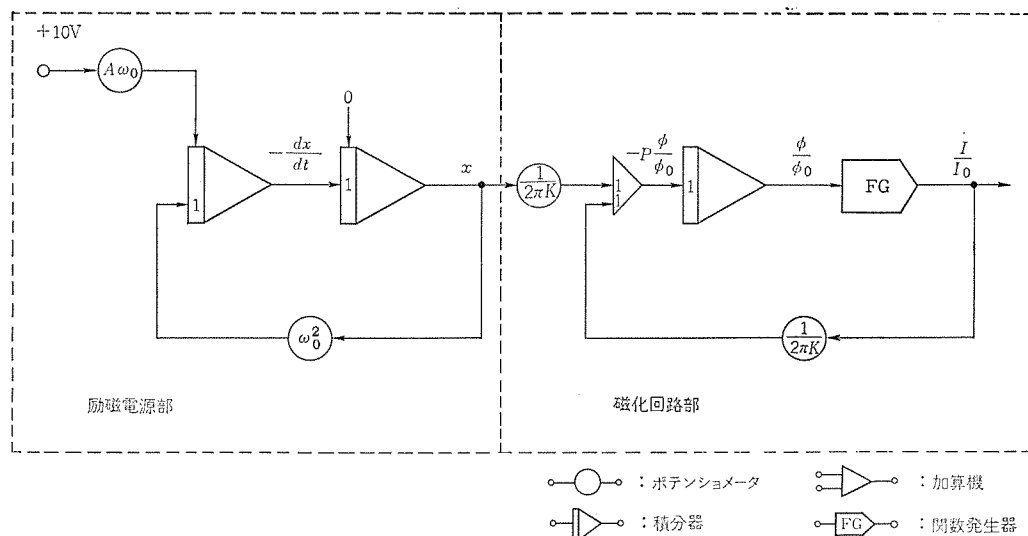


図 3. 演算回路

る電圧降下に、分子はコイルの1次側の誘導起電力にそれぞれ対応するものである。したがって測定回路条件を K が大なるように選べば、抵抗の電圧降下に比べ、コイルの誘起電圧が大きくなり、 K が小さいときはその逆となる。ゆえにパラメータの大きさによって、磁束あるいは磁化力波形が、正弦波になる条件を定めうると考えられる。

このようにして案出した励磁パラメータによって、磁化条件の規定を試みた。

3. 演算回路

2章で、励磁パラメータの大きさを変えたとき、磁化条件が磁束正弦波から磁化力正弦波まで変化する可能性のあることを示した。ゆえに励磁パラメータと磁束及び磁化力波形の関係を調べるため、式(1)に示した電位平衡式をシミュレーションし、アナコンにより演算した。以下に、演算回路各部の詳細を述べる。

3.1 励磁電源

正弦波の運動方程式は

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$

であり、式(5)をシミュレーションした結果を図3.に示す。式(5)を初期条件、 $t=0$ において、 $x=0$, $d_x/dt=A\omega_0$ として解くと、

$$x = A \sin \omega_0 t = A \sin \tau$$

となり、振幅 A 、角周波数 $\omega_0 = 2\pi f_0$ の正弦波電源が得られる。

3.2 磁化回路

式(3)を変化させると、式(6)が得られる。

$$\frac{1}{2\pi K} \cdot \frac{E}{RI_0} = P \frac{\phi}{\phi_0} + \frac{1}{2\pi K} \cdot \frac{I}{I_0} \dots\dots\dots (6)$$

式(6)をシミュレーションした結果を図3.に併示した、ここで、 FG は関数発生器であり、詳細は3.3節で述べる。

3.3 磁化特性

鉄心の磁化特性は図2.に示すように非直線な特性である。したがってダイオードを用いて線形近似する関数発生器によって、鉄心の磁化特性をシミュレーションした。その結果を図4.に示した。このシミュレーションに際しては、図3.に示したように磁束に対応する電圧を Input して、磁化電流に対応する電圧を Output として取出す必要がある。したがって、図4.では通常の磁化特性とは逆の関数形を

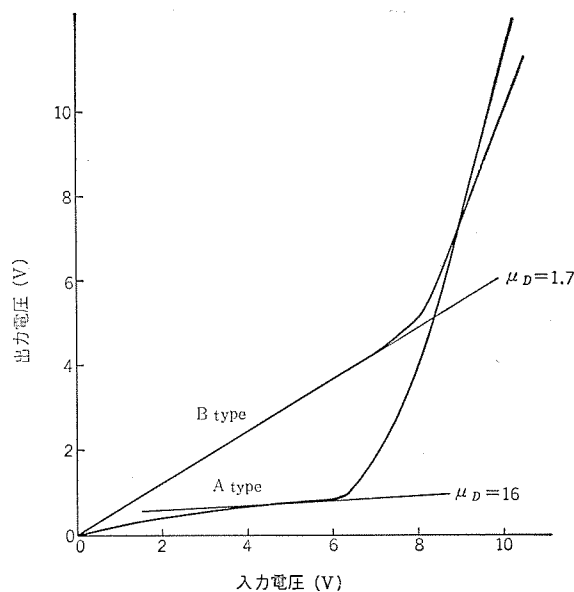


図 4. 磁化特性のシミュレーション

持たせてある。

演算時の磁化特性は図2.に示したように磁束を ϕ/ϕ_0 、磁化電流を I/I_0 と表すことにより、基準化しているので、透磁率も基準化されている(この透磁率を μ_{st} と表す)。そのため、飽和点 (ϕ_0 , I_0) における透磁率 $\mu_{st0} = 1.0$ となる。また磁化曲線の傾斜が最も急な箇所接線を引き、この点の透磁率を最大微分透磁率 (μ_D) として磁化特性の違いを表現した。

ここでは、 $\mu_D = 16$ (A type) 及び $\mu_D = 1.7$ (B type) の2種類の磁化特性を用いた。

3.4 フィルタ

磁束及び磁化力波形のひずみを定量的に扱うためには、各波形の基本波成分及び各次数の高調波成分を抽出する必要がある。

各周波数成分を抽出する方法としては、フーリエ展開による方法、フィルタによる方法などがあるが、比較的容易な方法として、 L , C , R を用いたフィルタを使用した。この回路を図5.に示す。

同図において、負荷側には電流が流れない (R に比べ非常にインピーダンスの高い負荷を接続した) とすると、入力電圧及び出力電圧は次式で与えられる。

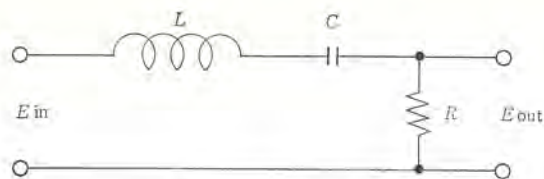


図 5. フィルタ回路図

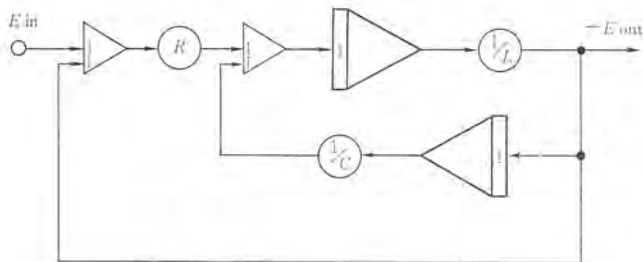


図 6. フィルタのブロック図

$$E_{in} = Ri + j\omega Li + \frac{i}{j\omega C} \quad (7)$$

$$E_{out} = Ri \quad (8)$$

したがって、入力電圧と出力電圧の比は

$$\frac{E_{out}}{E_{in}} = \frac{R}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} \quad (9)$$

となる。式 (9) において、 $j\omega = S$ (微分演算子) において、

$$\{(E_{in} - E_{out})R - E_{out} \cdot 1/SC\}1/SL = E_{out} \quad (10)$$

を得る。式 (10) により、フィルタをシミュレーションしたブロック図を図 6. に示した。

また、式 (9) より、このフィルタの入出力電圧の比を実効値として求め、これを β で表すと次のようになる。

$$\beta = \left| \frac{E_{out}}{E_{in}} \right| = \frac{aR}{\sqrt{a^2 R^2 + (a^2 - 1)^2}} \quad (11)$$

ただし、 $a = f/f_r$

$$L = C = 1$$

f : 入力信号の周波数

$f_r = 1/2\pi\sqrt{LC}$: フィルタの共振周波数

入力信号から周波数成分を抽出する場合、抽出成分の周波数にフィルタの共振周波数を一致させ $a=1$ とするので、 R の値にかかわら

ず $\beta=1$ となる。抽出成分以外の周波数成分については、 a の値が変わるが、フィルタの出力信号中の抽出成分に対して、それ以外の成分が十分無視できる大きさとなるよう R の大きさを調節した。

このようにして、このフィルタにより、不必要な周波数成分を除去して、各周波数成分を抽出した。

4. 試験方法とその結果

3 章に示された演算回路をパッチボード上に組立て、以下の各項目について試験を行った。なお、この演算にはアナログ計算機、APAC 1 を使用した。

4.1 励磁パラメータと磁束及び磁化力波形

2 種類の磁化特性について、励磁パラメータの大きさを変えたときの磁束及び磁化力波形をアナコンにより解析し、その結果を図 7. に示した。

4.2 フィルタの特性

フィルタの共振周波数から、入力信号の周波数をずらせ、 $R=1$ として求めた入出力電圧比の計算値及び実測値を図 8. に示した。

次いで、振幅が既知の基本波信号及びこれの 3 倍の周波数の信号を加えてひずみ波を作り、これを入力信号としてフィルタに与え、各周波数の成分を出力として抽出した。各周波数の成分それぞれについて、フィルタの出力とひずみ波を作る前の信号との振幅の比を求め、これを表 1. に示した。

4.3 調波分析

演算回路において、磁化回路の磁束及び磁化力の出力端子にフィルタを接続し、励磁パラメータの大きさを変えたとき、励磁電源の基本周波数 f_0 あるいは $3f_0$ に、更にはより高次の周波数にフィルタの共振周波数を一致させ、磁束及び磁化力波形の各周波数成分を抽出し、

表 1. フィルタの特性

	周波数	振 幅 (V)					
		1st のみ検出			3rd のみ検出		
入力信号	$f=1$	0.62	0.77	1.16	0.69	0.86	1.30
	$f=3$	9.2	9.2	9.2	9.4	9.4	9.5
出力信号	—	0.63	0.76	1.15	9.5	9.5	9.6
入出力比	—	1.02	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01

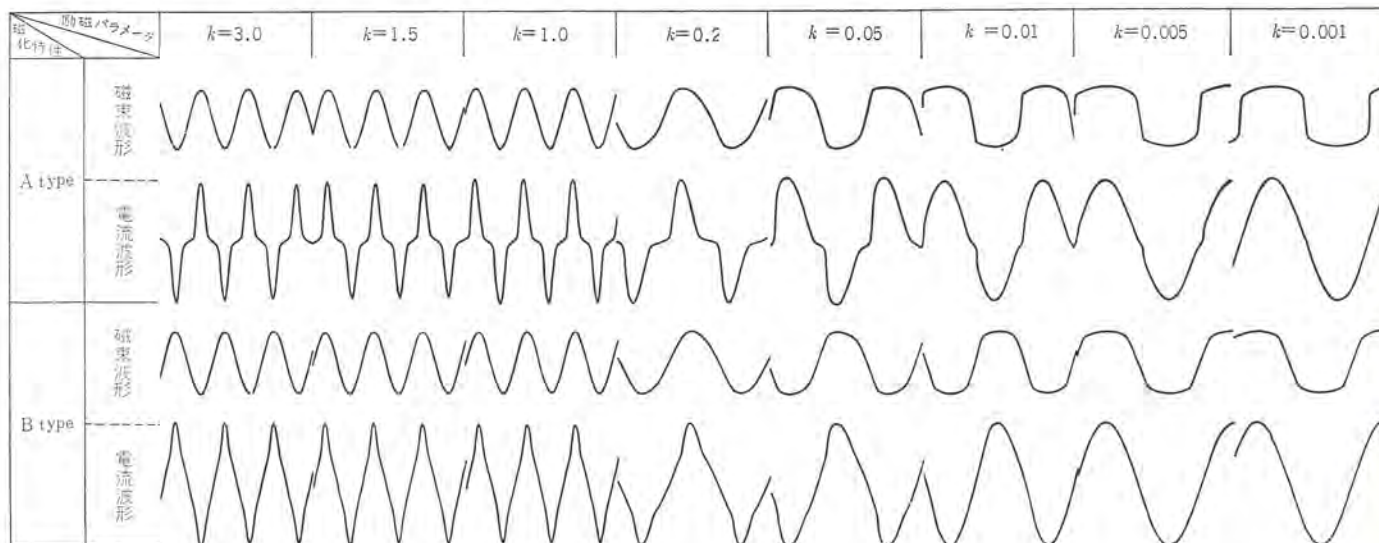


図 7. 励磁パラメータと磁束及び磁化力波形

表 2. 調波分析結果

(a) 磁束波形の周波数成分 (単位 V)

磁化特性	角周波数	励磁パラメータ K						
		1.5	1.0	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01
A type ($\mu_D=16$)	$\omega=1$	10.0	10.0	10.0	10.4	11.1	11.2	—
	$\omega=3$	0.159	0.215	0.390	0.835	1.46	1.91	—
	$\omega=5$	—	—	—	0.133	0.350	0.580	—
B type ($\mu_D=1.7$)	$\omega=1$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.3
	$\omega=3$	0.114	0.130	0.225	0.480	0.760	1.20	1.58
	$\omega=5$	—	—	—	—	—	0.175	0.380

(b) 磁化力波形の周波数成分 (単位 V)

磁化特性	角周波数	励磁パラメータ K								
		0.001	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5
A type ($\mu_D=16$)	$\omega=1$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	—	—	—	—
	$\omega=3$	0.100	0.145	0.280	0.500	0.890	—	—	—	—
B type ($\mu_D=1.7$)	$\omega=1$	10.4	10.0	10.0	9.50	9.00	8.30	8.30	8.30	8.50
	$\omega=3$	0.040	0.070	0.170	0.310	0.570	1.05	1.35	1.51	1.53

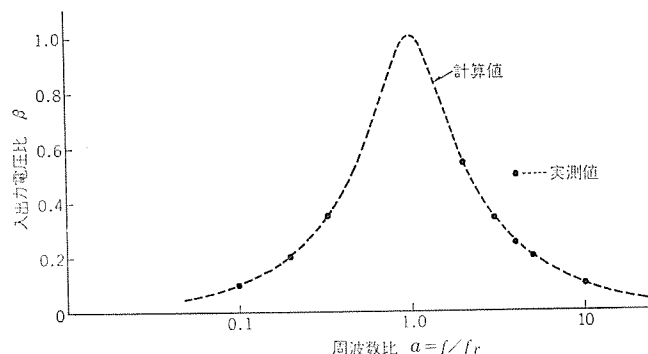


図 8. フィルタの特性

その結果を表 2. に示した。

5. 考 察

5.1 励磁パラメータと磁束及び磁化力波形

励磁パラメータの大きさが変わると、磁束及び磁化力波形はともに、正弦波から非常にひずんだ波形まで変化し、それぞれの波形の変化の傾向は磁化特性の違いにかかわらずよく似かよっている。しかし、目視によって、各波形が正弦波になる励磁パラメータの範囲を規定することは困難である。

5.2 フィルタ特性

我々がこの研究で採用したフィルタの入出力電圧比は図 8. に示されているように、式 (11) で計算した値と測定した値とがほぼ等しい。また、基本波に対し、1 割程度の第 3 次高調波を含む既知の入力信号に対して、各周波数成分を抽出したときの誤差もたかだか 2 (%) 程度であり、我々が調波分析を行う際に十分な精度のデータが得られることが分かる。

5.3 調波分析

磁束及び磁化力波形はどちらも対称波であるので、表 2. に示されているように周波数成分としては奇数次のものしか含まれていなかった。そして、高調波のほとんどは第 3 次高調波であり、磁束波形については第 5 次の成分も検出できた。

ここで、これらの周波数成分を用いて、各波形のひずみを定量的に表現し、この表現量と励磁パラメータの関係を求め、それに基づいて、各磁化条件を励磁パラメータにより規定することとした。

(1) 磁束正弦波条件

今、鉄心を通る磁束と磁化電流との間には次の関係がある。

$$N_1 I = \frac{l}{\mu A} \phi \quad (12)$$

この関係を使って、式 (3) を磁束だけの式に変換すると、

$$\frac{E}{RI_0} = 2\pi K P \frac{\phi}{\phi_0} + \frac{I}{I_0}$$

$$= 2\pi K P \frac{\phi}{\phi_0} + \frac{\mu_{st0}\phi}{\mu_{st}\phi_0} \quad (13)$$

となる。ただし、 μ_{st} は基準化された透磁率、 $\mu_{st0} (=1.0)$ は ϕ_0 点における透磁率である。ここで、 ϕ_0 によって基準化された磁束は

$$\phi/\phi_0 = \phi_1 \sin \tau + \phi_3 \sin 3\tau + \phi_5 \sin 5\tau \quad (14)$$

ただし、 $\tau = \omega_0 t$

ϕ_1 : ϕ/ϕ_0 の基本波成分の振幅

ϕ_3 : " 第 3 次高調波成分の振幅

ϕ_5 : 第 5 次 " "

で与える。次に、式 (14) を微分すると

$$P \cdot \phi/\phi_0 = \phi_1 \cos \tau + 3\phi_3 \cos 3\tau + 5\phi_5 \cos 5\tau \quad (15)$$

また式 (3) の右辺第 1 項と第 2 項の比を α として表すと次式が得られる。

$$\alpha = \frac{I/I_0}{2\pi K P \phi/\phi_0} = \frac{\mu_{st0}\phi/\mu_{st}\phi_0}{2\pi K P \phi/\phi_0} \quad (16)$$

磁束波形が正弦波であるためには、鉄心のインピーダンスが最小の点においても式 (3) で $2\pi K P \phi/\phi_0 \gg I/I_0$ の関係が必要である。鉄心のインピーダンスが最小になるのは透磁率 (μ_{st}) が最小の点であり、 $\mu_{st} = \mu_{st0}$ の点である。したがって、この点においても、上の不等式の関係が満たされていれば、他の点ではすべてこの関係を満足していることになる。この関係を調べるために求めたものが α である。式 (15), (16) より、 α の実効値は $\mu_{st} = \mu_{st0}$ とおくと式 (17) で表される。

$$\alpha = \frac{\sqrt{\phi_1^2 + \phi_3^2 + \phi_5^2}}{2\pi K \sqrt{\phi_1^2 + (3\phi_3)^2 + (5\phi_5)^2}} \quad (17)$$

表 2. の周波数成分を用い、各励磁パラメータについて、この α の値を計算した結果を図 9. に示した。

磁束波形が正弦波とみなせる条件として、前述の不等式の関係を満たす点を $\alpha \leq 0.1$ とすれば、図 9. から明らかなように $\alpha = 0.1$ となる励磁パラメータの大きさは、磁化特性の違いにかかわらず、 $K \approx 1.5$ の点である。したがって、磁束正弦波条件を満たす励磁パラメータの範囲は磁化特性の違いにかかわらず

$$K \geq 1.5$$

であることが明確になった。

(2) 磁化力正弦波条件

この条件においても、式 (12) の関係より、式 (3) を次のように磁化力だけの式に変換する。

$$\frac{E}{RI_0} = 2\pi K P \frac{\mu_{st} I}{\mu_{st0} I_0} + \frac{I}{I_0} \quad (18)$$

ここで、 I_0 によって基準化された磁化電流を次式で与える。

$$I/I_0 = I_1 \sin \tau + I_3 \sin 3\tau \quad (19)$$

ただし、 $\tau = \omega_0 t$

I_1 : I/I_0 の基本波成分の振幅

I_3 : " 第 3 次高調波成分の振幅

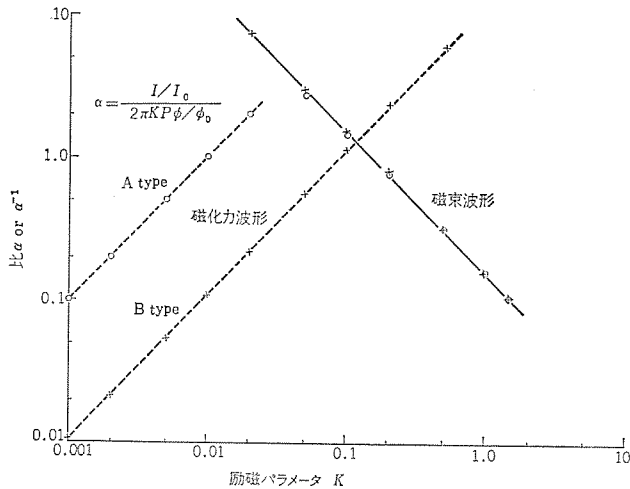


図 9. 調波分析結果

磁化力波形が正弦波であるためには、鉄心のインピーダンスが最大の点においても式 (3) で $2\pi KP\phi/\phi_0 \ll I/I_0$ の関係が必要である。式 (3) の右辺第 1 項が最大になるのは、式 (18) で明らかなように、透磁率を微分したものが最大 (すなわち μ_D) の点である。したがって、この点において、上の不等式の関係を満たしていればよいことになる。

μ_D における式 (3) の右辺第 1 項と第 2 項の比 $(\alpha)^{-1}$ は

$$(\alpha)^{-1} = \frac{2\pi KP\phi/\phi_0}{I/I_0} = \frac{2\pi KP\mu_{st}I/\mu_{st}I_0}{I/I_0} \dots\dots\dots (20)$$

で示される。式 (19) 及び式 (20) で $\mu_{st} = \mu_D$ とおくと、 $(\alpha)^{-1}$ の実効値は次式で与えられる。

$$(\alpha)^{-1} = \frac{2\pi K\mu_D \sqrt{I_1^2 + (3I_3)^2}}{\sqrt{I_1^2 + I_3^2}} \dots\dots\dots (20)$$

A type ($\mu_D=16$), B type ($\mu_D=1.7$) の磁化特性について、表 2. の各周波数成分の値を使って、 $(\alpha)^{-1}$ の値を計算した結果を図 9. に併示した。

磁化力正弦波とみなせる条件を磁束の場合と同じく $(\alpha)^{-1} \leq 0.1$ とすると、それぞれの磁化特性について、 $(\alpha)^{-1} = 0.1$ となる励磁パラメータの大きさは次のようになる。

A type ($\mu_D=16$) $K=0.001$

B type ($\mu_D=1.7$) $K=0.0093$

ただし、B type については、図 9. より補間法により求めた。

ここで、励磁パラメータと最大微分透磁率の積を求めると、A type において $K\mu_D=0.016$, B type において $K\mu_D=0.0158$ であり、この積は磁化特性の違いにかかわらず、一定であることが分かる。

したがって、この 2 種類以外の他の磁化特性を持つ試料も、この解析の結果を適用して、磁化力正弦波条件を満たす励磁パラメータの大きさは μ_D により、一義的に定まることが明確になった。

6. む す び

交流磁化特性の測定における磁化条件を、測定回路条件により定量的に規定するため、この研究を行った。その結果を以下にまとめる。

(1) 次式で与えられる励磁パラメータ (K) と名付けるものを案出し、

$$K = \frac{N_1 \phi_0 f}{RI_0}$$

ただし、 R : 1 次側全抵抗 (Ω)

I_0 : 磁化電流 (A)

N_1 : 1 次巻数

ϕ_0 : 測定時の磁束 (Wb)

f : 励磁電流の周波数 (Hz)

励磁回路の電圧の平衡式をアナコンによってシミュレーションし、このパラメータの大きさと磁束及び磁化力波形の関係を解析した。

(2) 解析の結果、次のことが分かった。

(a) 磁束正弦波条件を満たす励磁パラメータの大きさは磁化特性の違いにかかわらず $K \geq 1.5$ の範囲である。

(b) 磁化力正弦波条件を満たす励磁パラメータと最大微分透磁率の積は磁化特性の違いにかかわらず $K\mu_D \leq 0.016$ の範囲である。

したがって、この場合、励磁パラメータの大きさは最大微分透磁率により定められることになる。

(3) このように、磁化特性を測定する際に一般使用する物理量から求められる励磁パラメータを用いることにより、各磁化条件を規定できることが明確になった。

磁化条件を規定する方法について、我々以外には山本らが⁽¹¹⁾、励磁回路の全インダクタンスと抵抗の比による表現量を用いて、研究を行っており、定量的にこの研究とほぼ同じことを示している。しかし、山本らの研究とこの研究とは解析方法が異なり、実際に磁化条件を規定する場合、特に磁束正弦波条件について、この研究の方法では、透磁率を用いなくても計算できるという点で違いがある。

参 考 文 献

- (1) JIS C 2550 (1970)
- (2) H. W. Lord: AIEE Trans. 72 Pt. 1 P. 85 (1953)
- (3) E. Both: Conf. on MMM P. 65
- (4) R. M. Brownell: Jou. Appl. Phys. 33-1, P. 118 (1962)
- (5) H. Aspden: PIEE 103 Pt. C, P. 272 (1956)
- (6) H. Aspden: ibid. P. 279 (1956)
- (7) V. Rusbüldt: ETZ-A 78 S 335 (1957)
- (8) 野口, 土屋: 三菱電機技報, 30, No. 11 (昭 31)
- (9) 土屋, 池田: 電気学会全国大会, 224 (昭 48)
- (10) 土屋, 池田ほか: 磁性材料研究会資料, MAG-74-1 (昭 49)
- (11) 山本ほか: 電気試験所彙報, 26-1 (昭 37)

レーザ マイクロプローブによる金属試料の微小部分の分析

倉本一雄*・吉留昭男*

1. ま え が き

レーザ装置の著しい発展とともに、従来分析の困難であった微小部分や微小試料の分析に、レーザマイクロプローブが発光分光分析の新しい励起源として注目されるようになった。

装置としてのレーザマイクロプローブ（レーザ発光分光分析の励起源）は、既に利用段階にはいっており、安定性、操作性が向上した装置が市販され、広く利用されつつある。しかし瞬間的に発生する複雑な現象をは（把）握することが困難なため、基礎的研究がまだ定量分析には生かされておらず、利用技術の面では、微小部分の定性分析に使用されている例が多い。

今般、当社の生産技術研究所にレーザマイクロプローブが導入されたのを機会に、金属試料の定量分析を目的とした基礎的検討の結果得られた若干の知見を報告し、これらを基に将来レーザ発光分光分析法が、管理分析や迅速分析の手段として発展するために不可欠な光電測光方式との併用を試みたので併せて報告する。

2. 原理及び実験装置

従来の発光分光分析は、試料を、放電電極の一方に保持するか、又は電極自体とし、両電極間でアークあるいはスパーク放電を行わせることによって、蒸発気化と励起過程を1度に行っていた。

レーザマイクロプローブによる発光分光分析は、ネオジムガラスレーザをキセノンフラッシュランプによりポンピングさせ、ノーマルパルス（以下N. P. と略す）又はジャイアントパルス（以下G. P. と略す）のレーザビームを発生させる。このビームを顕微鏡部で集光してエネルギー密度を高め、あらかじめ選択した試料の局部に焦点を結ばせ蒸発させる。一方補助電極に高電圧を印加しておき、蒸発と同時にスパーク放電を行わせる、いわゆる2段階励起法により発光強度を高める。このようにして生じたマイクロプラズマからの光を分光器のスリット上に結像させて分光分析する。この実験で使用した装置は次のとおりである。

レーザマイクロプローブ JLM-200 (N. P. レーザ)
(日本電子製 図1. 参照)
分光器 GE-170 (島津製作所製)

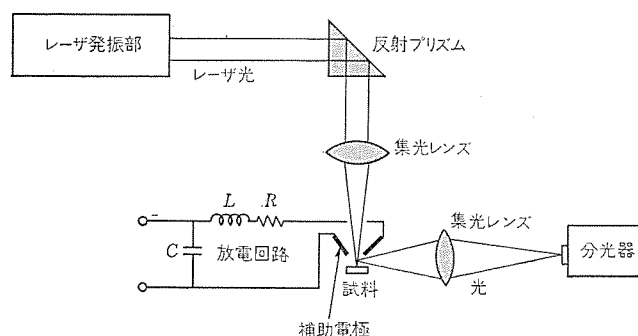


図1. レーザマイクロプローブ 発光分光分析装置の概略

写真測光 ミクロホトメータ 802 (島津製作所製)
光電測光 入力回路選択装置付 RE-5 特形 (島津製作所製)

3. 実験及び考察

3.1 補助スパーク電圧と放電回路定数

試料と電極の位置関係を図2. に示す。スペクトル強度を大にするためには、補助電極の印加電圧を大にすべきと考えられる。一方、蒸発した金属蒸気が、電極間の絶縁破壊を起こすから、破壊電圧 V と電極間げき g 及び回路定数との関係を検討しておくことは重要であり、この点について検討した結果、 V と g の関係を図3. に示す。放電回路のインダクタンス L 、キャパシタンス C 及び抵抗 R を一定とすると、図3. における V は g の増加にともなって直線的に増加する。また C が増加すると V は下降する。図4. に V と L の関係を示す。 C 、 R 及び g を一定とすると、 V は L に依存しない。また図には示していないが、 L 、 C 及び g を一定とすると、 V は R にもほとんど依存しないことが分かった。以上の結果、回路定数と電極間げきを設定すれば、自発的に放電しないように印加電圧は破壊電圧より $0.2 \sim 0.3$ kV 低く設定すればよいと思われる。

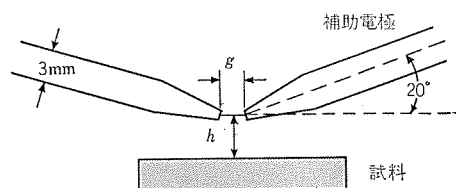


図2. 試料と補助電極の位置関係

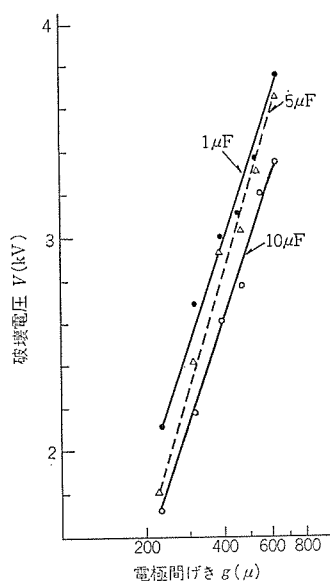


図3. 破壊電圧と電極間げきの関係

$R: 2 \Omega$, $L: 125 \mu H$

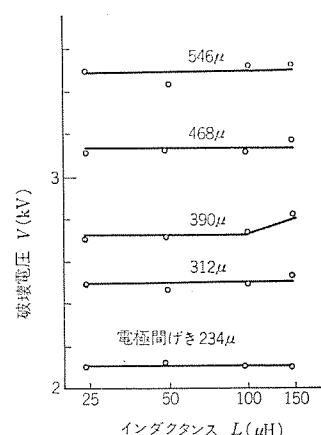


図4. 破壊電圧とインダクタンスの関係

$R: 2 \Omega$, $C: 5 \mu F$

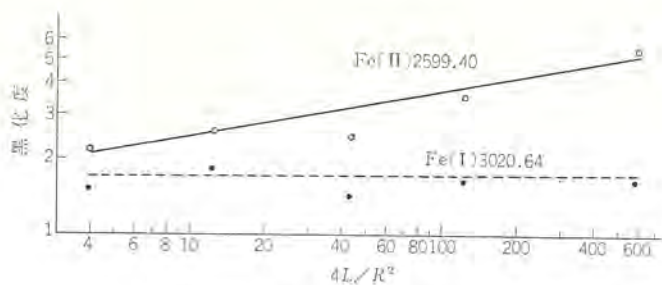


図 5. 補助スパーク条件とスペクトル線黒化度の関係

C: 5 μ F 試料: 日本鉄鋼標準試料 (IS2-3)
レーザー出力: 1 J, 光束絞り: 6 mm ϕ
h: 1.3 mm, g: 1.2 mm, スリット高さ: 3 mm

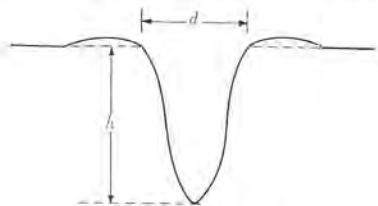


図 6. 金属試料のクレータ

3.2 放電回路定数とスペクトル線強度

一般にスパーク放電では、式(1)に示した回路定数の大小関係によって、放電現象を説明づけられることが、よく知られている⁽¹⁾。

$$R^2 \leq 4L/C \dots\dots\dots (1)$$

ここに R: 抵抗(Ω), L: インダクタンス(μ H), C: キャパシタンス(μ F)

式(1)で $R^2 < 4L/C$ では振動減衰, $R^2 = 4L/C$ では臨界振動減衰, $R^2 > 4L/C$ では非振動減衰の放電がそれぞれ得られる。

3.1 節で示した補助スパークの放電回路定数を種々に組合すことにより式(1)に従って、スパークライクな放電からアークライクな放電までを段階的に得ることができる。

レーザーマイクロプローブによるスペクトルにも、これら種々のタイプの放電に対応した差異が現れるか否かを検討した。鉄の中性原子線 3020.64 $\text{\AA}$ とイオン線 2599.40 $\text{\AA}$ の強度を測定したところ図 5. に示すように放電がスパークライクに移行するに従って、イオン線強度は直線的に増大するが、中性原子線強度はほぼ一定値を示し、従来のスパーク放電と同様な結果を示した。したがって測光するスペクトル線に応じて放電回路定数を使いわけたのち、3.1 節の印加電圧を設定すればよいことが分かる。

3.3 レーザ出力と金属試料の消耗量

レーザー光を試料表面に集光したとき生ずるクレータの大きさとレーザー出力の関係を検討しておくことは、定量分析のためには重要なことである。

Rasberry ら⁽²⁾はレーザー出力と試料蒸発量(近似的には消耗量)の間に直線関係を得ている。しかし同一のレーザー出力で金属試料を蒸発気化するとき、金属の種類により蒸発量に大きな差が現れれば、合金の場合成分元素にその差が現れマトリックス効果を生ずる可能性があるという考えから、消耗量を検討した報告も多い。

Brech⁽³⁾は異なった物質間において、レーザー照射により生じたクレータの大きさは実験誤差内で一定であるが、深さは試料によりかなり変化することを示した。同様にクレータ直径と深さを各種試料について比較した報告⁽⁴⁾⁽⁵⁾、純鉄試料のクレータを円すい(錐)として近似計算し、容積への換算を行った報告⁽⁶⁾などがある。

我々は図 6. に示すように、金属試料が円すい形(場合によっては円柱形)のクレータを生ずることから、種々の純金属、鉄鋼試料の

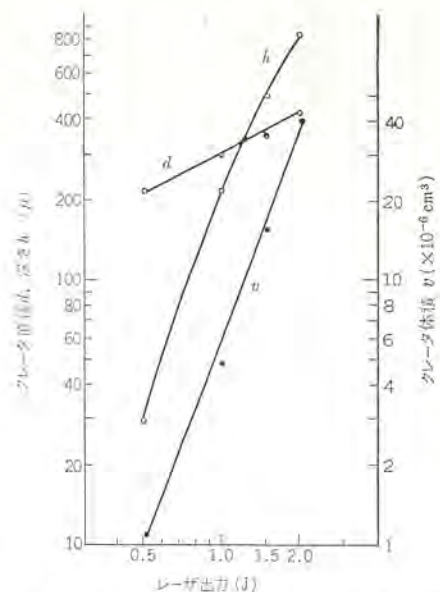


図 7. 亜鉛の消耗に及ぼすレーザー出力の影響

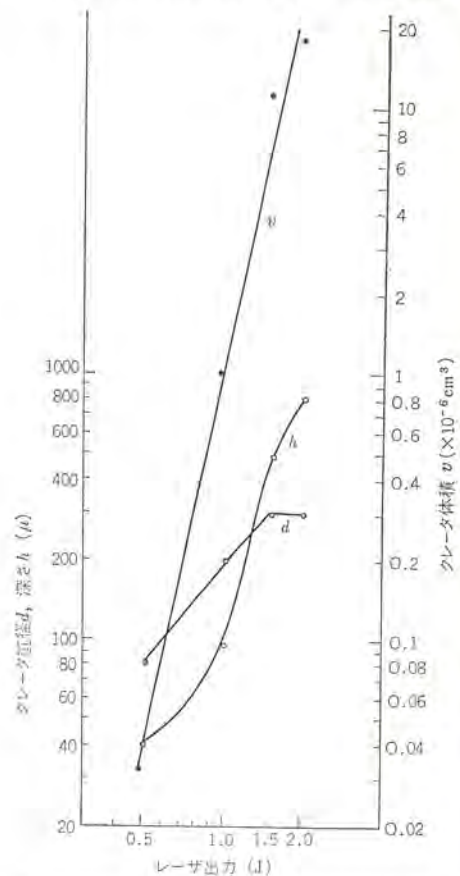


図 8. アルミニウムの消耗に及ぼすレーザー出力の影響

クレータの直径と深さを測定し、近似的に消耗量をクレータの体積から求めた。

レーザーエネルギーはレーザーロッドと顕微鏡の中間にある光束絞りの孔径を変えるか、キセノンフラッシュランプ用コンデンサへの充電電圧を変えることにより調節する。ここでは光束絞りは全開(7 mm ϕ)として後者の方法により調節した。図 7. は亜鉛にレーザー光を集光した場合のレーザー出力とクレータの関係である。直径 d の変化に比べ、深さ h 、クレータの体積 v の変化は著しい。図 8. はアルミニウム、図 9. は鉄鋼の結果を示す。図 7.~9. においてレーザー出力と試料消耗量は直線関係を示し、Rasberry⁽²⁾らの結果とよく一致している。また同一のレー

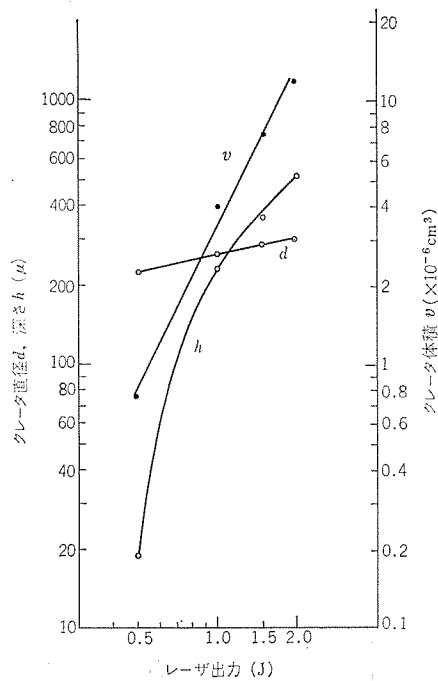


図 9. 鉄鋼の消耗に及ぼすレーザー出力の影響

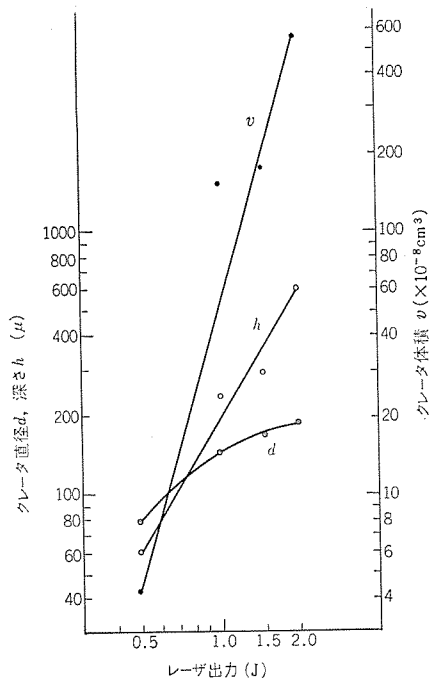


図 10. 銅の消耗に及ぼすレーザー出力の影響

ず出力であっても、異種金属間では深さだけでなく直径も相当異なり、Brecht⁽³⁾の結果とはやや異なる。特に顕著な例は図 10. に示すように、銅のクレータは他の試料に比べ消耗量が相当小さい。銅が蒸発しにくい点については不明であるが、石田ら⁽⁶⁾は初期のスパイクによって蒸発した白熱粒子により、後続のスパイクによるレーザー光が強く散乱され、その後の試料の蒸発が抑制されるという、蒸発物質による反射損失に注目した Funkensprühen Effekt (Spark Spray effect) に類似した現象が起きていると推論している。以上の結果、同一試料ではレーザー出力の変化に伴うクレータ直径の変化に比べて深さと体積の変化が大きく、レーザー出力と消耗量は直線関係がある。したがって試料の状態に応じた深さのコントロールが可能である。

また異種金属間では、同一レーザー出力であっても消耗の度合いは相当異なる。

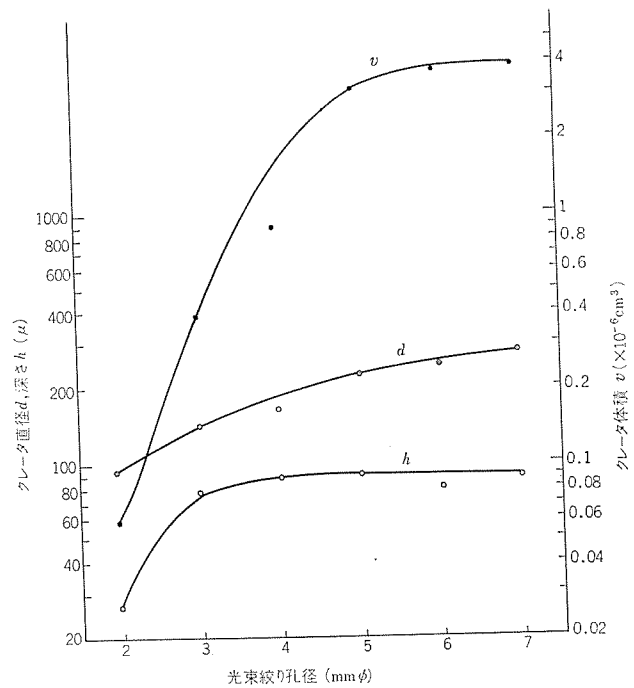


図 11. 鉄鋼の消耗に及ぼす光束絞り孔径の影響

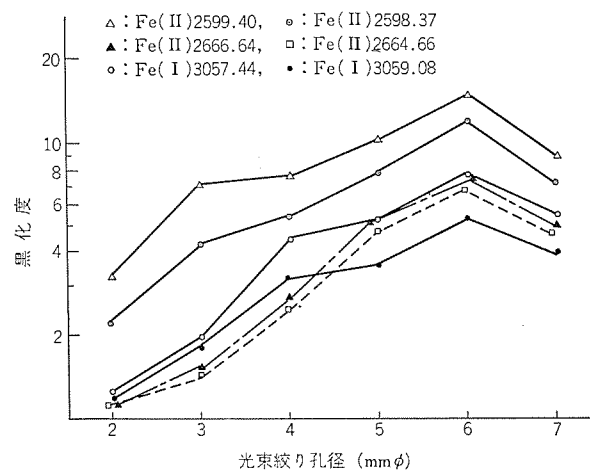


図 12. 鉄のスペクトル線黒化度に及ぼす光束絞り孔径の影響

3. 4 光束絞り孔径の影響

光束絞り孔径を一定として、レーザー出力を変化させることによってクレータ形状をコントロールできることは 3. 3 節で触れた。ここではレーザーロッドにおける発振エネルギーを一定 (1 J) として、レーザー光束絞りの孔径を変化させ消耗量を測定した。試料に鉄鋼を用いた結果を図 11. に示す。絞り孔径を適当に変化させることによってクレータの直径を容易にコントロールできることが分かる。光束絞りが 5 mmφ 以上ではクレータの体積があまり変わらないのは、クレータの深さがほぼ一定になるためである。

図 12. はこのときの鉄のスペクトル線黒化度の変化を示す。スペクトル線によって孔径の変化にともなう黒化度の変化の度合いが異なるのは、3. 5 節で述べる空間分布のちがいの影響であると考えられる。以上の結果光束孔径を変化させることによりクレータの深さをあまり変えずに、直径と体積をコントロールできることが分かる。

3. 5 レーザー出力とスペクトル強度及び強度空間分布

3. 3 節においてレーザー出力と試料消耗量は比例関係が成り立ったことから、スペクトル線強度はレーザー出力の増加に伴い増加すると予測される。図 13. は鉄鋼試料の場合のレーザー出力と鉄のスペクトル線黒化

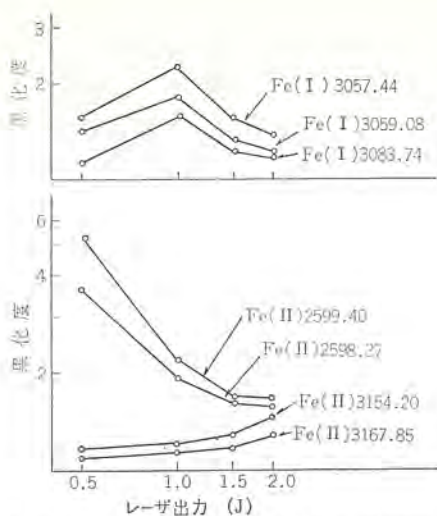


図 13. 鉄のスペクトル線黒化度に及ぼすレーザー出力の影響
L: 25 μ H, R: 5 Ω , C: 10 μ F

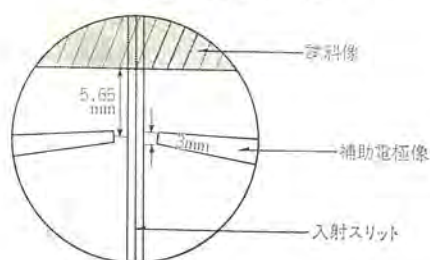


図 14. 分光器スリット上の電極と試料の像

度の関係を示す。必ずしもレーザー出力の増加に伴って黒化度は増加せず、またスペクトル波長によって黒化度は異なるレーザー出力依存性を示す。前者の理由としては、写真測光法では乾板上のスペクトルの中央部を測光するが、レーザー出力が変わるとスペクトル線の強度分布がマイクロプラズマの縦方向に極端に変化するので、同じ位置での測光はレーザー出力とスペクトル強度の正しい関係を反映したものではないと思われる。

また後者の理由としては、同一のレーザー出力を与えてもスペクトル波長に対応する励起原子の空間分布が異なるため、スペクトル線によってマイクロプラズマの縦方向の強度分布が異なるためと思われる。これらの点を解明するために以下の検討を行った。

集光系は、単一のレンズによるスリット結像法を用い、図 14. に示すようにスリット上に約 4.3 倍に拡大された倒立実像を結像させた。このとき撮影したスペクトル像の各部を測光すると、スペクトル強度のマイクロプラズマの縦方向の分布が得られる。図 15. はこのようにして、金、銀、銅、ニッケル及び亜鉛の主なスペクトル線の強度分布を示したものである。試料にはそれぞれの純金属を用いた。

横軸のスペクトル位置とは、測光したスペクトルの縦方向の各部の位置を示し、試料表面側を 1、電極位置を 5 とした。

銀、ニッケルの強度のピークは電極位置付近にあり、銅は試料側、亜鉛は電極の上部で強度が大となり、金は亜鉛より更に上部で強く光っていることを示す。試料が良導体か不良導体かによって発光位置(試料面からのプラズマ高さ)が異なることは既に報告されている⁽⁷⁾が、図 15. は異種金属間でも発光位置が異なることを示している。また同一の金属試料であっても、クレータ形状あるいはそれに関係した消耗量によって発光位置が変わる可能性も指摘されている⁽⁸⁾が、これは直接にはレーザーエネルギーによって変わるものと考えられる。図 16. は鉄鋼試料に 2.0 J と 1.5 J のレーザー出力を集光したときの

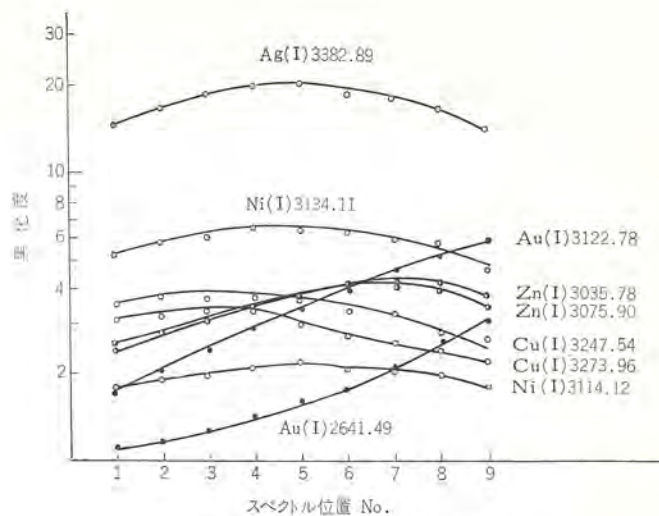


図 15. スペクトル強度の空間分布
L: 25 μ H, R: 5 Ω , C: 10 μ F
レーザー出力: 1.0 J, スパーク電圧: 2.8 kV

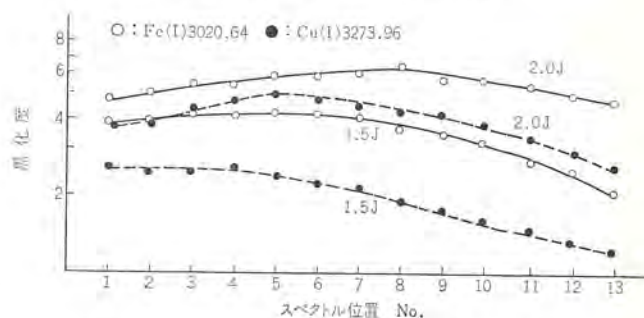


図 16. Fe(I) 3020.64, Cu(I) 3273.96 のスペクトル強度の空間分布
L: 25 μ H, R: 5 Ω , C: 10 μ F

鉄と銅の強度分布を示す。エネルギーの小さいほうが強度分布のピーク位置が試料表面側にシフトしている。

試料に集光するエネルギーの変化の影響を詳細に検討するため光束絞りの孔径を変化させることも試みた。レーザーロッドの発振エネルギーは 1 J の一定とし、試料は鉄鋼とした。

図 17. は Fe(I) 3057.44, 図 18. は Fe(II) 2599.40 のスペクトル強度の空間分布を示す。光束孔径が広がるにつれて強度は大となり、最強の位置は試料面より遠い側へシフトする。図 13., 17. 及び図 18. は同一の金属試料に同一のレーザーエネルギーを集光しても、同一元素の異なるスペクトル線の強度分布は異なることを示す。

図 19. は鉄鋼試料に 1 J の同一エネルギーを集光したときの鉄の種々のスペクトル線強度の空間分布を示す。参考までに図 13., 19. に示した鉄のスペクトル線のエネルギーレベル、励起電位を表 1. に示す。表 1. と図 13. から明らかのように、ほぼ同じ励起電位のスペクトル線の黒化度のレーザー出力依存性は同一であることが分かる。

図 19. と表 1. を比較すると定性的には、励起電位の低い (4 ~ 5 eV) スペクトル線は電極位置より試料表面側、励起電位の高い (12 eV 以上) スペクトル線は電極位置より上部で発光強度が相対的に大きいことが明らかである。先に触れたように図 13. の鉄のスペクトル線黒化度のレーザー出力依存性は、図 19. のスペクトル線ごとの強度分布、図 16. ~ 18. の強度の空間分布のレーザー出力依存性を総合して強度分布のピークのシフトを考慮すれば明らかである。以上の結果を考えると写真測光法でスペクトル黒化度を測光する際、試料、レーザーエネルギー、元素及びスペクトル波長のそれぞれに依存するマイクロプラズマの縦方向の

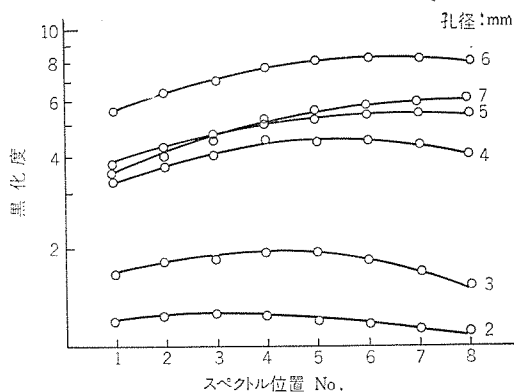


図 17. 光束絞り孔径の変化と Fe(I) 3057.44 の強度空間分布
 $L: 25 \mu\text{H}$, $R: 5 \Omega$, $C: 10 \mu\text{F}$

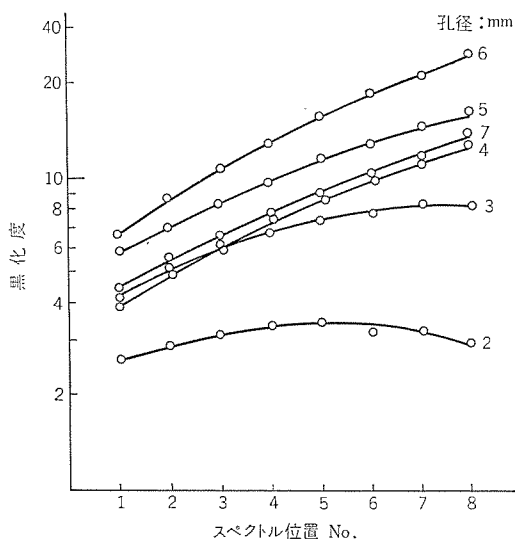


図 18. 光束絞り孔径の変化と Fe(II) 2599.40 の強度空間分布
 $L: 25 \mu\text{H}$, $R: 5 \Omega$, $C: 10 \mu\text{F}$

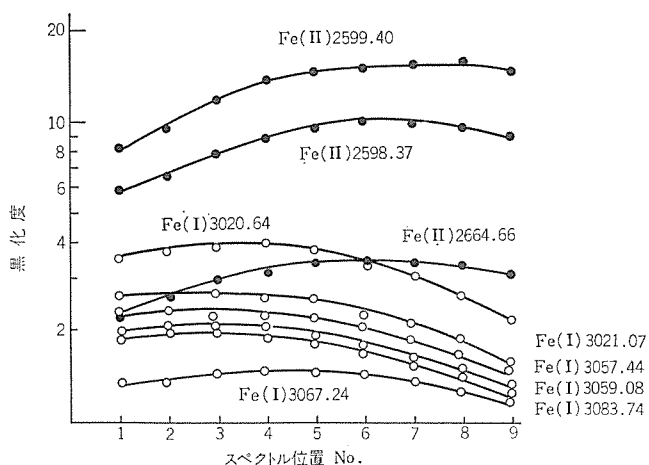


図 19. 鉄のスペクトル強度の空間分布
 $L: 25 \mu\text{H}$, $R: 5 \Omega$, $C: 10 \mu\text{F}$
 レーザ出力: 1.0 J, スパーク電圧: 2.8 kV
 光束絞り: 7 mmφ

分布を熟知しておくことが重要である。したがって写真測光法で同時分析を行うには、測定条件の設定がかなりむずかしいと思われる。

3.6 光電測光法の試み

これまでに述べてきたように写真測光法で定量分析を行おうとすれば、スペクトル強度のマイクロプラズマの縦方向の変化という難点がある。

表 1. 鉄のスペクトル線

スペクトル波長 (Å)	エネルギーレベル (K)	励起電位*(eV)
Fe(I) 3057.44	6928—39626	4.91
Fe(I) 3059.08	416—33096	4.11
Fe(I) 3083.74	7986—40405	5.01
Fe(I) 3020.64	0—33096	4.11
Fe(I) 3021.07	416—33507	4.16
Fe(I) 3067.24	7377—39970	4.95
Fe(II) 2599.40	0—38459	12.63
Fe(II) 2598.37	385—38859	12.68
Fe(II) 2664.66	27315—64832	15.90
Fe(II) 3154.20	—	15.55
Fe(II) 3167.85	—	15.58

* イオン線の励起電位には鉄の第1イオン化電位 (7.86 eV) を含む

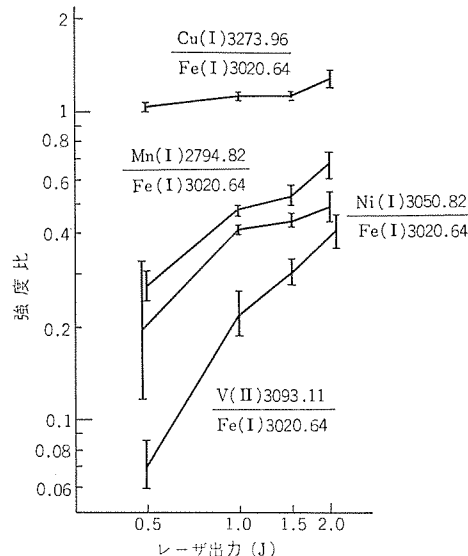


図 20. 強度比に及ぼすレーザー出力の影響

試料: 日本鉄鋼標準試料 (151-3)

これはレーザー出力、電極間げき、電極高さ、電極の形状、補助スパーク電圧及び放電回路定数などの種々の条件を可能な限り一定に保っても各成分元素のそれぞれのスペクトル強度分布は異なるから、スペクトル高さのごく一部のみを測光する限り同時分析は容易ではない。光電測光方式は分光器のスリット高さを全開 (20 mm) にして入射光束の強度の積分値を検出できるから、スペクトルの強度分布の違いを考慮する必要がない。またスペクトル強度は分析濃度範囲の違いやスペクトル線の種類などにより元素ごとに大幅に異なるが、アッテネータで光電子増倍管にかけける電圧を調整して、信号電流の大きさを各元素とも同じレベルに合わせて分析値を読みとることが可能である。このような利点にもかかわらずレーザーマイクロプローブにおける光電測光方式は、極微小部分の分析の際、光量の不足を高感度光電子増倍管により感度を高めた報告⁽⁸⁾⁽⁹⁾以外あまり見られず、特に我が国では全く行われていない。

更に将来レーザー発光分光分析法が管理分析や迅速分析の手段として発展するためには、光電測光方式の利用が不可欠である。このような観点から我々は光電測光方式により合金鋼中の成分元素の定量分析を試みた。図 20. は鉄鋼標準試料に種々のレーザー出力で 1 ショットした際の強度比の光電測光による結果を示す。レーザー出力の増加に伴って各成分元素の鉄に対する強度比は増加する。

スペクトル強度の傾向もこれと同様であり、写真測光における空間

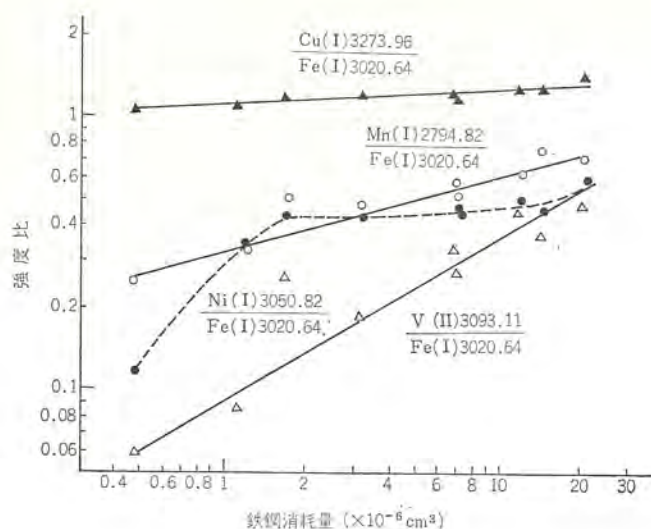


図 21. 強度比と鉄鋼消耗量

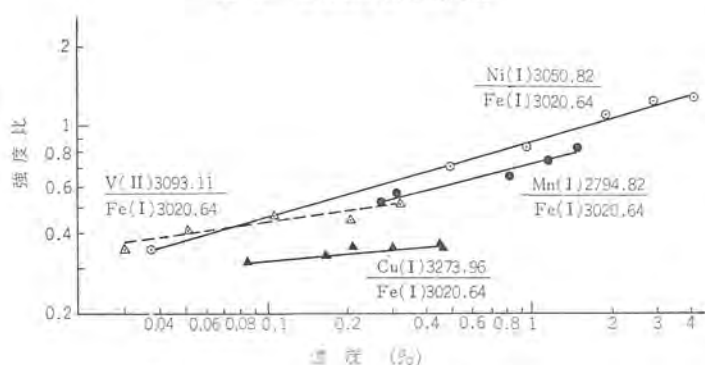


図 22. 鉄鋼中の Ni, Mn, Cu, V の検量線

分布と感度の難点が改善された。同一エネルギーでも図 20. における測定値に相当のばらつきがある原因は、消耗量の違いであると考えられるので、3.3 節と同じ方法で消耗量を測定し強度比を消耗量に対してプロットした結果を図 21. に示す。強度比は消耗量とほぼ直線関係が成り立つ。これはエネルギーが増し消耗量が増加しても鉄の強度がほぼ一定値を示し、一方分析線強度は増加するからである。消耗量の測定精度に問題はあるが、レーザ出力 0.5 J の場合の消耗量にはばらつきが多く、強度と強度比の変動も大きいため実用的ではない。1 J 以上ではクレータの大きさの再現性も良好で消耗量の変動に対する強度比の変動も比較的小さい。したがって 1 ~ 2 J のレーザ出力に設定して検量関係を求めた。

以上の検討結果を基に日本鉄鋼標準試料 (150-3~155-3) を用いて作成した検量線の一例を図 22. に示す。実験条件は表 2. のとおりである。10 回くり返し測定による各成分元素の再現精度及びクレータ直径、深さの再現性を検討した結果を変動係数で表 3. に示す。光電測光の利点により比較的容易に、十分良好な再現性を得ることができた。

表 2. 実験条件

スリット幅	50 μ
スリット高さ	20 mm
レーザ出力	1.0 J
光束口径	7 mm ϕ
電圧	$L: 25 \mu\text{H}$ $C: 10 \mu\text{F}$ $R: 5 \Omega$
電極間距離	3.8 kV
電極高さ	0.9 mm
	1.3 mm

表 3. 変動係数 (%)

	強度比較法	内標準法
Mn	10.2	8.5
Ni	13.8	6.3
V	9.1	5.6
Cu	11.8	1.3
クレータ直径		7.8
クレータ深さ		11.5

4. むすび

レーザマイクロプローブによる発光分光分析について、ネオジウムガラスレーザによるノーマルパルスと補助スパークを併用した 2 段階起法により金属試料の定量分析を目的として基礎的検討を行った結果、

- (1) 分析試料、分析線に適切なパラメータの選択についての知見が得られた。
- (2) レーザエネルギーと金属試料の消耗、スペクトル線強度の関係についての知見が得られ、異種金属のとき、また同一の試料でもエネルギー、個々のスペクトル線によって強度の空間分布が異なることを見出した。これはスペクトル線の励起電位との相関がある。
- (3) したがって写真測光法で同時分析を行う際、測定条件の設定がかなりむずかしい。
- (4) この問題を解決する方法として光電測光方式との併用を試み、鉄鋼標準試料を使用して検量線を作成し良好な結果を得た。

参考文献

- (1) 小田：工業発光分光分析，23 東京化学同人（昭 41）
- (2) S. D. Rasberry, et al. : Appl. Optics, 6, 87 (1967)
- (3) F. Brech : Jarrel-Ash Co., Publication.
- (4) 勝野，砂原，森田，武内：分光研究，16, 151 (昭 43)
- (5) H. Klocke : Spectrochim. Acta, 24B, 263 (1969)
- (6) 石田，久保田：分光研究，21, 16 (昭 47)
- (7) 山根，鈴木，松下：分光研究，19, 147 (昭 45)
- (8) F. Brech : Jarrel-Ash Research Bulletin No. 103 (Presented at the 6th Australian Spectroscopy Conference, Brisbane, 1967)
- (9) N. A. Peppers, et al. : Anal. Chem., 40, 1178 (1968)

農林産物のガンマ線照射による害虫駆除

津田 栄一*・山本 明**・三富 至道**・山本 守之+・水品 知之+

1. ま え が き

農産物や木材などには、各種のこん(昆)虫が寄生するが、ある種のもの、寄主に対し病害や食害などの被害を及ぼす。その被害は、寄主そのものを絶滅させるばかりでなく、他の健全な農産物や木材へと広がっていく。

このため、植物検疫法では、一般害虫と重要病害虫とを定め、重要病害虫については、それがせい(棲)息している地域からの植物の移動に対して、厳しい制限を課している。

重要病害虫の駆除には、せい息地での絶滅が望ましい。しかし、せい息地での絶滅が困難で、しかも、その地で産出される植物が、我が国で必要な場合には、輸入検疫による殺虫処理が必要である。

この病害虫駆除、殺虫には、従来から薬剤の散布やくん(煙)蒸が行われている。しかしながら、薬剤による農業従事者や殺虫作業者の中毒などの安全性の問題、更に薬剤汚染による公害問題、また、薬剤に対する害虫の選択性や耐性の問題などがあり、従来法に代わる効果的な方法が望まれている。

病害虫駆除、殺虫に放射線を用いることは、かなり早い時期から検討されていた。ハワイのミバエ研究所がやったロタ島におけるウリミバエの根絶やパイヤに寄生するミバエの駆除のための放射線照射施設の報告もなされている⁽¹⁾。

当社は、沖縄県よりガンマ線照射による害虫不妊化施設を受注し、昭和48年8月に完成した。この施設は先のハワイにおけるものと同じく害虫せい息地での絶滅を行うものであり、我が国では初めての本格的な試みとなる。

一方、木材の殺虫、特に輸入木材の殺虫についても、従来の薬剤に代わる方法が望まれており、同じくガンマ線照射による殺虫施設の研究を始め、このほど、その設計試案がまとまった。

これら両者とも殺虫を目的として放射線を使用していることは同じであるが、殺虫の仕組みは異なったものになっている。

本文では、これらの殺虫の仕組み、それに必要な施設の概要について紹介する。

2. 放射線による害虫駆除

放射線を利用して害虫の駆除を行う場合、直接殺虫法及び間接殺虫法の2とおりの方がある。直接殺虫法は対象とする害虫に放射線を照射し、致死あるいは不妊に至らしめることにより、照射した個体のみの絶滅を図るものである。一方、間接殺虫法としては、人工的に飼育した害虫の雄に放射線を照射し、不妊雄を大量に、かつ、繰り返し特定地域に放飼することによって、その地域の対象害虫の絶滅を図るものである。

直接殺虫法は木材などに寄生するキクイムシの殺虫に利用し、間接殺虫法は果実や野菜類に寄生するミバエの殺虫に有効である。

なお、照射設備は、間接殺虫法の場合、人工的に飼育した害虫の

さなぎ(蛹)をプラスチックケースなどに入れて照射するため、その規模は実験室的なもので十分であるが、直接殺虫法の場合、処理すべき木材の量がかなり大量であることと、木材の直径も大きなものでは1.5mもあるため、その中心部に寄生する害虫を殺虫するためには大容量の放射線源が必要となる。したがって、照射における線源と木材の幾何学的な位置関係、線源の安全なハンドリング方法、木材の効果的なハンドリング方法が重要な課題となり、設備は大規模なものになる。

3. 沖縄県農業試験場納め害虫不妊化用照射施設

現在、小笠原諸島、沖縄諸島には、ミカンコミバエ、ウリミバエなどの重要病害虫が多数せい息しているため、恵まれた農業環境にあるにもかかわらず、一部の農産物は島外へ移動することが禁じられており、これら諸島の経済振興の大きな障害になっている。

昭和35年から約2年間、小笠原諸島で、メチルユージオール(ミバエ誘引剤)及びジプロムと呼ばれる殺虫剤を混合して用い、上記の害虫の実験駆除が行われたが、絶滅には至らなかった。その理由として、ミバエ誘引剤であるメチルユージオールに反応を示さない個体がせい息している可能性があるとの報告もなされた。この実験結果を重視した農林省及び東京都と沖縄では、殺虫剤による駆除でなく、放射線により害虫雄を不妊化し、これを繰り返し多数放飼することで、世代交替ごとに漸次減少せしめ、遂には対象害虫を絶滅する方法を取り上げるに至った。このため、害虫の放射線感受性、不妊化線量、致死線量などについて基礎実験が実施されている。

3.1 ミバエの放射線による不妊化

上記、東京都の研究により、放射線によって不妊化したミバエの個体を大量に放飼して有害昆虫を根絶するための照射条件を要約すると、次のようである⁽²⁾。

- (1) 照射時期は、よう(蛹)化後7～8日目目が最適である。
- (2) 不妊化線量はミバエの場合、8.4～10 kradで完全不妊化される。反面、羽化率、自然個体との競争力、成虫の寿命などの点でかえって不利な影響の恐れがあり、実用化の目的には精子の98%程度の優性致死を誘発させるのが適当だという考えもあり、この場合の線量は6.7～8.4 kradと考えられる。
- (3) ミカンコミバエの8～9日目さなぎに10 krad照射し、羽化した雄と非照射の対照個体を調査した結果、精巣全体の発育及び内部にみられる精子の形態とも明らかな変化は認められず、ただ、精子量がやや少ないようである。
- (4) 6 krad程度の照射では照射雄と非照射雌の交配で5～10%程度ふ(孵)化率に対し、8 krad照射ではふ化率が0で完全に不妊化される。
- (5) 非照射個体の羽化後の生存日数の平均値は30日程度で、8日目さなぎに8 krad照射したものと非照射個体との間に著しい差は認められない。

(6) 自然界では熟した果実の最も多い時期からすこし遅れてさなぎの個体数がピークになるので、果実の成長に合わせて不妊雄を放飼する必要がある。

3.2 ミバエの撲滅計画

放射線でミバエを撲滅する場合、通常、事前に誘殺剤（キュルア 97%，ジプロム 3% を混合したもの）を吸着させた誘殺板、テックス板）を航空機から島内全域に投下して、ミバエを防除し、次いで、放射線で不妊化した雄のミバエを多数放飼する方法がとられる。

沖縄県農業試験所ではミバエを撲滅するため、次のように計画されている。

(1) 第1次計画

対象害虫：ウリミバエ

対象地区：久米島

時期：不妊化試験

48年11月～49年5月

薬剤散布 49年3月

不妊虫放飼 49年8月～

なお、不妊化試験の内容としては、照射時期の決定、線量の決定、100% 不妊化の確認、正常雄との競争力及び野外試験などである。

(2) 第2次計画

対象害虫：ウリミバエ及びミカンコミバエ

対象地区：沖縄群島及び宮古八重山群島

時期：第1次計画完了後引き続き実施する予定である

3.3 照射施設の概要

上記のような諸条件のもとで、計画を達成するため、沖縄県では、ミバエ不妊化照射施設が建設されることになった。当社は沖縄県農業試験場からこの照射施設を受注し、昭和48年8月納入した。

この施設は迷路方式の照射室を備え、線源容器の内部に格納された Co-60 線源を遠隔操作で露出するものである。線源容器上部には、不妊化するためのさなぎを入れたプラスチックケースが、照射台に組み込まれた回転試料台に載せられ、均一に照射が行える。更に、この施設にはミバエを適温で照射できるよう空調設備や、作業者の安全を計るための各種安全装置が備えられている。

照射線量率は 2.5×10^4 r/h で、不妊化に必要な時間はほぼ20分程度である。

この照射施設の概略仕様は下記のとおりである。

- (1) 線源：Co-60 5000 Ci (ペンシルタイプ)
- (2) 線源容器：偏心回転シャッタ付き鉛製容器
- (3) 駆動装置：特殊ゼネラ機構による1軸駆動方式
- (4) 照射室しゃへい体：普通コンクリート（密度 2.3 g/cm^3 ）
- (5) 安全装置：ガンマ線エリアモニタ、電動錠、警報盤、危険表示灯
- (6) 空調設備：温度夏 $23 \sim 28^\circ\text{C}$ 、冬 $18 \sim 23^\circ\text{C}$ 、湿度70%以下
- (7) 監視窓：鉛シャッタ付き鉛ガラス窓、有効面積（照射室側） $250 \times 500 \text{ mm}$

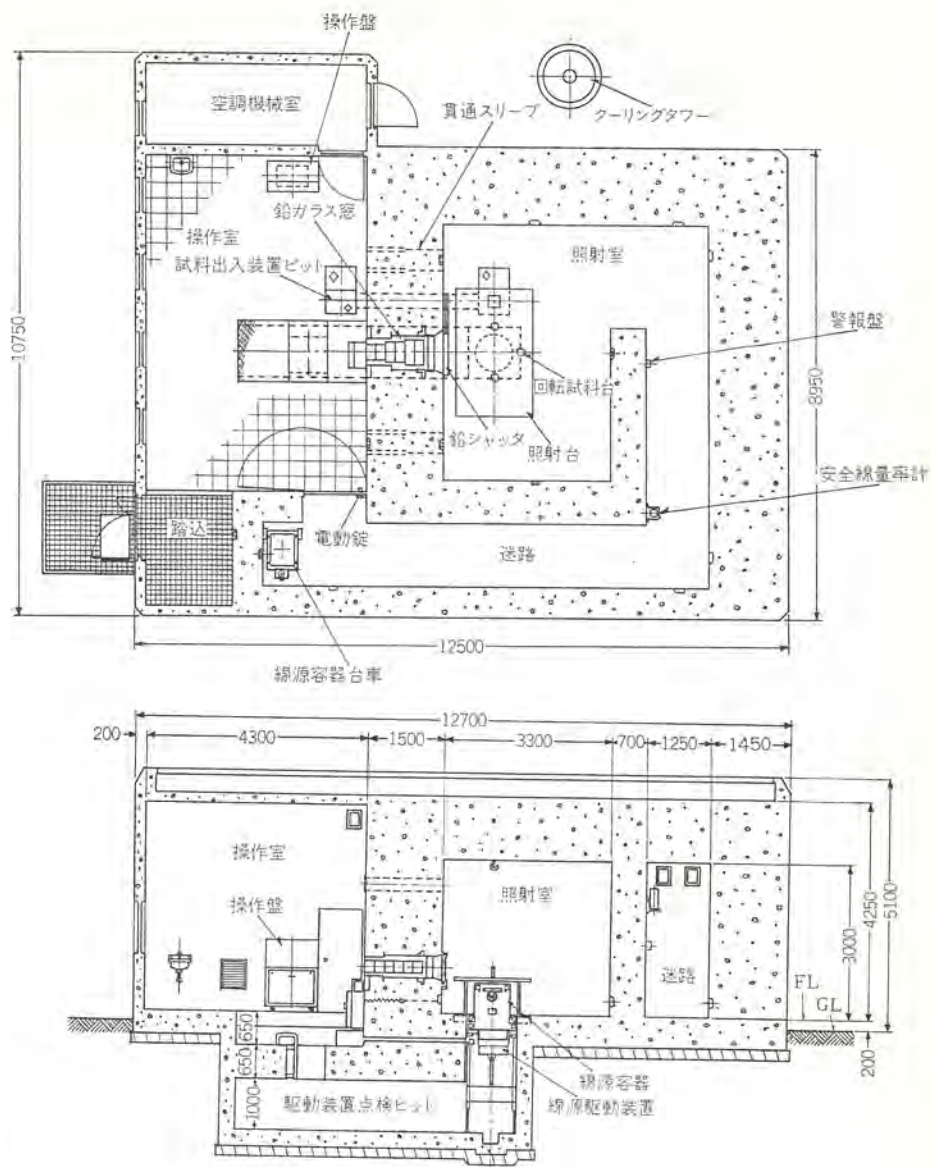


図 1. ガンマ線不妊化施設構成図

現在、この施設に設置されていないが、将来の実験に備え、マニピュレータ、照射試料出し入れ装置などの設置が可能なよう基礎部品が埋め込まれている。

この施設の構成を図 1. に示す。

4. 輸入木材用放射線殺虫施設

国外からの害虫が持ち込まれて繁殖し、植物などの被害を未然に防ぐため、輸入木材については、植物防疫法により、輸入後、直ちに防疫措置がとられねばならない。従来の防疫方法はメチルプロマイドガスなどによるくん蒸及び有機りん(燐)系殺虫剤の散布が用いられている。これらの方法は大気や海洋の汚染作業の危険性などの点から、その改善が要求されていた。このような事情から、中部資材(株)より放射線による殺虫法の検討依頼があり、大成建設(株)と当社の共同研究を実施することになり、このほど放射線による殺虫施設の試案がまとまったので、以下にその概要を報告する。なお、木材殺虫の放射線に対する影響の実験は理化学研究所に委託した。

従来の殺虫方法の基準及び主農薬の種類を表 1.、2. に示す。

4.1 キクイムシの放射線による殺虫⁽³⁾

国外産のキクイムシによる実験は法的制約もあり、放射線殺虫のめどを得るため、まず、国内の代表的な木材害虫であるキロコクイムシの

表 1. 消毒方法の基準

方 法	実 施 方 法 の 基 準			摘 要
	薬剤の種類	薬 量 又 は 濃 度	処理時間	
(1) 倉庫くん蒸	臭化メチル	倉庫 1 立方メートル当り 24.0~32.5 グラム " " " " " " 32.5~48.5 グラム	24 時間 24 時間	温度 15°C 以上 温度 15°C 以下
(2) 天幕くん蒸	臭化メチル	天幕の内容積 1 立方メートル当り 32.5 グラム " " " " " " 48.5 グラム	24 時間 24 時間	温度 15°C 以上 温度 15°C 以下
(2 の 2) 本船くん蒸	臭化メチル	船艙の内容積 1 立方メートル当り 32.5 グラム (ラワン材の場合は 25.0 グラム)	24 時間	温度 10°C 以上
		" " " " " " 48.5 グラム (ラワン材の場合は 30.0 グラム)	24 時間	温度 10°C 以下
		" " " " " " 48.5 グラム (ラワン材の場合は 37.5 グラム)	16 時間	温度 10°C 以上 ガスをかく拌する
		72.5 グラム (ラワン材の場合は 45.0 グラム)	16 時間	温度 10°C 以下 ガスをかく拌する
(3) 薬剤散布	EDB 2.5% 及び MEP 0.5% 又は マラソン 0.5% を含む混合油剤	1 平方メートル当り 300 cc		木材の全面に散布
(4) 熱湯処理	バットに入れて 80°C 以上で 12 時間以上処理			有害動物の付着場所が 50°C 以上になれば 12 時間以内でも処理を終了する
(5) 水 没	水中に 30 日以上沈下			
(6) 浸し(漬), 浮上部薬剤散布	水中に 30 日間浸し, 浮上部に対して下記により薬剤散布する			
	使用薬剤: EDB 2.5% 及び MEP 0.5% 又はマラソン 0.5% を含む混合油剤 薬 量: 1 平方メートル当り 300 cc 以上			
(7) 浸し反転	水中に浸し, 浮上部に(10)の薬剤を散布して 30 日間浸し留し, 更に反転して 30 日間浸し留する			
(8) はく皮焼却	貯水場で, 遅滞なくはく皮した樹皮は直ちに焼却する			木質部に食入する害虫のある材に用いない
(9) はく皮焼却 薬剤処理	(8) と同様に処理に, 更に木材全面に(3)の薬剤を散布する			
(10) 分散防止の ための薬剤散布	(ア) 木材: EDB 2.5% 及び MEP 0.5% 又はマラソン 0.5% を含む混合油剤を木材たい積表面 1 平方メートル当り 300 cc 以上散布			
	(イ) 輸送車両, 作業場所など: MEP 2% 又はマラソン 1.5% 粉剤を 1 平方メートル当り 6 g 以上散布			

表 2. 主要農薬の分類及び規制

用 途	農 薬	現 在 の 規 制
水稲用	殺虫剤	BHC[有機塩素系] ……作物残留性農薬に指定使用禁止 パラチオン・メチルパラチオン[有機リン系] ……………登録取上げ(急性毒性) MEP(スミチオン), MPP(バイジット)[有機リン系] ダイアジノン等
		BHC[有機塩素系] ……作物残留性農薬に指定使用禁止 マラソン[有機リン系] NAC(デナボン) MPMC(メオパール) MTMC(ツマサイド) MIPC(ミブシン) 等 } (カーバメート系)
		種 子 消 毒…種子消毒用有機水銀剤 イ モ チ 病 { 有機水銀剤……………登録取下げ プラストサイジン S, カスガマイシン[抗生物質] IBM(キタジン P), EDDP(ヒノザン)等[有機リン系]
		モ ン ガ レ 病 { 有機ヒ素材 ポリオキシシン[抗生物質]
	殺菌剤	ノ ビ エ 等 { PCP[フェノール系] ……木質汚染性農薬に指定 初 期 雑 草 { DCPA(スタム), NIP(ニツブ), CNP(MO)等 広 葉 雑 草…2, 4 PA(2, 4-D)MCP 等[フェノキシ酢酸系]
		土壌害虫(ヨトウムシ, ネアブラムシ等)……アルドリノ, テイルドリノ [有機塩素系] ……土壌残留性農薬に指定使用禁止
		一般害虫 (アブラムシ, ハダニ, アオムシ等) { エンドリン[有機塩素系]…作物残留性農薬に指定使用禁止 BHC[有機塩素系] ……作物残留性農薬に指定使用禁止 DDT[有機塩素系] ……全面的に使用禁止 ヒ酸鉛・ヒ酸石灰[無機ヒ素] ……………安定使用基準 ヒ酸鉛は作物残留性農薬に指定 MEP(スミチオン), MPP(バイジット)等[有機リン系] TEPP(テップ) [有機リン系] ……登録取下げ(急性毒性)
	果 樹 野 菜 用	ボルドー液[銅剤] 石灰硫黄合剤, 硫黄水和剤[無機硫黄] ジネブ, マンネブ[ジチオカーバメイト系] ダイホルタン, ジチアノン等[有機殺菌剤]
		土壌消毒剤……………土壌消毒…クロールピクリン, EDB 等[くん蒸剤]
林業用	殺虫剤……………マツクイムシ等…BHC[有機塩素系]	作物残留性農薬に指定
	除草剤……………造林地下草 { 2, 4, 5-T[フェノキシ酢酸系]……………林野庁で使用中止指導 塩素酸塩[無機除草剤]……………林野庁で指導	
倉庫くん蒸……………殺虫剤(コクゾウ等)	{ クロールピクリン・メチルブromaid[くん蒸剤] リン化アルミニウム(ホストキシシン)[くん蒸剤]……………特定毒物	
殺菌剤……………モノフルオール酢酸ナトリウム(フラトール)……………特定毒物		

放射線に対する殺虫線量, 羽化阻止線量, 不妊化線量が求められた。なお, キイロコクイムシ は 1 世代が約 30~40 日と比較的短く, かつ, 大量の累系飼育が可能でアカマツ, クロマツなどの松類の樹皮 キイムシである。

4. 1. 1 照射方法

放射線照射は理化学研究所の 12 kCi Co-60 ガンマの線照射装置を用い, 室温 20°C で行った。木材に寄生してくる虫は卵から成虫まで各世代の状態が考えられるので, 全世代を対象とした。

(1) 成虫の照射

各線量区ごとに雄, 雌各 10 頭をガラスチューブ (直径 0.5 cm, 長さ 5 cm) に入れ, 線源より 30 cm の距離で照射した。線量率は 1,500 rad/min で, 線量は 3, 6, 9, 12 krad とした。

(2) 卵, 幼虫及びさなぎの照射

卵, 幼虫及びさなぎの各試料は各発育段階ごとの試験木を抽出して

照射した。また, すべての段階の試験木は, 線源より 60 cm の距離で照射した。線量率は 320 rad/min で, 線量は卵で 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 krad, 幼虫に対して 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 krad とした。

4. 1. 2 放射線効果の判定

(1) 成虫の羽化阻止効果の判定

処理後約 30 日目に成虫の羽化脱出が見られたところで, 試験木の形成層をはく(剥)皮すると, 羽毛成虫及びさなぎの状態での試験木の中に入っているの, これらの成虫, さなぎの数と, 幼虫時に作られた幼虫孔の数を調べ, 生存虫数とした。

(2) 成虫不妊化効果の判定

交尾食入後 15 日目に形成層をはく皮すると, ふ化幼虫と未ふ化卵が試験木の中に入っているの, 産卵数に対する幼虫数の比を求めて, 成虫不妊化の程度を表した。

表 3. キイロコキイムシ 成虫照射による平均生存虫数及び平均生存率

Dose (krad)	平均生存虫数 ±S. D.			平均生存率 (% control)		
	I♂×I♀	U♂×I♀	I♂×U♀	I♂×I♀	U♂×I♀	I♂×U♀
3	12.6±3.02	24.6±9.74	25.6±2.50	38.0	74.3	77.3
6	0	7.3±7.11	12.4±4.62	0	22.0	37.4
9	0	4.1±1.96	10.9±2.73	0	12.3	32.9
12	0	0	1.2±0.11	0	0	3.6
CONT.	U♂×U♀	33.1±11.3		U♂×U♀	100	

I♂：照射雄
U♀：非照射雌

表 4. キイロコキイムシ 成虫照射による産卵数、ふ化数及びふ化率

Dose (krad)	産卵数・ふ化数			ふ化率		
	I♂×I♀	U♂×I♀	I♂×U♀	I♂×I♀	U♂×I♀	I♂×U♀
3	23.5 (19.0)	29.5 (25.0)	34.0 (24.0)	66.6	84.7	70.5
6	12.8 (3.2)	29.3 (14.0)	35.0 (11.5)	25.0	47.7	32.8
9	7.5 (1.5)	6.2 (3.6)	35.3 (10.0)	20.0	58.0	28.3
12	5.2 (0.3)	3.8 (2.4)	26.6 (2.6)	5.7	63.1	9.0
CONT.	U♂×U♀	35.6(33.6)		U♂×U♀	94.3	

()：正常ふ化数
I♂：照射雄
U♀：非照射雌

(3) 卵、幼虫及びさなぎに対する羽化阻止効果と不妊化効果の判定

最初に非照射の成虫を食入させ、卵、幼虫及びさなぎの各発育段階の試験木に照射し、照射後 30 日目より羽化脱出してくる成虫数を調べ、照射後 40 日目には形成層をはく皮して、生存虫数をすべて調べ、羽化阻止効果を判定した。

また、羽化成虫をみた線量では、この成虫の雌雄 1 対を再び交尾させ、試験木に食入させた。交尾、食入後 15 日目に試験木をはく皮し、ふ化幼虫数と未ふ化卵を調べ、その比により不妊化効果を判定した。このさい、多くの羽化成虫がみられた線量では羽化したすべての成虫を使用した。

4. 1. 2 実験結果

(1) 成虫の羽化阻止線量

3, 6, 9, 12 krad のガンマ線照射をうけた成虫が交尾、産卵した後、約 30 日目の生存虫数を表 3. に示す。

これらの結果は実験を 3 回繰り返し行ったものの平均であり、各線量での 1 交配組合せは、12 本の試験木より平均値を求めた。すなわち、雌雄 12 対での平均で、試験木合計 156 本、合計供試虫数は雄、雌各 78 頭である。

I は照射、U は非照射を表している。平均生存虫数より、各試験区では、Control(自然生育)の平均生存虫数は 33.1 に対して明らかに少なく、各組合せ中、雌が非照射の場合、生存虫数が増える傾向がある。特に、6 krad, 9 krad の照射雄×照射雌では生存虫数 0 を示したが、他の組合せからは生存虫数がみられた。

12 krad における照射雄×非照射雌の組み合わせでは生存虫数は 1.2 と少なくなり、他の 2 つの組合せでは 0 を示した。

平均生存率は Control の生存虫数を 100 とした場合の生存率である。

これらの結果より、雄、雌両方照射した場合、6 krad 以上で羽

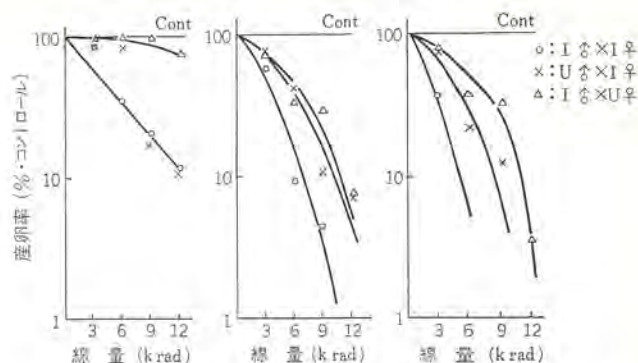


図 2. 産卵率、ふ化率、生存率についての線量効果曲線

化成虫は認められなかった。12 krad 照射すると、雌が非照射の場合少しの羽化成虫が認められたが、他の組合せからは、羽化成虫が認められないので 12 krad が羽化阻止線量として十分と思われる。

(2) 成虫の不妊化線量

3, 6, 9, 12 krad のガンマ線をうけた成虫が交尾、産卵後 15 日目に形成層をはく皮し、産卵数とふ化数を調べた結果を表 4. に示す。これらの結果は、同一実験を 3 回繰り返し行ったものの平均である。

各線量での 1 交配組合せは、10 本の試験木より平均値を求めた。すなわち、雌雄 10 対での平均で、試験木合計 130 本、合計供試虫数は雄、雌各 65 頭である。

表 4. で、産卵数、ふ化数の数字は、上が産卵数、下の () 内は正常にふ化した数を表している。

産卵数をみると、各組合せ中、照射雄×非照射雌では Control とやや同等の産卵数を示した。特に 9 krad では、雄、雌両方照射した場合 7.5、雄のみが非照射の場合は 6.2 と少ないのに対して、雌のみが非照射の場合 35.3 とはるかに多くなっている。同様の傾向が 12 krad においても見られた。

産卵数に対してのふ化数を見ると、照射雄×照射雌では 6, 9, 12 krad の順にふ化数は少なくなり、特に 12 krad においては、著しい減少が見られる。また、雌の非照射の場合もふ化数は 3, 6, 9, 12 krad の順に減少している。ふ化率を見ると、Control の 94.3% に対して低下している。特に 12 krad において、照射雄×照射雌では著しくふ化率が低下した。

上記の(1)、(2)の結果より、キイロコキイムシの産卵率、ふ化率、生存率について線量効果曲線を図 2. に示す。○印は照射雄×照射雌、×印は非照射雄×照射雌、△印は照射雄×非照射雌を表している。

産卵率について見ると、雄だけの照射は、雌の産卵率にほとんど影響しないが、雌の照射は、雄の照射の有無にかかわらず著しく産卵率を低下させる。しかし、線量効果曲線の型はこの実験結果からは明らかでない。

ふ化率についての線量効果曲線は、Multi-hit 形となり、雄、雌の一方を照射しても同じように有効であり、放射線に対する感受性は同程度と思われる。また雌雄とも照射したほうがより効果的で、ふ化率は両性から影響を受け、何 hit か与えないと失活しないと思われる。生存率の場合もふ化率と同様に Multi-hit 形となる。

(3) 卵、幼虫、さなぎの羽化阻止線量と不妊化線量

0.5~12 krad のガンマ線照射をうけた 5 日目卵、3 令幼虫、さなぎの羽化率を調べ、各線量の中で羽化成虫を見たものについては、再び雌雄 1 対を交尾、産卵させ、次世代の平均産卵数、ふ化数、ふ化率を計算し表 5. に示した。

表 5. 生育段階別の殺虫線量と次世代での産卵数

Dose (k rad)	照射後のふ化率			照射後の羽化成虫の平均産卵数 (A), ふ化数 (B), 及びふ化率 (C)								
	照射時の生育段階			卵			幼虫			さなぎ		
	卵 (5日目)	幼虫 (3令)	さなぎ	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0.5	+++			35.7	8.8	24.6						
1	+++			35.0	9.7	72.7						
2	+++	+++		16.8	4.7	28.8	31.2	10.6	33.9			
3	++	+++		16.3	7.6	46.6	29.5	10.5	35.5			
4	+	+++		25.7	8.8	34.2	18.6	11.7	62.9			
5	—	+					16.3	3.7	22.6			
6	—	+	+++				18.4	0	0	5.0	2.2	44.0
7	—	—	+++							1.0	0.2	20.0
8		—	+++							4.4	0.06	1.3
9		—	+++							2.0	0	0
10		—	+++							0	0	0
11		—	+++							0	0	0
12		—	+++							0	0	0

+++ 100~60% ++ 60~30% + 30%以下

・ さなぎ室作る

.. さなぎ室作らず

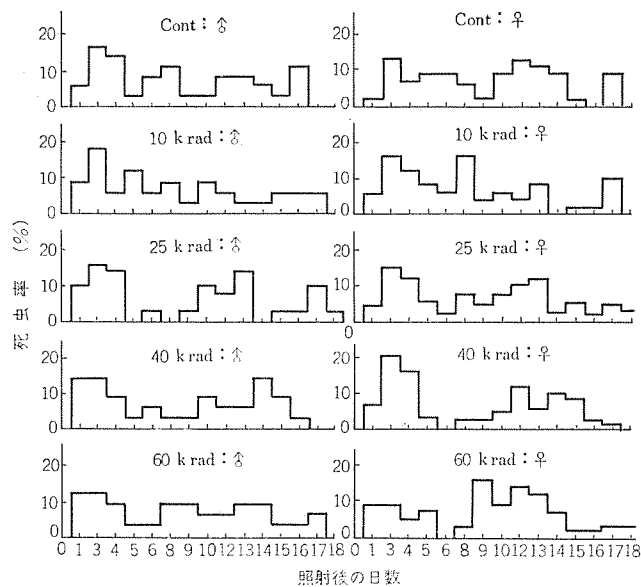


図 3. 木部外キロコクイムシにおける放射線感受性

これらの結果は、同一実験を3回繰り返し行ったものの平均である。照射時の生育段階において、+++は60%以上、++は60~30%以下の羽化率を示している。

卵においては、4 kradで羽化率は低下し、5 kradで羽化成虫は見られなかった。

幼虫においては、5~6 kradで羽化率は低下し、特に7 kradにおいては、幼虫はさなぎ室を作っていたが、さなぎになれずに死亡した個体が多く見られた。8 kradではさなぎ室を作らずに死滅している個体が多かった。

さなぎでは、6~12 kradを照射したが、かなりの羽化率が認められた。しかし、その羽化成虫を再び交尾、産卵させると、産卵数はかなり減少し、それに対するふ化率は低下した。8 kradでは、ほとんどふ化が認められず、9 kradにおいては、まったくふ化が認められない。卵では、産卵数は多いが、ふ化率は低下している。幼虫では6 kradでの産卵数は18.4であったが、まったくふ化が認められなかった。

これらの結果より、5日目卵を殺すには、5 krad、3令幼虫では7 kradが必要で、6 kradで不妊になると思われる。さなぎでは殺すためには、かなりの高い線量が必要であると思われるが、不妊化

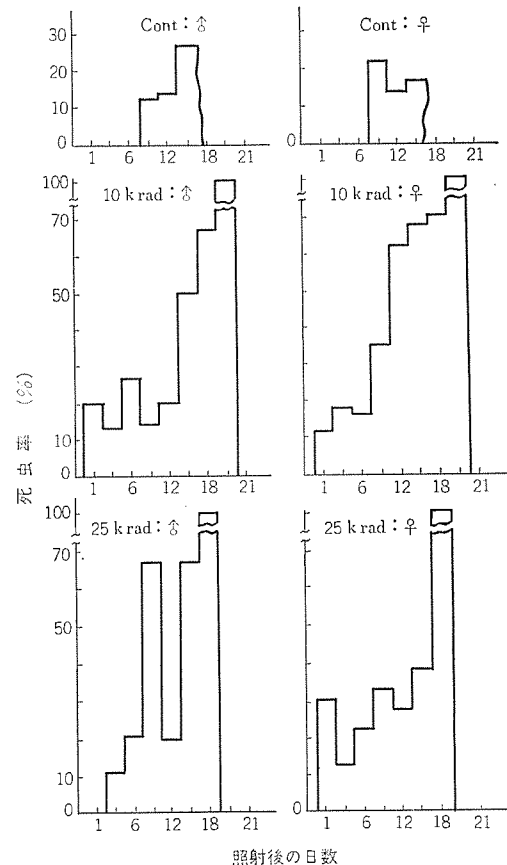


図 4. 木部内キロコクイムシにおける放射線感受性

に要する線量は、8~9 kradと思われる。

(4) 成虫の殺虫線量

キロコクイムシ成虫の照射にともなう死虫率を調べるために、形成層を薄く切りえさ(餌)として与え、キロコクイムシ成虫をアカマツの木部外に出し、10~60 kradで照射した結果、木部外に出したものは非照射の対照区と大きな差が見られなかった。(図3.)

次に、木部内に食入させた成虫に、10、25 kradを照射した結果、対照区に対する死虫率に差が見られた。(図4.)

また図3.の対照区の18日目以降は、次世代の成虫が羽化し、最初の親が判別しにくくなったためである。

クイムシの場合、木部内と木部外とでは死虫率に明らかな差が見られるが、今後、木部内の検討が必要である。

4.2 木材害虫に対する照射線量

木材害虫に対する照射線量を決定するにあたって不妊化線量、殺虫線量をどのように設定するかによって建設費に大きく影響する。

例えば、キロコクイムシの成虫の実験で24時間以内の殺虫線量は250~300 kradであり、かなり高線量であるが、照射後数日以内に完全に死滅する線量は約100 kradでよく、また、完全に不妊化して数週間で死に至らしめるには10~20 kradがおおよその値である。ハンノキクイムシ、シノコクイムシ、サカクレノキクイムシは48時間以内にすべて死滅したが、シノコクイムシは死滅するまでに5日間を要している。実際の放射線殺虫を考える場合、照射直後の完全殺虫を考えなくとも成虫への生育をとめるとか、繁殖能力を失わせるとか、次世代への変態を不可能にすること、照射された害虫がその生存中どの程度木材に被害を与えるか、また、木材取扱いの流通機構の中で照射済木材の貯蔵がどの程度の日数許されるかなどが線量を決定する上で重要な因子となる。

木材に寄生する害虫は樹皮下クイムシと樹皮下せん孔虫（ピンホール・ボウ）に大別できるがその生活圏は大部分表面から5 cm以内と想定した。したがって、不妊化線量を木材中心部まで照射する場合、当然、表面に近いほうの線量は大きくなる。例えば、直径1 mの木材を考えた場合中心部の線量を12 kradとすれば表面では数100 kradの線量が照射されていることになり、不妊線量で照射したものででも照射済の成虫がその生存中寄主に与える食害度は微小と考えられ事実上殺虫と同じ効果を持つといえる。

4.3 木材殺虫施設設計試案

4.3.1 計画条件

これまでの実験から、一応不妊化線量を12 kradと仮定し、木材殺虫施設を設計した。また、照射線量は樹皮下せん孔虫を標的と考え、木材中心で12 kradとなる線源量で施設を設計することにし、設計条件につぎの値を仮定した。

- (1) 木材処理量：年間処理量 $6 \times 10^5 \text{ m}^3$
1日処理量 $2 \times 10^3 \text{ m}^3$
- (2) 照射線量：木材中心部で12 krad
- (3) 木材の諸元：最大長さ 10 m
最大直径 1 m
最大湾曲度 0.3 m
- (4) コンベヤ：列数 5列
速度 20~200 m/h
- (5) 1日の照射時間：24時間
- (6) 線源の種類：コバルト60

4.3.2 線源の配置及び線源量の計算

線源の幾何学的配置により線源の総量が異なるため図5.に示す3種類について計算した。

まず、基礎式を作るため木材内部の任意の測定点Pと線源Cとの位置関係を図6.のように置き、更に測定点Pが線源の直下にあったときから時間 t s後の位置とし、RockwellのReactor shielding hand book⁽⁴⁾を基に次式が求まる。

$$R = \frac{2.7C}{V_a} \{A_1 F(\theta, b_1) + A_2 F(\theta, b_2)\} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $F(\theta, b) = \int_0^\theta e^{-b \sec \theta'} d\theta'$

また、吸収線量は

$$D = f \cdot R = \frac{2.56C}{V_a} \{A_1 F(\theta, b_1) + A_2 F(\theta, b_2)\} \dots\dots\dots (2)$$

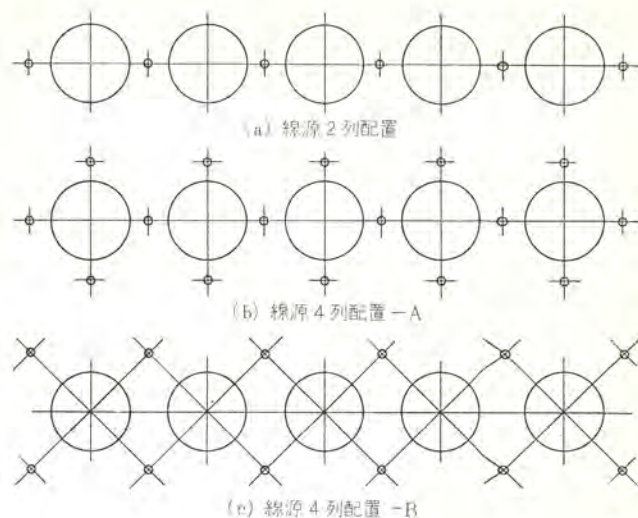


図5. 線源配置例

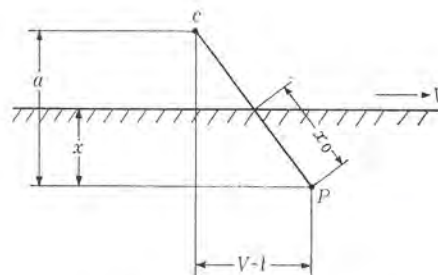


図6. 線源—測定位置関係図

表6. 線源の総量計算値

線源配置	木材中心線量 (k rad)	表面より5 cmの線量 (k rad)	線源の線量 (kci)
(a)	12	MIN 4.9	673
(b)	12	" 37.2	897
(c)	12	" 37.2	673

となる。

なお、式中の記号及び定数の値は次のとおりである。

R：照射線量 (R)

D：吸収線量 (rad)

B：ビルドアップ係数

$$B = A_1 e^{-\alpha_1 \mu x_0} + A_2 e^{-\alpha_2 \mu x_0}$$

μ ：線吸収係数 (cm)

C：線源の量 (Ci)

a：測定点が線源直下の場合の線源と測定点の距離 (m)

x：測定点が線源直下の場合の木材しゃへい厚さ (cm)

V：木材の移動速度 (m/h)

R_{hm} ： γ 値 (r/m · Ci · h) Co-60の $R_{hm}=1.35$

$$\theta \text{ の範囲： } -\frac{\pi}{2} \sim \frac{\pi}{2}$$

上述の基本式によって木材中心を12 kradとしたときの線源総量及び木材表面より5 cmの位置での線量を図5.の(a)~(c)について求め表6.にまとめた。表中に示すように最も効率の良い配置はCである。

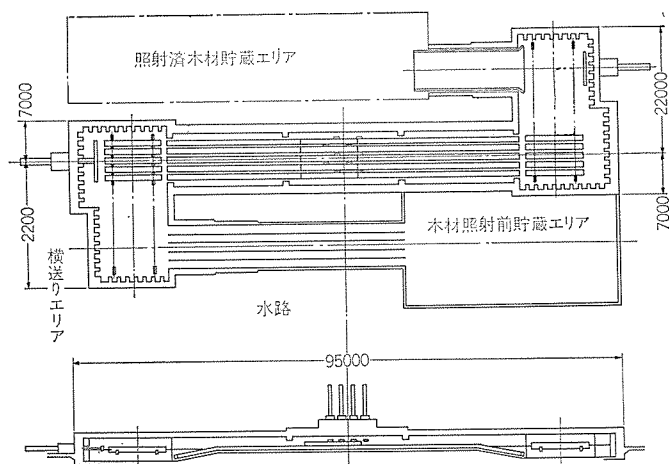


図 7. 木材放射線殺虫施設例

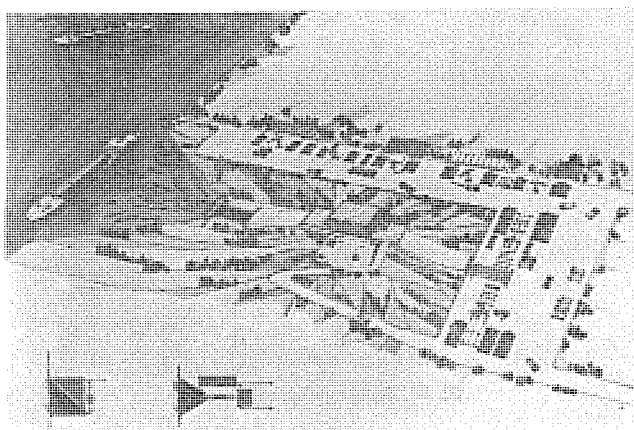


図 8. 放射線による木材殺虫施設

4. 3. 3 施設設計例

線源 673 kCi の不妊化施設設計例を図 7. 及び図 8. に示し、木材のハンドリングの概要を説明する。

(1) 貯蔵プール

貯蔵プールは輸入された木材を一時貯蔵しておくもので、プール側壁に木材輸入船が着船できる機能を持ち、最大 6,000 m³ の貯蔵が可能である。貯蔵された木材はプールの水流作用により容易に一時貯蔵チャンネルに導くことができる。

(2) 一時貯蔵チャンネル

夜間における木材照射を原則として無人化で行えるよう、チャンネル内に 16 時間照射分の木材が貯蔵でき、チャンネル水路の水流によって自動的に搬入コンベヤに送り込める。

(3) 搬入コンベヤ

照射室からのガンマ線の漏えい(洩)を減少させるために、照射室入口部は迷路構成をとり横送りエリアとしている。搬入コンベヤはこの横送りエリアに設置し、一時貯蔵チャンネルから送り込まれた木材を照射室内へ導くためのコンベヤである。木材は浸し(漬)したまま、水平移送し、プランジャにより照射コンベヤに積み換える。なお、このエリアに木材の自動検尺検量装置をつけ、結果を自動記録する。

(4) 照射コンベヤ

照射コンベヤはログホルコンベヤで、両端部はこう(勾)配をつけ、中央部は木材が空中で搬送できるよう配置する。

(5) 搬出コンベヤ

照射室出口部もガンマ線の漏えいを減少させるための迷路構成の横送りエリアとし、搬入コンベヤと同形式の搬出コンベヤを配置している。

(6) 搬出用シュート

搬送用コンベヤの木材はプランジャにより、搬出用シュートに押し込み、自重で照射済木材貯蔵エリアに導く。

(7) 照射済木材貯蔵エリア

照射済の木材はこの貯蔵エリアに一定量貯蔵し、適時陸揚げし、出荷する。

4. 3. 4 経済性

放射線による木材殺虫を行う場合、その取扱い料金が問題となる。その料金が従来殺虫法に比べけた(桁)はずれのものでは実用化が不可能となる。そこで、木材の取扱い量を年間 600,000 m³、償却年月をか(稼)動後 10 年と仮定し、不妊化線量でコスト計算をしたところ、取扱い料金は 576 円/m³ となり、陸上げくん蒸コスト 160~200 円/m³、水面消毒コスト 40~50 円/m³ に比べかなりのコスト高となる。しかしながら、放射線殺虫法の場合、現在の木材流通回路のいくつかの部分が消去できる。例えば、いかに組み、えい(曳)船、水面使用、荷揚げなどの一部は消去でき、人件費は大幅に削減できる。これらを加味した場合、放射線殺虫法は経済的な面でも十分成立する可能性を持っていると言える。

5. む す び

以上、放射線によって害虫を駆除する方法を述べた。このうち、ミバエの不妊化については、沖縄県農業試験場へ納入した Co-60 照射施設の利用計画などの知見から、また、木材殺虫施設については、大成建設との共同研究成果からその概要を述べた。

ミバエの不妊化については、沖縄諸島、小笠原諸島ともに実用化を目前にひかえているが、不妊化によって、特定地域の害虫を撲滅できれば、それらの地域の人々に大きな貢献をなすことになる。

一方、木材殺虫は、基礎実験を終え、害虫駆除のめどがついたが、更に、木材の最深部に寄生する樹皮下せん孔虫について、深く掘り下げて実験が必要であり、木材貯蔵可能日数とからみ合わせた殺虫線量の決定、照射ふんい気の温度や湿度に対する感受性の確認などが残された課題である。

木材殺虫の経済性は、従来法よりまだ若干高いが、検数、検量、選別などの自動化と一体のシステムとすることにより十分可能性があると考えられる。また、薬剤による環境汚染の防除は急務であり、この点からも実用化の可能性は大きいと考えられる。

おわりに、沖縄県農業試験場へ納入した Co-60 不妊化施設完成に御協力いただいたかたがた及び木材殺虫の研究において、御指導いただいた理化学研究所の松山主任研究員、深見副主任研究員、中部資材(株)の大杉常務、吉田氏そのほか種々の御教示を賜った林業試験場、食品総合研究所など多くの関係者に深甚の謝意をささげる。

参 考 文 献

- (1) B. Monowitz, et al. : BNL 11512, Dec. (1963)
- (2) 東京都：小笠原諸島におけるミカンコバエの生態研究報告(昭 48-3)
- (3) 大成建設技術研究所報：第 6 号(昭 49)
- (4) T. Rockwell, III (ed) : Reactor Shielding Design Manual (1956)

数値制御用プログラミング言語M-APT

水野 忠 則*・小 浦 泰 三*・吉 田 利 夫*

1. ま え が き

機械製造業への数値制御 (NC) 機械の導入は、部品加工における自動化・省力化を推進し、人手では不可能と考えられる形状の切削、精度の向上を可能にしている。しかし、数値情報により機械の動きを制御するという概念は、設計から NC 指令テープ作成までの間で大量の情報を取り扱わねばならないという問題を提起した。これを解決するために、電子計算機を用いた自動プログラミング言語 (NC 言語) が、数多く開発されている。そして、その機能も、単に工具通路の計算のみにとどまらず、加工技術関係などの諸機能を取り入れて拡張され、より高いレベルのものへと発展してきている。こういった NC 言語の多様性の面から、標準化の必要性が叫ばれている。

NC 言語の標準化は、国際的には 1967 年から ISO/TC 97/SC 5/WG 1 (現在は ISO/TC 97/SC 9) で検討されており、日本でも工業技術院の委託により、日本電子工業振興協会の NC 言語専門委員会で「数値制御工作機械用プログラミング言語の標準化調査研究」が、JIS 化への基礎確立を目標として昭和 47・48 年の両年度にわたって実施され、その結果が報告書にまとめられている。この標準化でとりあげられている言語は、APT・2CL・IFAPT・EXAPT の APT 系の NC 言語で、これらの候補言語をもとに入力言語とその出力形態の標準化が進められている。

APT は、現在世界でもっとも広く使用されており、簡単な位置決めプログラムから複雑な多軸プログラムまで可能で非常に強力なはん用言語であるが、その欠点は超大形・大形電子計算機でなければ処理できないことである。そこで、この欠点を補うため APT 言語の中から最も必要なものを選択して、超小形・小形電子計算機用に当社で開発したものが M-APT である。

2. M-APT 概 要

2.1 M-APT の特長

(1) APT のサブセットである

APT は世界中で最も広く使用されているもので、ISO で標準 NC 言語にとりあげられており、日本でもこれをもとに JIS 化が進められている。M-APT は、この APT から 2 1/2 次元輪郭切削用の機能をとりだしたものである。ここでいう 2 1/2 次元というのは、パートプログラム上では XY 平面に平行な平面上で自由な輪郭制御及び Z 軸方向の位置決め制御が可能であることをさしている。2 1/2 次元に限定したのは、3 次元切削や同時多軸切削の多い航空機関関係などを除けば、一般の NC 加工では 2 1/2 次元切削がその大部分を占めている現状による。

(2) 会話形である

ここでいう会話形とは 1 個の文を単位とする翻訳と実行が可能であることをさしている。パッチ処理形式では、パートプログラムを作成しそれを計算機にかけて NC 指令テープを作成するわけであるが、多

くの場合誤りがあるためパートプログラムを修正して再び計算機にかけるという作業を何回か繰り返してようやく正しい NC 指令テープが完成する。これが会話形であると作業者は直接タイプライタから入力することができ、リスト上に出力される結果をみて誤りがあれば即時に修正することができる。このため会話形ではパートプログラムの修正が容易で NC 指令テープ完成までの時間を短縮できる。

(3) ミニコン・小形電子計算機で稼動する

大形電子計算機に比べてミニコンや小形電子計算機の導入は容易であり、工場の片すみにも設置でき手元で自由に使えるためターンアラウンドタイムが大幅に減少する利点がある。

(4) 機能拡張が容易である

プロセッサはモジュール構造を採用しており、その記述言語はプログラムのしやすさ、保守の容易性を考えて FORTRAN 言語を標準にしている。このため機能拡張が容易にできる。

2.2 M-APT と APT サブセット

M-APT の言語仕様は、ANSI の APT 言語標準案に示されているサブセットとモジュラーフィーチャの手法を参照して設定されている。この手法に関しては、前述の「数値制御工作機械用プログラミング言語の標準化に関する調査研究」の報告書の中で詳細に解説されている。サブセットとモジュラーフィーチャの手法は言語の水準設定の必要性から導入されたもので、完全な言語 (基準言語) を標準化するとともに、そのサブセットをいくつか設定し、目的に応じ適当なモジュラーフィーチャを付して利用できるようにして、標準言語にはそのための構文規則も併せ設けようとするものである。サブセットは生産要求に合った特定な型の出力を引き出せる完全なプログラミング言語である。サブセットには表 1. に示す 5 個が提案されており、大きなサブセットは小さなサブセットの文すべてを完全に包含すると規定している。モジュラーフィーチャは、それ自身では完全でないサブセットへの追加機能で、表 1. に示されている 34 個が提案されている。モジュラーフィーチャには、あるサブセットより小さなサブセットで使用しても意味をなさないものがあるため付加できる最小のサブセットが存在する。表 1. の各モジュラーフィーチャの後のかっこ内の数字 (n. m) のうち、n は付加できる最小サブセット番号を示し、m には特別な意味がなく識別番号を示している。上位のサブセットは、下位のモジュラーフィーチャをすべて含むため、サブセット 5 には付加できるモジュラーフィーチャは存在せず基準言語そのものとなる。

M-APT は、表 1. に示されているようにサブセット 3 の最小輪郭システムにいくつかの制限を加えたものである。

M-APT で設けている主な制限には次のようなものがある。

(a) 平面に関連した文の使用を不可とし、Z 軸の制御は ZSURF 文で行う。このため、2 面スタートアップにおける 2 番目のサーフェスはチェッカーサーフェスとして扱われる点が APT と異なる。

(b) ネスト定義の使用を不可とする。このため、図形の 2 重定義は可とする。ただし、異なった型の 2 重定義は不可である。ま

表 1. APT サブセット と モジュラ フィーチャ

サブセット	システム	A P T メ ジ ャ 語	モ ジ ュ ラ フ ィ ー チ ャ
サブセット 1	最 小 シ ス テ ム	FINI, FROM, GODLTA, GOTO, PARTNO UNITS	ポストプロセス (1.1) マトリックス定義を用いない COPY (1.2)
サブセット 2	拡張位置決めシステム	CIRCLE, COPY, INDEX, LINE, MACHIN POINT, PPDATA, ZSURF	マトリックス定義を用いる操作 (2.1), MACRO (2.2) ネスト定義 (2.3), CLPRNT (2.4) 入出力 (2.5), 点パターン (2.6) 拡張点パターン (2.7), 多重ポストプロセス (2.8) 演算 (2.9), ルーピング (2.10) 添字付きシンボル (2.11), 追加 2D 図形 (2.12) COPY のネスト (2.13), シノニム (2.14)
サブセット 3	最小輪郭システム	ABS, ANGL, ACOS, ASIN, ATAN, AUTOPS CALL, CLPRNT, COS, CUTTER, DOT EXP, GO, GOBACK, GOFWD, GOLFT GORGT, IF, INDIRP, INDIRV, INTOL JUMPTO, LNTH, LOG, LOOPST, LOOPND MACRO, MATRIX, NOPS, NUM, OUTTOL PATTERN, PLANE, PRINT, PSIS, PUNCH READ, RESERV, SIN, SQRT, SRFVCT SYN, TAN, TERMAC, TITLES, TLLFT TLON, TLRGT, TRACUT, VECTOR	円錐曲線定義とその切削 (3.1), Lコニック定義 (3.2) THICK (3.3), 条件付 CS トランスファ (3.4) DNTCUT-CUT (3.5), 領域切削 (3.6) 図形定義の操作 (3.7), タブシル定義とその切削 (3.8) 追加マトリックス定義 (3.9), 拡張マトリックス (3.10) 拡張マクロ (3.11)
サブセット 4	3次元輪郭システム	ARRAY, CONE, CUT, CYLNDR, DNTCUT ELLIPS, GCONIC, GODOWN, GOUNP, HYPERB LCONIC, ENDREG, REFSYS, REGFIN REGION, RFGMIL, TABCYL, THICK	一般的なカット (4.1), 3D 図形定義 (4.2) 追加ベクトル定義 (4.3), 方向制御 (4.4) 追加工具対部品面制御 (4.5), RLDSRF (4.6) 追加許容誤差指定 (4.7)
サブセット 5	多軸輪郭システム	MULTAX, QADRIC, RLDSRF, SPHERE TLAXIS, TLOFPS, TLOFPS, VTLAXS	
	M-APT	FINI, FROM, GODLTA, GOTO, PARTNO CIRCLE, COPY, INDEX, LINE, MACHIN POINT, ZSURF ABS, ATAN, CALL, CLPRNT, COS CUTTER, GO, GOBACK, GOFWD, GOLFT GORGT, IF, INDIRP, INTOL, JUMPTO LOOPST, LOOPND, MACRO, MATRIX OUTTOL, PRINT, SIN, SQRT, SYN TERMAC, TRACUT	

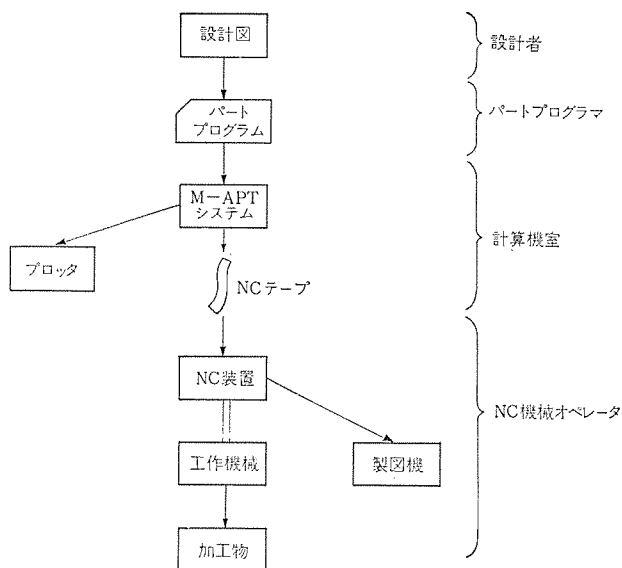


図 1. M-APT システムを用いた NC 生産システム

た、ネスト定義不可によって文の長さが 72 文字 (カード 1 枚の情報) を超えることはほとんどないため、継続記号の使用は不可とする。

- (c) ベクトルに関連した文の使用を不可とする。
- (d) RESERV, 添字付きシンボルの使用を不可とする。
- (e) PATTERN の使用を不可とする。
- (f) TLLFT, TLRGT, TLON の使用を不可とする。
- (g) COPY, MACRO のネストは 1 レベルまでとする。

このほかにも、シノニムの個数、文の名札の個数、マクロ変数の個数なども制限している。

2.3 M-APT システム

M-APT システムは、M-APT 言語、M-APT プロセッサ (言語処理プログラム) 及び計算機の総称である。図 1. に M-APT システムを用いた設計から加工までの NC 生産システムを示す。

M-APT の適用分野は、ボール盤、フライス盤、旋盤など一般の工作機械はもちろん自動製図機、ガス切断機などの NC 指令テープの作成機として、あるいは群管理システムに組み込んで NC 指令テープ作

成用に、APT 言語の学校教育用にと広範囲にわたっている。

2.4 M-APT システム構成

M-APT システムの構成条件は次のとおりである。

MELCOM 9100-30/30 F の場合

- (1) MELCOM 9100-30/30 F
- (2) カード 読取り装置
- (3) ラインプリンタ
- (4) 紙 テープ せん孔装置
- (5) 磁気 ディスク

拡張システムとしてプロッタ、紙テープ読取り装置、カードせん孔装置などを付加できる。

MELCOM 70 の場合

- (1) MELCOM 70
- (2) 磁気 ディスク
- (3) システム タイプライタ (紙テープ読取り、せん孔装置付) 拡張システムとして高速紙テープ読取り・せん孔装置、プロッタ、カード読取り装置などを付加できる。

3. M-APT パート プログラム

パートプログラムは、論理的に完全で順序立てられた文の連続であり、パートプログラムを処理した結果として、それに対応する完全な順序立てられた機械制御プログラム (NC 指令テープ) が作りだされる。

文は自然言語の文に相当し一つの完全な命令あるいは情報単位である。文は特殊文字によって区切られた文章論的に定義された要素の連続から構成される。要素は、ワード、数、記号列より成る。

文にはいくつかの型がある。ここでは、便宜上、次の四つの型に分類している。

文には名札をつけることもできる。名札付きの文はループ、マクロ領域の中でのみ許される。

ワードは1～6個の英字あるいは数字から成る。最初の文字は英字でなければならない。特殊文字は許されない。ワードにはキーワードと名前の2種類ある。キーワードはM-APT用語とも称され固有の意味をもつ確保されたワードである。

名前はシンボルとも称され、本体例えば図形などに名前を与えるワードである。

キーワードは二つに分類され、一つは文の型を決めるメジャワードと付加的な情報を与えるマイナワードがある。これら二つの分類は、更にそれぞれプロセッサワードとポストプロセッサワードに分けられる。

シンボルは固有の意味をもたず、図形、スカラー、名札、マクロの識別のために用いられる。キーワードをシンボルとして用いることは許されない。

数は、すべて実数形式で使用される。このため小数点が含まれていない数も、小数点が一番右側の数字の次にあるとみなされる。

記号列は文字の集まりである。

文字には、英字、数字、特殊文字がある。

特殊文字には次のものがある。

- + * / ... 算術作用素
-) ... 文の名札の区切りや IF 文、算術文で用いられる
- (...) と一緒に IF 文、算術文で用いられる
- ... 小数点
- = ... シンボルに本体を割当ての用に用いられる
- / ... メジャワードとその他を区別するのに用いられる

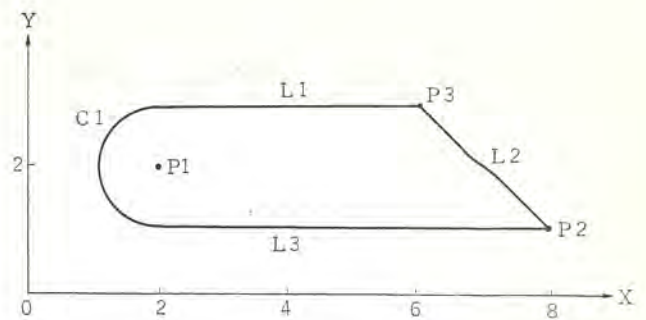


図 2. サンプル

表 2. 図形の定義方法

図 形	定 義 方 法
点	1. 直文座標による点の定義 2. 2 直線の交点としての定義 3. 直線と円の交点としての点の定義 4. 2 円の交点としての点の定義 5. 極座標による点の定義 6. 円の中心としての点の定義
直 線	1. 2 点を通る直線の定義 2. 他の直線に平行で与えられた距離をもつ直線の定義 3. 点を通り、X 軸とある角度をなす直線の定義 4. 点を通り、円に接する直線の定義 5. 2 円に接する直線の定義
円	1. 中心と半径による円の定義 2. 中心と接線による円の定義 3. 中心と円周上の点による円の定義 4. 二つの接線と半径による円の定義 5. 二つの接円と半径による円の定義 6. 接線と接円と半径による円の定義
マトリックス	1. 平行移動を行うマトリックスの定義 2. 回転移動を行うマトリックスの定義 3. 二つの行列の積としての行列の定義

3.1 図形定義命令

M-APT で部品を切削するには、それを形成する幾何学的要素を定義しておかねばならない。一般的な定義形式は、

シンボル=面の形式/記述 データ

ここでシンボルはその図形に割当てられた名前であり (以下の説明では、シンボルにはアンダラインを付けてある)、面の形式とは POINT, CIRCLE といった図形を表す M-APT 用語、また記述データはその図形を完全かつ一義的に表現するための数値、修飾語 (接することを示す TANTO などの M-APT 用語)、及び以前に定義された図形のシンボルからなる。

例えば図 2. に示したような部品を考えると、これは C1, L1, L2, L3 と名付けられた円と直線により規定されるが、このような円と直線は次のようにして定義される。

(1) 補助的な点の定義

P1 = POINT / 2, 2

P2 = POINT / 8, 1

P3 = POINT / 6, 3

(2) C1, L1, L2, L3 の定義

C1 = CIRCLE / CENTER, P1, RADIUS, 1

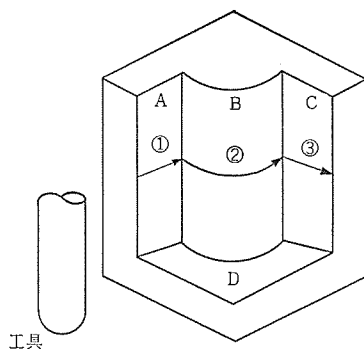


図 3. 制御面

表 3. 制御面

	ドライバサーフェース	パートサーフェース	チェックサーフェース
切 削 ①	A	D	B
切 削 ②	B	D	C
切 削 ③	C	D	?

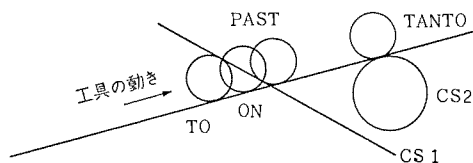


図 4. 制御用の修飾語

$L1 = \text{LINE/P3, TANTO, RIGHT, C1}$

$L2 = \text{LINE/P2, P3}$

$L3 = \text{LINE/PARALLEL, L1, YSMALL, 2}$

ここで示したのは、図 2. の定義方法の一例であり、このほかにもさまざまな定義の方法が用意されている。

M-APT で定義できる基本図形は点、直線、円の 3 種類で、そのほかに座標変換に用いられるマトリックスがある。表 2. にこれらの図形の定義方法を示す。

3.2 切削命令

3.2.1 工具の運動を制御する面 (図 3., 表 3. 参照)

M-APT では工具の運動を三つの面で制御する。

パートサーフェス (PS) …工具の進行方向を制御する面であり、通常工具軸方向の切込みの深さを制御する面。

ドライバサーフェス (DS) …工具の進行方向を制御するもう一方の面で、通常工具の側面により切込みの深さを制御する面。

チェックサーフェス (CS) …PS と DS に制御されて進む工具が、どこまでその状態を続けるかを指示する面。

3.2.2 工具と制御面の関係を示す修飾語

工具と制御面の関係を示す修飾語として、M-APT には次のようなものがある。(図 4. 参照)

TO : 工具を制御面の直前まで動かす。

ON : 工具を制御面の上に乗せる。

PAST : 工具を制御面を通りすぎた点まで進める。

TANTO : 工具を制御面に接する点まで動かす。

3.2.3 切削文

(1) 初期移動文

工具を初期の位置から切削開始面の許容誤差の範囲内に移動させる文である。

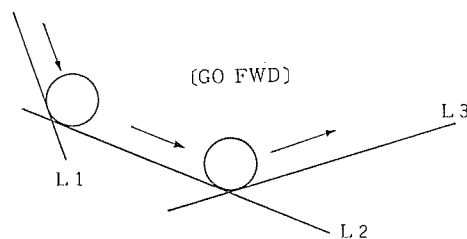


図 5. GOFWD

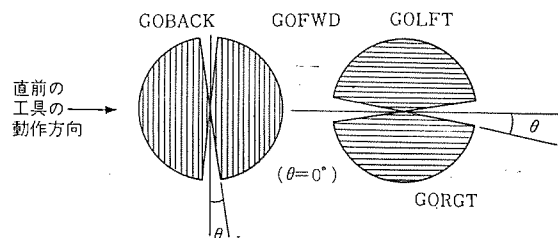


図 6. 各切削命令の動作範囲

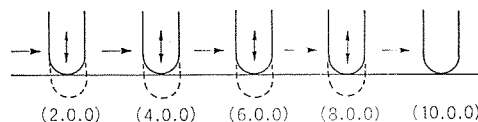


図 7. 連続穴あけ

$GO / \left\{ \begin{matrix} TO \\ ON \\ PAST \end{matrix} \right\}$, 次の文で、DS になる面, $\left\{ \begin{matrix} TO \\ ON \\ PAST \end{matrix} \right\}$, この文による工具移動の最終位置をより正確にするための CS 面

(2) 連続切削文

これ以前にある切削命令による工具の最終位置から始まる次の切削の方向、及びそのときの DS と CS を指定する文。

$\left\{ \begin{matrix} GOFWD \\ GOBACK \\ GOLFT \\ GORGT \end{matrix} \right\} / \text{DS 名}, \left\{ \begin{matrix} TO \\ ON \\ PAST \\ TANTO \end{matrix} \right\}$, CS 名 (次の切削文の DS にもなる)

/ の左側は、直前の切削文による工具の進行方向に対するこの文による進行方向を示す M-APT 用語で、上段から順に、前進、後退、左折、右折を意味している。(図 5. 参照)

$GOFWD / L1, TO, L2$

$GOFWD / L2, TO, L3$

注) 特に指定しないかぎり PS は XY 平面である。

GOFWD, GOBACK と GOLFT, GORGT の違いを図 6. に示してある。

(3) 絶対位置決め文

工具を空間内の指定された点へ移動させる文。

GOTO / 点のシンボル 又は座標値

(4) 増分位置決め文

工具を現在位置から所定の距離だけ動かすための文。

GODLTA / X 座標の増分, Y 座標の増分, Z 座標の増分

3.3 ポストプロセッサ命令

この命令は、ポストプロセッサに対して切削条件などの制御情報を伝える文である。

(1) SPINDL …主軸の回転数を指定

(2) FEDRAT …工具の送り速度を指定

(3) STOP …主軸、テープリータなどの停止を指定

- (4) COOLNT …冷却剤の注入, 停止を指定
 (5) MACHIN …ポストプロセッサ名を指定 etc.

3.4 その他

3.4.1 ループ

パートプログラムの流れを制御する命令として無条件分岐文 (JUMPTO) と条件付き分岐文 (IF) があり, プログラムの簡略化などに役立つ。ループ領域は LOOPST, LOOPND で宣言される。(図 7. 参照)

```

X=2
LOOPST
注 I 1) GOTO/X, 0, 0
      GODLTA/0, 0, -0.5
      GODLTA/0, 0, 0.5
      X=X+2
      A=8-X
      IF(A) I2, I1, I1
注 I 2) GOTO/10, 0, 0
      LOOPND
  
```

3.4.2 MACRO

M-APT では, しばしば使用される類似した切削シーケンスを重複して記述するのを避けるために, MACRO 文が用意されている。これは MACRO と TERMAC で囲まれた範囲を CALL で呼び出すことによって実行される機能である。(図 7. 参照)

```

M1=MACRO/X
GOTO/X, 0, 0
GODLTA/0, 0, -0.5
GODLTA/0, 0, 0.5
TERMAC
CALL/M1, X=2
CALL/M1, X=4
CALL/M1, X=6
CALL/M1, X=8
GOTO/10, 0, 0
  
```

注) 上例は単純な切削であるために, IF 文を用いるほうが簡単であるが, 切削が複雑になった場合には有効な方法である。また, マクロ変数 (上例では X) には TO, ON, PAST などの M-APT 用語も指定できる。CALL 文で与えられるマクロ変数の値を指定値という。マクロ変数の値は MACRO 文で指定することもでき, この値を標準値という。

3.4.3 COPY

COPY は座標移動, 座標回転を伴う繰り返し切削を行う場合に有効で, 次の四つの型がある。

- (1) 座標移動
COPY/n, TRANSL, x, y, z, m
- (2) 座標回転
COPY/n, XYROT, a, m
- (3) 変換マトリックスの使用
COPY/n, MODIFY, マトリックスのシンボル, m
- (4) 同一動作の繰り返し
COPY/n, SAME, m

いずれの型でも INDEX/n と COPY/n の間の切削命令を m 回繰り返す。(1) から (3) の型は座標変換をとまなう。

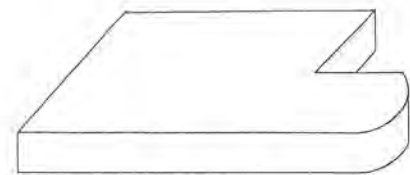


図 8. 部品

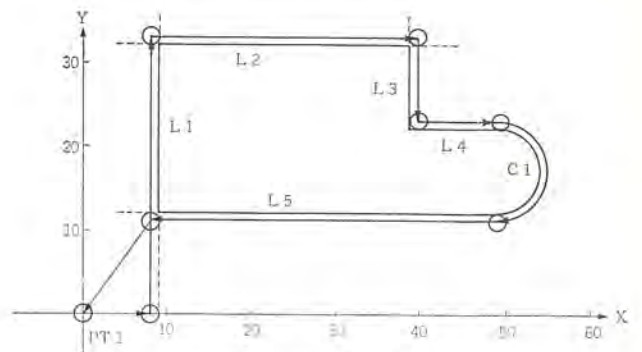


図 9. 工具軌跡

3.4.4 REFSYS

通常の座標系でなく, 別の座標系を用いたほうが, 図形を定義しやすい場合, 二つの座標系間の関係をマトリックスで示し, “REFSYS/マトリックスのシンボル名” から “REFSYS/NOMORE” の間の図形定義を指定された座標系で行うことができる。

3.4.5 TRACUT

この文は, “TRACUT/マトリックスのシンボル名” と “TRACUT/NOMORE” の間の切削命令を, 指定したマトリックスにより変換して実行する。この文は, 切削文に適用される点が REFSYS 文と異なるが, 座標変換をするという点では共通している。

3.4.6 その他

M-APT には以上に述べた文のほかに, 次のような文, 機能がある。

- (1) PARTNO …パートプログラムのタイトル
- (2) REMARK …注釈行
- (3) FROM …工具の始点を示す
- (4) FINI …パートプログラムの終了を示す
- (5) CUTTER …工具径を指定する
- (6) 演算命令 …FORTRAN と同形式の演算機能
- (7) 関数 …SIN, COS などの関数 etc.

3.5 パートプログラムの例

図 8. で示される部品を切削する場合, 工具の軌跡は図 9. のようになる。この場合のプログラムリストを図 10. に示す。以下, このパートプログラムについてリスト上の行番号と対応づけて各文を説明する。

- (1) どのような部品のためのプログラムかを示すパートプログラムの識別情報。
- (2) 使用する機械名を指定するもので, これにより使用するポストプロセッサ名 (MELDAS-5000) が指定される。
- (3) 座標値 (0, 0, 0) の点に PT1 というシンボルをつける。
- (4) 点 (9, 12, 0) と点 (9, 32, 0) を結ぶ直線のシンボルを L1 とする。
- (5)~(8) (4) と同じ。
- (9) 中心が (49, 17, 0) で, 半径が 5 である円のシンボルを C1 とする。
- (10) 工具径を 0.25 とする。


```

ISN
1. PARTNO/      EASY EXAMPLE OF M-APT PART PROGRAM
2.      MACHIN/MS5000,2
3. PT1  =POINT  /0,0,0
4. L1   =LINE   /9,12,0,9,32,0
5. L2   =LINE   /9,32,0,39,32,0
6. L3   =LINE   /39,32,0,39,22,0
7. L4   =LINE   /39,22,0,49,22,0
8. L5   =LINE   /9,12,0,49,12,0
9. C1   =CIRCLE /49,17,0,5
10.     CUTTER/.25
11.     SPINDL /200,CLW
12.     COOLNT/MIST
13.     FEDRAT/20.0
14.     FROM  /PT1
15.     GO/TO, L1
16.     GOLFT /L1,PAST, L2
17.     GORGT /L2,PAST, L3
18.     GORGT /L3,TO, L4
19.     GOLFT /L4,TANTO, C1
20.     GOFWD /C1,PAST, L5
21.     GOFWD /L5,PAST, L1
22.     GOTO  /PT1
23.     COOLNT/OFF
24.     SPINDL /OFF
25.     FINI

```

図 10. パートプログラム リスト

- (11) 工具軸の回転数を 200 rpm とし、回転方向は時計方向とする。
- (12) 冷却剤を注ぐ。
- (13) 送り速度を 20.0 とする。
- (14) 工具の始点を PT1 とする。
- (15) 工具を PT1 から最短距離で直線 L1 上の点の直前まで移動する。
- (16) 進行方向を左に変え、直線 L1 に沿って直線 L2 を通りすぎるまで切削する。
- (17) 進行方向を右に変え、直線 L2 に沿って直線 L3 を通りすぎるまで切削する。
- (18) 進行方向を右に変え、直線 L3 に沿って直線 L4 まで切削する。
- (19) 進行方向を左に変え、直線 L4 に沿って円 C1 に接するまで切削する。
- (20) 進行方向はそのまま、円 C1 に沿って直線 L5 を通りすぎるまで切削する。
- (21) 進行方向はそのまま、直線 L5 に沿って直線 L1 を通りすぎるまで切削する。
- (22) 工具を始点へもどす。
- (23) 冷却剤を注ぐのを止める。
- (24) 工具の回転を止める。
- (25) パートプログラムの終了。

3. 6 会話形コマンド

会話形の実行範囲は、MAIN フェイズ、CL フェイズ、ポストプロセッサの三つが考えられるが、M-APT では MAIN フェイズ までの実行としている。

会話形 コマンド には次の種類がある。

- (1) パートプログラムの入出力機器の指定に関するもの
ASS …入力及び出力装置を指定する。
- (2) パートプログラムの入力に関するもの
IN …ASS コマンドで指定された装置からパートプログラムの入力を開始する。

- (3) パートプログラムの出力に関するもの

OUT …ASS コマンドで指定された装置にパートプログラムの出力を開始する。

- (4) パートプログラムの実行に関するもの

RUN …パートプログラムを先頭から処理してゆく。

CL …CL フェイズを実行させる。

PP …ポストプロセッサを実行させる。

- (5) パートプログラムの入力、実行に関するもの

STEP …パートプログラムを 1 行入力するとともに実行する。

- (6) パートプログラムの編集に関するもの

NEW …プログラムを初期化する。

DEL …1 行削除する。

INS …1 行そう(挿)入、更新する。

4. M-APT プロセッサ概要

M-APT プロセッサは、メインプロセッサとポストプロセッサの二つに分かれており、メインプロセッサは二つのフェイズから成る。このほかにユーティリティプログラムとして、プロッタ用プログラム M-APTPLOT、NC 指令テープ作成プログラム NCPTP がある。プロセッサ構成図を図 11. に示す。

各プロセッサ及びフェイズの概要は次のとおりである。

- (1) メインプロセッサ

パートプログラムを処理して、NC 機械に依存しない標準的なファイル (CLFILE) を作成する。CLFILE は、工具軌跡の座標点などから成る。

- (2) ポストプロセッサ

ポストプロセッサはメインプロセッサで得られた CLFILE を入力として、これを特定の「NC 装置+工作機械」用の形式に変換し NC 指令テープを作成するもので、その主な機能は次のとおりである。

- (a) 工具位置情報の変換
- (b) 補助機能データの変換
- (c) ポストプロセッサ・アウトプットリストの作成
- (d) 速度データの変換 etc.

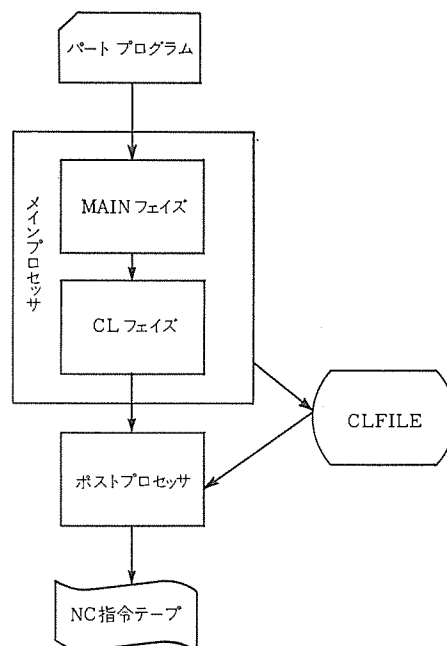


図 11. M-APT プロセッサの構成

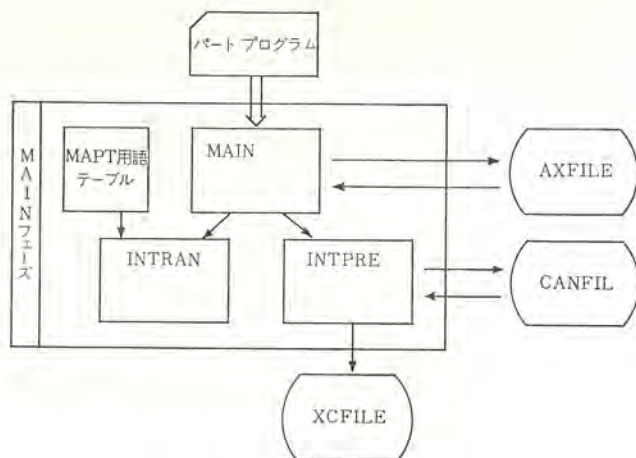


図 12. MAIN フェーズ

(3) MAIN フェイズ

MAIN フェイズの処理概略図を図 12. に示す。

MAIN は MAIN フェイズの主プログラムで、プログラムコンプレックス INTRAN と INTPRE を制御する。プログラムコンプレックス INTRAN と INTPRE は、それ自身とそれが呼ぶすべてのサブルーチンの総称である。ループ、マクロ領域の書込み及び呼出しも AXFILE を経由してここで制御される。

INTRAN は、入力された M-APT 文を内部形式に変換する。ここで識別されたシンボルは、M-APT 用語テーブルの内容と比較されて、M-APT 用語か否かが判別される。INTRAN では、このほか文の名前も処理する。

INTPRE は、M-APT 文(既に INTRAN で内部形式に変換されている)中のメジャーワードに応じて必要なサブルーチンを呼出しその処理を行う。メジャーワードがなければ算術文として処理される。図形定義文は、標準形に変換されて CANFIL に書かれ、以降の文で参照される。運動文は、構文解析がなされたあとで工具通路の計算を行い、その座標値が XCFILE に書かれる。工具通路の計算方法には、解析的な方法と繰り返しの方法があるが、M-APT ではすべて解析的方法で求めている。工具は直線運動及び円運動のみ許されるが、円運動の処理はメインプロセッサでは行わず、NC 装置の円弧補間機能を利用するか、ポストプロセッサで行う。XCFILE には、TRACUT、COPY の処理がなされていない CL データが書かれ CL フェイズの入力になる。

(4) CL フェイズ

CL フェイズは、MAIN フェイズで得られた XCFILE を編集して CL (Cutte Location) データを作り出す。この CL データは M-APT の一般解とも称すべきもので CLFILE に書かれ、ポストプロセッサで個々の「NC 装置+工作機械」に合った NC 指令テーブルに変換される。このフェイズの主な機能は次のとおりである。

- (a) 工具位置と工具方向及びポストプロセッサの制御情報を含む CLFILE の作成。
- (b) COPY、TRACUT の処理。

(c) CL データのプリント。

CLFILE の出力形態は APT と同じ論理構造で用語もそのまま使用できる。

5. む す び

今後更に、M-APT システムを充実し拡張してゆくため次のようなことを計画している。

- (1) 現在の機能を更に限定した縮小版の開発。
- (2) プリプロセッサの開発。
- (3) 処理できる図形の追加。
- (4) グラフィックディスプレイによる図化。
- (5) DNC との接続、上位計算機との接続。
- (6) マクロライブラリの整備。

現在、当社で開発され使用されている NC 言語は種々あるが、はん用的なものと専用的なものに分類される。

専用的なものとしては、中・小形電子計算機用に開発された軸旋削物用の M-SHAFT、ブラケット形状用の M-TURN、穴あけ用の M-POINT が代表的なもので、生産現場でか動しているこれらは、いずれも工作対象範囲を限定してはいるが、その範囲内で切削対象の形状や材質の多種多様な変化にできるだけ対処できるとともに、使用工作機、NC 装置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ており、加工条件の自動決定機能の充実とともに、簡単なパラメータ入力方式を採用している。

はん用的なものとしては、APT、EXAPT 1、EXAPT 2 があり、大形電子計算機に組みこまれて実用に供されているが、今回新しくミニコン・小形電子計算機用の M-APT がこの仲間に入った。

どのような NC 言語を採用するかは、使用者の使用目的や利用可能な電子計算機などを考えた総合的判断のもとに定められるべきものであろうが、手元で手軽に使用できるはん用的 NC 言語として、M-APT が今後大いに利用されてゆくものと確信している。

参 考 文 献

- (1) 井上、水野、小浦、小野：数値制御用プログラミング言語 MEL COM 7000 APT IV、三菱電機技報、46、No. 2、167 (昭 47)
- (2) 水野、小浦、長井、有田：会話形小規模 APT (第 1 報)、昭和 48 年度精機学会 春季大会学術講演前刷
- (3) 黒田、藤本、林田、田村、伊藤：旋削用自動プログラミングシステム「M-SHAFT」、三菱電機技報、46、No. 12、1446 (昭 47)
- (4) 日本電子工業振興協会：数値制御工作機械用プログラミング言語の標準化に関する調査研究報告書 (第 1 報)、48-A-64 (昭 48)
- (5) 日本電子工業振興協会：数値制御工作機械用プログラミング言語の標準化に関する調査研究報告書 (第 II 報)、49-A-77 (昭 49)

技術講座

据付工事者のための超高層ビルにおける エレベータの据付工法ガイド

朝野 泰平*・井田 知充*

1. ま え が き

霞ヶ関ビルをこう(嚙)矢として本格的超高層建築時代を迎え、世界貿易 センタビル、京王 プラザホテル、新宿住友ビル、国際通信 センタビルなどが完成し、引続いて計画されているプロジェクトも5指に余る。

建築の高層化は必然的にエレベータの機能・速度・据付工法などに対し変革を求めることとなり、当社は今日ある事を予測してその対応に十年余の時間を費やしてきた。その成果は既設の超高層ビルで十分発揮されているが、今回新宿住友ビル向けに定格速度540m/minという世界最高速を誇る乗用エレベータの完成を見たので、この経過を参考として超高層ビルにおけるエレベータ据付工事の概要を紹介する。

2 据付工事計画

エレベータ据付工事と建築工事とは表裏一体を成すものであり、これを切り離して考えることはできない。

特に超高層ビルにおいては、以下に述べるように特有の制約事項があるので、据付工事の計画に際してこれらを十分考慮の上立案する必要がある。

2.1 工程のたて方

2.1.1 鉄骨工事との関連

超高層ビルでは通常3階床を1節として鉄骨建方が先行し、これに追従してデッキプレート敷き、配筋・配管、コンクリート打ちなどの工事が進められる。(最近では工期短縮を目的として4階床を1節とする工法が採用されているものもある。)

これらの工程は風雨など気象条件に影響されやすいとはいえ、これまでの例から見る限り大略建築それ自体の工程に合致している。

したがって機械室への重量物(巻上機・電動発電機・制御盤など)搬入の時点を決断するに際しては、上記建築工程に十分考慮を払う必要がある。

特に中層機械室の場合は、機械室上部のデッキプレート敷き工事以前に重量物搬入を行わなければ搬入不可能ともなるので、鉄骨立上り状況のは(把)握が重要である。

更に鉄骨工事には耐火被覆が要求されるので据付工期を設定するに際し、外部業者による昇降路内耐火材取付工事の期間を考慮しておく必要がある。

2.1.2 昇降路壁工事との関連

エレベータ据付工事が安全に着工可能なためには、昇降路壁の完成が必要条件となる。

壁取付工事は、通常鉄骨建方より2～3ヵ月遅れで進められるが、鉄骨建方が完了していても、昇降路壁工事の遅れによって2段階工

を余儀なくされるケースもあるので、着工時期の決定に際しては、親工程を十分検討する必要がある。

2.1.3 揚重施設の撤去時期

(1) タワークレーンの撤去時期

通常タワークレーンは鉄骨建方が完了するとすぐに撤去されるので、屋上階に機械室のある場合の重量物は、この時期を逸さずに揚重しなければならない。

(2) 中形リフトの撤去時期

中形リフトの設置場所としては、建物の側壁、エレベータ昇降路内などがあるが、前者の場合には外装工事の関係で比較的早い時期に中形リフトが撤去されるので中小部品の搬入時期に注意すること、また後者の場合には中形リフト撤去後に工事着手することになるので短期工事となるケースが多く、工程面での考慮が必要である。

2.1.4 資材搬入階の仕上り時期

資材搬入階は通常メインロビー階など建築仕上げが最終となる階が選ばれるため、資材搬入に関する時期的なトラブルはあまり発生しない。しかし上述のようにエレベータ昇降路が中形リフトのシャフトとして使用される場合は資材搬入が遅れ建築仕上げ時期と重なってくることになるので注意を要する。

2.1.5 本設エレベータの工事使用

本来乗用エレベータの工事使用は好ましくなく、工事使用計画から除外されるのが一般的であるが、建物の完成が近づく仮設の揚重施設撤去やクライミングエレベータの本設切換えに伴い本設エレベータの工事使用が要求されるようになる。この場合縦の動線確保の意味でエレベータ側としても協力せざるをえない状態になるので、据付期間、調整期間、引渡し時期などを念頭に入れ、早い時点での揚重事務所との折衝が必要である。

2.2 揚重計画

前項で揚重施設の撤去時期について簡単にふれたが、ここでは揚重計画を立案するに当たっての一般的な注意事項について述べる。なお揚重工事はその大半を建築側に依頼することになるので建築工程にマッチした計画が必要である。

2.2.1 集中管理方式の採用

超高層建築では特に建築資材の搬入及び揚重計画が建築工程の進捗を大きく左右するので、人員輸送を含めての集中管理方式が採用されている。したがってエレベータ機材についても、このシステムに即した揚重計画が要求される。このため次の原則を守って十分準備を整えておくことが重要である。

資材揚重の3原則

(1) 資材のこん包、荷姿を揚重設備の容量に対応しうるものとする。

表 1. 新宿住友ビルエレベータ据付工程表

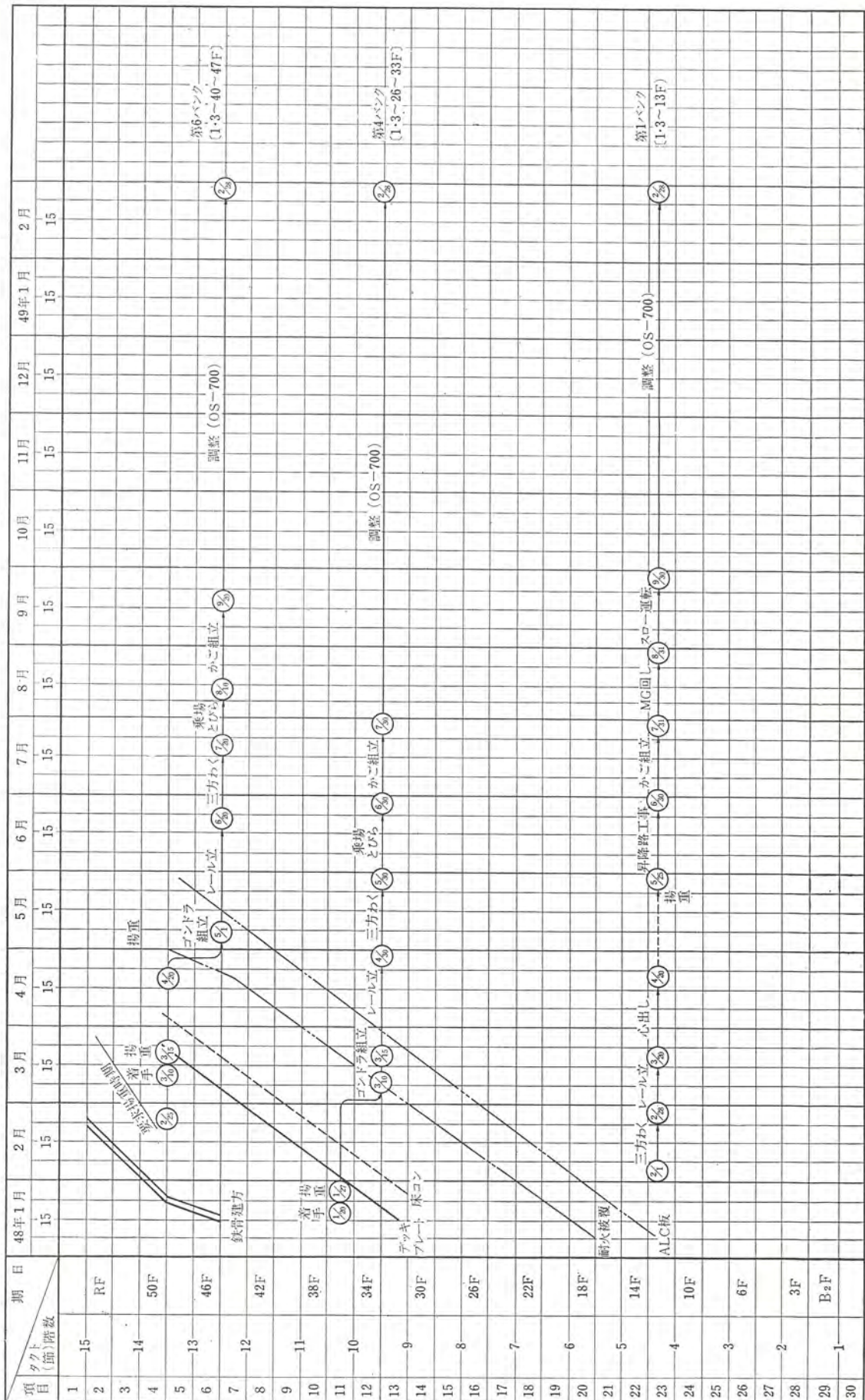


表 2. 揚重計画表

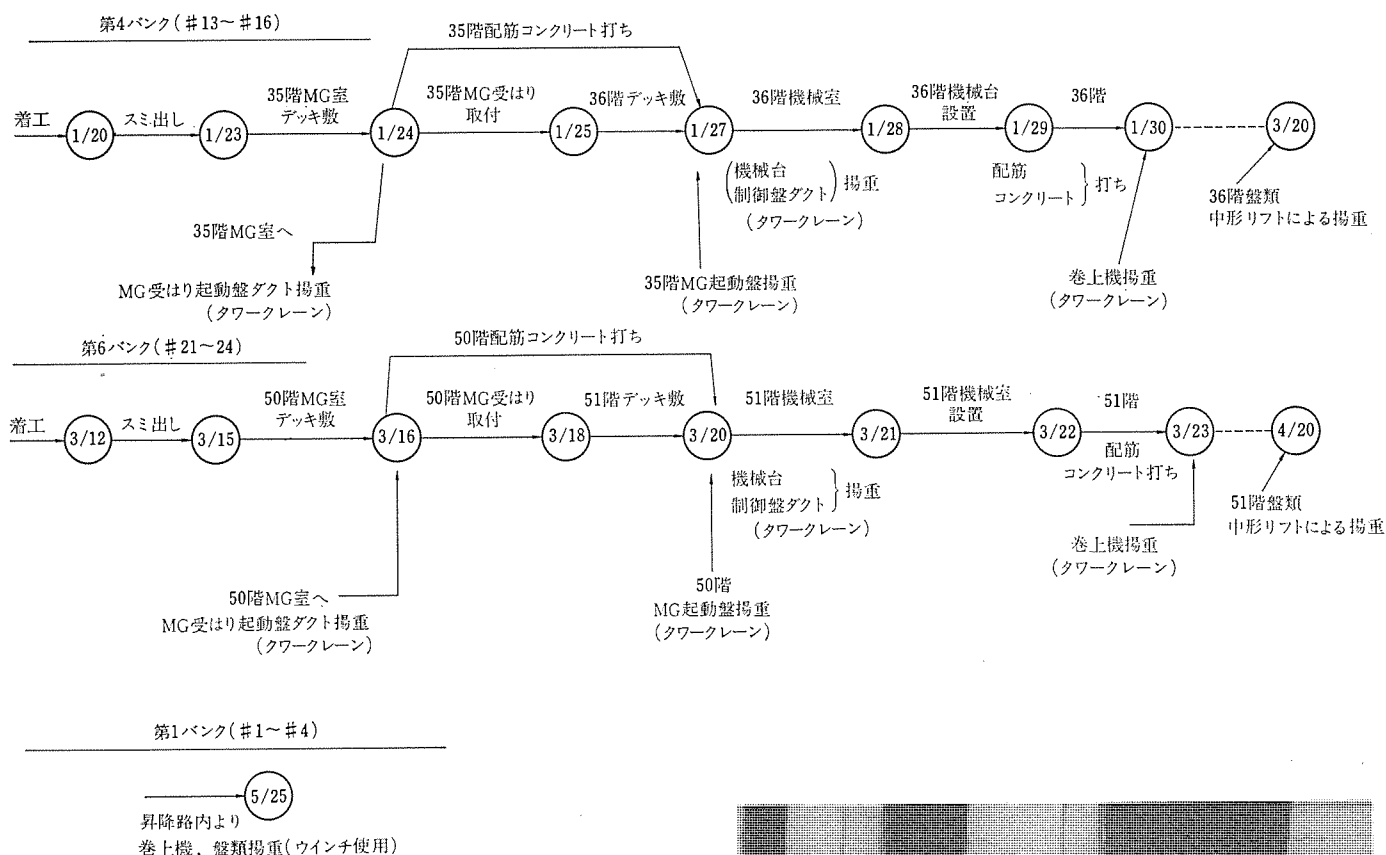


図 1. カゴ床運搬用特殊台車



図 2. 部品運搬用台車

タワークレーン、ジブクレーンを指し最大つり荷重は10t程度である。巻上機、電動発電機、制御盤、機械台などエレベータ機械室搬入部品の揚重に使用する。

(2) 中形揚重

中形リフトと称するもので積載荷重は2t前後、長さ4.5m×幅2m×高さ2m程度の形状部品の揚重が可能である。これは揚重設備の中でも最も利用度の高いものであり、台車などによる積み込み、荷おろしが義務づけられている、三方わく(枠)、乗場とびら、ハンガース

(2) 積み込み、荷おろしの方法を合理化し、揚重に要する所要時間を最小限に抑える。

(3) 仮設材や残材を極力発生しないこん包方法を選ぶ。

2. 2. 2 揚重施設の種類と活用

(1) 大形揚重

表 3. 仮設電源使用計画

	48年2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
第1バンク #1~#4 180m/min	100VAC:1.5kVA/台 (照明) 200VAC:5kVA/台 ●ウインチ ●溶接機	100VAC:1.5kVA (*)	100VAC:1.5kVA (*)	100VAC:1.5kVA (*)	100VAC:1.5kVA 照明	100VAC:1.5kVA/台 照明			100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:12kVA/台 動力	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:12kVA/台 動力		本 設 電 源 投 入
第4バンク #13~#16 300m/min		200VAC:15kVA/台 ●ゴンドラ用 ●溶接機 ●照 明 ●ベビーウインチ	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:150kVA/台 動力	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:150kVA/台 動力				
第6バンク #21~#24 540m/min		200VAC:5kVA/台 溶接機	200VAC:15kVA/台 ●ゴンドラ用 ●溶接機用 ●照 明 ●ベビーウインチ	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	200VAC:15kVA/台 *	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:150kVA X2 動力	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:150kVA X2 動力	100VAC:2kVA/台 照明 415VAC:150kVA X2 動力		
	100VAC:6kVA 200VAC:40kVA	100VAC:6kVA 200VAC:85kVA	100VAC:6kVA 200VAC:140kVA	100VAC:6kVA 200VAC:131kVA	100VAC:6kVA 200VAC:120kVA	100VAC:6kVA 200VAC:120kVA	100VAC:8kVA 200VAC:60kVA 415VAC:150kVA	100VAC:16kVA 415VAC:450kVA	100VAC:16kVA 415VAC:421kVA	100VAC:16kVA 415VAC:421kVA	100VAC:8kVA 415VAC:300kVA	

などの乗場機器やかご関係部品、ワイロープなどの揚重に使用する。

(3) 小形揚重

仮設エレベータなどを指しクライミングエレベータもこの中に含まれる。人員輸送、小物部品の運搬に使用されるが積載荷重は工事ごとに異なり一定しない。

2.3 エレベータ設備工事に伴う建築依頼事項

2.3.1 機械室

(1) 面積

建物のレクタブル比を上げるために機械室面積が小さくなる傾向にあるが、将来の保守・機器取替えなどを考慮した余裕のある広さを確保することが必要である。

(2) ガバナシンの床補強

高速エレベータになると非常止装置が作動した時のガバナ引抜力が大きくなるので、ガバナシン設置部は床補強が必要となる。

(3) 電動発電機受はり

1スパン内に複数の電動発電機が設置される場合は、床強度上問題があるのでじか置きでなく受はりが必要となる。

(4) 防音対策

巻上機ロープのしゅう(摺)動音、電動発電機の回転音などが機械室周囲に伝達しないよう、機械室壁はしゃ(遮)音材を取付ける。出入口とびらは防音とびらとするなどの配慮が必要である。(特に中層階に機械室がある場合は要注意)

(5) トロリビームの設置

エレベータ機械室には、据付・保守作業を容易にするため巻上機重量の2.5倍程度のつり荷重を考慮したトロリビームの設置が必要である。

(6) 床タイル

機械室内のじんあい(塵埃)はエレベータの性能や機器の寿命に大きな影響を与えるので、機械室床全面のタイル仕上がりが必要である。

2.3.2 昇降路と乗場

(1) 中間ビーム及びベースプレート

中間ビーム及びベースプレートは建築(軀)体工事に含まれる。これらの取付位置が不正確ではエレベータ据付工事に支障を来たすので、鉄骨のひずみも含み、10~20mmの誤差範囲内で取付施行を依頼する必要がある。

(2) 敷居受はり

敷居受はりとしては、RCの場合、形鋼の場合などがあるが、いずれの場合でも、昇降路出入口側の建築図を十分に検討し、デッキプレート敷き、床コンクリート打ちなどの建築工事に支障がなく、しかも敷居取付けが容易な方法を見出し、施行依頼する必要がある。

2.3.3 ビット

(1) ロックダウンビーム

240m/min以上の高速エレベータのつり合車にはロックダウン装置が付加されるが、ロックダウン装置取付ビーム固定方法としては、壁埋込み形、アンカボルト固定形の2通りがある。固定方法及び施行に関して建築側との打合せを要する。

(2) 点検口

ビットが深い場合ビット点検口が必要である。点検口へは通路としての障害がなく、容易に到達できること及び将来の保守を考慮して点検口は各台ごとに設けられることが望ましい。

2.4 仮設電源計画

エレベータ据付工事に使用する仮設電源を建築側の仮設電源計画に盛り込んでおくため、以下に列記する使用機器類の容量、使用時期、使用場所などをあらかじめリストアップし、提出しておく必要がある。

(1) ゴンドラ用動力電源

(2) 溶接機用電源

(3) 仮設照明用電源

(4) ウィンチ 用電源

(5) エレベータ 調整用電源

3. 据付工法

一般にエレベータの据付工期は、昇降路高さに累乗して増えると言われるが、これは高揚程化に伴う作業能率の低下、揚重負荷の増大などの影響が大きいため、超高層ビルにおけるエレベータ据付工事がいかに大変であるかを物語るものである。

例えば、建築工程面から昇降路内工事に対して2段階工を余儀なくされた場合でも、かごが高速走行する部分での心出しの2段階は避け、レール心が出た場合の影響を最小限にとどめる。あるいはエレベータ据付工事の基本となる心出し用ピアノ線設定に際し、風雨など気象条件を選定して、実施するなど、目に見えぬ配慮がなされている。

3章では、昇降路工事の主役をなす「ゴンドラ」、超高速エレベータの乗心地を決定づける「レール心出し」と「かごパランス」、それに据付方法として特長のある「かごわく・かご室の組立」、「ケーブル架設」について述べる。

3.1 移動作業床の採用

昇降路工事の足場として従来の固定足場から大きく脱皮した移動作業床、いわゆるゴンドラは、超高層ビルにおけるエレベータ据付工事にとって必要不可欠なものと言える。すなわちレール立て作業、昇降路ダクト工事、配結線、乗場機器の据付、ロープ掛け、ケーブル架設など昇降路工事の大部分がゴンドラによって施工される。この移動作業床による工法は、必要な手工具を積んだまま昇降路内を自由に動き得るため非常に効率的な安全性の高い据付作業が可能である。

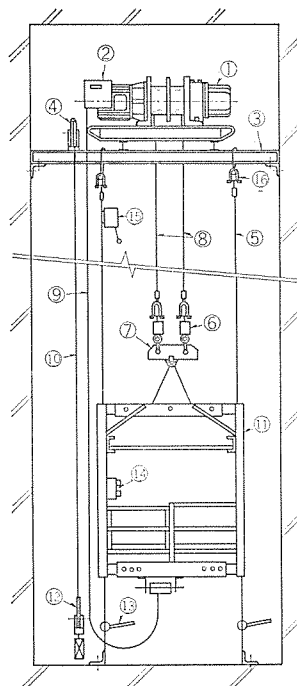
当社では高層ビルにおいて長年使用実績のある図3に示すゴンドラ設備を完備している、このゴンドラは積載荷重200kg、定格速度20m/min、最大昇降揚程250mで巻上機は双胴タイプ、12φ2本の巻上ロープによって懸垂され、かつ4本のロープでガイドされるものであり、安全装置として調速機動作によるロープクランプ式非常止装置を備えている。

3.2 ガイドレールの据付方法

高速エレベータにおけるガイドレール心出し精度の重要性については今更述べるまでもないが、当社では長年の経験を生かして開発された超高速エレベータ用レール据付方法(特許出願中)を定型化し、据付時間短縮・精度向上に大きな効果を挙げている。

(1) S式レール据付工法

この工法は昇降路最下部より順次継目部の直線性心出しを行いながら昇降路全高分のレールを1本化し、その後レール最上部で懸垂することによってレール全長の大きな湾曲を除去するものである。また、ブラケット部心出しはレールを懸垂した状態で最上階から最下階へと施行してゆくので、心出し時の応力はすべて下方向に逃げ精度の高い心出しが可能である。



品番	品名	備考
1	マイチーフーラ	
2	制御盤	
3	機械台	11-150×150×7×10
4	調速機	
5	ガイドロープ	12.5φ 6×19
6	よりもどし	2t用
7	つり金具	
8	つりロープ	12φ 6×37
9	運転照明ケーブル	VCT 1.25mm 7c
10	ガバナロープ	10φ 8×19(S)
11	ゴンドラ	
12	張り車	HG-321 320φ
13	張線器	
14	運転スイッチ	
15	リミットスイッチ	
16	シャックル	16φ以上

図3. ゴンドラ据付図

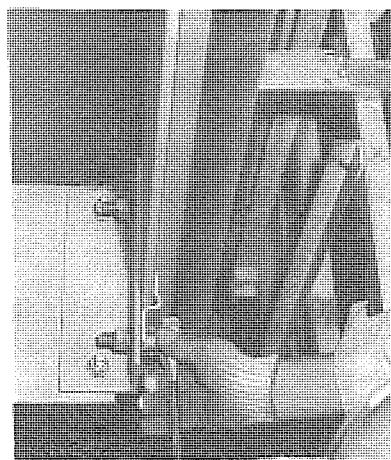


図4. ゴンドラによるレール心出し作業

(2) 可動式ブラケット

このブラケットは、レール心出し時に前後左右に動かすことが可能で、レールクリップ取付用ボルトの締付け時にレールに応力が加わらないよう配慮したもので、レール心出し完了後は溶接固定される。

(3) 特殊ジグによる継目部心出し

従来レール継目部の屈折は、ハンマなどでレール側面に衝撃を与えて修正していたが、きめ細かい心出しが困難な上、既に心出しを終了している継目部にも影響を与える恐れがあった。S方式においては連続的な修正が可能な特殊ジグを採用したので、1/100mm単位の直線性が得られるようになった。

3.3 ケーブル架設方法

超高層ビルでは一般にかご速度が早く、しかも懸垂長が長いためケーブルの挙動が問題になる。

ケーブルのくせがケーブル内部の微妙なトルクアンバランスによって発生することは周知のとおりであり、これをどのように吸収するかが長年の研究課題であった。当社ではかずかずの試行を重ねた結果、回転自在式ハンガを開発し（当社特許）高揚程エレベータ用として実績をあげている。すなわち回転自在式ハンガは、かごの昇降に伴って変化するケーブル内部のトルクを、ハンガ部分が回転することによって吸収させてしまうものであり、この結果ケーブルのくせは表面に現れないようになり、エレベータ走行時のケーブル動特性に満足すべき結果を得ている。

ケーブル取扱い上の問題として、ドラムからケーブルを引出すときにはねじれを与えないこと、ケーブル本架設前に長時間自然懸垂させて静的なくせを除去しておくことなどは常識的なことであるが、基本事項として是非守る必要がある。

3.4 かごわく・かご室の組立て

一般的には、かごは最上階で、おもりは最下階で組立てる工法を採用しているが、超高速エレベータのかごには振動・風音対策などのためさまざまな機器が取り付けられるので、かごを1階で組むのも1案である。新宿住友ビルではこの工法を採用した。この場合、かご、あるいはおもりを組立完了後、上方階へつり上げる作業が増えることになるが、1階は一般に剛構造のためはりなどがあって作業性がよく、またかごわく、かご床、内室、かご周辺機器など相当量の部品を揚重しなくて済むなどメリットも多い。

この工法では、かご室組立て、かご周辺機器取り付けなどの作業性を向上させる目的で、かごわく組立て、ロープ掛けが終了した時点でかごわくを昇降させる。なお、この場合には、あらかじめ機械室関係の工事を先行しておき、つり合おもりの重量もかご側と見合っただものとしておくなどの配慮が必要である。

かごわく組立て、心出しは後述するかごバランスと密接な関係があるので、ねじれなどが発生しないよう慎重に行わねばならない。特に非常止装置、かご床の水平度と縦柱の垂直度の心出しは入念に行いたい。

3.5 かごバランス

高速エレベータには必ずローラガイドシューが適用されるが、ローラガイドシューがその性能を十分に発揮するか否かはかごバランスによって決定される。したがってかごバランスについては、設計時点から機器の配置に十分検討が加えられており、アンバランスが見込まれる場合には、

かごわく本体に調整用ウエイトをつけて補正するなど、言わば回転体バランス補正のようなち（緻）密な注意が払われている。

このように設計上では完全なバランスが意図されているが、実際にかごが組立てられ、ロープ・ケーブル類が架設されると、わずかなアンバランスが発生してくるので、かご周辺の機器がすべて取り付けられた状態で総合的なバランスの確認が必要である。

かごバランスには、かごが停止している際の静的バランスと、かごが走行している際の動的バランスとがあるが、前者は、かご床下に取り付けられたバランスおもりの増減、取付位置の移動によって補正し、後者は、制御ケーブル、コンペンセーションロープのつり点を移動することによって補正し、静的にも動的にも完全なバランスとなるよう調整を行う。

いずれにしてもかごバランスは完成後のエレベータの乗心地の良否を決定する大きなポイントになるので、綿密に調整することが大切である。

3.6 その他据付工事における留意点

その他の据付作業は工法上一般エレベータと大差はないが、高揚程、高速度エレベータであるので、下記事項に留意する必要がある。

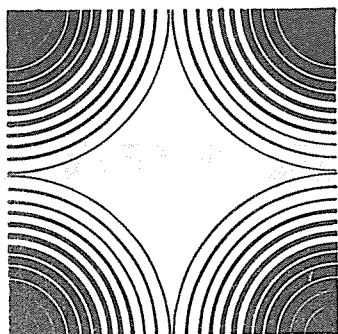
- (1) 工期が長期間になるので、単純作業の繰り返しにならぬよう据付工程上で変化を与えること。
- (2) 据付面で各所に厳しい精度が要求されるが、機器の取付けに際してはその本質をよく理解した上で誤りのない据付けを行うこと。
- (3) エレベータ機械室、各ゴンドラ、1階乗場などに工事用連絡装置を設置し、容易に連絡がとれるようにしておくこと。電話器はスピーカー内蔵形で呼出し指示が可能なものとする。
- (4) 溶接機のリード線はトラベリングケーブル方式としてゴンドラに架設し、昇降路全長にわたって使用できるようにすること。

4. む す び

以上、超高層ビルにおけるエレベータの据付工事について、今までの経験から特に注意すべきと思われる事項を簡単にまとめて紹介した。

現状を反省すると、まだまだ至らぬ点が多々あり、今後とも不断の改善を要するが、これからこの種のエレベータ工事にたずさわる人々にとって本文が多少とも参考になれば幸いである。

なお、新宿住友ビル向け540 m/minエレベータについては、我々として世界に誇り得る品質と性能をもって無事工事を完成させることができた。これはひとえに関係各位の御指導と御協力のたまものであり、ここに深く謝意を表する次第である。



技術講座

キャラクタディスプレイ (1)

大 川 清 人*

1. ま え が き

キャラクタディスプレイは、情報処理分野における優れたマンマシンインタフェースとして、数年前から脚光を浴びはじめ、それ以後、各種のディスプレイ装置が開発され、各種の応用が検討されてきたが、今日では既に実用期に入り、着実にその応用面を拡大しつつある。

このように、実用化という意味では緒についたばかりであるが一応揺らん期を過ぎて安定期に入り今後その応用が大幅に拡大すると思われる時期に、本誌において、キャラクタディスプレイの技術説明を行う機会を与えられたので、以後3回にわたり、できるだけ広い範囲を見渡し、かつ技術的にも、総括的なものから、動作原理の詳細までカバーできるようにキャラクタディスプレイの紹介を行ってみたいと思う。

第1回目は、キャラクタディスプレイとはどんなものかを総括的に知ってもらうために、“キャラクタディスプレイ”というものを前にして、遠まきにしながらいろいろな角度からこれをながめ、解析してみたいと思う。その結果、キャラクタディスプレイが情報処理分野における他の機器と比べ、どのような特長があるか、またどのような種類のものがあり、かつその用途としてどのようなものが考えられるかなどを明らかにして行きたい。

第2回目は、第1回目で分類したキャラクタディスプレイの種類及び用途につき、構成及び応用システムの面から更に詳しく説明を加えたいと思う。

第3回目は、キャラクタディスプレイの動作原理及びシステム構成法につき、各種方式を紹介し、技術的に多少つっ込んだところを理解してもらいたいと思う。

2. キャラクタディスプレイの特長

情報量が増大するにつれ、情報処理装置と、人間との間の情報の伝達を円滑に行うことが、ますます必要になってきている。情報処理装置が内部に持っている情報を人間に伝達しようとする場合、人間の視覚にうったえる方法が一般にとられている。

具体的には、次のようなものがある。

(1) ランプ表示によるもの

例えば計算機のメンテナンスパネル又は制御盤などがその例である。

(2) プリント又はプロッタによるもの

すなわち、紙の上に表示するもので、機械的に印字を行うものと、電子的に印字を行うものがある。

(3) ディスプレー装置によるもの

CRTで代表される電子技術による表示部に、一時的に情報を表示するもので、文字を表示するものと、図形を表示するものがある。

従来、情報を表示する手段としてこれらのうち、ランプによる方

法と、プリントによる方法が主に採用されていた。ランプによる方法は、情報の像化が不十分である点、またランプは、パネル上に表示された文字又は図形と一体となって情報の表示が行えるもので、表示フォーマット又は内容を変更する場合には、パネルを変える必要があり、表示の多様化には不適當である点から、最適なものではなかった。また、プリント又はプロッタによる方法は、機械式のものにしる電子式のものにしる、保存の要否にかかわらずすべて紙にコピーするということはむだなことであり、更に機械式のものについて言えば速度が遅い、騒音が大きい、信頼度が低いなどの問題があり、また電子式のものについては、速度が遅い、速度の速いものは文字単位、行単位の表示ができない、ランニングコストが高い、コピーがとれないなどの問題を残している。

このようなランプ、又はプリントによる従来の方法に比較して、これから解説を加えようとするキャラクタディスプレイ装置は次のような特長を持っている。

- (1) 応答速度が速い。
- (2) 騒音がなく静かである。
- (3) メカ部が少なく、信頼性が高い。
- (4) カラー化、プリンキングなどにより情報の多次元化が可能である。
- (5) 固定画面と可変画面との重ね合わせ、又は図形と文字との重ね合わせが可能である。
- (6) ライトペンの使用により表示情報に直接指示を与えることができる。
- (7) オペレータにより変更、修正、消去、削除などの編集が可能である。
- (8) 全体の情報の中の必要な部分だけを選択的に見ることができる。

このように数多くの特長を持つ半面、次に述べるような欠点を有している。

- (1) 記録が残らない。
- (2) 故障がシステムダウンにつながる可能性が大きい。

これらの欠点は、システムの構成により補うことを考えなければならない。

3. 基本構成

キャラクタディスプレイの外見上の特性は2章で述べたとおりであるが、ここでは動作の概要を理解する意味で内部の構成を明らかにしておきたい。一概にキャラクタディスプレイと言っても、その構成は各種のものがあるので、そのすべてをここでは紹介できないが、基本的には図1.に示すように五つの基本要素から構成されるので、その基本要素についての説明を加えたい。

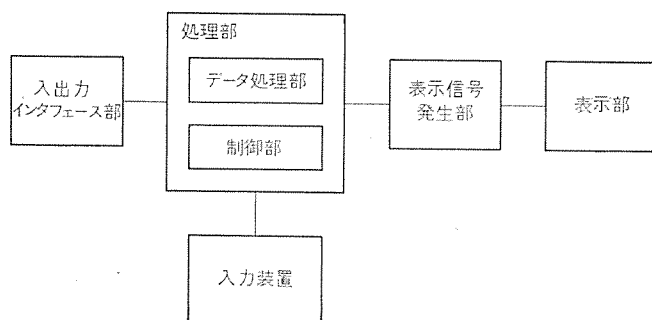


図 1. キャラクタディスプレイの基本構成

3.1 入出力インタフェース部

キャラクタディスプレイの計算機側のインタフェースで、通信回線を通して計算機に接続されている場合には回線用のインタフェースとなり、また計算機のチャンネルに接続される場合にはチャンネルインタフェースとなる。これらは接続する計算機の都合によりその方式が決められるため、各種の方式を用意する必要がある、このような多様性に対処できる回路方式を採用する必要がある。

3.2 処理部

キャラクタディスプレイで取り扱うデータは複数ビットで構成されたいわゆるコード情報で、このデータの取扱い方には、表示画面の編集動作で代表されるディスプレイ固有の動作を制御する場合と、インテリジェントディスプレイのデータ処理で代表されるデータそのものに処理をほどこす場合とがあり、キャラクタディスプレイの方式により、制御だけを行うものと、制御と処理の両方を行うものがある。

3.3 表示信号発生部

ここでは、データ処理部で扱ったコード情報を、表示部の種類に応じた表示信号に変換する。一般にはリフレッシュメモリと、文字発生器によって構成されるが、蓄積形CRTやプラズマディスプレイのように表示部に表示情報を記録する能力を有するデバイスを使用した場合にはリフレッシュメモリが不要となるほど、構成が多少異なるものもある。

3.4 表示部

現在、最も一般的に使用されているものはCRT (Cathode Ray Tube) であるが、CRT以外にもプラズマディスプレイなど、各種の新しいディスプレイデバイスが検討されている。

3.5 入力装置

入力装置としては、現在キーボードが最も一般的で、これにあわせてライトペンも使用されることが多い。これらはマン・マシンインタフェースの入力装置としては、必ずしも満足できるものとは思えないが、現状ではこれ以外に適当なものはない。

4. 分類

ディスプレイと言えば、まず本格的に図形を表示することができるグラフィックディスプレイと、文字を主に表示するキャラクタディスプレイとに大別できる。これらは技術的にもかなり異なったものであり、かつ用途も大幅に異なるものであるため、ここではグラフィックディスプレイにはふれずにキャラクタディスプレイにしばって解説を加えたいと思う。

キャラクタディスプレイはそのシステム構成、表示する情報の種類、表示部の種類、接続方式、制御方式などにより各種の方式のものが開発されている。次にこれらの分類項目ごとに、それぞれどのようなタイプのものがあるかを見てみたい。

4.1 表示情報

本格的な図形を表示するものは、本文では除外することにしたがそれ以外でも、次のようなものがある。

- (1) 英数字、カタカナ
- (2) 簡易図形
- (3) 漢字
- (4) 画像を重ね合わせ表示するもの

このうち簡易図形表示とは、例えば7ドット×7ドットの点の集合から成る多種類の画素の組合せで、簡単な図形を表示することができるものを言う。

また画像を重ね合わせ表示するものとは、ITV、又はVTR及びEVR技術により得られる通常の画像情報と、文字情報とを同一画面上に重ね合わせ表示するものを言う。

4.2 表示部

表示部は人間と機械との対話の窓口となるものであり、可能なかぎり自然な形で情報の表示が行えるものであることが望ましい。このために表示部に要求される条件としては、

- (1) 表示文字が自然な形に近いこと。
 - (2) 安定な画面で、ちらつきやゆれがないこと。
 - (3) カラー表示、ハーフトーン又はブリンキング表示が可能なこと。
 - (4) 高分解能であること。
 - (5) 小形、軽量であること。
- などがあり、更に一般的な条件として、
- (6) 信頼性が高いこと。
 - (7) 高電圧を使用しないこと。
 - (8) 消費電力が少ないこと。
 - (9) 危険なものでないこと。(高真空、X線による危険性)

などがある。

これらの条件をすべて満足できる表示部は現状では入手困難であり、それだけに新しい表示デバイスに対する期待も大きいわけであるが、現在入手可能な表示デバイスとしては次のようなものがある。

- (1) CRT (Cathode Ray Tube)
 - (a) シャドーマスクタイプのカラーCRT

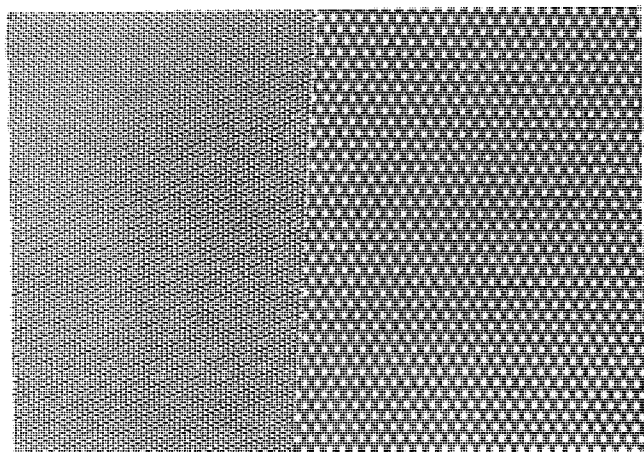


図 2. カラー CRT のシャドーマスク
左：高分解能カラー CRT 0.3 mm ピッチ
右：従来のカラー CRT 0.6 mm ピッチ

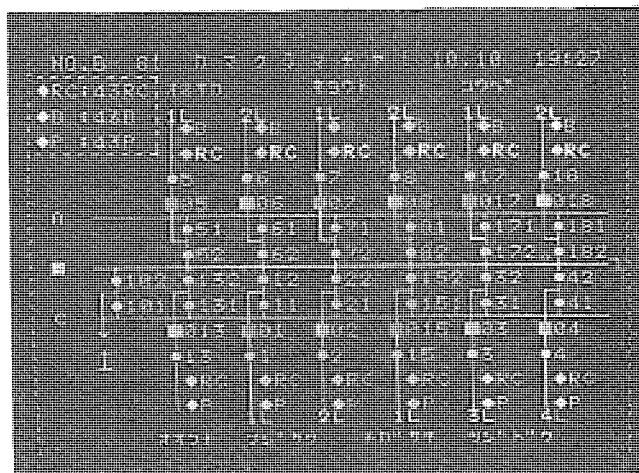


図 3. CRT による簡易図形表示例

- (3) ハーフトーンの表示が容易である。
- (4) ライトペン の使用が可能である。

ディスプレイにおいては、直接画面に指示をするという機能が必要とされるが、これを実現する方法としてライトペンは有効である。

これに対して、CRT には次のような短所もある。

- (1) 奥行の寸法が大きい。
- (2) 画面の位置精度が悪い。

電子ビームをアナログ的に偏向して表示位置を定めているので各種の画面上のひずみが生じ、位置精度がよくない。

- (3) 高電圧を要する。

CRT に代わるディスプレイデバイスの開発には、かなりの努力がはらわれているが、以上述べた CRT の短所を考慮してもなお、CRT をしのぐデバイスが出現しないのが現状である。表示例を図 3. に示す。

しかし、用途によっては CRT に代わるデバイスとして実用段階に達しているものに、プラズマディスプレイ、LED、液晶がある。このうち、LED と液晶は特に小形化を必要とするとか、低消費電力を必要とするとか、特殊用ディスプレイとして採用されているが、プラズマディスプレイは CRT と同等の用途に使用されるようになってきた。

プラズマディスプレイは気体を封入した密閉容器内のガス放電により、画面上の点を選択的に発光させるもので、CRT に比べ奥行を非常に短くできる。プラズマディスプレイの特長は、発光点の位置が正確に規定できること。並びに特に AC タイプのものは、記憶能力を持っていることである。表示例を図 4. に示す。

4.3 接続方式

- (1) 通信回線接続
- (2) チャンネル直結

キャラクタディスプレイを計算機に接続する場合には、これらのいずれかの方式が採用される。もちろん計算機に接続されずオフライン的に使用される場合もある。

- (b) ペネトレーションタイプのカラー CRT
- (c) モノクローム CRT (白、緑、だいたい(橙)などの色がある。)
- (d) 蓄積管
- (2) プラズマディスプレイ
 - (a) AC タイプ
 - (b) DC タイプ
- (3) LED (Light Emitting Diode)
- (4) 液晶
- (5) ニコシ管
- (6) 投写形表示装置 (アイドホール、レーザディスプレイ など)

CRT の中で、シャドーマスクタイプのものは一般にカラーテレビに使われているものであるが、特に高分解能を要するものについては、はん(汎)用のものに比べ、マスクの穴のピッチをこまかくした高分解能カラー CRT を使用する。シャドーマスクの例を図 2. に示す。

ペネトレーションタイプのものは、カラーけい(螢)光体を層状に塗付し、このけい光体にあてる電子ビームを制御して、その浸透度によって、発光色を変えようとするもので、シャドーマスクタイプのものに比べて高分解能にすることができる。

CRT は歴史が古いこと、並びにテレビに大量に使用されていることなどの理由で、既に技術が確立されていて現状では最も使いやすいものであると考えられる。CRT は次に述べるような特長を持っている。

- (1) 応答性がよい。

電子ビームを偏向することによって画像を表示するため、1画面の表示が数十分の1秒という高速で行うことができる。

- (2) カラー表示が可能である。

既に確立された技術を使用できるためではあるが、カラー CRT を使用すれば容易にカラー表示が可能である。

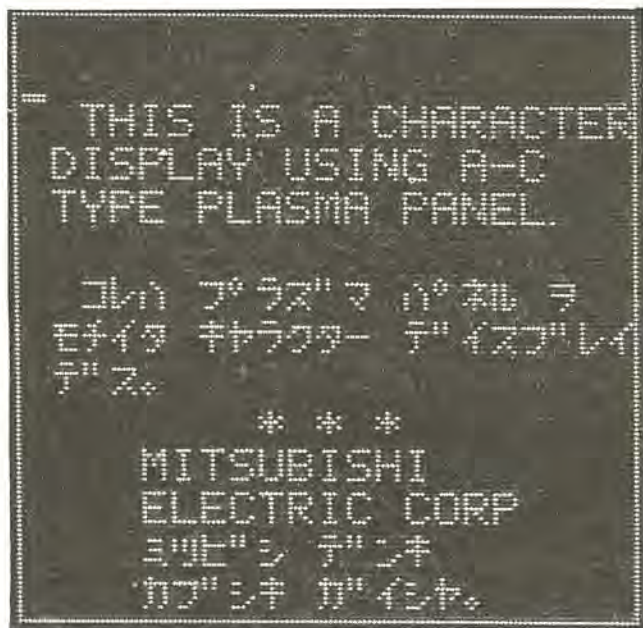


図 4. キャラクタディスプレイ

21 文字×14 行、1 文字 5×7 ドット、ドットピッチ 1mm
 絵素数 128×128 スクリーン面積 128×128 mm

4.4 接続台数

(1) スタンドアロン形

(2) マルチステーション形

スタンドアロン形は一つのディスプレイコントローラに一つのディスプレイ、及びキーボード、ライトペンなどが接続されていて一人のオペレータが使用するタイプのものであり、これに対して、マルチステーション形の場合はクラスタタイプとも言い、一つのディスプレイコントローラに複数台のディスプレイが接続され、これらが同時に操作される。このうち何台かのディスプレイは時にはコントローラから 1km も離して設置されることがあるので、コントローラとディスプレイ間の信号の伝送はこれに耐えるものでなければならない。

4.5 システム構成

以上の節では、各分類項目ごとに、詳細な分類を試みてきたが、これらの一つ一つを組合せることにより、各種のキャラクタディスプレイのシステムを構成することができる。しかし実際にはすべての組合せのものが存在するものではなく、システム構成は主に、表示情報の種類、及び表示部の内容によりほぼ決まってしまう、サブシステムとして、接続方式、接続台数の違いによるものが出てくる。

キャラクタディスプレイの構成上の分類としては次のようなものがある。

- (1) キャラクタディスプレイ（英数字、カタカナ表示が中心）
- (2) 漢字ディスプレイ
- (3) 簡易図形ディスプレイ
- (4) 画像重量形ディスプレイ
- (5) インテリジェントディスプレイ

(6) 投写形ディスプレイ

これらのうち(1)～(4)は表示画面上の分類で、既に多少の解説は試みた。(5)のインテリジェントディスプレイは機能上の分類によるもので、基本構成の章で述べた、データ処理機能を有するものであり、インテリジェントの内容としては、フォーマット、オペレータガイダンスなど、オペレータに対するものと、各種チェックなどのように、計算機の負荷を軽減するという意味での、計算機に対してのインテリジェントさ、との両面がある。

(6)の投写形ディスプレイは表示方法による分類で、その内容としては(1)～(5)の各種のものが含まれる。

これらの各種ディスプレイシステムの詳細は、次回に解説する予定である。

5. 用 途

キャラクタディスプレイは数多くの特長を有するため、それだけに種々の用途が考えられる。機能別にその用途を分類すると次のようになる。

- (1) 情報検索
- (2) 計算機へのデータの入力
- (3) 計算機との対話による計算、プログラム作成
- (4) プラントのモニタ
- (5) 計算機の実操作

一方、これらが使用される分野を見ると、運輸・製造・金融・損保・証券・流通・レジャー・医療・行政などがあり、各分野ごとにその使用形態又は、要求する機能に特長がある。これらを加味しながら機能別用途の内容をもう少し詳しく見てみよう。

5.1 情報検索

現在、情報検索への応用が最も多いと思われる。在庫管理・顧客情報・生産工程管理などマネージメントにおける意志決定の道具として、また座席予約・金融・損保・証券・流通部門での顧客問い合わせなど、顧客へのサービス向上の道具として、更には、教育機器として使用される場合はすべてこの情報検索の範ちゅうに入ると考えられる。情報検索の場合は、中央に集中管理されたデータを多くの端末が利用することが多いので、回線接続によるリモートタイプのものが多い。

5.2 計算機へのデータの入力

キーパンチャの不足を補う一つの方法として、データ入力の分散化が考えられる。このための入力機器として、キャラクタディスプレイを使用し、ある程度のインテリジェンスを持たせて、素人にもデータの入力を可能にすることは有効な方法である。ディスクメモリ、カセット MT などと組合せたデータ入力システムが既に数機種発表されている。これらは、オフライン、オンラインのいずれのタイプも存在し、オフラインのものは、いったん入力されたデータを磁気テープなどに変換し、バッチ処理として計算機にデータが入力される。オンラインのものは、時々刻々のデータを入力する、いわゆるデータエントリー装置として広く応用が考えられる。

5.3 計算機との対話による計算、プログラム

TSS による科学技術計算、及びプログラム開発がこの例である。

5.4 プラントのモニタ

従来、電力プラント、鉄鋼プラントなどのプラントの監視は、制御盤を通して行っていたが、プラントが大きくなり、かつ複雑になるにつれ制御盤が大きくなりすぎ、実用上無理が生じてきた。これに代わるプラントの監視装置として、簡単な図形が表示される簡易図形表示装置や、ITV 又は EVR 技術により発生させた画像と文字を重ね合わせ表示するタイプのディスプレイなどが最近注目されている。これらのディスプレイについては特に漢字表示に対する要望が強い。

5.5 計算機の操作

キャラクタディスプレイの用途としては特殊なケースに属するが、最近計算機の操作卓をキャラクタディスプレイで置き換えようとする傾向が強い。これは基本的には従来データやアドレスの表示をビットパターンランプ表示により行い、データの入力はビット情報をトグルスイッチにより入力する方法をとっていたが、これをキャラクタディスプレイによる表示と、キーボードによる入力に置き換えようとするもので、最初は大形機に採用されたが、しだいに中形機、小形機へと移行して行くと思われる。

6. 将来動向

最後に将来動向に簡単にふれておきたい。

まず、キャラクタディスプレイの構成要素に関しては、素子の LSI 化があげられる。この LSI 化の最適な手法として、マイクロプロセッサを用いた、プログラムコントロール方式がある。最近の LSI の進歩にともない、当分はこの方式が制御方式の主流をしめるものと考えられる。

表示部は大半が CRT を用いていて、当分この傾向は変わらないと思われるが、小形化、固体化への努力は続けられている。また、教育用機器として投写形ディスプレイへの期待は大きく、現在まだ実用段階に達していないが、試験的にはカラーアイドールも開発されているので、いずれかのものが実用化されるものと思われる。

次にディスプレイ装置に関しては低価格化が進行するが、機能的に

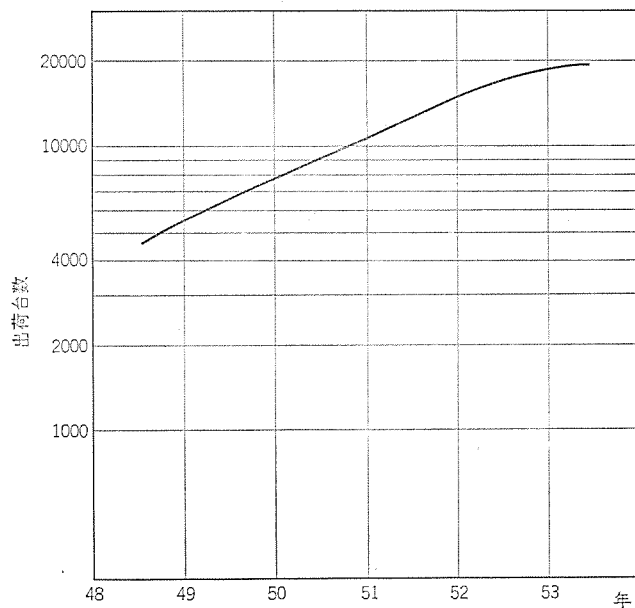


図 5. 国内における CRT ディスプレー 出荷台数予測

は現在のものからあまり大幅な変化はないものと考えられる。しかし、最近漢字情報処理に対する種々の要求が出はじめ、漢字ディスプレイ装置が今後急速に発展していくことが期待できる。

更に、ディスプレイシステムの動向をみると、第1にディスプレイのインテリジェント化が掲げられる。1977年には端末機器の約60%がインテリジェント端末になると言われているが、キャラクタディスプレイの場合も、その例にもれないものと予測される。

キャラクタディスプレイの需要予測は、各種機関により行われているが、電子協、富士マージンダイジングセンタ (FMC)、野村総合研究所 (NRI) などの調査結果を総合すると、出荷台数の予測は、米国における予測 (カンタム社による) のほぼ1.5年遅れの規模1/5程度と考えられる。図5.に国内における、CRTディスプレイの出荷台数予測を示すが、49年度約5,000台で、その後ほぼ年率40%の増加が見込まれ、53年度には約20,000台に達するものと予測される。

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1023439	泡取装置	田嶋尚志・内田 勉	1023478	熱交換器	神谷昭美・吉野昌美
1023440	密閉容器	近藤 恭・杉山 穎子	1023479	電動式 カーテン 開閉装置	長 嶺 元・高橋 豊
1023441	照明器具 セード	井上員成	1023480	電流切換装置	壺井芳昭・松原 要
1023442	充気装置の誤作動防止装置	山口 彰弘	1023615	放射線照射装置	宇 川 彰
1023453	電気温水器の発熱体取付装置	{馬淵公作・宮崎昭信 近藤正司	1024181	電子レンジ	池田宏司
1023454	ヘアードライヤー	小池利男	1024535	天井扇の首振旋回装置	吉野昌孝・山根孝治
1023455	ヘアードライヤー	{武井久夫・増田三郎 福田興司・小池利男	1024536	天井扇の首振旋回装置	{吉野昌孝・山根孝治 加納 実
1023456	表示装置	{山崎英蔵・大川清人 西 健 一	1024537	天幕式貯蔵庫	宇 川 彰・稲葉 稔
1023457	移動手すり	伊藤喜代元・藤沢 殉三	1024538	多回路制御用 タイムスイッチ	武田克巳・新川成美
1023458	電子レンジの高周波漏えい防止装置	望月雅元	1024539	電気煮炊器	岡 部 勇
1023459	マンコンベアのじんあい処理装置	鬼頭勝巳	1024540	炊飯器	鶴谷嘉正
1023460	ブラシ	長 嶺 元・高橋 豊	1024541	電解加工用電極	荒井伸治・皿井昭雄
1023461	調理機	岡上 廉・村上光熙	1024542	金属溶解用るつぼ	渡辺光人
1023462	ヘアードライヤー	{増田三郎・福田興司 小池利男	1024543	立軸回転電機の軸受装置	竹 俣 茂・柴崎和則
1023463	小形回転機	目黒友夫	1024544	エレベータのシープ回転数計測装置	向井徳樹・小川 章
1023464	エスカレータの踏段装置	石川理一	1024545	エレベータの起動回数計測装置	向井徳樹・小川 章
1023465	ヘアードライヤー	小池利男	1024546	軸受装置	石 井 明
1023466	ヘアードライヤー	川合輝一・小池利男	1024547	けい光ランプ	鈴木勝利・石川豊秀
1023467	ヘアードライヤー	川合輝一・小池利男	1024548	スラスト軸受装置	森永恭光
1023468	ヘアードライヤー	川合輝一・小池利男	1024549	エレベータ登録呼打消装置	三矢周夫
1023469	回転電機の回転子	森 要	1024550	エレベータ非常運転装置	{伊東龍介・筒井 潔 神谷 清
1023470	空気調和機の配管固定装置	野田富士夫・杉山悦朗	1024551	小荷物運搬用昇降機	徳田康弘
1023471	全外気式空気調和装置	丸 山 忍	1024552	操作つまみ	佐内幸治
1023472	空気調和機の制御機器の消火装置	中 村 勇	1024553	けい光灯器具	井上員成
1023473	空気調和機	大谷泰昭・藁科公彦	1024554	放電間引き調整装置	上田和宏・広 三寿
1023474	空気調和装置の運転制御装置	鈴木太八郎	1024555	自動点滅式照明器具	神本明輝・元木義明
1023475	空気調和装置	大谷泰昭・藁科公彦	1024556	照明器具	神本明輝・元木義明
1023476	電動式カーテン開閉装置	長 嶺 元・高橋 豊	1024557	自動給水停止装置	赤羽根正夫・根岸宣匡
1023477	内燃機関始動電動機のピニオン移行用レバー	森下 瞭	1024558	高周波調理器における焦げ目付装置	高瀬明生・古屋芳明
			1024559	高周波調理器における焦げ目付装置	高瀬明生・古屋芳明
			1024560	高周波調理器における焦げ目付装置	高瀬明生・古屋芳明
			1024561	バキュームスイッチ	大西正義・林 正博

訂 正

Vol. 48 No. 8「電子写真用 CdS 粉末結合剤の検討」のうち本文及び参考文献を下記のように訂正いたします。

ペ ー ジ	正	備 考
938 上から 3 行目	2. 2 測定装置 ⁽³⁾	⁽³⁾ 追 加
” ” 29 行目	2. 4 等価回路 ⁽⁴⁾	⁽⁴⁾ 追 加
940 参考文献	(3) 大西考案の装置による	(3) 追 加
” ”	(4) M. Yoshizawa, M. Onishi, T. Sato and M. Ototake ; SPSE 2nd Int. Conf . Cct. '73, Washigton.	(4) 追 加

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1024562	高周波放電ランプの点灯装置	渡辺勢夫・田中利二	1026167	電磁ポンプ	三好明好
1024563	調理器の支持装置	小川 昇・伝田恒明	1026168	電気温水器用バルブ装置	赤羽根正夫・根岸宣匡
1024564	オルダム継手	香川 猛・佐藤円二	1026169	気体膨張式救命いかだの投下装置	宇川 彰
1025315	フローティングナット支持装置	田中稔男・河合健司	1026170	透明内側板の目地埋具	石田松彦・江崎 茂
1025316	糸長計測監視装置	神本明輝	1026171	エレベータのかご床移動防止装置	大蔵正篤・梅村節朗
1025305	熱陰極けい光放電灯	栗原 稔	1026172	排水トラップ	今井 進
1025306	積算量計量装置	佐藤安俊・山根満徳	1026173	膨張式救命いかだの投下装置	宇川 彰
1025307	内燃機関点火装置	浅山嘉明	1026174	石油燃焼器の消化装置	矢沢 篤・安原治夫
1025308	比較装置	余村信雄・三好明好	1026175	電気掃除機の塵落とし装置	加藤 悟・田山 勇
1025309	誘導形計器の電流潜動調整装置	妹尾統正	1026176	防火装置付膨張式救命いかだ	宇川 彰
1025310	機関点火用配電器の取付装置	荒川利弘	1026177	冷房装置付自動車の冷房用圧縮機制御装置	上田 敦
1025311	配電器	浅山嘉明	1026178	冷房装置の制御装置	辰己 巧
1025312	ヘヤードライヤー	川合輝一・小池利男	1026179	移動通路またはエスカレータの蛇行防止装置	中谷 博
1025313	制動装置	衛藤 護・神田昭夫	1026180	車両用暖房装置	高橋 剛
1025314	ギャーカップリング	福西正道	1026181	つかみ装置	篠原芳男
1025801	閉鎖形機器	清水正己	1026182	ヘヤードライヤー兼用エアータオル	中川 清・渡辺正子
1025802	印字用カーボンテープの自動送り装置	林 正之	1026183	電気掃除機の塵落とし装置	武井久夫・福田興司
1025803	限時継電装置	高田信治	1026184	電気掃除機の塵落とし装置	高橋 豊・福田興司
1025804	通行料金徴収ブース	酒井勝正・佐藤和男	1026185	電気掃除機の塵落とし装置	高橋 豊・福田興司
1025805	通行料金徴収ブース	酒井勝正・佐藤和男	1026186	磁氣的浮上装置	岩本雅民・山田忠利
1025806	開口部閉さい用の板体取付装置	竹下重樹	1026187	園芸ハウス内における運搬装置	綿谷晴司
1025807	テレビカメラ装置	宮原武見	1026188	ボルトの回り止め装置	小倉秀志
1025808	通過車両検出装置	中村泰而・斎藤光夫	1026189	電気車用集塵装置の取付装置	池上秋水
1025809	回転電機の回転子	岩城良之	1025354	内燃機関点火装置	森田 茂・三木隆雄
1025810	回転電機の回転子	岩城良之			大西正義
1026165	プリント板組立体	壺井芳昭・笹尾勇夫			
1026166	マンコンベアの階段レール	鬼頭勝巳			

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 49 No. 1 技術の進歩特集

特集目次

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. 研 究 | 5. 計測・制御 |
| 2. 発電・送配電 | 6. 交 通 |
| 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				三菱電機技報 48 巻 12 号		昭和 49 年 12 月 22 日印刷
委員長	松岡 治	常任委員	本間吉夫	定価 1 部 300 円 (送料別) 無断転載を禁ず		昭和 49 年 12 月 25 日発行
副委員長	神崎 遼	"	三輪 進	編集兼発行人	松岡 治	
"	武藤 正	"	吉山裕二	印刷者	高橋 武夫	
常任委員	伊藤一夫	委 員	粕谷一雄	印刷所	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地	
"	宇佐見重夫	"	熊本 永		大日本印刷株式会社	
"	大田重吉	"	久保博司	発行所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 (〒100)	
"	北川和人	"	坂田邦寿		三菱電機株式会社内	
"	外野範吾	"	橋爪 基		「三菱電機技報社」Tel. (03) 218 局 2 3 2 7	
"	祖父江晴秋	"	吉武正彦	発売元	東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒100)	
"	塚本信雄		(以上50音順)		株式会社 オーム社書店	
"	久松章三				Tel. (03) 291 局 0 9 1 2, 振替口座 東京 2 0 0 1 8	
12号特集担当 外野範吾						

三菱電機技報 (昭和49年 第48巻) 総目次

1号 技術の進歩特集	7号 アンテナ特集
2号 鉄鋼プラント電機品特集	8号 研究特集
3号 回転機絶縁技術特集	9号 照明特集
4号 環境制御特集	10号 電動機特集
5号 冷凍と空調特集	11号 原子力発電特集
6号 ミニコンピュータ応用特集	12号 エレベータ特集

《技術の進歩特集》

	号 ページ		号 ページ
巻頭言	1...11	5. 計測・制御編	1...89
1. 研究編	1...12	6. 交通・運搬編	1...95
2. 発電・送配電編	1...20	7. 家庭用電気品・照明編	1...108
3. 産業用電機品編	1...45	8. 材料編	1...120
4. 電子機器編	1...69		

特集論文

《鉄鋼プラント電機品》

1. 熱間圧延機用電機品	辻 順一・銭 場 敬・新野修平・浜崎晏行	2... 129
2. 冷間圧延機用電機品	兵頭太郎・大場宏一・上住好章・浜崎晏行	2... 141
3. 鉄鋼プロセスライン用電機品	兵頭太郎・佐藤寿一・松尾元幸・河本晴夫・松山功武	2... 148
4. 鉄鋼プラントの DDC システム	山下弘雄・山本 修・川崎宗男	2... 163
5. サイリスタレオナード装置	平山博朗・石塚敏彦・安達邦雄・開高 徹・池見克二・轟 幸男	2... 173
6. 鉄鋼プラント用制御盤と操作盤	平山博朗・柴田謙司・田中睦宥・貴志之保	2... 180
7. 鉄鋼プラントへのシーケンサ MELSEC-310 の適用	山下弘雄・大野宣男	2... 191
8. アナログ制御標準モジュール	三品英二・大 藪 勲・神河達夫・河本晴夫	2... 197
9. 鉄鋼プラントにおける検出器および計測装置	松谷勝巳・大 藪 勲・西岡忠臣	2... 202
10. 圧延機駆動系におけるねじり振動に関する諸問題	小山建次・久保田伸夫	2... 209
11. 塊状磁極形同期電動機の始動特性	吉田俊一・野村達衛	2... 213
12. 新日本製鉄(株)大分製鉄所納めスラブ精整設備用電機品	石 雅彦・白石和男・春川康彦	2... 220

《回転機絶縁技術》

1. 回転機絶縁技術の展望	柴田鉄雄	3... 289
2. 新高圧発電機エポキシ絶縁	柴山恭一・平林庄司・川上 剛・松田禎夫・磯間信也・神野忠和・伊藤昭八郎	3... 291
3. 最近の高圧電動機絶縁	平林庄司・林 修・美 藤 亘・伊藤昭八郎・中村陽一	3... 297
4. 高圧電動機レジソリッチ絶縁	伊藤昭八郎・中村陽一・平林庄司・農守熊太郎・坂上義和・五島浩一	3... 303
5. 高電圧回転機用エポキシ含浸樹脂と集成マイカ材料の開発	柴山恭一・岡橋和郎・北川達夫	3... 308
6. 回転機巻線の機械的諸問題の検討	村上 晃・二川曉美・山崎真治・川上 剛	3... 315
7. 回転機絶縁開発における信頼性解析システム	下地貞夫・高倉康一・平林庄司	3... 321
8. 低圧誘導電動機の F 種絶縁	脇坂信隆・堀内勝彦・柴田美夫・坂田桂三・玉越泰彦	3... 327

9. 電動機絶縁の耐環境性評価	脇坂信隆・杉田保彦・坂田桂三	3… 334
10. ハーメチックモータ絶縁の評価	榎本順三・玉越泰彦・戸崎保弘・時田祐佐・山本勝治	3… 338
11. 高圧水中モータの絶縁	脇坂信隆・和田義彦・川口五郎	3… 344

《環境制御》

1. 排水処理へのオゾンの適用	鈴木 滋・水上幸三・久慈陽一・森川允弘・松岡宏昌・井上誠治	4… 405
2. 産業排水の電解処理	久慈陽一・前田満雄・加藤 強	4… 418
3. 三菱オゾンナイザ	田畑則一・八木重典・井上誠治・野田祐久・小井川茂	4… 424
4. オゾンによる悪臭処理	吾妻健国・土居邦宏・森川允弘・古瀬元博	4… 431
5. 排オゾン処理	松岡宏昌・田畑則一・吾妻健国・前田満雄・中山繁樹	4… 438
6. 下水の三次処理——東京都下水道局 森ヶ崎処理場（西）雑用水浄化施設——	加藤修嗣・荒木義朝	4… 444
7. 水質監視テレメータシステム	北原貞守・竹野宏平・小村 明	4… 452
8. 煙道ガス測定器 SA-302 形	菊池 誠・宇野沢 譲・森 昭義・関 義武・高橋邦男・伊東克能	4… 459
9. 有料道路料金所内の環境改善	酒井勝正・大久保博敏	4… 465
10. ビル管理法と集じん装置	荒木義起・笠野勝美	4… 470

《冷凍と空調》

1. ブライン式ショーケース冷却システム	西村正雄・佐藤雅彦・半田文雄・保坂征宏・小島照男	5… 559
2. PAH 形 エアソースヒートポンプパッケージ	八尋裕一・横山誠志	5… 563
3. エアハンドリングユニット	淵田静男・太田武俊	5… 567
4. 車両用空調装置	和栗靖矩・杉山 勲	5… 570
5. 産業空調用 GAT 形パッケージエアコンの運転特性	丸山 忍・佐久間 清	5… 574
6. 薄形パッケージエアコンの低騒音化	貝瀬俊朗・中島康雄	5… 578
7. 空調機用ファンモータの特性	戸崎保弘・信太 茂	5… 584
8. 小形半密閉形コンデンスユニット	古川博一・辻 弘之	5… 590
9. パッケージ形冷蔵冷凍クーリングユニット	作野 勤	5… 596
10. CAH 形 空気熱源ヒートポンプチラーユニット	河原隆夫	5… 601
11. 石油温水機の低騒音化	山地 昇・八柳昌夫	5… 606
12. 空気熱源ヒートポンプによる空調環境のシミュレーション	笠置 紘・山崎起助	5… 610
13. 冷凍空調機用 IC 化 温度制御器	藤井 学・太田 誠・青木信夫・宮崎行雄	5… 616

《ミニコンピュータ応用》

1. MELCOM 70 のハードウェア	深尾忠一郎	6… 671
2. MELCOM 70 の基本ソフトウェア	田原 豊・北原拓也・山崎 真・伊藤彰彦・山本雅昭	6… 677
3. Modulo-p 演算によるミニコンピュータ向き行列反転方式	下地貞夫・小林健三	6… 682
4. MELCOM 350-7 制御用計算機システム	武藤達也・長沢一嘉	6… 688
5. 定期券発行装置	柳沢 武・多田 豊・大倉忠広・小林正孝・高出 一	6… 695
6. ミニコンピュータの医療関係への応用	新納 弘・服部七郎・大森昭彦・福隅正憲	6… 701
7. テレメータデータ処理装置	柳沢 忍・北原貞守・田中 智・竹野宏平	6… 708
8. 給電所用自動記録装置	羽子岡蕃・渡辺 進・伊東正男	6… 714
9. 過渡現象のオンラインディジタル計測システム	宮本紀男・高見紀二・坂口幾子・橋本清子	6… 718
10. 複数台の旋盤に対する自動ローディング・アンローディングシステム	壺井芳昭・津田栄一・正田茂雄・東 健一・酒田泰博	6… 724
11. ミニコンピュータによる工作機械の制御	弘中一光・丸山寿一・服部 俊・松本康司	6… 729
12. 小型モータ生産ラインの自動化へのミニコンピュータの応用	菰原 智・早瀬 弘・峯 平・壺井芳昭・渡辺光人・正田茂雄・淡野光章	6… 734

《アンテナ》

1. (巻頭言)アンテナ特集号によせて……………宇田新太郎 7… 797
2. マイクロ波中継用アンテナ 20年の歩み……………渡辺正信・高須 勇 7… 798
3. 国際衛星通信地球局アンテナ 10年の歩み……………西田昌弘・福室 宏 7… 804
4. 最近のアンテナ技術……………喜連川 隆 7… 810
5. 20 GHz 帯 PCM 伝送実験用カセグレンアンテナ
……………井上武夫・高野 忠・橋口幸生・立川清兵衛・渡辺節男・高松泰男・田中宏和 7… 814
6. 横須賀衛星通信実験所用アンテナ系
……………島田禎晉・小山正樹・進士昌明・森川 洋・西村昭三・竹内政和・塚田憲三
……………別段信一・水沢丕雄・橋本 勉 7… 819
7. 通信衛星とう載用 4 周波数帯共用整形ビームアンテナ電気モデルの設計と特性
……………進士昌明・島田禎晉・近藤五郎・武市吉博・橋本 勉・武田文雄・片木孝至・小野 誠 7… 830
8. 全国新幹線網漏えい同軸通信方式用 400 MHz 帯列車アンテナの試作
……………岸本利彦・武市吉博・横山保憲・小野 誠・沼崎 正 7… 836
9. SHF 放送受信装置用オフセットパラボラアンテナ……………齊藤泰治・今野健一・水沢丕雄・青木克比古・牛込 博 7… 841
10. N ロケット第 1, 3 段とう載テレメータ送信装置用アンテナ
……………長谷川貞雄・新田晃道・川端俊一郎・中村雅澄・増田勝一・上林山 宏・長谷川 晃 7… 845
11. 大形電波望遠鏡の構造解析(固有値略算)……………塚田憲三・滝沢幸彦 7… 850
12. まゆ形導波管……………立川清兵衛・中里裕臣・山前瑞穂・小越信朋・渡辺節男・阿部紘士 7… 857

《研 究》

1. 計算機による色彩図形情報処理……………伊藤貴康 8… 909
2. 弾性付属物を有するスピン衛星の姿勢運動の解析……………土屋和雄・斎藤春雄 8… 917
3. 高気圧 SF₆ ガスの絶縁破壊における電極効果……………新田東平・山田直也・藤原幸雄 8… 922
4. 遷移金属を添加した LiNbO₃ 単結晶の成長と物性……………小林 正・武藤勝俊・甲斐潤二郎 8… 928
5. 電子写真用 CdS 粉末結合剤の検討……………草川英昭・増見達生・尾形仁士 8… 937
6. プラスチック成形品の凍結応力……………飯阪捷義・西本芳夫 8… 941
7. 新シリコンエピタキシャル成長法……………高橋和久・石井 孝・近藤明博 8… 945
8. 高耐圧ブレーナ技術……………梶原康也・永井精一・萩野浩靖 8… 951
9. 簡易レーダ用 MIC モジュールの開発……………白 幡 潔・小木曾弘司・三井 茂・池川秀彰・小野寺俊男 8… 955
10. プラズマディスプレイ用のトランジスタ・マトリックス駆動回路……………倉橋浩一郎・鳥取 浩・畑部悦生 8… 960
11. 生産システムの自動化……………壺井芳昭 8… 965
12. 半導体制御による工業用ミシンの自動化……………藤田次朗・大庭耕一・本田嘉之・中山静夫・古屋芳明 8… 971

《照 明》

1. メタルハライドランプの一応用——投影装置用メタルハライドランプの開発——
……………土井貞春・土橋理博・馬場景一・松野守甫 9… 1047
2. グラフィックアート用メタルハライドランプ……………土井貞春・三上龍夫・正田 勲・池田喜明・平野勝利 9… 1052
3. 光源の演色性評価方法と新しい高演色性ランプ……………土井貞春・馬込一男・大谷光興 9… 1059
4. けい光灯空調照明器具の空調への効果……………閑歳弘通・大貫一志・山下紀夫・斎藤英二 9… 1068
5. 照明器具の製品多様化と標準化……………平野敏也・武田輝明 9… 1072
6. 造船におけるドック内建造船の照明設備……………森川悠爾・田中民雄・山口 進 9… 1080
7. 照明合理化のための最近の傾向……………村井直道・国分 昭・馬込一男・石井重行 9… 1084
8. 最近の住宅用照明器具デザインの展望……………二木盈行 9… 1092
9. 希ガス放電によるけい光体の発光……………小坂橋正康・栗津健三 9… 1095

《電動機》

1. 新系列小形三相誘導電動機……………森田 清・藤田寿昭 10…1155
2. 中容量高圧F種電動機……………森田 清・堀内勝彦・谷口昭信・青山和明 10…1160
3. 大形水中モートル……………和田義彦・佐藤公夫・中川正護・田中輝穂 10…1164
4. 大容量立形誘導電動機……………大窪純治・吉野 恂・安部 誠 10…1173
5. 誘導電動機の過度現象及び異常現象の直接的シミュレーション……………新良由幸・東覚里志・永石勝之 10…1177
6. 最近の低圧防爆形誘導電動機……………山本慧実・田仲 勝・尾宮光昭 10…1185
7. 最近の中小形直流電動機……………安部登志雄・名地 巍 10…1192
8. 全閉外扇形誘導電動機の通風冷却解析…三 富 孜・堀内勝彦・藤山辰之・中村賢治・秋下貞夫・西山 槐 10…1196
9. 誘導電動機の電磁騒音の解析……………衛 藤 護・松倉欣孝・下野信男・羽部邦昭・加古文敏 10…1201
10. 化学工場用電動機の軸受の調査とその寿命……………山本慧実・田仲 勝・田中康夫・青山和明・菅波拓也 10…1207

《原子力発電》

1. (巻頭言) 原子力発電特集号によせて……………片岡高示 11…1259
2. 関西電力(株)高浜発電所の計画と概要……………園田忠一・林 昭夫 11…1260
3. 関西電力(株)高浜発電所の電気設備……………井上 通・津田元裕・山田進也・松本信郎 11…1268
4. 原子力発電所用電気機器の耐震設計……………八島英之 11…1274
5. 関西電力(株)高浜発電所納め 920 MVAタービン発電機および 3,500 kW プラシレス励磁機
……………速水和夫・天笠信正 11…1279
6. 関西電力(株)高浜発電所納め三相 860 MVA 275 kV 変圧器……………但馬常夫・大野孝雄 11…1287
7. 加圧水形原子炉の核計装設備……………川島克彦・吉島宇一・上田敏晴・松尾正和 11…1292
8. 放射線監視装置……………岩井 優・仲森諒貢・池田 洋・小田 稔 11…1297
9. フルレンジ制御棒制御装置……………梶田征也・西沢行夫・佐藤 勝・加治屋脩・山口利昭 11…1300
10. 高速実験炉「常陽」の2次冷却系電気・計装設備……………高木高志・多田恒幸・西沢行夫・猪谷耕太郎・飯田昌二 11…1306

《エレベータ》

1. 新宿住友ビル納め世界最高速エレベータの速度制御装置と安全装置
……………石井敏昭・渡辺英紀・兼松健夫・小沢靖彦・国井和司 12…1349
2. 新宿住友ビル納め超高速エレベータの振動騒音対策……………鈴木克彦・勢力峰生・田中英晴 12…1354
3. 新全自動群管理方式エレベータ——O. S. システム-700——……………篠崎裕久・小沢靖彦 12…1357
4. エレベータの耐震設計の考え方……………太田和年・大蔵正篤・大富貞行 12…1360
5. 超大形荷物用エレベータ……………伊藤拓三・篠田昌孝 12…1364
6. HVB 方式油圧エレベータの開発……………山上孝俊 12…1368
7. 都市交通機関用エスカレータ……………立川 宏 12…1371
8. “エレベット”設計製図の機械化……………新田弘毅・宮崎 博・丸山祥男・河瀬信治 12…1376
9. エレベータによる火災時避難……………三矢周夫・今出重夫・寺山佳佑・和泉陽平 12…1382
10. 自動窓ふきシステム……………中野大典・奥田安男 12…1387

普通論文

1. 沸騰冷却方式による大容量半導体変換装置の開発……………小林 凱・鹿野義郎・田中 修・福島 満・光本誠一 2…229
2. 火力発電所向け全電子式バーナ制御装置……………松本直己・戸倉武彦・相良辰雄 2…240
3. 電子計算機用コアメモリ装置 PM-865……………蒲生容仁・松本典明 2…255
4. 鋳造プラントの自動化……………酒井靖夫・山崎宣典・清水良之輔・青木正夫・杉田一男 2…261
5. 重負荷多端子系用新形搬送保護継電装置
……………岡村正巳・杉浦 昭・大浦好文・松田高幸・三上一郎・鈴木健治・中村勝己・東 信一 2…270

6. 原子力プラント用電気機器の耐震試験	八島英之	3… 351
7. リング精紡機用電機品	中沢俊郎・松本圭二・金子正雄	3… 360
8. 静止衛星の姿勢制御試験装置	若杉登・芳野法象・金井宏・小勝国弘・沢田桑二	3… 368
9. M345M形カラーキャラクタディスプレイ装置	小畑甫・伊藤均・小林啓二・山崎英蔵・山本正勝	3… 376
10. 固定ヘッド型磁気ディスク記憶装置	渋谷博史・東山昇・橋本壽夫・佐々木勝・岸洋	3… 381
11. 無人海洋計測ロボットの計算機制御	小寺嘉一・荒屋真二・武田捷一	3… 387
12. 磁気浮上走行車制御装置	白庄司昭・六藤孝雄・太田征四郎	3… 393
13. 3.6~36kV大容量限流ヒューズ	岩崎行夫・真鍋勝之	4… 481
14. 名古屋市下水道局 柴田処理場向け電気設備	碓谷栄三・工藤勝洋・古木寿人・樺山資嗣・大垣健二	4… 489
15. スペイン国鉄納め DC 3,000 V 269 系電気機関車	平尾新三	4… 507
16. スペイン国鉄納め DC 3,000 V 電車用電機品	高見弘・近藤美忠・高橋啓一	4… 516
17. 自動放送装置	岡田信実・浪花誠・北垣輝雄・道家昭彦・谷口敬一朗・水川繁光・森本克英	4… 521
18. MELMIC によるタービン発電機軸振動監視装置	横須賀良夫・前原史彦・蛭川正一・吉田日出夫	4… 529
19. 低騒音誘導電動機「サイレントライン」シリーズ	神田昭夫・田中英晴・小吉隆・堀内勝彦・本田坦	5… 623
20. 高精度 2 ミクロン指令用 数値制御装置 MELDAS-4200/2 M	桑田博・溝口俊雄	5… 634
21. オゾンによる上水処理技術	田畑則一・森貢	5… 639
22. 色素レーザの発振波長に与える溶媒効果の検討	高橋健造・草川英昭	5… 646
23. プラスチック電線の耐環境性	飯阪捷義・狩野勇	5… 650
24. マイクロコンピュータ用 ROM の作図・検査データの自動作成	田中禎一・金田一	6… 743
25. 自動高周波焼入装置	君塚齊・嶋田収	6… 747
26. コークス炉用作業機械のデジタル制御	今堀信彦・水野公元	6… 752
27. 水処理設備へのマイクロコントローラ MELMIC の適用	盛口全太	6… 759
28. ハイレベルデータリンク制御システム	磯崎真・首藤勝・松永宏・水野忠則・森伯郎・中塚茂雄	6… 766
29. 酸無水物硬化エポキシ樹脂の放射線照射効果	鈴木康弘・角田誠・柴山恭一	6… 773
30. 計算機制御におけるデジタルフィルタの応用	立花康夫・紀本賢一	6… 777
31. 精密光波測距装置	北原照義・羽深嘉郎・斉藤光夫・野呂浩平	7… 863
32. 高出力発光ダイオード	伊藤昭子・池田健志・田中利夫・長能宗彦	7… 867
33. 小形化 X 帯 Pin ダイオード移相器	白幡潔・八原俊彦・中谷正昭・星加春幸・門脇好伸	7… 872
34. 新形列車ダイヤ自動記録装置	鳥居健太・石本正明・河合敏夫	7… 878
35. HC 形 高圧コンビネーションパネル	加来政博・清水文隆・松本素郎	7… 884
36. 平等電界形加速管における電子線軌道	鈴木尋善・広三寿	7… 890
37. 開放空冷ユニットパッケージ形ガスタービン発電機	坂井時弘・福吉拓雄	8… 981
38. 新交通システム CVS 車両用電機品	山之内道德・大野正勝・浅野哲正・曾我高明・綿谷晴司	8… 989
39. 大気中電子ビーム溶接機	秋葉稔光・小浜太郎・斉藤竜太・滝正和・大峯恩	8… 997
40. 三菱石油(株)水島製油所納め電力設備運用の合理化・自動化システム	藤芳正二郎・山下光夫・木村隆雄・大木掀爾・梅本隆司・山中彪生・大原洋三・長島清	8…1003
41. 128k バイト MOS IC メモリ装置	山本勝敬・小笠原光孝・蒲生容仁・磯崎真	8…1020
42. 人工衛星用太陽電池パネル	笹木辰雄・向井長夫・奥村栄純・笠井鯉太郎・大村勝敏・泉田喜一郎・山本美孝・後藤守男	8…1026
43. ダイナミックコンバーゼンスレスカラーテレビ受像機の開発	糸賀正己・岩村清志郎・石井宏和・中田克己	9…1103
44. 周波数分離形 2 管式カラーカメラ	中沢啓二・満田浩	9…1111
45. 新方式カラー受像管	水野睦夫・清水義樹・竹延真哉・八島紘二	9…1114
46. PYG けい光面とその応用	小林弘男・上羽保雄・鷹野泰・栗津健三	9…1121
47. EVR の応用——プログラム検索形 EVR およびフレーム検索ディスプレイ装置	厚東信尚・平居宣威・今村賢	9…1125
48. 高速ファクシミリ	藤尾芳男・吉田全・三井田六蔵	9…1128

49. ステレオハイパワーアンプの設計	杉原正一・成田耕治・小林正美	9...1133
50. スピーカーの広帯域再生の問題点	佐伯多門・鈴木英男・矢島幹夫	9...1137
51. クリーンヒータの開発	伊藤利朗・野間口有・川面恵司・光本誠一・斉藤辰夫	9...1140
52. 名古屋市水道局水道施設集中管理システム	中村泰雄・北原貞守・大仲 悟・長谷川昌雄	10...1215
53. 新形がいし形変流器	鶴田敬二・佐藤辰夫・今福誠司	10...1226
54. 水中の有機化合物のオゾン分解	横山一男・佐藤貞夫・吉安いく世・今村 孝	10...1233
55. 中規模オペレーティングシステムの実現方式	末沢敏裕・武田浩良・平塚 尚	10...1239
56. FD-210 S 形 超音波探傷器	大貫益夫・佐藤春治	11...1315
57. 軽合金用整流式機動形点溶接機と溶接現象(I)	奥田滝夫・稲田幹夫・馬場利彦・中谷亘美・原 且則	11...1321
58. エポキシ樹脂の硬化反応に及ぼす促進剤の影響	宮本晃男・柴山恭一	11...1325
59. 防災システムの考察	池見慎一・小沢純一郎	11...1330
60. 昭和産業(鹿島)納めサイロ設備用電機品	加来政博・水溜和哉・松本公雄	11...1334
61. DR 形負荷時タップ切換器	樋口 昭・堤 長之・葭井俊男・正岡功二	12...1393
62. 軽合金用整流式機動形点溶接機と溶接現象(II)	山本利雄・奥田滝夫・稲田幹夫・中谷亘美・原 且則	12...1399
63. 励磁パラメータによる磁化条件の規定	土屋英司・池田英男・直継泰典	12...1405
64. レーザマイクロプローブによる金属試料の微小部分の分析	倉本一雄・吉留昭男	12...1410
65. 農林産物のガンマ線照射による害虫駆除	津田栄一・山本 明・三富至道・山本守之・水品知之	12...1416
66. 数値制御用プログラミング言語 M-APT	水野忠則・小浦泰三・吉田利夫	12...1423

技術解説

1. 最近における強力 CO ₂ レーザの開発	宇田新太郎	2... 276
2. 映像記録用磁気ディスクレコーダ	小舟英喜・渡辺 公	9...1147

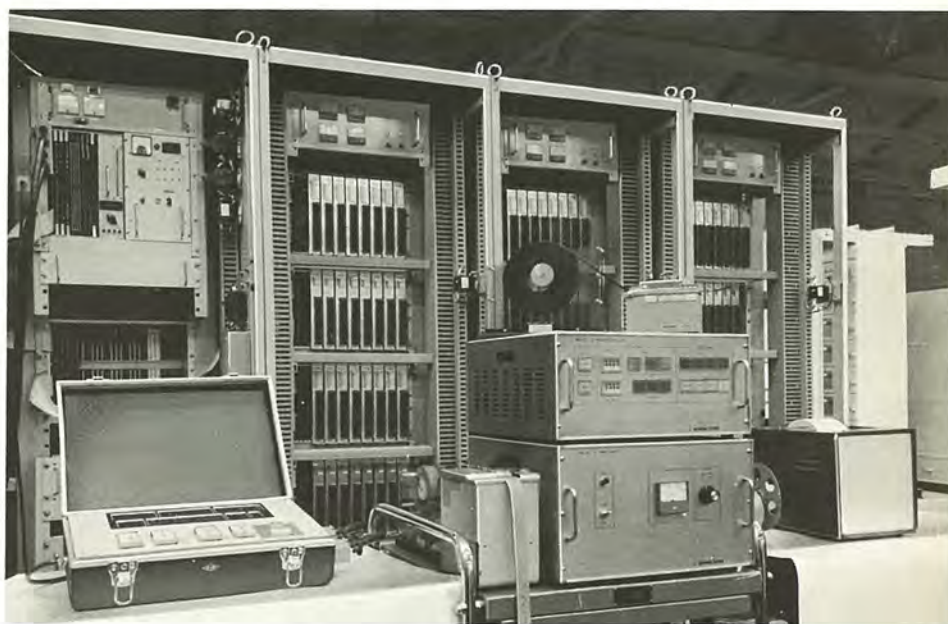
技術講座

1. 数値制御装置シリーズ(1) 数値制御装置の機能について	桑田 博	4... 538
2. 数値制御装置シリーズ(2) 数値制御装置のサーボ機構について(その1)	桑田 博	5... 654
3. 数値制御装置シリーズ(3) 数値制御装置のサーボ機構について(その2)	桑田 博	6... 785
4. 数値制御装置シリーズ(4) 数値制御装置のプログラミング	俵口久元・遠藤哲男	7... 894
5. 数値制御装置シリーズ(5) 数値制御装置の応用について	桑田 博	8...1034
6. 超音波探傷試験法(1)——探傷基準——	河野勝美	10...1248
7. 超音波探傷試験法(2)——超音波探傷例——	河野勝美・田中洋次	11...1340
8. 据付工事者のための超高層ビルにおけるエレベータの据付工法ガイド	朝野泰平・井田知充	12...1430
9. キャラクタディスプレイ(1)	大川清人	12...1436

NEWSFLASH



プログラミング パネル



三菱シーケンサ“MELSEC-710”新日鉄(釜石)へ納入

当社では、このほど、三菱シーケンサ“MELSEC-710”を完成し、新日鉄製鉄(株)釜石製鉄所、新No. 1 DL焼結工場向け総括制御装置として納入し、好調にか(稼)動を開始した。この装置M-710と、すでに発売している“MELSEC-310”を合せ、MELSECのシリーズ化が、一歩前進したことになります。M-710は、M-310と同一思想のもとに、統一化、標準化を計り、M-310の機能を拡張したもので、入出力点数が多く、繰り返し類似シーケンスの多い、コンベヤ群等のシーケンス制御に適しており、次の特長をもっています。

特長

- ① 入出力点数が多く、大形プラントまで適用できる。
- ② 繰り返し類似シーケンスは、サブルーチン化することができ、プログラム数の大幅削減、標準化ができる。
- ③ 判断、分岐命令があるので、複雑なシーケンスの作成が容易。
- ④ 割込み機能があるので、プログラムの自由度が高まりシステム設計がたやすくなる。
- ⑤ 紙テープリーダー、紙テープパンチ、プリンタなどの周辺装置を完備しているので、プログラミングパネルによる手動方式のほかに自動書き込み、自動読み出し、プリント、自動照合が容易にできると共にハードウェアのチェックもこれら付属機器を使って、自動的に行うことができる。

仕様

- 方式：ストアードプログラム式
- 制御メモリ：非破壊形ワイヤメモリ、4kw、8kw、RAM-R ϕ Mの切換え可。
- 命令実行時間：10 μ s
- 割込処理：1レベル、9要目(禁止可7点、不可2点)
- 一時記憶：基本768点、最大1,280点
- 入力：最大2,048点(16点単位で増設)
- 出力：最大2,048点(8点単位で増設)
- タイマ：デジタル方式とアナログ方式両方あり、最大1,024点(8点単位で増設)
- プログラミングパネル：10進表示、シンボリックコード式
- 紙テープリーダー：光読取り方式
- 紙テープパンチ：さん孔速度、最大1,800字/分
- プリンタ：ラインプリンタ

現在、M-710は、数十セットの引合を受け、内10セット近くが成約済みである。