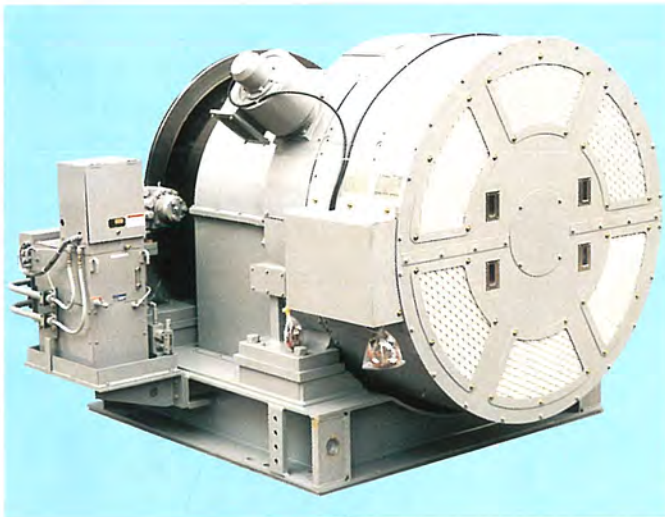


# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.72 No.10

特集 “昇降機・ビルシステム”

# '98 10



## 特集 “昇降機・ビルシステム”

### 目次

#### 特集論文

昇降機・ビルシステム特集に寄せて 二階堂 毅	1
昇降機・ビルシステムの現状と展望 新妻敬太郎・阿部 茂・岡村 繁・富田 悟	2
三菱乗用エレベーターのモデルチェンジ 池島宏行・安藤 宏・林 美克・河合清司・吉田研治・春日 敬	7
三菱機械室レスエレベーター“ELEPAQ(エレパック)” 杉田和彦・本田武信・安藤英司・山川茂樹・安江正徳	13
三菱中低層共同住宅用エレベーター“MEL WIDE” 岡田浩二・久保田猛彦・河合清司・門井明宏・渡辺誠治	17
モダンゼーションメニューの拡充 榎本 篤・吉田元紀・永沼 功	21
超高速大容量エレベーター 荒木博司・加藤 覚・小泉喜彦・茶谷康史・匹田志朗・須藤信博	25
駅用エレベーター 下宮浩志・山本和美・高橋達司	31
新ホームエレベーター“ウェルファミリー” 神谷代詞男・八尾知彦・近藤丈治・平野 廣・岡野謙二	35
省スペース・省エネルギー型エスカレーター 治田康雅・杉山美樹・千村大介	41
昇降機の据付工法の改善 鈴木 正・門村 勝	45
昇降機リモート点検システム 塩崎秀樹・伊藤 寛・河合清司・安藤 宏	49
エレベーター製品情報システム 市岡洋一・堀場一夫・岩田正一・石井元彦・勝山恒吉	54
昇降機製造・物流システム 岩岸政敏・伊藤征一・橋口直樹・梶原一雄	58
メルセントリー群管理システム 高部克則・藤原誠司	62
新指紋照合装置“FPR-MK II” 大森 正・足達満則	66
三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD”シリーズ 後藤裕香里・松尾明美・永野伸明・衣笠紀子・上田隆美	70

#### 特許と新案

「点字板およびその製造方法」「車椅子乗用階段付きエスカレーター」	75
「ロープ留金具」	76

#### スポットライト

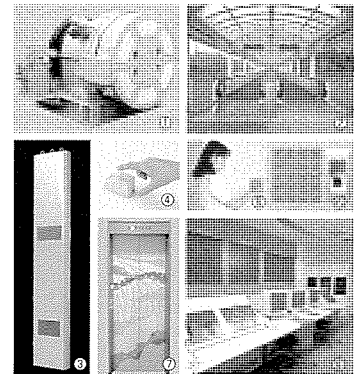
宇宙開発事業団納め宇宙ヶ丘精測レーダ設備送信装置	74
複合形発電主回路用開閉装置(複合形GMCB)“20-SFMG-100”	(表3)

#### 表紙

##### 昇降機・ビルシステム製品群

三菱電機㈱では、快適なビル環境の創出と維持のために、様々な昇降機とビルシステム製品を提供しています。

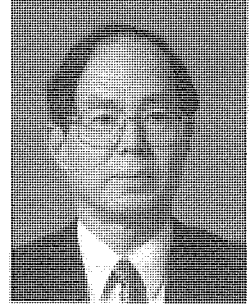
表紙は、PMモータ(Permanent Magnet Motor)を採用した大容量巻上機(写真①)、神戸市交通局ポートアイランド納め長機長トラベータ(写真②)、機械室レスエレベーター“ELEPAQ”用の薄型制御盤(写真③)、パソコン入力タイプ指紋照合装置(写真④)、出入り口管理タイプ指紋照合装置(写真⑤、⑥)、フルカラー塗装システム“MELART(メルアート)”による“磯波風”納めエレベーター乗り場扉(写真⑦)、文京グリーンコート納め大型ビル管理システム(写真⑧)を示したものです。



三菱電機技報 1998年10月号 正誤表

頁, 行	正	誤
3 頁目, 右段, 10行目	認められ次第, 市場投入する。	認められることになった。
41頁目, 左段, 3 行目	市場投入する。	市場投入した。
42頁目, 左段, 8 行目	市場に投入する。	市場に投入した。

## 昇降機・ビルシステム特集に寄せて



ビル事業部長  
二階堂 毅

間もなく21世紀の到来であるが、高齢化・高福祉化の進展、環境保全意識の高まりなど、昇降機・ビルシステム事業を取り巻く状況は大きく変化している。

まず、高齢化・高福祉化の進展だが、21世紀の初頭には日本では65歳以上の高齢者が人口の約25%を占めると言われている。このような超高齢化社会における居住環境は、現在よりもより快適でより安全であることが求められる。さらに、高齢者・障害者と健常者が区別なく社会に積極的に参加しはつらつ(潑刺)と活動できる環境の整備が必要である。

建物内の縦の移動手段として、昇降機は重要な役割を担っている。しかし、事務所ビルなどの一般ビルや6階建て以上のマンションや共同住宅はほとんど昇降機が設置されているが、5階建て以下の建物は設置率約20%と極めて低い。低層階建物、駅舎、個人住宅など昇降機設置要求の高まりに対応し、中低層向け住宅エレベーター“メルワイド”、駅用直角二方向出入口エレベーターなどの製品を開発し普及を推進することにより、縦の移動手段整備の一翼を担っていききたい。

加えて、開発コンセプトを“バリアフリー”から“ユニバーサルデザイン”へ発展拡大させ、高齢者・障害者・健常者などすべての人に優しいデザインを備えた製品により、垂直移動の利便性向上を図りたい。

また、安全面では多機能化や用途の多様化が進んだセキュリティシステムの需要が増加しているが、指紋照合装置などの個人識別システムの普及により、安全な社会実現に尽力したい。

次に環境保全の問題であるが、近年、この問題には大きな関心が寄せられ、特に地球温暖化防止の観点から一層の省エネルギー化が各分野に求められている。

昇降機では、当社は世界に先駆けてエレベーター用インバータ制御技術を開発し実用化に成功した。また、近年では、高速エレベーター用の希土類永久磁石式電動機を業界で初めて開発した。1998年秋には、省エネルギー・省資源・省スペースの要求に対応し、機械室レスエレベーターと勾配35°のエスカレーターを発売するとともに、モダンゼーション事業に注力する。

ビルシステムでは、イントラネット応用による管理実施と熱源需要予測、最適運転計画などのエネルギー管理機能強化により、省エネルギー・省人化を実現した統合ビルオートメーションシステムを発売した。

高効率化技術の進展によって、昇降機・ビルシステムの1台の消費エネルギーはごくわず(僅)かになったが、日本と世界各国で稼働している製品合計の消費エネルギーを考えると、更なる省エネルギー化は一層重要視されるであろう。当社は最新技術を駆使して業界をリードしてきたが、今後とも高効率・高性能の製品を追求していききたい。

また、環境問題ではリサイクルも課題であるが、ホームエレベーターで実施したように、リサイクル性の向上した材料を適用するなど、この点も取組み強化を図りたい。

社会の変化に対応し要求にこたえるため、最新技術の開発のみならず、本質的ニーズの把握によって魅力ある製品を世に送り出し、社会に貢献したいと考えている。

皆様方の暖かいご支援をお願いしたい。

# 昇降機・ビルシステムの現状と展望

## 1. ま え が き

地球環境問題に代表されるように、近年、社会情勢は大きく変化している。ビル分野にもこの影響が及び、環境保全の高まり、情報通信の高度化、マルチメディアの進展、高福祉社会の到来等の変化にこたえることが重要な課題となっている。

この対応として、当社は、昨年、三菱昇降機のアイデンティティに、

● Efficient, Reliable & Comfortable Vertical

● Transportation System All Over the World

を決定した。従来の品質重視の考え方を堅持しつつ、より環境に優しく、信頼性にも優れ、お客様に使いやすく快適な昇降機を世界に提供しようということである。そしてこのアイデンティティ実現のために、種々の技術開発を推進している。

また、ビルシステム分野においては、その管理対象を従来の個々の設備管理から昨今の情報通信技術を駆使したビルトータルの運営管理へ移行することにより、効率的な管理の実現と快適なビル環境の提供を目指している。

本稿では、これら昇降機とビルシステムの現状と将来動向について述べる。

## 2. 昇降機の現状と展望

### 2.1. 昇降機の現状

#### 2.1.1 昇降機の市場動向

日本経済の不透明感、円安による景気低迷により、国内市場は、引き続き厳しい状況が続いている。特に住宅着工棟数も前年度を大きく割り込んでおり、一層厳しさを増している。そういう中でも、21世紀に向けての大型のプロジェクトが動き出しており、淡い光明を与えている。図1に、建設省が発表している住宅着工棟数の推移と、日本エレベーター協会が発表しているエレベーター台数推移を示す。

一方、海外市場に目を向けると、タイバーツの下落に東南アジア通貨の全面安、景気後退の局面を迎え、不動産投資の抑制と米ドルベースでの債務超過の影響から、建築ラッシュであった東南アジアの主要都市の建築プロジェクトは、中断又は中止の決断を余儀なくされている。21世紀まで回復はしないという見方が一般的であり、昇降機にとっても大きな痛手である。いまや単独では世界のトップクラスの昇降機市場である中国においても、東南アジアほどで

はないにしろ、元の切り下げ不安も手伝って、建築投資が停滞している。しかしながら、長期的には、上海浦東地区の再開発など、高層ビル建設が目白押しであり、期待が持てる市場と推察できる。当社も中国最高層となる上海・金茂ビルに高速エレベーターなどを納入しており、新たな上海のモニュメンタルになると期待している。

#### 2.1.2 世界の法制化、規格動向

日本においては、建築基準法が改定され、既に本年6月12日付けの官報で告知されている。考え方としては、法規を性能規定化し、認証機関による建築確認と検査を認めたもので、規制緩和の流れに対応した形になっている。

世界においては、欧州のエレベーターの統一安全規格であるEN81が改定された。同時に、来年Lift指令(CEマークを義務づけた欧州の安全法規)の本格適用時期となり、変革期を迎えている。米国ANSI/ASMEの改定も進んでいる。ISOによる規格統一の動きもあるが、各国の思惑もあり、積極的ではあるが、かなりの時間を要すると思われる。

#### 2.1.3 技術動向

##### (1) 機械室レスコンセプト

ビル最上階にあるペントハウスと言われるエレベーター機械室は、以前から、建物高さ規制と日陰規制の中で厄介者の存在であった。中小階のビルでは油圧エレベーターが採用されてきたが、昇降行程が限られることや、屋上に設置する必要はないものの、地階には機械室が必要であった。電動式に比べればエネルギー効率も悪く、鉱物油を使うことによる環境への影響も否定はできなかった。一方、大規模ビルでは、ベースメント方式と言われる機械室が地階又は最上階隣室に設けられるロープ式エレベーターが設置さ

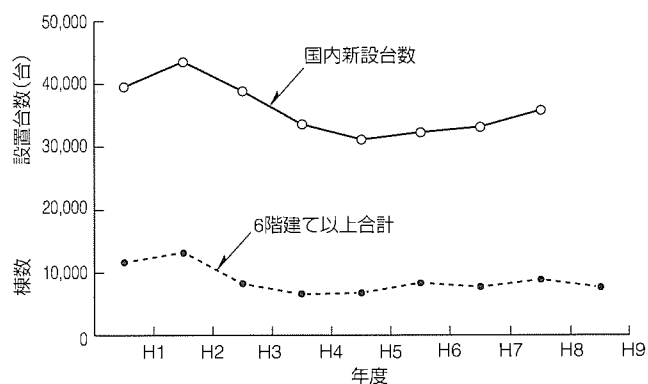


図1. 住宅着工棟数(6階以上)及びエレベーター設置台数推移 (ホームエレベーターを除く)

れてきた。この方式でも引き続き機械室は必要であり、機械室レスにはなっていない。

昇降路の中にすべての機器を納めるといった難題を解決したのは、永久磁石を持つ同期電動機による巻上機の小型化と、システムICの発展による制御盤の小型薄型化という技術イノベーションである。これにより、ビルの建築コストが低減できるとともに、日陰規制等の規制からも逃れられ、また、エレベーター設備は昇降路内だけとなり、他の建築工程との整合も取りやすくなった。当社も独自にこれらの機器を開発し、製品化を完了した。

また、このエレベーターは基本的にはかつて最高級エレベーターのみに適用してきたギヤレスエレベーターであり、乗り心地、騒音、性能どれをとっても最高級ギヤレスエレベーターにそん(遜)色はない。中低層領域に高級システムを適用し、新たな需要を模索したい。

## (2) PM巻上機

当社は他社に先駆けて、高速領域の巻上機に永久磁石を用いた同期電動機を適用した。このPM(Permanent Magnet)モータの適用により、更なる省エネルギーと巻上機自身の小型化を実現した。

## (3) 超高速大容量エレベーター

ビルの高層化・大規模化によって輸送効率アップが求められている。コンピュータの発達により、エレベーターの群管理技術は画期的に伸びてきた。さらに、効率を求めるとともにエレベーターの容量を大容量化するというマーケットニーズが出ている。併せて、エレベーターのかごを2階建てとしたダブルデッキエレベーターも増加している。技術的には現状の応用技術で可能な範囲であるが、大容量巻上機の開発及びそれに伴う大容量インバータの開発など相応の開発力が必要となる。当社も既に製品化を完了し、世界各地に納入している。

## (4) 新グランディと新アクセルAI

国内向けに、当社の主力機種であるグランディシリーズ及びアクセルAIシリーズのモデルチェンジを行った。システムIC化の推進とインバータ部の冷却方式改善により、制御盤を小型化するとともに、全領域にわたり片面から保守点検を可能にしたことにより、レイアウト性を高めている。さらに、ドアのインテリジェント化、性能向上を図っている。新たに、三次元のマルチビームドアセンサ、ELディスプレイ、抗菌ボタンなど時代のすう(趨)勢に合ったオプションも準備した。

## (5) GPS-Ⅲ、GPM-Ⅲシリーズ

一方、海外での主力機種はGPSシリーズ、GPMシリーズであるが、GPS-Ⅲは更に速度・容量を拡大し、バリエーションを増加させた。GPM-Ⅲシリーズは全品PM巻上機を適用し、この領域で世界の一步先に出た。両シリーズとも、世界の60か国近くの国々で好評を博している。欧州

においては、既に欧州の各国認証機関で耐火扉認証やEMC認証(欧州におけるEMC指令に基づく対高調波障害の認定)、安全装置の認証を受け、欧州各国に出荷をしている。GPS-Ⅲシリーズは、当社のアジアの生産拠点であるアジア三菱エレベーター(タイ)でも生産されている。

## (6) 35°エスカレーター

エスカレーターの角度は建築基準法で30°以下であることが規定されている。しかしながら、欧州を中心に、一定の条件下で35°が認められている。当社は、規制緩和の波の中、日本国内での35°エスカレーター導入を検討し、認められ次第、市場投入する。文字どおり傾斜は急になるが、設置スペースが小さくなり、省スペース面で貢献する。

## 2.2 昇降機の将来展望

### 2.2.1 モダニゼーション

全世界で稼働する昇降機は5百万台以上と推定できる。古くは、かごドアのないエレベーター、スイングドア(手動式)のエレベーター、木製のエスカレーターなど、新旧種々雑多な昇降機が稼働している。近代のエレベーターが発明されて久しいが、日本で本格的にビル建築が進んだのは東京オリンピック前後の昭和30年代後半である。これらのエレベーターがそろそろリプレース(エレベーター分野ではモダニゼーションと呼ぶ。)する時期にきている。これらがすべて対象となるわけではないが、主として次の理由で、モダニゼーションされる。

- (1) かご室、扉など意匠の痛みが激しく見栄えを上げたい。
- (2) エレベーターの管理機能(各台管理、群管理)が旧式で、輸送効率の良い最新方式に替えたい。
- (3) 旧法規に基づく製品を、新法に基づいた昇降機に替えることで安全性を高めたい。
- (4) 新技術の導入によって省エネルギーを実現したい。
- (5) ドア装置の最新化などで性能を上げたい。

今後これらのニーズによってモダニゼーションが進むのは確実で、メーカーとしては、下記が求められる。

- 短い工期、及び工事中の騒音・振動の防止
- 顧客の要求に応じた部分的なモダニゼーションメニュー化と段階的なモダニゼーションプロセス

特に、昭和40年代後半に立ち始めた高層ビルのエレベーターのモダニゼーションについては、製品そのものだけでなく、重量物の搬出・搬入など工事技術の革新も求められる。

### 2.2.2 地球環境問題への取組

製品の開発時必ず(須)となる重要課題が、地球環境問題とのかかわりであろう。今後、昇降機を世界に展開していくために、次のような取組が必要である。

#### (1) 更なる省エネルギーの実現

図2に当社エレベーターの省エネルギーの推移を示す。省エネルギーを実現し、石油資源の温存と地球温暖化防止

への貢献を行う。

(2) 省資源化

製品の軽量化による材料使用量の削減，こん(梱)包方法の見直しによる梱包部材(木材)の削減，再利用による地球資源の有効活用，及び材料を加工するため(すなわち，昇降機を生産するため)のエネルギー消費を減少させる。木材の使用量減により，地球緑化も維持拡大できる。

(3) 産業廃棄物とリサイクル

産業廃棄物を出さないことはもちろん，リサイクルによる部品・機器の有効活用が図られる。

(4) 昇降機生産工場の義務

製品の省エネルギー化だけでなく，昇降機を製造するに要するエネルギーの消費についても考慮する必要がある。稲沢製作所は三菱電機全社に先駆けて，環境認証ISO14000を取得した。図3に稲沢製作所のエネルギー消費推移を示す。

2.2.3 規格のハーモナイズ化

世界の昇降機の規格は各国によって異なっている。大きく分類すると，欧州を中心とするEN規格，米国を中心とするANSI規格に分けられる。日本はJISと建築基準法で独自の規定を持っている。他の国々も独自で持っているが，欧米の規格に準拠して作られている場合が多い。これらの規格をISOによって統一しようという動きが世界的に出ている。統一の道りは長い，将来的には世界統一規格が完成すると思われる。既に欧州内では統一規格がより鮮明になっており，米国，カナダの規格統一も完了している。一大市場の中国もGB規格という独自の規定を持っているが，大部分をEN規格から引用している。

2.2.4 21世紀に向けた技術動向

ビルの高層化・大規模化に向けて，既に幾つかの提案が出されている。当社は，横浜ランドマークタワーに世界最高速の750m/minのエレベーターを納入した。昭和50年代前半には，横浜ランドマークタワーがオープンするまで

の間世界一を誇った600m/minのサンシャイン60ビルのエレベーターを納入した。来春，台湾の高雄市に同じく600m/minのエレベーターがオープンする。エレベーターの高速化についてはこれをを超えるものが提案されているが，まだ実現には至っていない。世界トップ3の納入実績を持つ当社も，引き続き最高速にチャレンジしていく。

一方で，ワンシャフトマルチカーやロープレスエレベーターが提案されて久しい。21世紀には是非実現したい技術課題である。

3. ビルシステムの現状と展望

3.1 ビルシステムの現状

1960年代後半にビルの諸設備を監視制御する目的で登場したビル管理システム(BAS)は，現在，新築ビルにおいて導入されることはごく当たり前となっている。この間ビルシステムは，“快適なビル空間の維持管理”“省エネルギーへの貢献”“ビル内諸設備の統合監視制御”等の要求にこたえるためコンピュータと通信技術の進歩に合わせ，ハードウェア，ソフトウェア，システム機能の発展を遂げてきている。

当社は'65年からビル管理システム“MELBAS”を手掛け，'86年には業界に先駆けてBASを中心とする複合ビルシステムに運営管理サービスを統合したインテリジェントビルシステム“MIBASS”を世に問い，'96年に“システムの統合と管理の高度化”を新たなコンセプトとする“MIBASS”(Mitsubishi Integrated Building Administration System and Services)シリーズ製品群として，三菱統合化ビルオートメーションシステム“MELBAS”，個人識別端末を充実させた三菱ビルセキュリティシステム“MELSAFETY”，三菱ビルマネジメントシステム“MELMANAGE”，非常電話機能を組み込んだ三菱ビル内通信システム“MELSTAR”と，三菱ビル遠隔管理サービスシステム“メルセントリー”を，それぞれシリーズ化し，現在に至っている。

この間，防災システムにおける総合操作盤制度及び消防防災システム評価制度の発足('93年)，消防法での大規模

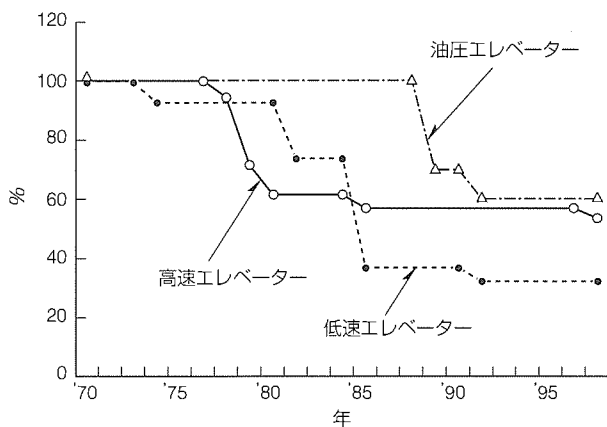


図2. エレベーターの省エネルギーの変遷  
(当社比：70年代のエレベーターを100)

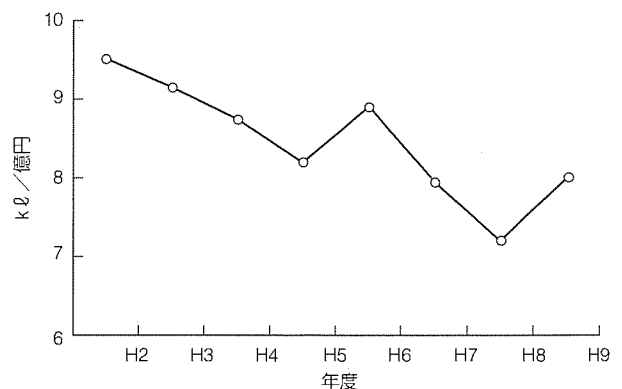


図3. 生産高1億円当たりのエネルギー消費量

建築物への総合操作盤の設置義務づけ('97年4月)等、従来法制化されにくかったシステム機能の重要性も認識されつつある。当社は、横浜ランドマークタワー('93年6月しゅん(竣)工)以来、キャナルシティ博多('96年3月竣工)、京都駅ビル('97年7月竣工)、文京グリーンコート('98年2月竣工)等、消防防災システム評価制度を用いた大規模ビルシステム(防災システムとビル管理システムの統合化促進)の実績を上げている。

図4に現在のビルを取り巻く環境を示すが、近年特に以下が求められている。

- 地球環境保護としてISO14000(環境管理システム)
- 建物についてはLCC(Life Cycle Cost)低減
- 情報通信の高度化やマルチメディアの進展によるオフィス環境の変革

これからのビルシステムは、“ビル設備の監視制御”と“ビル運営管理支援のための情報処理”を融合してビルのトータルな運営管理を支援する機能が必要となる。

これにこたえるため、'98年4月にMIBASSの新シリーズ化を完成した(表1)。

### 3.2 MIBASS新シリーズ

“ビル運営管理支援のための情報処理”を行うビルマネジメントシステム(BMS)は“ビル設備の監視制御”を行う設備管理システム(BAS)にその機能を統合し、統合ビルオートメーションシステム“MELBAS”とした。また、ビルシステムの新シリーズとして設備管理システムとセキュリティシステムを統合・一体化した中小ビル向け統合ビルシ

ステム“MELUNITY(メルユニティ)”シリーズを加え、製品拡充を図った。

#### 3.2.1 完全無人管理領域

完全無人管理を指向したメルセントリーは、システム納入者である三菱電機㈱とビル運営管理サービスを提供する三菱電機ビルテクノサービス㈱がビルを総合的にバックアップするビル遠隔管理サービスシステムである。

今回、メルセントリー群管理システムにマンション個別住戸の監視機能と遠隔サブセンター機能の追加を行い、ビル運用管理ニーズに柔軟に対応できるものとした。

#### 3.2.2 有人・無人併用管理領域(中小規模ビルシステム)

有人・無人併用管理を指向した中小規模ビル向けシステムとして、統合ビルシステムMELUNITYシリーズを新規市場投入した。MELUNITYは、空調・照明等の設備管理機能、昇降機監視機能、入退室等を管理する出入管理機能を完全統合・一体化し、機器とソフトウェア共用化による低価格化と、センター機器共用化による省スペース化を実現した。

統合ビルシステムMELUNITY-B10P、統合ビルオートメーションシステムMELBAS-A10P、統合ビルセキュリティシステムMELSAFETY-C10Pの3機種は、Windows NT<sup>(注1)</sup>を採用し、システムアーキテクチャを共通化したことにより、システム導入後の機能拡張を容易にした。

#### 3.2.3 有人管理領域(中大/大/超大規模ビルシステム)

(注1) “Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の米国及びその他の国における登録商標である。

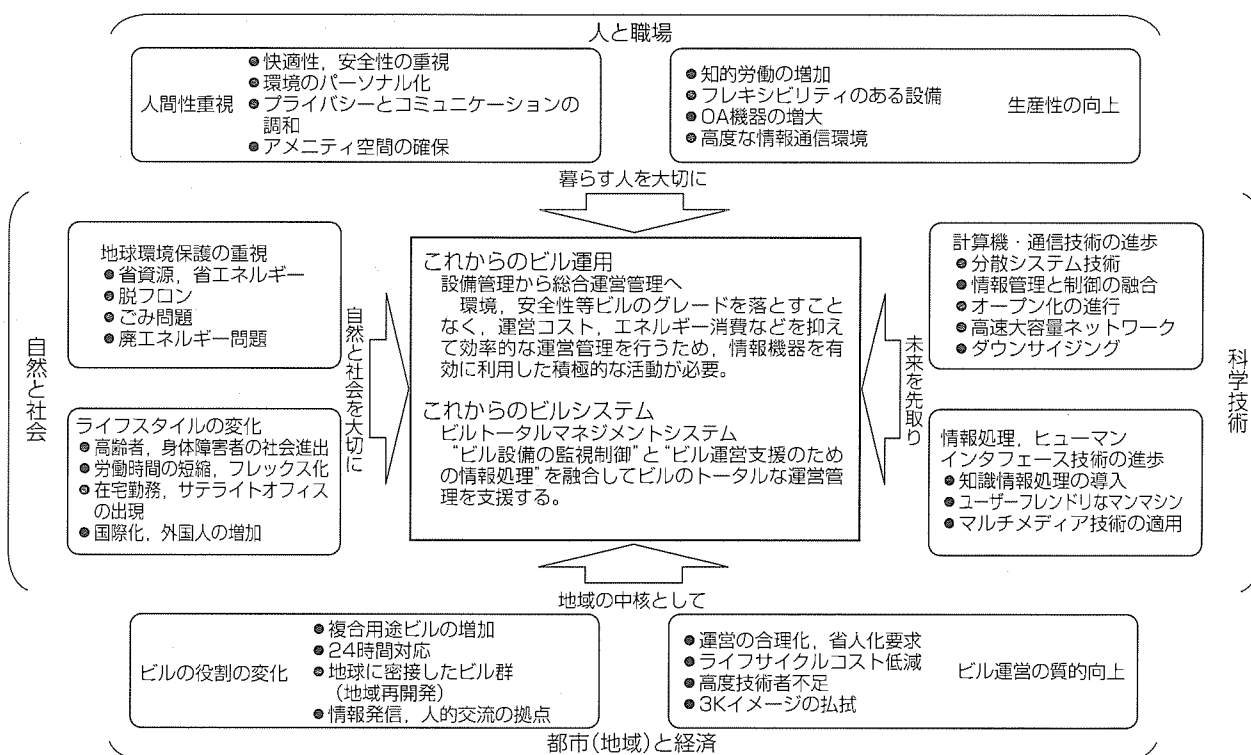


図4. 現在のビルを取り巻く環境



表1. MIBASS製品シリーズ

ビル規模 (m <sup>2</sup> ) と管理形態		3,000	5,000	15,000	30,000	
		完全無人管理領域		無人・有人併用管理領域		有人管理領域
		電気主任技術者委託可能 (契約電力1,000kW未満)			(契約電力1,000kW以上) 電気主任技術者常駐	
		ビル管理法適用外	ビル管理法適用		防災センター設置義務 (東京・事務所)	
MIBASS 構成システム	統合ビルオートメーションシステム "MELBAS"シリーズ		[A5]	[A10P・A10E]	[AD10・AD30・AD50・AF]	
	統合ビルシステム "MELUNITY"シリーズ		[B5]	[B10P]		
	統合ビルセキュリティシステム "MELSAFETY"シリーズ		[C5]	[C10P]	[C10E]	
	ビル内通信システム "MELSTAR"シリーズ				[ES-01・02 (統合非常電話・型式認定品)]	
ビル遠隔管理サービスシステム "MELSENTRY"シリーズ		[F・SA10・SA20]		[ES1000・ES2000]		

建築物の大規模化により、その管理形態はますます複雑化し、従来に増してLCC低減のためのマネジメント機能強化が求められている。また、消防設備は単に消防法を満足する設備では対応不可能な状況となってきている。

このような要求にこたえるため、有人管理を指向した中大／大／超大規模ビル向けシステムでは、一般ビル設備 (受変電・空調・照明・昇降機) と、防災・防犯設備の監視制御統合化と、複合用途ビルにおける各管理拠点ごとの対応を可能とし、ビル設備のトータル管理業務の効率化を目指した。さらに、保全管理やエネルギー管理など、運営管理機能の強化によって効率的なビル運営管理を支援できるものとした。

統合ビルオートメーションシステムMELBAS-ADシリーズにおいてもWindows NTを採用した新機種を製品化し、インターネット／イントラネット応用、画像処理によるマルチメディア応用機能を強化した。

統合ビルセキュリティシステムは、新指紋照合装置を加えて従来以上に豊富な個人照合端末をメニュー化し、ビルの規模・用途に応じた最適なシステム構築を可能とした。

### 3.2.4 ビル内通信システム

従来からのMELSTAR-ES1000とMELSTAR-ES2000シリーズに加えて、非常電話とコードレス電話の二つの機能を完全統合した統合非常電話"ES-01型" "ES-02型" (非常用放送設備委員会型式認定品：昭和48年消防庁告示第6号適合) を業界に先駆けて製品化した。

## 3.3 ビルシステムの将来展望

### 3.3.1 システム構成のオープン化

今後、国内においてもオープン化の流れが現れてくるものと考えられる。オープン化を目的に汎用技術と汎用品を適用し、かつ高信頼度化を図っていく必要があるが、その際、(注2) "LONWORKS"は、米国エシエロン社の登録商標である。

専用機器の適切な利用と保守運用性向上 (障害の切り分け等) が重要と考えている。ビル業界では、BACnet・LONWORKS<sup>(注2)</sup> などビル管理システム-設備間のプロトコル標準化に向けての取組がなされている。当社は総合電機メーカーとしてビル管理システムだけでなくビルの諸設備やネットワーク機器も数多く製作しており、上記標準化を見据えて設備インタフェースの高度化 (設備定義データのシームレス化、監視制御データのオブジェクト化) に取り組むべき立場にあると考えている。

### 3.3.2 システムのネットワーク化

今後、ビルに限らず、電力・工業・鉄道・道路・上下水といった様々な分野でインターネット／イントラネット技術の利用が進展すると想定される。ビルにおいては、ネットワーク分散型ビル群管理システムの構築、ユーザーサービス機能 (ユーザーオペレーション機能、情報サービス機能) の充実、リモートメンテナンスやシステム障害の遠隔監視など保守運用機能強化が課題である。

### 3.3.3 電力負荷平準化とCO<sub>2</sub>削減

21世紀に向け電力負荷平準化とCO<sub>2</sub>削減は地球的課題である。ビル内トータルエネルギーマネジメントシステムの充実に加えて、今後、電力供給サイドと需要サイドとしてのビルシステムが連携した地域デマンドサイドマネジメントの開発にも積極的に取り組む必要がある。

## 4. むすび

以上、昇降機とビルシステムの現状と展望について述べた。21世紀を目前に控え、地球環境に優しくかつ快適なビル環境を実現する昇降機及びビルシステムの提供はメーカーの責務である。今後とも技術開発を進め、この責務にこたえる所存である。

# 三菱乗用エレベーターのモデルチェンジ

池島宏行\* 河合清司\*  
 安藤 宏\* 吉田研治\*  
 林 美克\* 春日 敬\*\*

## 要 旨

“Efficient(効率が良く), Reliable(安心感があり, 信頼性に優れ) & Comfortable(快適な移動空間の創造)”という三つのキーワードを基に, 新型“グランディ”及び新型“ACCEL-AI”をそれぞれ1997年7月と12月に発売を開始した。

以下, この新機種に投入した最新技術を紹介する。

### (1) Efficient

- エレベーター制御用大規模システムLSI
- 増設盤レス群管理システム
- 新実装技術による制御盤, 昇降路機器の小型化, 高速エレベーター制御盤の片面保守化
- ベルト駆動ドア装置の駆動能力強化
- 小径ロープ(10mm径)対応の小型巻上機

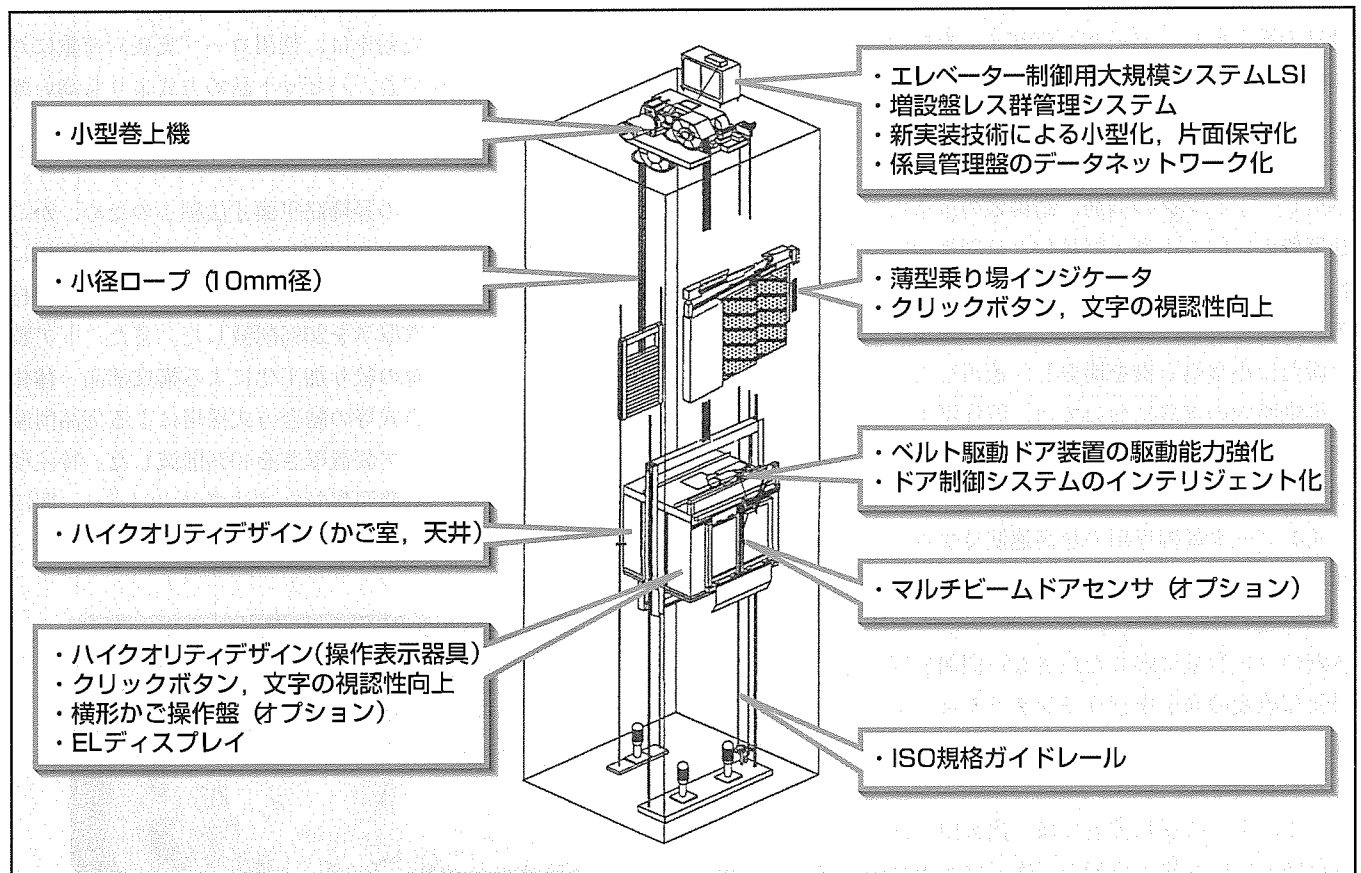
- 薄型乗り場インジケータ
- ISO規格ガイドレール

### (2) Reliable

- RISCマイコンによるドア制御システムのインテリジェント化
- 係員管理盤のデータネットワーク化
- マルチビームドアセンサ

### (3) Comfortable

- ハイクオリティデザイン
- ユニバーサルデザイン  
(横形かご操作盤, クリックボタン, ボタン文字視認性向上)
- ELディスプレイ



## 三菱乗用エレベーターのモデルチェンジ概要

三菱電機の標準型エレベーター“グランディ”, 及び特注型乗用エレベーター“ACCEL-AI”は, “人に優しいエレベーター”や“快”を製品コンセプトとし, 初回モデル(90年)を発売以来多くの納入実績を重ねてきた。今回のモデルチェンジでは, 省資源や高福祉化, 経済性など一層多様化する顧客・市場ニーズを上記三つのキーワードでとらえ, 最新技術でそれぞれのキーワードを実現している。

## 1. ま え が き

当社の標準型エレベーター“グランディ”及び特注型乗用エレベーター“ACCEL-AI”は、“人に優しいエレベーター”や“快”を製品コンセプトとし、発売以来多くの納入実績を重ねてきた<sup>(1)(2)</sup>。一方最近では、省資源や高福祉化に対する社会的ニーズや経済性に対する顧客ニーズの高まりなど市場ニーズが変化しており、この変化に対応した製品を提供することが重要となってきた。

そこで今回、当社では、“Efficient(効率が良く)、Reliable(信頼性に優れ)& Comfortable(快適な移動空間の創造)”という三つのキーワードを基に、これらの機種を全面的に見直した新型グランディ及び新型ACCEL-AIをそれぞれ1997年7月及び12月に発売を開始した。

本稿では、この新機種に投入した最新の技術を中心に紹介する。

## 2. モデルチェンジの概要

今回のモデルチェンジでは、最新の技術を導入してエレベーターの制御装置、巻上機等の主要機器を全面的に見直し、機器の小型化や機能・性能の一層の向上を図るとともに、様々な人々が安心して利用できるよう、バリアフリー設計の導入やユニバーサルデザインを採用した。以下にその概要を示す。

### (1) 機器の小型・軽量化

機械室内の機器においては、まず新システムLSIの採用、小型ヒートシンクの開発、制御盤の最適な熱設計等により、制御盤の大幅な小型・軽量化と信頼性の向上を実現した。特に高速エレベーターでは、片面保守の制御盤とし、レイアウト性を大幅に改善した。また、低速エレベーター用には新たに小型巻上機を開発し、適用した。

昇降路内の機器においては、特注型エレベーターにおいて、かご室壁の薄型化、ドア装置の小型化を実現した。

### (2) 機能・性能向上

インバータ制御専用の超高速演算プロセッサを開発して適用し、乗り心地と着床性能を改善した。また、ドア制御には高速のRISCタイプのワンチップマイコンを採用し、各階のドア質量に応じた最適な戸開閉速度の選択やドアの過負荷感度の向上を行うインテリジェントドアシステムを新たに開発した。これにより、人に優しい快適な戸開閉動作が実現できた。

また、ドアの反転装置には、出入口平面内のみならず乗り場側の乗客も検出可能な三次元マルチビームドアセンサを開発し、スムーズな乗降を可能とした。

### (3) 意匠の一新

かご室のデザインを一新し、最近の顧客のし(嗜)好を反映した新系列のグレード別デザインを準備した。また標

準型エレベーターのかご操作盤においては、クリック感のある操作ボタンの採用、さらにはボタンを横に配列した副操作盤のオプション化等により、操作性の一層の向上を図った。

## 3. 機械システム

### 3.1 巻上機、ロープ

国内低速エレベーター(積載容量600kg以下)用に、従来の直径12mmのワイヤロープに替えて直径10mmの小径ロープを採用したヘリカルギヤ巻上機を開発した。直径10mmロープを適用することにより、ロープ曲げ半径によって決まる巻上機のシーブ径を約20%小径化した。さらに、この巻上機のブレーキ装置にはダブルブレーキを採用し、適切な配置を行うことによって巻上機の小型化を実現した。図1に巻上機の外観を示す。

また、ロープ端末加工に、据込式索端金具による方式を開発した。ロープ端末の心線を心鋼に変更し、ロープ端末を索端金具に挿入して圧縮止めを行う方式である。従来ロープ端末加工方式は、バビット詰め方式が主流であり、ロープ端末の締結性能は作業者の技能に依存していた。据込式索端金具による方式の採用により、工場内で作業の自動化を実現し、品質の安定化と作業時間の削減を実現した。この方式のロープ締結効率は、使用ロープ実破断荷重に対して90%以上を確保でき、バビット詰め方式よりも高い締結能力があることを確認した。

### 3.2 昇降路機器

特注型エレベーターの昇降路平面寸法縮小のため、かご室壁、ドア装置の薄形化を実施した。かご室壁の薄形化には、かご室の構造解析を行い、壁補強寸法の縮小と補強材の最適配置によって壁厚さを20%削減した。また、ドア装置の薄形化には、薄板の絞り加工化による構成部品一体化と板金プレスかしめ方式等の結合方式採用による部品削減を行うことにより、ドア装置厚さを40%削減した。特注型エレベーターでは、昇降路奥行き寸法で最大81mm、間口寸法で最大42mmの昇降路平面寸法の縮減を実現した。

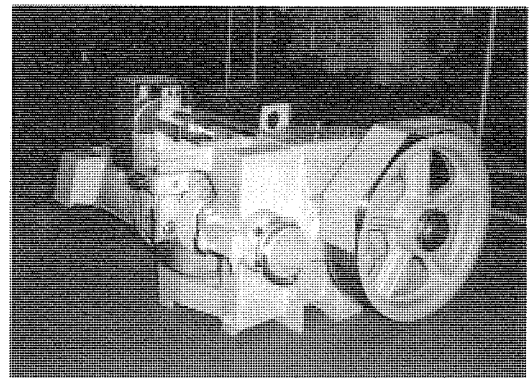


図1. 巻上機の外観

またガイドレールには国際規格品であるISOガイドレールを採用した。ISOガイドレールは、従来の日本エレベータ協会標準として定められたガイドレールに比べて外形寸法がほぼ等しく素材強度が高いため、従来と同じ昇降路寸法でガイドレールの固定間隔を広くとれ、実質的に昇降路平面寸法を縮小できる。

#### 4. 駆動制御システム

##### 4.1 駆動制御回路のシステムLSI化

前回('95年)<sup>(1)</sup>のグランディモデルチェンジでは、制御ワイヤードロジックなどを1チップ化したML (Mass Wired Logic) チップや、通信機能を1チップ化したCL (Communication Logic) チップを開発し、エレベーター制御回路のシステムLSI化を進めてきた。

今回のモデルチェンジでは、より大規模なエレベーター制御回路を集積した新システムLSI (以下“AML (Associated Management Logic) チップ”という。)を開発し、制御性能の一層の向上を実現するとともに、特に高速エレベーターでは、制御ユニットの小型化(部品数、プリント基板枚数従来比約20%)を達成した。AMLチップは、モータ駆動制御用プロセッサと運転制御ロジックをワンチップに集積した大規模システムLSIであり、以下の特長を持っている。

- (1) オリジナルのモータ電流制御プロセッサコア (RISC型命令セット, 32ビット長演算, 乗算器付き), デジタルPWM発生回路, 速度帰還制御回路などの周辺回路を内蔵し, ワンチップで巻上誘導モータのインバータ制御と高効率コンバータ制御を可能とした。
- (2) 30万ゲート規模, QFPパッケージの240PINセルベースICであり, 動作クロックは40MHzの高速動作を実現した。また, 動作電圧に3.3Vを選択して回路の低消費電力化も図った。

図2にAMLチップを使用したエレベーター制御システムのブロック図, 図3にAMLを搭載したエレベーター制御基板を示す。AMLの高速処理により, 従来比1/5の処理時間でモータ電流制御演算が可能となり, 制御性能が向上して一層滑らかで快適な乗り心地を実現した。また, 制御性能向上により, 従来必要であったインバータ素子の上下短絡防止時間(いわゆるTd)による電圧外乱を補正するための電圧帰還回路が不要となり, インバータ回路の小型化, 信頼性向上も達成できた。

##### 4.2 機械室制御装置の小型化

今回のモデルチェンジでは, 機械室制御装置の一層の小

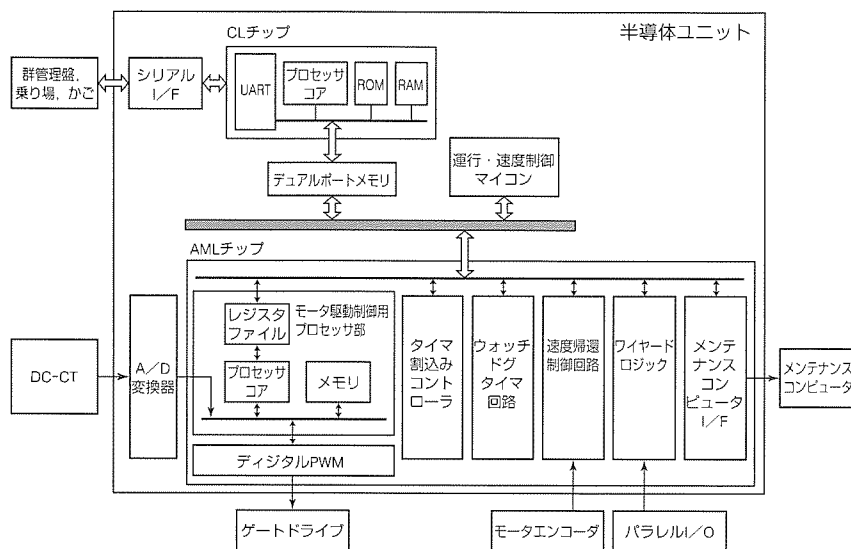


図2. エレベーター制御システムのブロック図

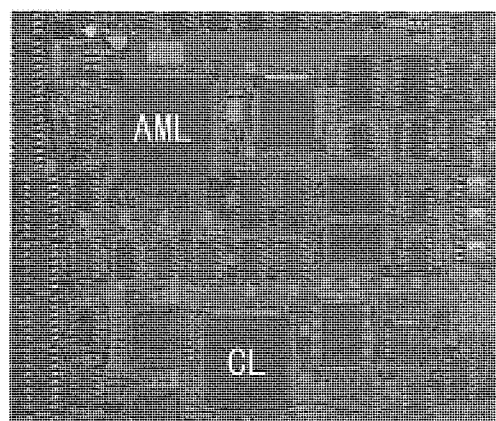


図3. エレベーター制御基板

型化も実現し, 中速 (90m/min, 105m/min) 領域制御盤では従来体積比30%, また高速領域 (120~240m/min) 制御盤では従来体積比50%の小型化を実現した。さらに高速領域の制御盤では, 従来の両面保守構造から片面保守構造に改良しており, 機械室スペースの削減と機械室配置の自由度を向上させた。また, 中低速領域 (45~105m/min) では, 汎用群管理 (AI-21) の機能を制御盤に内蔵することにより, 従来独立で必要であった群管理盤を不要とした。

これら制御盤の小型化や群管理盤レスが実現した背景には実装技術の向上が挙げられる。以下にその実現技術について述べる。

##### (1) インバータ実装技術

特に大容量 (約300A以上) のインバータ素子周辺のバスバー配線は絶縁距離確保や配線インダクタンス低減への配慮が必要であり, また, 厚膜回路基板 (いわゆるパワー基板) による小型化も, 基板パターンの電流容量から困難であることから, 従来多くの設置スペース確保, 実装の制約を受けてきた。

今回、加工した銅バスバーをPET樹脂フィルムでサンドイッチ構造としたラミネートバスバーやPPS樹脂でバスバー成型する射出成型バスバーを採用して、樹脂部で絶縁を確保することによってバスバー間の空間を縮小し、配線インダクタンスの低減を図った。また同時に、インバータ実装では、特にヒートシンク部の熱流解析を実施して構造を最適化し、ヒートシンクの小型化と主回路の信頼性向上を実現した。

(2) プリント基板バスケットの実装技術

従来、追加I/F用プリント基板の実装には基板バスケットを使用し、バスケット背面にバックボード(マザーボードとも言われる。)を配置して、プリント基板間の配線パターンを設けていた。

今回、メインCPUと追加I/F間を差動型高速シリアルバスで接続し、また各カードへの電源供給は前面の電源バスバーから供給するとともに、バスコネクタも前面に設置することにより、バックボードレス構造を実現した。この構造により、バックボードへの接続コネクタが廃止でき、基板間の接続部が削減されて信頼度が向上するとともに、バスケットも小型化が実現でき、群管理制御ユニットの制御盤への内蔵と、制御盤の片面保守化が可能となった。

5. ドアシステム

5.1 ベルト駆動機構の改良

従来、高開閉速・高扉負荷対応のドア装置には、扉の重心付近を駆動し、開閉時の扉の安定性が良く、開閉駆動能力の高いリンク機構を用いたドア装置で対応していた。しかし、リンク機構ドア装置は、ガラスドア等の特殊扉意匠への対応が困難なこと、装置の質量が大きく外形も大きいため、適用条件が制限されていた。今回、ベルト駆動ドア装置の駆動能力を強化し、高速開閉化と重負荷対応化を実現した。

ベルト駆動ドア装置の重負荷対応化には、各駆動機器の能力を強化し、特に高伝動能力を要求される減速部のベルトには、トラクション能力の高い新規ベルトを採用した。また、高速開閉化には、ドア開閉時の速度波形の最適化によって対応した。ベルト駆動ドア装置の戸閉時の速度波形を図4に示す。

新規開発したベルト駆動式ドアでは、従来のリンク機構ドア装置に比べ、装置質量を約30%削減した。また、開閉時間を従来のベルト駆動ドア装置に対して約25%短縮した。

5.2 インテリジェント制御

ドアシステムには、①迅速かつ静粛で滑らかな動作、②安全な戸開閉力制御、③経年変化に対する安定性が求められる。特に、意匠的な要求などで乗り場ドアの質量が階によって異なる場合にも、安全性や運行効率を考慮して、ドア開閉力と開閉速度は最適に調整されていなければなら

ない。

新グランディ、新ACCEL-AIのドアシステムには、従来の16ビットワンチップマイコンに替えてRISCタイプの高性能32ビットワンチップマイコンを採用した。これにより、演算性能が向上し、ドア開閉中にトルク指令値とエンコーダから帰還されるドアモータ速度を用いてドア質量の同定演算を行うことが可能になった。ドアの運動方程式を式(1)に示す。

$$F = M \cdot a + B \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $F$  : ドアに働く力(トルク指令値から算出)

$M$  : ドア総質量

$a$  : 扉の加速度(エンコーダパルスから算出)

$B$  : その他摩擦力など

この式から、ドアに働く総トルクとドアモータの角加速度を戸開閉時に検出することにより、ドア総質量すなわち線形式の傾き $M$ が算出できることが分かる。この同定演算を戸開閉ごとに行い、適切なフィルタ処理を介してドア質量を学習する。

各階ドア質量の同定により、例えば1階がステンレスドア、2階以上が鋼板ドアといった各階でドア質量が異なる場合でも、各階ごとのドア質量を同定し、下記のようによりきめ細やかで、一層人に優しく快適なドア動作を実現することができた。

(1) ドア開閉速度は、ドア質量に応じた最適な開閉速度パターンを選択することによって、安全性を損なわずに迅速なドア開閉が可能になり、エレベーターの運行効率を高めることができる。

(2) また、ドア質量に応じてドアの過負荷検出(DLD)パターンを選択することにより、利用者の一層の安全確保を実現し、しきいのごみ詰まりや風圧などのドア異常負荷にも誤動作の少ない安定した開閉性能を実現した。

5.3 マルチビームドアセンサ

ドア反転装置に、多軸光電を持ったマルチビームドアセンサを新規開発し、オプションとして適用を開始した。出入口の垂直平面を多軸光電で覆った二次元センサタイプと、

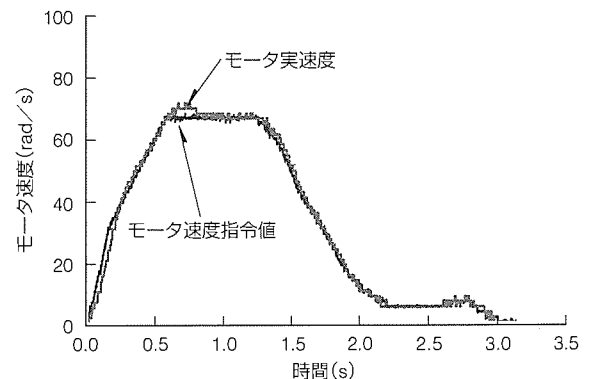


図4. 戸閉時の速度波形

出入口の垂直平面に加え乗り場側に光を投光し反射光を検出できる三次元センサタイプを開発した。二次元センサは、出入口高さにわたり、40本から80本の光の軸を出入口垂直面上に張り巡らせ、非接触で確実な検出を行う。三次元センサタイプは、二次元の検出領域に加え、乗り場側から乗車する乗客も検出できる。このセンサの開発により、従来の非接触ドアセンサの検出範囲を大幅に拡大し、エレベーターのサービス性を向上した。

## 6. 新機能

最新の高性能マイコンを用いてデータネットワーク型エレベーター制御システム<sup>(3)</sup>を構築したことにより、システム全体の処理能力が向上した。このため、エレベーターの付加仕様範囲が拡大し、新乗用エレベーターの利便性・操作性・安全性を大幅に向上させることができた。新乗用エレベーターで新たに採用したオプション機能を以下に示す。

### (1) 地震対応停電時自動着床装置，地震対応自家発電管制運転

地震が停電を併発することは過去の実績から明らかである。このため、3段設定(特低・低・高)の地震感知器を設置することにより、エレベーターを停止させるような地震であっても、運転限界である“高”を感知していなければ、停電時自動着床運転又は自家発電時管制運転による救出を可能とした。

### (2) ELディスプレイ

ディスプレイに求められる機能は、見やすさと豊富な表示内容である。このため、表示装置には、広い視野角とちらつきの少ないエレクトロルミネセンス(EL)を使用した。また、表示は、一つの表示器ですべての表示ができるように、従来のディスプレイの内容に位置表示器機能(方向灯を含む。)及び到着表示機能を新たに追加した。

### (3) 制御盤及び群管理盤と係員管理盤間のデータネットワーク化

従来は、制御盤及び群管理盤と係員管理盤間の配線は平行配線方式であった。このため、制御盤及び群管理盤に多くのインタフェースが必要で、盤面の小型化及び信頼性を高めることが難しかった。そこで、新乗用エレベーターは、制御盤及び群管理盤と係員管理盤間のデータネットワーク化を達成し、盤面の小型化及び信頼性の向上を実現した。

### (4) 乗り場呼び取消し機能

間違っって登録された乗り場呼びを2回押すとその乗り場呼びをキャンセルし、無駄な乗り場呼び停止による運転効率の低下を防止する機能を付与した。この機能を従来から適用しているかご呼び取消し機能とを併設することにより、一層の運転効率の向上が達成できる。

## 7. 意匠

人に美しいハイクオリティデザイン、人に優しいユニバーサルデザインを基本コンセプトとして、かご室、乗り場及び操作表示器具のモデルチェンジを行った。以下に新形エレベーター意匠機器の概要を紹介する。

### 7.1 かご室

ニーズの多様化と高級化に柔軟に対応するため、かご室デザインを一新した。かご室デザインの中心となる天井照明デザインは、従来の国内海外別・機種別・グレード別から、国内向けと海外向けのデザイン統合、標準形と特注形のデザイン統合を行い、5段階のグレード別デザインとした。各グレードごとのデザインは、建築デザイン及びビル内インテリアとの調和を重視しながら、ビル用途とグレードのマトリックスから各デザインの位置付けを明確化し、デザインバリエーションを展開した。図5に新旧デザイン系列と新系列かご室天井照明デザインのグレード別展開を示す。

また、納入実績調査等から、新系列デザインは、インテリアとしての質感向上のため、温かみのある白熱灯を使用した本格的なダウンライト照明や間接照明を多く採用した。図6に、一例として、S-デラックス-2のDS-11M形かご室

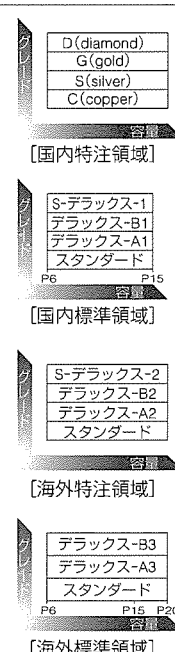
従来系列	グレード	新系列(系列上, 国内/海外の区別をなくした)				
 <p>D(diamond) G(gold) S(silver) C(copper)</p> <p>【国内特注領域】</p> <p>S-デラックス-1 デラックス-B1 デラックス-A1 スタンダード</p> <p>【国内標準領域】</p> <p>S-デラックス-2 デラックス-B2 デラックス-A2 スタンダード</p> <p>【海外特注領域】</p> <p>デラックス-B3 デラックス-A3 スタンダード</p> <p>【海外標準領域】</p>	S-デラックス-2					
	S-デラックス-1					
	デラックスB					
デラックスA						
スタンダード						

図5. かご室天井照明デザイン

デザインを示す。アーチ形天井部の間接照明と両側のアクリルブロック照明及びダウンライト照明の組合せにより、豪華さと広がり感を演出するとともに、ステンレス鏡面エッチング仕上げと高級塗装仕上げの壁パネルの採用により、落ち着いたある雰囲気イメージしたデザインである。様々なカラーコーディネートをすることにより、ビルの個性に一層調和したかご室にアレンジすることが可能である。

## 7.2 かが操作盤

図7に標準形かが操作盤の外観を示す。従来シリーズから採用しているLEDドット式インジケータ、行先ボタンの低位置化と開閉ボタン操作性向上のためのウェーブラインを踏襲しながら、新たに押した感触が指先に伝わるクリックボタンの採用、ボタン文字高さを12.5mmから13.5mmに大きくするとともに、文字色と背景色の改良によって表示コントラストを上げたことによる読み取りやすさの向上、一般に点字は左側から読まれるため、ボタン左側への点字表示取付位置の統一化等、弱者への配慮を一層向上させた。クリックボタンの操作感触は、老若男女84名の被験者から一対比較法によって採取した官能評価データを基に、重回帰分析などの統計解析手法を用いて、操作感触の構成要素である操作荷重、ストローク、クリック率などを決定した。ボタンの点灯表示には、超高輝度の四元素LEDを採用し、LED数の削減とともに、ボタン1個当たりの消費電力を従来品の0.72Wから0.18Wと大幅な省エネルギーを実現した。

また、一般用かが操作盤とは別に、ボタンを横並びに配置した横形副操作盤をオプションに加えた。図8に外観を示す。すべてのボタンを床面から900~1,100mmの高さに配置し、子供や両手に荷物を持った人などにも操作が容易になるよう配慮した。さらに、押したときに音の出る発音ボタン、ボタンキャップに無機系抗菌材0.5%を混入した抗菌ボタン、エレベーターのかご位置やメッセージを表示するELディスプレイ付きかが操作盤などをオプションとして加え、ニーズの多様化に対応した。

## 7.3 乗り場インジケータ・乗り場ボタン

従来、乗り場に設置する器具は、三方枠に組み込む場合を除き、一般的には壁に穴をあけ、壁の中にボックスを埋め込む構造になっている。したがって、ボックスを固定するための心出し・取付作業に手間を要した。今回開発した壁表面取付けの薄型インジケータは、ボックスをなくしアンカーボルトで乗り場壁へ直接取り付けられるようにした。そのため、内部に組み込むLED表示器、その駆動回路、操作ボタン、キースイッチ等の基本構造を見直して薄型化を図り、乗り場インジケータ全体の厚みを16.9mmとした。

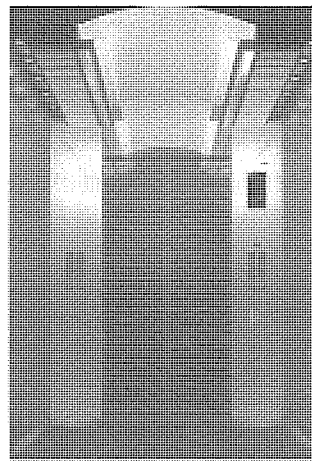


図6. DS-11M形かが室

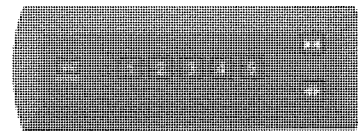


図8. CBM-B150形横形副操作盤



図7. CBM-A110形かが操作盤

また、操作ボタンは、かが操作盤と同様のクリックボタンを採用した。

## 8. むすび

以上、標準型エレベーター“グランディ”及び特注型乗用エレベーター“ACCEL-AI”のモデルチェンジ内容について紹介した。今回のモデルチェンジでは、お客様の本質的なニーズにこたえることを主眼に、全面的な見直しを実施した。好評を博すものと確信している。

今後とも、社会情勢が大きく変化する中で、この本質的かつ潜在的なニーズに対応した製品の開発に努力していく所存である。

## 参考文献

- (1) 安藤 宏, 木村宣仁, 森 顕伸: 中低速乗用エレベーター“グランディ”のモデルチェンジ, 三菱電機技報, 70, No.11, 1074~1079 (1996)
- (2) 大窪正一, 宮西良雄, 富所 誠, 山崎幹弘, 金森修: 特注型乗用エレベーター“ACCEL-AI”, 三菱電機技報, 66, No.6, 663~667 (1992)
- (3) 岩田茂実, 河合清司, 安藤 宏: データネットワーク型エレベーター制御システム, 三菱電機技報, 64, No.10, 801~806 (1990)

# 三菱機械室レスエレベーター “ELEPAQ(エレパック)”

杉田和彦\* 山川茂樹\*  
 本田武信\* 安江正徳\*  
 安藤英司\*\*

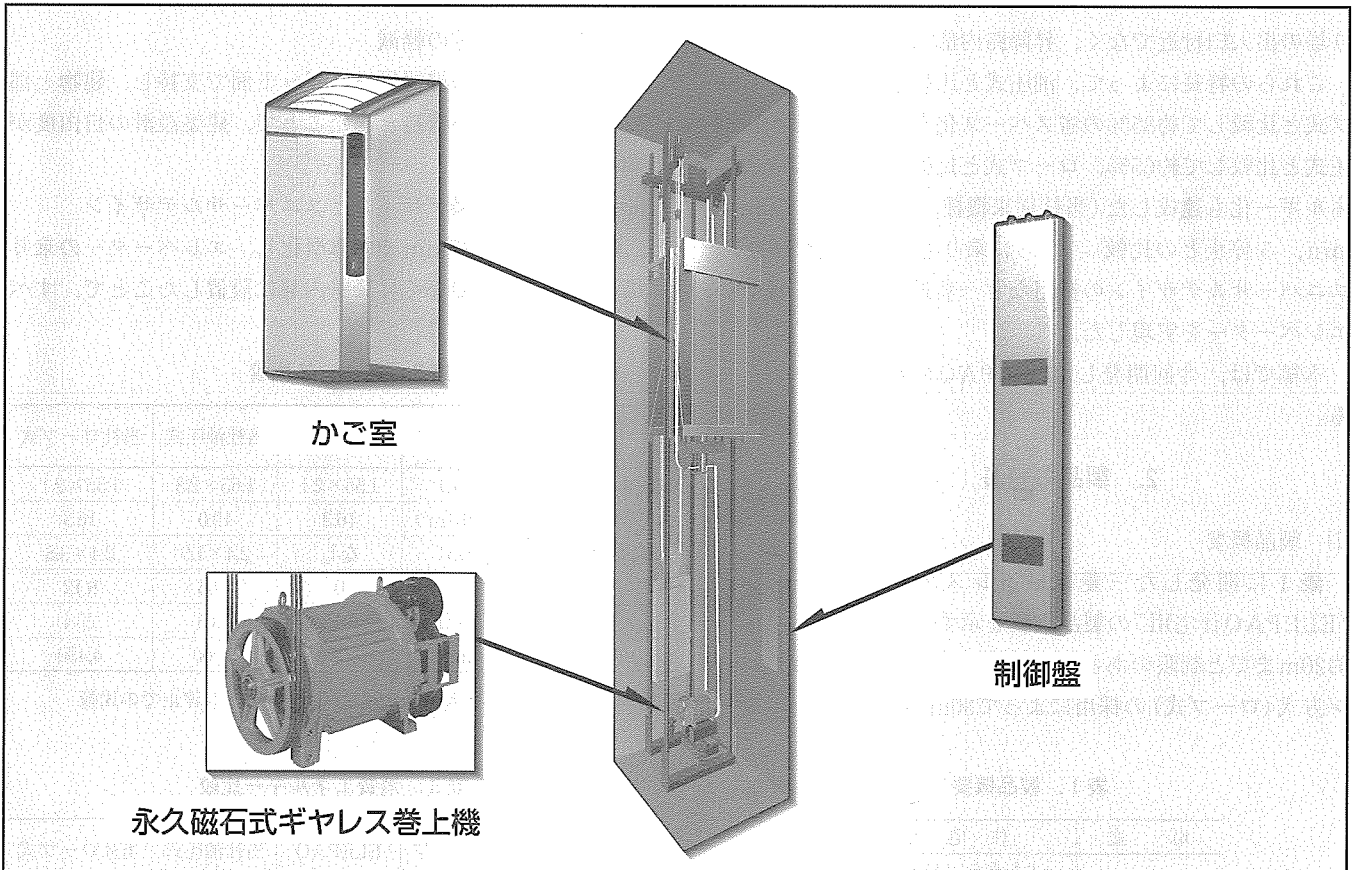
## 要旨

建物内の縦の交通手段であるエレベーターは、人の流れを優先して配置すべきであるが、現実には、各部屋の位置や建物のデザイン及び法的な規制等も考慮されている。エレベーターは、乗り場機器及びかごが昇降する昇降路部分、駆動・制御装置を設置する機械室部分に分かれる。最も普及したロープ式は建物屋上に機械室を設けるため、特に中・低層建物の場合に建物外観やエレベーターの配置が制約を受ける。このようなときは、機械室を昇降路の側部に配置するか油圧式を採用して対応してきたが、電源設備の拡大、昇降行程の限界などの制約があった。

三菱電機では、自由な建築設計ができるように昇降路内にすべての機器を収納・設置し、昇降路の平面及びオーバーヘッド寸法を最小化して新しい“標準”と呼ぶべき三菱機械室レスエレベーター“ELEPAQ(エレパック)”を開発

した。主な特長は次のとおりである。

- (1) 機械室が不要なため、建物のデザインやエレベーターの配置が自由になり、機械室部の建築・設備工事を削減できる。また、日影規制の制限があっても建物スペースを有効に活用できる。なお、スペースは当社油圧式に比較して約30%削減した。
- (2) 巻上機だけでなく制御盤も昇降路に設置しているため、乗り場デザインの自由度が拡大した。
- (3) エレベーター側の質量はピットで、つ(吊)り荷重はレールの内部で負担させ、建物の構造設計条件を有利にした。
- (4) 高効率の永久磁石式ギヤレス巻上機を採用した。消費電力は、当社油圧式に比較して約65%、ロープ式では約10%削減した。



## 機械室レスエレベーターELEPAQを支えるキーテクノロジー

機械室が不要で自由な建築設計が可能な機械室レスエレベーターELEPAQを開発した。ELEPAQは、高効率で小型の永久磁石式ギヤレス巻上機、昇降路内設置の薄形制御盤、従来機種と同等のかご室意匠で構成される。



1. ま え が き

一般的なロープ式エレベーター(以下“ロープ式”という)は、昇降路直上部にエレベーターの機械室設置が不可欠であり、日影規制、北側斜線等の建物の“高さ制限”に対応した建築設計が必要となる。一方油圧式エレベーター(以下“油圧式”という)は、機械室が建物内に比較的自由に配置できるが、ロープ式と比較すると①最大昇降行程は約20mまでという制限がある、②消費電力量が大きい、③昇降路スペースが大きい等の課題があった。

三菱エレベーター“ELEPAQ(エレパック)”は、機械室を完全になくし、昇降路内にすべての機器を収納した。さらに、昇降路頂部(オーバーヘッド)寸法は、例えば速度45m/minで3,150mmと油圧式と同等にしたことによって、建物の高さ制限等の対応が容易になり、建築設計の自由度を大幅に向上させた。

主要機器の巻上機には、高速エレベーターに当社が業界で初めて適用し高い信頼性と豊富な実績がある希土類永久磁石(PM)同期電動機を組み込んだギヤレス方式を採用した。

制御盤は厚さ87mmまで薄型化し、すべての階において多様な乗り場デザインに対応するため、エレベーターの乗り場の出入口付近でなく、昇降路内部に設置した。

これらの特長によって、油圧式と比較して約30%、ロープ式と比較して約35%の省スペース化を達成したほか、油圧式と比較して約65%、ロープ式と比較して約10%の省エネルギー化も達成した(当社従来機種、9人乗り、60m/min、5停止との比較)。さらに乗り心地の向上を図り、ユニバーサルデザインの採用など一歩進んだ環境に優しいエレベーターを実現した。

本稿では、今回開発したELEPAQの特長を述べる。

2. 製品の特長

(1) 製品概要

表1に開発した三菱機械室レスエレベーター“ELEPAQ住宅用”の製品概要を示す。油圧式では約20mまでと制限のあった昇降行程を、トラクション方式(ロープ式)の採用によって30m(最大12停止)

表1. 製品概要

用途	住宅用
定員(積載量)	6人乗り(450kg) 9人乗り(600kg)
定格速度	60m/min, 45m/min
最大昇降行程	30m
最大停止数	12停止
駆動方式	トラクション方式

と拡大した。

(2) 省スペース化

表2にELEPAQと油圧式のエレベーター設置スペース比較を示す。従来機械室に設置していた巻上機・制御盤・調速機等のすべての機器を昇降路内に収納して機械室を不要とし、さらに、機器の一体化や小径の10mmロープ採用による巻上機などの小型化により、必要総床面積を当社油圧式と比較して約30%、ロープ式と比較して約35%削減した。また、オーバーヘッド寸法も油圧式と同じとした。これにより、建物の高さ制限への対応が容易になり、建築設計の自由度が大幅に向上するとともに、建物全体のレンタル比が向上した。

(3) 省エネルギー

表3にELEPAQと油圧式の消費エネルギー比較を示す。駆動方式をトラクション式とし、高効率な永久磁石同期電動機を組み込んだギヤレス巻上機を採用することで、消費電力を当社油圧式と比較して約65%、ロープ式と比較して約10%削減した。

(4) 乗り心地

静粛で高効率かつ応答性が良い永久磁石同期電動機と高度な電動機制御技術により、高速エレベーター並みの滑らかな乗り心地を実現した。

(5) 建物負担荷重の軽減

エレベーターの機器質量をピット面で支持し、建物上部に荷重を掛けない構造としたことで、建築設計の自由度が向上した。

(6) 多様な乗り場デザインとユニバーサルデザイン

制御盤は厚さ87mmまで薄型化し、エレベーターの乗り場の出入口付近でなく昇降路内部に設置したことで、すべ

表2. スペース比較

寸法		機種		
		ELEPAQ	当社油圧式	当社ロープ式
昇降路(A)	間口×奥行(m)	1.55×2.1	1.65×2.3	1.55×2.1
	5停止分の面積(m <sup>2</sup> )	16.3	19.0	16.3
機械室(B)	間口×奥行(m)	なし	2.4×1.9	2.4×3.8
	面積(m <sup>2</sup> )	0	4.56	9.12
合計面積(m <sup>2</sup> ) (A)+(B)		16.3	23.5	25.4
オーバーヘッド寸法(mm)		3,200	3,200	4,450

住宅用エレベーター、9人乗り、速度60m/min、5停止での比較

表3. 消費エネルギー比較

寸法		機種		
		ELEPAQ	当社油圧式	当社ロープ式
電動機容量(kW)		3.7	18.5	4.5
電源設備容量(kVA)		4	24	5
年間消費電力量(kW・h)		2,590	7,470	2,876

住宅用エレベーター、9人乗り、速度60m/min、5停止、同一使用条件での比較

での階において多様な乗り場デザインに対応可能とした。また、操作感触が分かるクリックボタンや点字表示、音で確認できる発音式かごボタンなどのユニバーサルデザインの採用で、高齢者や障害者にも容易に使用できる人に優しいエレベーターを実現した。

### 3. エレベーターの全体構成

#### 3.1 駆動システム及び機器の配置

図1にこのエレベーターの昇降路縦断面図を示す。また、図2の(a)に昇降路平面図(トランクなし)、(b)にトランク付きを示す。基本構成は、昇降路に立設したガイドレール下部に巻上機、上部に返し車を設け、さらに、かご下及び釣合いおもり上部には吊り車が設けられ、巻上ロープがこれらにローピングされる。この方式は、一般的に2:1ローピングのアンダスラングベースメント方式と呼ばれ、建物の上部寸法を抑えるために有効な構成である。巻上ロープの末端は、かご側・釣合いおもり側ともにガイドレール上部に固定しているため、エレベーターの全機械質量はピット面で支持し、巻上機の上向き荷重と上部返し車の下向き荷重は、レールの内部力として作用させることで、建物へ荷重を負担させない構造としている。

制御盤は、電源回路の見直しや新規に開発したインバータ用ヒートパイプの採用等によって大幅に薄形化して、昇降路内のかごと壁の極めて限られたスペースに設置した。

#### 3.2 巻上機

要旨の図に巻上機の外観を示す。永久磁石同期電動機を組み込んだギヤレス方式を採用した。この方式は、当社が業界で初めて高速・超高速エレベーター用に採用したもので、高効率で優れた乗り心地と静粛性を実現できる。綱車とモータ及びブレーキを同軸上に配置したシンプルな構成により、かご下のピットスペースに配置するレイアウト上有利な構造とした。ブレーキは、機器単体を小型化するためディスクとし、さらに、装置を2セット配置するダブルブレーキ方式を採用した。ブレーキの開放は、内蔵する電磁コイルで通常行われるが、非常時には乗り場から行うことができるようにした。

#### 3.3 永久磁石同期電動機の制御

永久磁石同期電動機では、磁極位置検出器で検出した磁極位置に応じて界磁磁束と直交するように電機子電流を制御することにより、高精度で応答が速いトルク制御を実現できる。永久磁石同期電動機は、磁束が常に確立していることから、誘導電動機に比べて制御演算が簡単であり、

さらに励磁電流が不要であり、効率が低い。しかし、高精度なトルク制御を行うためには、磁極位置を正確に検出する必要がある。そこで、エンコーダで検出した磁極位置をエレベーター走行中の状態データによって正確に補正する機能を採用した。

図3に永久磁石同期電動機の駆動制御システムの構成を示す。エンコーダのパルス信号から得られる速度を基に、帰還信号とする速度制御回路と電機子電流と磁極位置を帰還信号とする電流制御回路により、永久磁石同期電動機は速度とトルクを高精度に制御し、快適な乗り心地を実現した。この電流制御回路には、当社ロープ式エレベーターで既に適用している30万ゲート規模の大規模カスタムLSIを採用した。これにより、制御演算を高速化でき、全ディジ

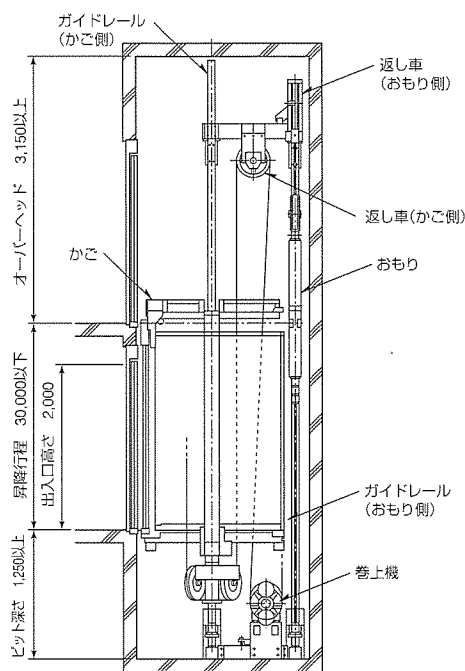
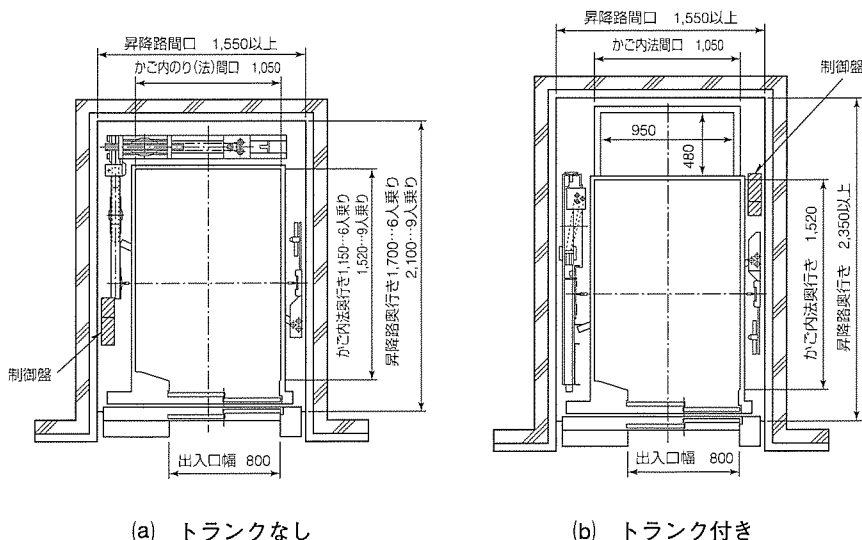


図1. 昇降路縦断面図



(a) トランクなし

(b) トランク付き

図2. 昇降路平面図

タル制御で高精度な電流制御を実現した。

また、インバータの主回路には高速かつ低損失なスイッチング素子IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を7素子内蔵したIPM (Intelligent Power Module) を採用し、PWM (Pulse-Width Modulation) 制御の変調周波数を10kHzに高周波化した。これにより、電動機から発生する耳障りな磁気騒音を低減し、静粛化した。

図4は、速度毎分60mで全負荷上昇運転中のエレベーターの速度波形、加速度波形、及び電機子電流波形である。ギヤレス巻上機の採用と高度な電動機制御技術により、高速エレベーター並みの滑らかな乗り心地を実現した。

### 3.4 制御盤

制御盤は、乗り場に設置する乗り場操作ユニットと昇降路内の本体に分割して構成した。要旨の図に制御盤本体の外観を示す。制御盤本体は、昇降路壁とかごの間の限られたスペースに設置するため、厚さ87mm、幅340mmの薄形タイプ(当社従来比、体積80%減少)を新規に開発した。昇降路内へ設置した制御盤本体は、必要に応じて壁面に沿って昇降できる構造にし、保守性の向上を図った。

新しく採用した主な技術は、以下のとおりである。

- (1) 電源回路は、制御電源をすべてスイッチング化して商用周波トランスを一掃するとともに、電源電圧を安定化した上で一種類の低圧直流に統一し、大幅な小型化を図った。また、ブレーキ励磁回路やドア駆動用インバータなど高電圧が必要な回路には、昇圧チョッパによって所要直流電圧へ変換する方式を採用した。
- (2) インバータユニットは、冷却装置に厚さ22mmの薄形ヒートパイプを新規に開発し、従来比50%まで薄形化した。
- (3) インバータユニットと電源ユニットを集中統合化し、制御盤内の配線を最小限に簡素化した。

### 3.5 新デザイン

ビル用途と顧客志向の多様化の中で、エレベーターの乗り場やかご室を中心としたデザインの重要性が高まってきている。今回のエレベーター開発では、顧客のデザイン志向に即した製品ラインアップとして、標準形エレベーター“グランディ”のデザイン系列を継承するとともに、さらに高級感あふれる新しいかご室デザインを追加した。要旨の図に、新規に開発したかご室を示す。天井中央部を明るくソフトなアーチ形状とし、両サイドはアクセントを付けたスリット形状としたことで、エレガントな照明デザインとしている。

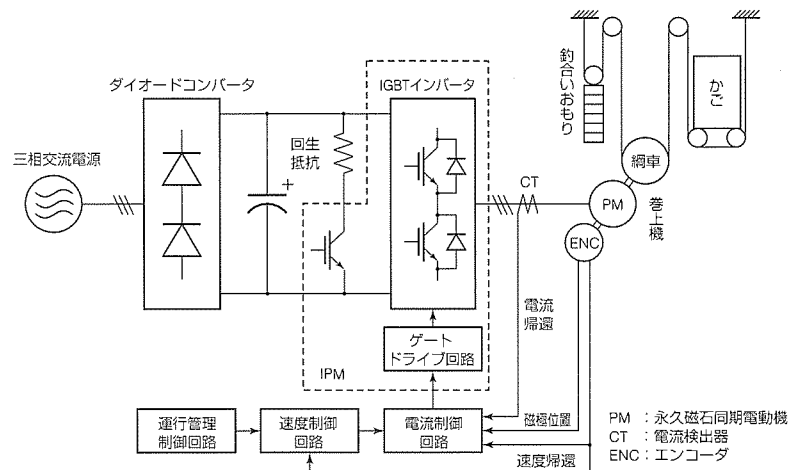


図3. 駆動制御システムの構成

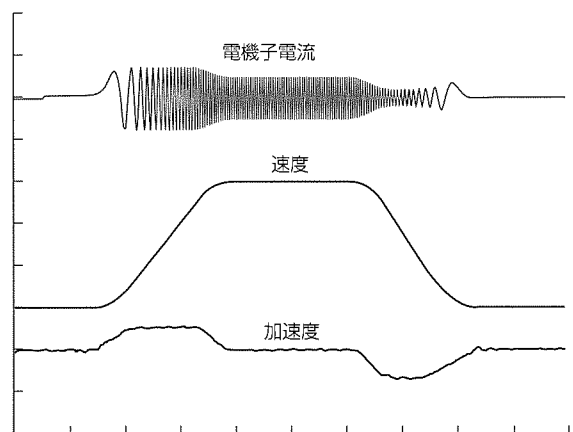


図4. 走行波形

## 4. むすび

今回、住宅用として建物から独立したエレベーターの開発をテーマに開発を進め、建物の有効面積増加や設計自由度をアップできる等、新しい“標準”と呼ぶべき製品を市場に投入した。

今後とも、顧客のニーズや市場の動向を踏まえた製品開発により、仕様の充実を図るとともに、事務所や一般ビルに対応した乗用エレベーターへ拡張した製品を提供する所存である。

### 参考文献

- (1) 安藤 宏, 木村宣仁, 森 顕伸: 中低速乗用エレベーター“グランディ”のモデルチェンジ, 三菱電機技報, 70, No.11, 1074~1079 (1996)
- (2) 下秋元雄, 正城孝信, 三宅立郎, 山本友一郎, 富沢正雄: 油圧式エレベーター用新駆動制御システム, 三菱電機技報, 64, No.10, 807~810 (1990)

# 三菱中低層共同住宅用エレベーター “MEL WIDE”

岡田浩二\* 門井明宏\*  
久保田猛彦\* 渡辺誠治\*\*  
河合清司\*

## 要旨

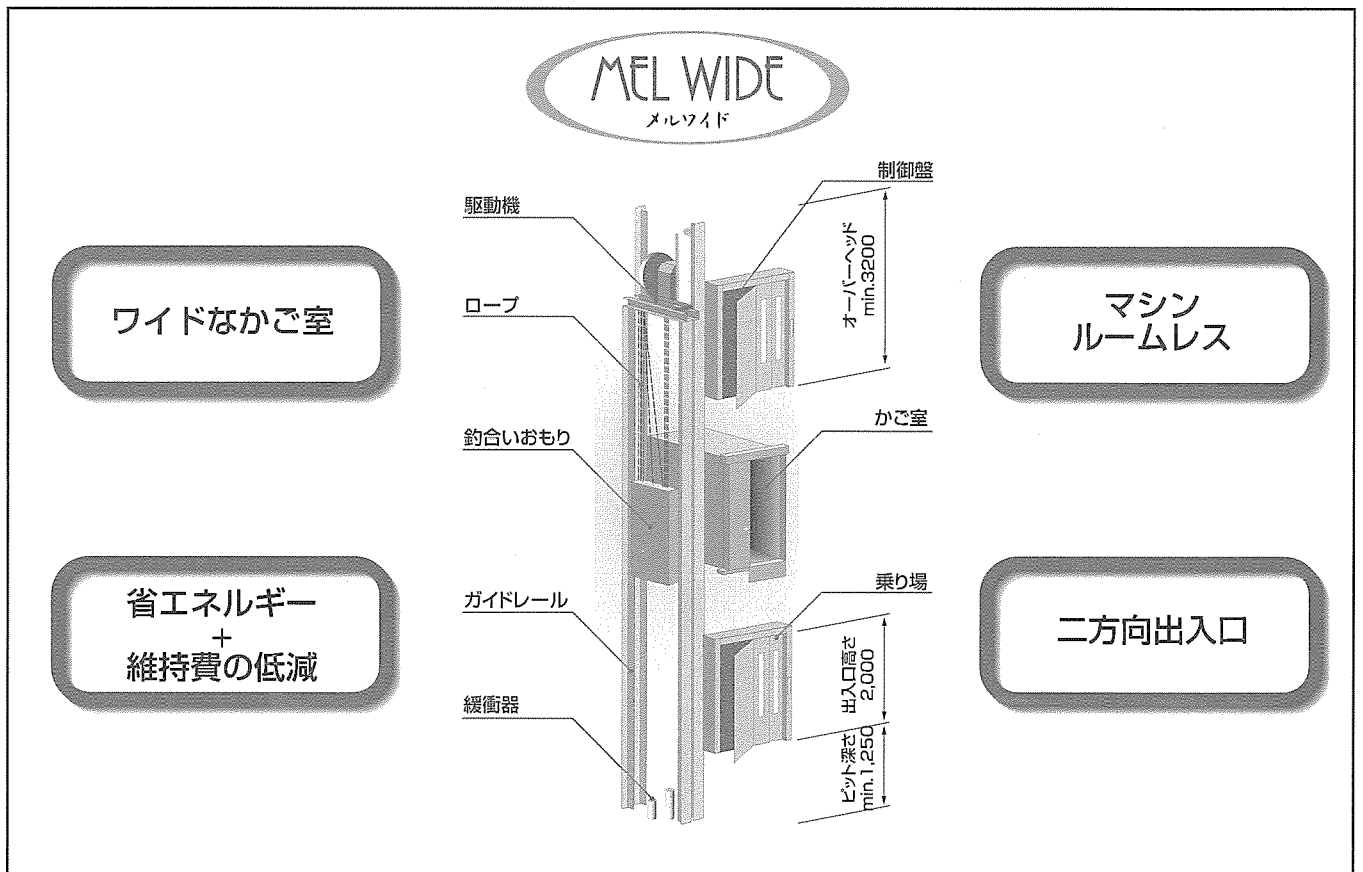
中低層共同住宅へのエレベーターの普及を図り、高齢者や身体障害者の移動補助を行う等の目的から、1996年3月に建設省から「中低層共同住宅用エレベーター設計指針」が公表された。三菱電機は策定された設計指針に基づき、三菱中低層共同住宅用エレベーター“MEL WIDE”を'97年3月に業界で初めて開発し、発売した。

MEL WIDEでは、①巻上機の昇降路内設置と制御盤の乗り場戸袋内収納によって機械室を不要とした。②かご室に高齢者／身体障害者と健常者が共用できるユニバーサルデザインを採用した。③駆動方式にトラクション式を採用し、当社4人乗りエレベーター“コンパクト4”に比べて電動機の容量を30%低減し、省エネルギー化を図った、等の優れた特長を持っている。

なお、性能面においては、振動解析によるガイドシユ

と防振部材の最適設計を行うとともに、インバータ制御装置に全デジタル制御方式を採用して、安定かつ良好な乗り心地を得た。また、機能面では、データネットワーク型エレベーター制御システムを構築したことにより、付加仕様範囲が拡大し、視覚障害者対応(オプション)等の利便性・安全性を大幅に向上させることができた。さらに、意匠面においては、天井と壁の組合せによって様々なデザインを演出できるかご室、マンションのエントランスの雰囲気に合わせて4色の化粧鋼板から選択可能な出入口枠を採用した。

以上、MEL WIDEの市場投入により、従来エレベーターが設置されていなかった小規模住宅の需要拡大が期待できる。



## MEL WIDEの特長

MEL WIDEでは、巻上機を昇降路内に設置して機械室を不要とするとともに、二方向出入口を可能にして設置レイアウトを向上した。また、間口900mm×奥行き1,400mmとワイドなかご室の採用による利便性の向上とトラクション方式の採用による省エネルギー化を行い経済性の向上を図った。

## 1. ま え が き

中低層共同住宅へのエレベーター設置を容易としてより一層の普及を図り、階段昇降動作の困難な高齢者や身体障害者の移動補助を行う等の目的から、1996年3月に建設省から「中低層共同住宅用エレベーター設計指針」が公表された。当社は、策定された設計指針に基づき、製品の開発に着手し、三菱中低層共同住宅用エレベーター“MEL WIDE”を'97年3月に業界で初めて開発し、発売した。

本稿ではMEL WIDEの仕様、構成及び機能について紹介する。

## 2. 特 長

MEL WIDEは、以下に示す優れた特長を持っている。

### (1) 機械室不要

巻上機を昇降路頂部に設置するとともに、制御盤を最上階乗り場の戸袋部に収納して機械室を不要にし、建物占有スペースを縮減している。

### (2) 高齢者／身体障害者と健常者の共用できるかご室

車いす(椅子)の利用者が利用可能であること、また、高齢者／身体障害者と健常者の使用特性を配慮して、かごサイズ間口900mm×奥行1,400mm、操作盤位置はかご室側面としている。

### (3) 省エネルギー

駆動方式をトラクション式とすることにより、巻胴式である当社4人乗りエレベーター“コンパクト4”と比較して電動機の容量を30%低減し、省エネルギー化を図っている。

## 3. 仕 様

表1にMEL WIDEの主な仕様を示す。

表1. 主な仕様

用途	乗 用	
積載量・定員	320kg・4人乗り	
定格速度	45m/min	
駆動方式	トラクションタイプ	
制御方式	VVVF制御	
かご内のり(mm)	間口900×奥行1,400×高さ2,100	
ドア形式	電動2枚戸片開き式	
出入口寸法(mm)	間口800×高さ2,000	
停止箇所	最大5か所	
昇降行程	最大13m	
電動機	2.7kW	
電力電源・周波数	三相交流200V・50Hz 200~220V・60Hz	
昇降路	間口内のり	1,550mm
	奥行内のり	1,650mm
	オーバーヘッド	3,200mm
	ピット深さ	1,250mm

## 4. 機器構成

### 4.1 機械システム

図1にMEL WIDEの全体構成を示す。また、図2に昇降路平面を示す。巻上機はかご、釣合いおもりのレール上部に固定されており、巻上機にかかる垂直荷重はレールで負担し、建物側には作用させない構成としている。

#### 4.1.1 巻上機

巻上機にはウォーム歯車減速機構と低騒音型電動機を採用して静音化を図るとともに、小型化して昇降路頂部のオーバーヘッド寸法を縮減した。

#### 4.1.2 ガイドシュー

MEL WIDEでは、構造の簡素化と省スペース化のため、かご側面をかごをつ(吊)る偏心吊り構造としている。そのため、ガイドシューローラの変形によるかごの横振動が増

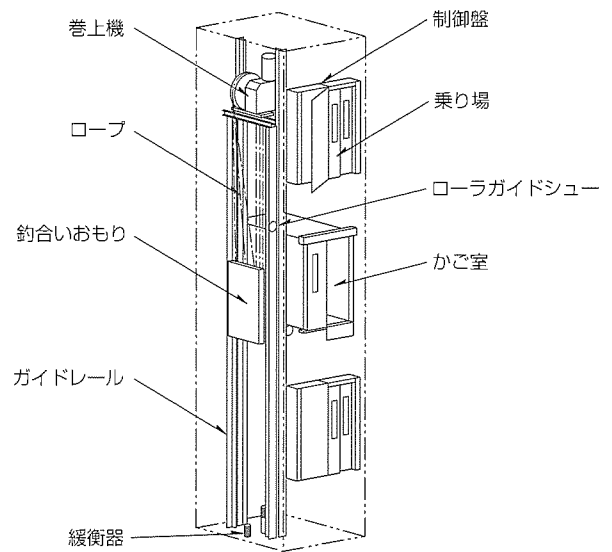


図1. 全体構造

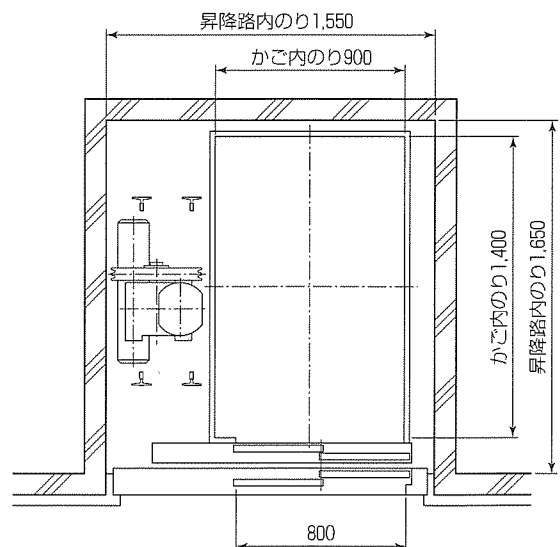


図2. 昇降路平面

加しやすいが、かご上部は2輪ローラとして1個のローラにかかる荷重を減らす構造とし、またかご下部は、ローラの軸を防振ゴムで支持し、かご枠に伝わる振動を抑える構造として乗り心地を向上している。さらに、これらのガイドローラに対して、防振部材の最適設計を行うために、ローラ変形解析、及び図3に示すモデルを用いた振動解析を実施し、低振動化を実現した。

#### 4.2 制御システム

MEL WIDEでは、データネットワーク型制御システムを採用し、制御システムの機能及び信頼性の向上を図った。この方式は、エレベーターの制御システムを担うマイコンを制御盤のみでなく、かごや乗り場に分散配置し、かつトータル処理能力を向上させるために、各マイコンをネットワークで結合したものである。また、制御盤を薄形化し、最上階乗り場戸袋内に設置することで、専用の機械室を不要とした。図4に制御システムの構成を示す。

#### 4.3 駆動システム

電動機の駆動方式には、VVVFインバータ制御方式を採用した。図5にその構成を示す。以下にこの駆動システムの特長を示す。

##### 4.3.1 小型インバータユニット

インバータには、高速スイッチング素子であるIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)と、その駆動回路と保護回路を内蔵したIPM(Intelligent Power Module)を採用した。また、IPM、ダイオードコンバータ、モータ電流検出器等をすべて基板上に搭載し、これら主回路機器の結線には導体配線を施した大電流基板を適用した。このIPM及び大電流基板の採用により、インバータユニットの小型化と高信頼性を実現した。また、インバータのPWM (Pulse-Width Modulation) 制御の変調周波数を12kHzと高周波化することにより、人間に一番耳障りな数kHz成分の騒音を低減し、静かなモータ駆動を実現した。

##### 4.3.2 全デジタルインバータ制御

インバータ制御装置は、16ビットワンチップマイコンCC (Car Controller)及びDR (Digital Regulator)の機能を活用することにより、簡素なシステム構成でモータ駆動制御の全デジタル化を図り、経年変化が少なく、かつ良好な乗り心地を実現した。すなわち、ワンチップマイコンCCで電動機速度指令演算と速度制御演算を実施し、電流帰還制御演算はモータ電流信号入力用のA/Dコンバータや、三相PWM信号生成機能を内蔵したワンチップマイコンDRで行い、インバータ駆動指令はマイコンDRによって直接IPMへ出力する構成とした。

##### 4.3.3 停電時自動着床装置(オプション)

停電によって停止したエレベーターを、バッテリー電源を使用して、最寄階まで運転する停電時着床装置をオプションで用意した。この装置の制御回路は制御盤内に組み込み可能とすることで小型化を図り、外付け部分は昇降路内に設置するバッテリーのみとした。

### 5. 新機能

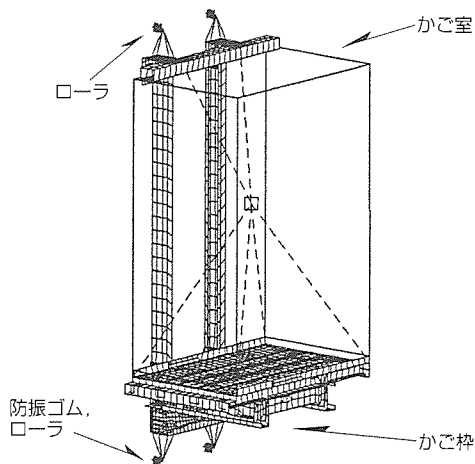


図3. 解析モデル

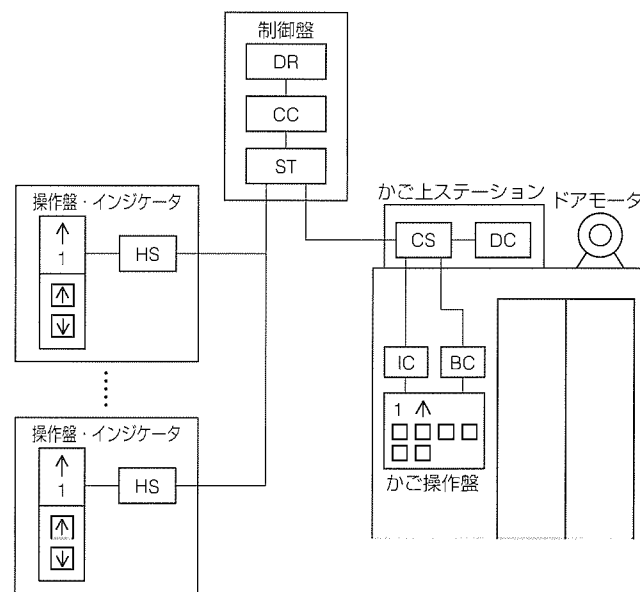


図4. 制御システムの全体構成

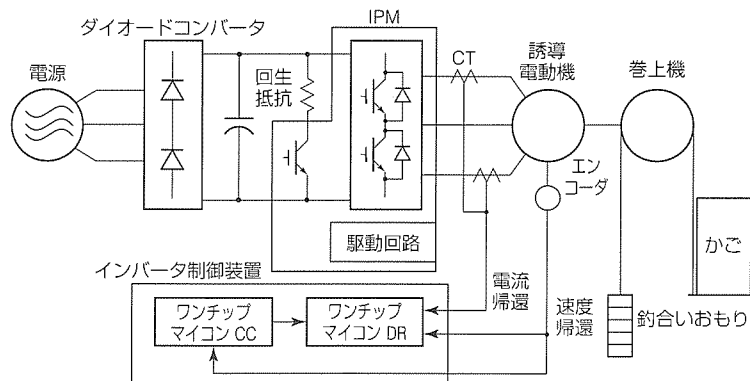


図5. 駆動システムの構成

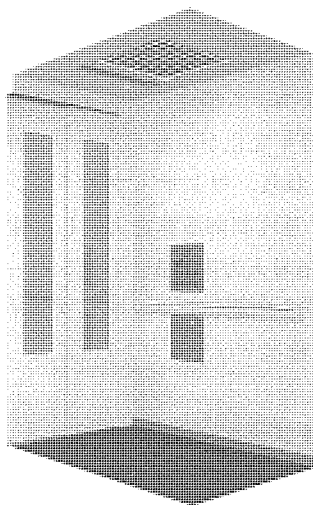


図6. かが室デザイン

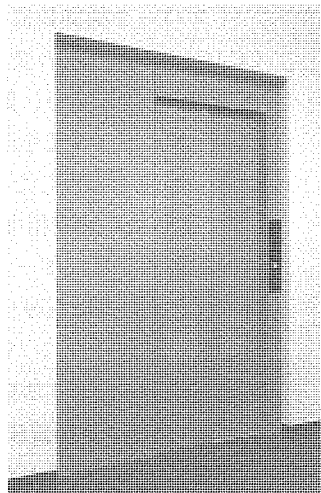


図7. 乗り場デザイン

MEL WIDEは、制御用として高性能16ビットワンチップマイコンを採用し、付加仕様範囲を拡大した。この結果、中低層の共同住宅向けエレベーターとしての利便性・安全性を大幅に向上させることができた。MEL WIDEで新たに採用した機能を以下に示す。

#### 5.1 遠隔監視装置用インターフェース(基本仕様)

先進の遠隔監視システム(三菱電機ビルテクノサービス(株)と保守契約が必要。)と接続が可能なインターフェースを標準装備とした。このインターフェースを持つことにより、遠隔監視システムの保守契約をすれば、各種異常又は故障の自動診断結果を、電話回線を通じて三菱電機ビルテクノサービス(株)の情報センターに自動通報することができ、万一の故障に対しても、安心してエレベーターを使用できる。

#### 5.2 視覚障害者対応(オプション)

エレベーターの運行状況を音声で案内して、視覚障害者の方がエレベーターを利用しやすいようにした。アナウンスの内容は、停止階の案内、サービスする運転方向の案内、戸閉案内を用意した。

#### 5.3 二方向出入口(オプション)

二方向出入口に対応可能とし、フレキシブルなレイアウト設計ができるようにした。また、エレベーター利用者にとっても乗った方向のまま降りられる利便性があり、車椅子で利用される方に一層の効果を発揮する。

#### 5.4 P波センサ付き地震時管制運転(オプション)

安全にエレベーターを利用できるように、地震波の初期微動を検出して、本震が来る前に自動的にエレベーターを最寄階に着床させ休止させるP波センサ付き地震時管制運転装置を用意した。

## 6. デザイン

今回のデザイン開発では、MEL WIDEの設置対象である中低層マンションに適合した、高齢化社会・福祉社会を

考慮した障害者/高齢者と健常者が共用できるユニバーサルデザインを採用した。

### 6.1 かが室デザイン

図6にかご室の一例を示す。

天井照明は、大型グローブ照明、スポット柄付き照明、エンボス樹脂板付き照明の計3タイプのシンプルなデザインとした。また、壁の色調をシックな3色の化粧鋼板から選択できるため、天井と壁の組合せによって様々なかが室デザインを演出可能とした。

窓付き戸の窓サイズは、かが内の犯罪を未然に防ぐための防犯性、高齢者/車椅子使用者/身障者の使用特性を考慮し、住宅用エレベーターよりも下方へ0.5m大きくした。

### 6.2 乗り場デザイン

図7に乗り場の一例を示す。

出入口枠の色調は、様々なマンションのデザインに適合するように色調を4色の化粧鋼板とし、エントランスの雰囲気に合わせて選択可能とした。

また、制御盤を最上階の出入口枠に配置し、点検扉を設けているため、据付工事、保守点検が容易に行うことができる。

### 6.3 操作パネルのデザイン

かが操作盤の位置は、操作性向上のため、かが側板の中央付近の低い位置に設置し、様々な利用者が使いやすいものにした。

乗り場インジケータの位置も、車椅子使用者が使いやすいように、住宅用エレベーターに比べて低い位置に設置した。

また、大きくて見やすいデジタル階床表示は全階に設置し、エレベーターの動きを見やすくかつ分かりやすいものにした。

## 7. むすび

以上説明したとおり、中低層共同住宅へのエレベーター設置容易化、高齢者/身体障害者の移動補助等のニーズにかなったMEL WIDEを市場投入した。MEL WIDEの市場投入により、従来エレベーターが設置されていなかった小規模住宅の需要拡大が期待できる。

また、今後も市場動向に対応し、顧客の要求にこたえられるエレベーターを実現していく所存である。

## 参考文献

- (1) 土田健二, 森 聡人, 鵜川公丈, 山本和美, 池島宏行: 小型エレベーター“新コンパクト4”, 三菱電機技報, 67, No.10, 959~962 (1993)

# モダニゼーションメニューの拡充

榎本 篤\*  
吉田元紀\*  
永沼 功\*\*

## 要 旨

エレベーターのモダニゼーション時期は、使用頻度や保守状態などによって異なる機器の寿命、及び顧客の求める機能や性能と現行エレベーターのそれらとの差によって決定されるべきと考える。しかし、エレベーターは稼働中のビル設備ゆえ、工事期間中のビル内活動への影響や他の設備との更新優先度との関係で、なかなかモダニゼーションが進展しない状況にある。20年以上稼働しているエレベーターが国内に約3.3万台あり、この台数は今後数年間に毎年約4千台ずつ増加することになるが、このままの状態では旧型部品の供給や保守に支障が出ることも懸念される。

従来のモダニゼーションメニューは、既設品を一式新規品に取り替える完全撤去、既設の一部分を流用する準撤去、各ブロックに分割して順次改修する分割改修に限られていた。

かかる状況の中でモダニゼーション台数の伸長を図るメニューとして、既設低速エレベーターを対象とした制御モダニゼーションメニューを市場投入した。このメニューは、老朽化によって安全性や信頼性の低下が顕著となる電気部分のみを取り替えてVVVF制御方式に更新するものである。

方式	概要		工事概要
	パターンNo.		
完全撤去	PT.1	全機器を取り替える	
準撤去	PT.3	乗り場周り機器・レール・釣合いおもりを流用	建築く(軀)体に固定されている三方枠・乗り場敷居・乗り場位置表示器用ボックス・レールや釣合いおもりを流用し、その他の機器は取り替える
	PT.4	乗り場周り機器・レール・釣合いおもり・機械台を流用	PT.3の流用機器に加え機械台も流用し、その他の機器は取り替える
分割改修 (*)	PT.6	1st. 制御改修	巻上機・ロープと巻上モータ・制御盤・かご操作盤・着床装置・ドアモータ・制御ケーブル等の電気部品を取り替える
		2nd. 戸閉改修	乗り場戸閉・かご戸閉装置を取り替える。 かごの戸は第3ステップまで暫定品となる
		3rd. かご改修	かご枠・非常止め・かご床・調速機・かご室を取り替える
		4th. 耐震・法令対策	流用機器の耐震強化工事・フェッシャプレート追加を行う
制御モダニゼーション (*)	PT.7	電気部品を主体に取り替え、最新の制御方式に改修する	巻上機を含めた機械部分を流用し、巻上モータ・制御盤・かご操作盤・着床装置・ドアモータ・制御ケーブル等の電気部分を取り替える

## モダニゼーションメニューの種類と概要

上記の表はエレベーターのモダニゼーションの方式と工事概要を示したものである。このうち\*印で示す分割改修と制御モダニゼーションは、既設低速エレベーターのみに適用可能なメニューであり、特に制御モダニゼーションは、巻上機を含む機械部分のほとんどを流用するため、連続工事期間が3日間と短く、低価格で、乗り心地向上や省エネルギーなど多くの改善点がある。



## 1. ま え が き

最近のエレベーター制御技術の進展は目覚ましく、マイクロコンピュータ、パワーエレクトロニクス、インバータ技術の導入により、その性能・信頼性の向上及び省エネルギー化など画期的な進歩を遂げている。

一方、しゅん(竣)工後20年以上経過した三菱電機製エレベーターは国内で約3.3万台稼働しているが、そのほとんどが上記の技術が反映されていない、いわゆる旧式のエレベーターである。これらのエレベーターに年々高まりつつある安全性向上や省エネルギー化等の社会的要請をいかに反映させるかがモダニゼーションの課題である。

本稿では、エレベーターのモダニゼーション方式について、制御モダニゼーションを主体に紹介する。

## 2. モダニゼーション時期

エレベーターの寿命はその使用状況・保守状況によって異なり、一概には言えないが、法定耐用年数の17年を上回って20年から30年稼働後にモダニゼーションされているものが多い。エレベーターの稼働年数が長くなるほど、意匠部分の陳腐化、乗り心地、消費エネルギーなどの点で新設のエレベーターに比べて見劣りがするだけでなく、ビル内人口の変動などによって長待ち時間の増加や重要部品の劣化・損傷による停止時間が長くなるなどの問題が発生することにもなる。したがって、ビルのライフサイクルの中で適切な時期にエレベーターのモダニゼーションを行い、ビルの価値を向上させることが必要である。

## 3. モダニゼーションメニュー

図1に示すように、モダニゼーションは、新設エレベーターとは異なる観点からの開発標準化が必要となる。例えば、エレベーターの連続休止期間をできる限り短縮すること、溶接などの火気作業やモルタル等のはつりによる騒音発生作業を極力少なくすることが重要となる。また、既設部品の流用範囲を拡大して工期短縮化と資源の有効活用することなどにも配慮が必要となる。これらの観点から現時点まで開発したモダニゼーションメニューについて、以下にその内容を説明する。

### 3.1 完全撤去

すべての既設部品を撤去して、既設の昇降路と機械室に合わせた最新式エレベーターとする方式である。ただし、建築躯体をそのままとするために、特殊かごサイズへの対応が必要となる

場合がある。

### 3.2 準撤去

建築躯体に固定されエレベーターの機能・性能への影響が少ないガイドレール、三方枠、乗り場敷居等を流用して、最新のエレベーターに取り替える方式である。現行とは異なる既設昇降路寸法に対応したかごサイズ、既設乗り場敷居に対応した乗り場ドア装置等の特殊事項を反映させる必要がある。このメニューは、完全撤去に比べて据付期間が短縮されるばかりでなく、費用対効果が良く、通常最も経済的な方法である。また、三方枠などの撤去作業が不要となり、はつり作業等の騒音が必要最小限に抑えられる。

### 3.3 分割改修

エレベーターを長期間連続して休止させるとビルの活動への影響が大きすぎるため休止期間を分割したいとか、予算の都合上費用を分割したいとの顧客要望も多い。分割改修はこれらのニーズを考慮したメニューである。

巻上機、ロープ、電気部分を取り替えて最新の制御方式(VVVF)に変更する制御改修を第1ステップで行い、その後、戸閉、かご、法令対策を各ブロックごとに分割して順次モダニゼーションする方法である。全ステップ完了後の取替え部品は準撤去の場合と同一となる。各ステップの工事期間と費用の合計は準撤去よりも多くなるが、各ステップごとのエレベーターの連続休止期間は短く、ビル活動への影響が少なくなる利点がある。しかしステップ途中では、一時的な機械的又は電気的なインターフェースが必要になる場合がある。

### 3.4 制御モダニゼーション

老朽化によって安全性や信頼性の低下が最も現われやすい制御システムを、巻上機を含めできる限り既設部品を流用して最新の制御方式(VVVF)にモダニゼーションするメニューである。

#### 3.4.1 機器構成

図2に取替え機器を示す。電気システムとしては、乗り場位置表示器(ボタン)の信号形態を除いて新設エレベーターとほぼ同等である。

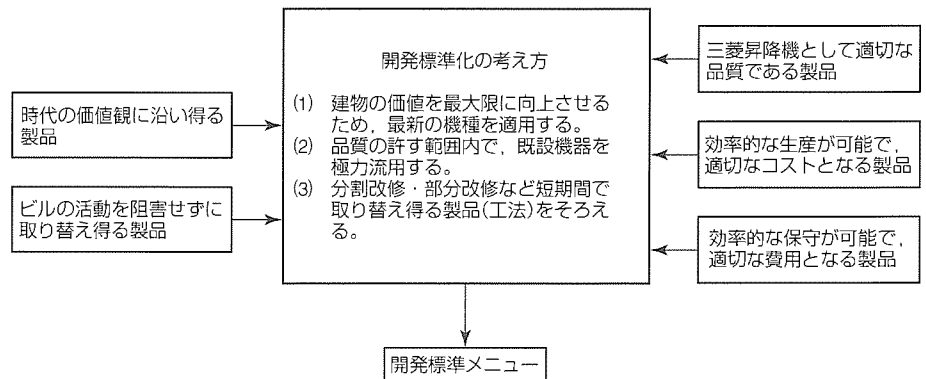


図1. 開発標準化の考え方

(1) 既設巻上機と新VVVFモータの組合せ

新設エレベーターはヘリカル歯車式巻上機とVVVF用モータの組合せであるが、このメニューは既設ウォーム歯車式巻上機とVVVF用モータとの組合せとなるため、機械的・電氣的な対応が必要となる。

(a) 機械的対応

既設巻上機へのモータ取付方式にはフランジ式とベッ

ド式がある。フランジ式の対応方法を図3に示す。新VVVFモータは既設品に比べて小型化されているため、既設モータ取付板をそのまま流用できない。したがってアダプタリングを新規に付加する構造とし、これを既設モータ取付板に取り付けることにより、新規モータを容易に既設巻上機に取り付けることができ、かつ心出し作業を不要としている。

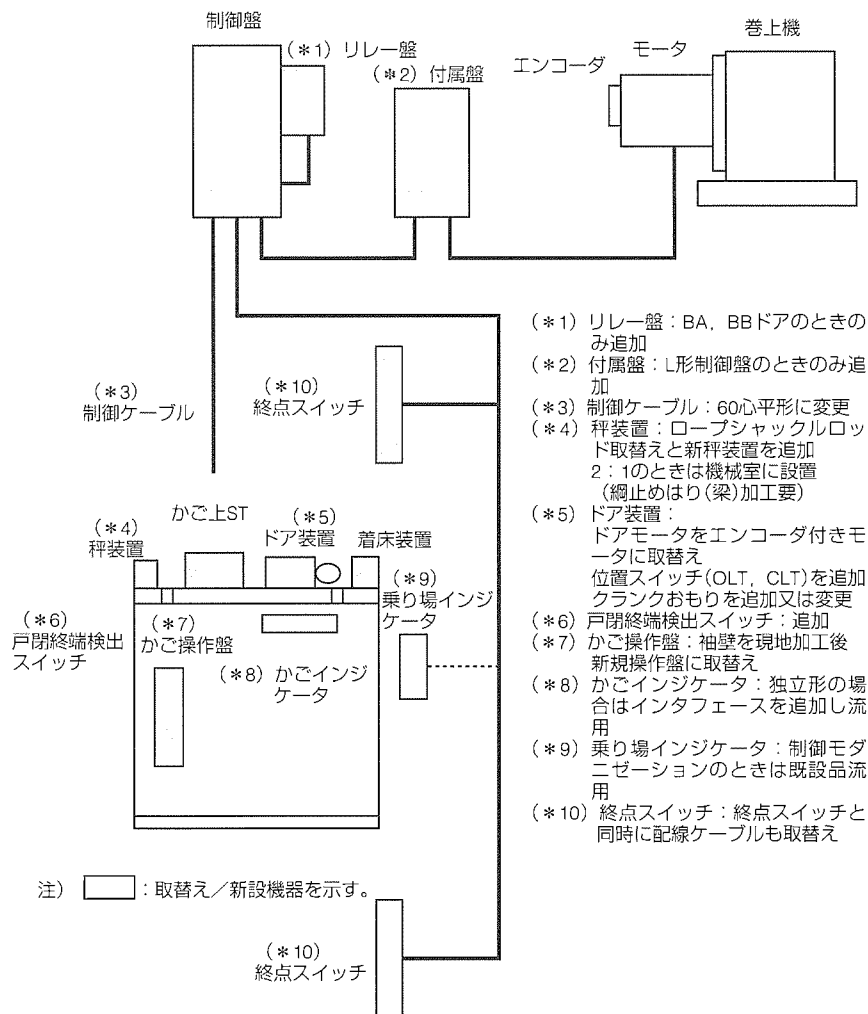
ベッド式の場合は構造が若干複雑となるが、L形の取付枠を新規に設けて標準のフランジ式VVVFモータを取り付け、既設巻上機ベッドと取付枠との心出し調整を容易に行える構造を採用している。

(b) 電氣的対応

巻上機(歯車方式、減速比、ツナ車径、効率など)やかご関連機器の質量が新設エレベーターとは異なるため、かご積載量と速度が新設エレベーターと同一でも適用するモータと制御盤が異なる。このためソフトウェアとハードウェアの一部が専用となっている。

(2) ドア制御

既設ドア機構とドアマシンを流用し、DCドアモータをエンコーダ付きの新規VVVF用モータに取り替えるとともに、開閉終端検出スイッチを追加する方式を採用した。ドアの制御はかご上ステーション内のマイクロプロセッサで行い、既設ドア機構の減速比やドアの質量に適合した速度パターンなど、モダニゼーション専用の制御としている。これらに



- (\*1) リレー盤：BA、BBドアのときのみ追加
- (\*2) 付属盤：L形制御盤のときのみ追加
- (\*3) 制御ケーブル：60心平形に変更
- (\*4) 秤装置：ロープシャックルロット取替えと新秤装置を追加  
2：1のときは機械室に設置  
(網止めはり(梁)加工要)
- (\*5) ドア装置：  
ドアモータをエンコーダ付きモータに取替え  
位置スイッチ(OLT、CLT)を追加  
クランクおもりを追加又は変更
- (\*6) 戸閉終端検出スイッチ：追加
- (\*7) かご操作盤：袖壁を現地加工後  
新規操作盤に取替え
- (\*8) かごインジケータ：独立形の場合はインタフェースを追加し流用
- (\*9) 乗り場インジケータ：制御モダニゼーションのときは既設品流用
- (\*10) 終点スイッチ：終点スイッチと同時に配線ケーブルも取替え

図2. 制御モダニゼーションの取替え機器

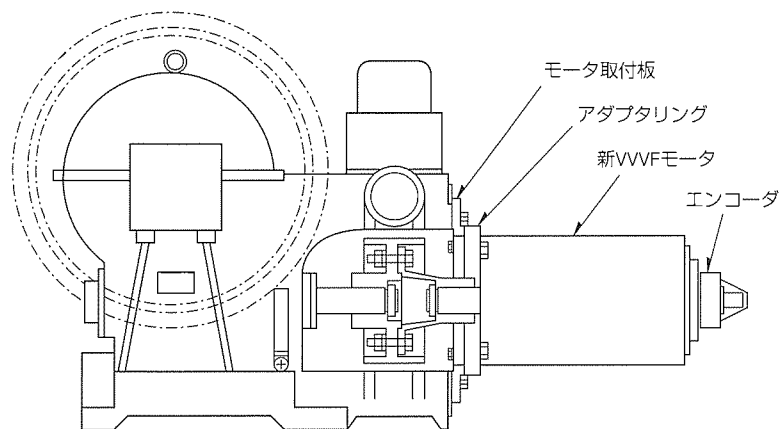


図3. 既設巻上機へのフランジ形新モータの取付け

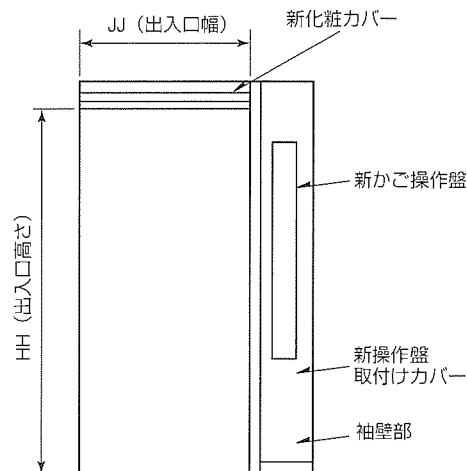


図4. かご操作盤取付け

表1. モダニゼーション前後の実測データ

P06(400kg)-2S-45 6停止 昇降行程：17.65m

項目	AC2 (モダニ前)	VVVF (モダニ後)	備考
各階走行時間(s)	UP : 8.5 DOWN : 8.9	UP : 7.0 DOWN : 7.0	階高 : 3,850mm かご内負荷 : 125kg
戸開閉時間(s)	戸閉 : 3.8 戸開 : 3.1	戸閉 : 3.7 戸開 : 3.7	JJ : 800 HH : 2,100 改修前 : E2戸閉 改修後 : E2V戸閉
時間当たりの消費電力量 (kw・h/h)	1.41	0.50	起動頻度 : 108回/時間 かご内負荷 : 125kg 照明用を除く
着床精度(mm)	±9	±6	負荷変動のみ(無負荷～定格負荷)

より、新設エレベーターのドアとほぼ同等の滑らかな開閉動作が得られた。

(3) 乗り場位置表示器(ボタン)

工事期間を短縮するために、既設乗り場位置表示器(ボタン)とこれらから機械室までの配線を流用することとした。また、既設品の信号は、並列伝送式のため、制御盤内にインタフェース用基板を追加して信号を送っている。

(4) かご操作盤

新かご操作盤は既設品とは外形や構造が異なるだけでなく、通話器箱などが操作盤とは別個に設置されている場合がある。既設操作盤を取り付けているかご室のそで(袖壁)に現地で穴あけ加工をして新操作盤を取り付けるとともに、既設操作盤以外の機器取付け用穴をふさぐため袖壁全体をステンレスカバーで覆う構造とした。図4にその取付け例を示す。

なお、既設の独立式かご内位置表示器は新規の化粧カバーでふさぐ方式を標準としたが、インタフェースをかご上に追加して既設品をそのまま流用することも可能である。

(5) その他

制御方式に関連する昇降路終点スイッチ、はかり(秤)装置、着床装置等を新規品に取り替えている。

3.4.2 モダニゼーション後のメリット

モダニゼーション前後の主要項目の実測データを表1に示す。

(1) 走行性能改善

既設AC2制御方式に比べて起動・停止時の乗り心地は格段に改善され、また、着床前の低速走行時間がなくなるため走行時間が短縮される。

(2) 着床精度の向上

床合わせ動作なしで、通常時のかごと乗り場の段差は6mm程度に収まる。

(3) 省エネルギー

起動電流の減少、走行時間の短縮、制御装置の静止化等により、既設AC2制御方式に比べて、照明分を考慮しても、約50%の省エネルギーとなる。

(4) 信頼性の向上

制御盤を始めほとんどの電気部品が静止化されており、有接点式の既設エレベーターに比べて摩耗部がなく信頼性が向上する。

3.4.3 制御モダニゼーションの適用注意点

制御モダニゼーションは流用する既設部品が多い。ビルの寿命を50~60年と仮定すると、ドアの開閉機構部品や巻上機のウォーム歯車などは、制御モダニゼーション後に取替えが必要となる。そのほか、次の項目に注意する必要がある。

- (1) 既設ウォーム歯車式巻上機を流用するため、その摩耗度によっては、加減速中のかごの揺れが目立つ場合がある。
- (2) VVVF制御方式となるため、既設電気機器へのノイズの影響を考慮する必要がある。
- (3) 新設エレベーターの付加動作の一部が適用できない場合がある。

4. むすび

これからモダニゼーションの時期を迎える超高層エレベーターを対象とした巻上機流用制御モダニゼーションや、乗り場の扉などの更なる既設部品の流用拡大など、環境に優しい製品開発に注力していかなければならないと考える。また、工事中の騒音抑制や工事期間の短縮化に寄与する製品などは、据付工事関係部門と従来以上に連携を密にして開発を行う必要がある。

本稿では触れなかったが、エレベーターもビル設備の1ユニットにすぎず、今後はビル設備全体のライフサイクル計画に基づいた総合的なモダニゼーション提案が重要になると思われる。

# 超高速大容量エレベーター

荒木博司\* 茶谷康史\*  
 加藤 覚\* 匹田志朗\*  
 小泉喜彦\* 須藤信博\*\*

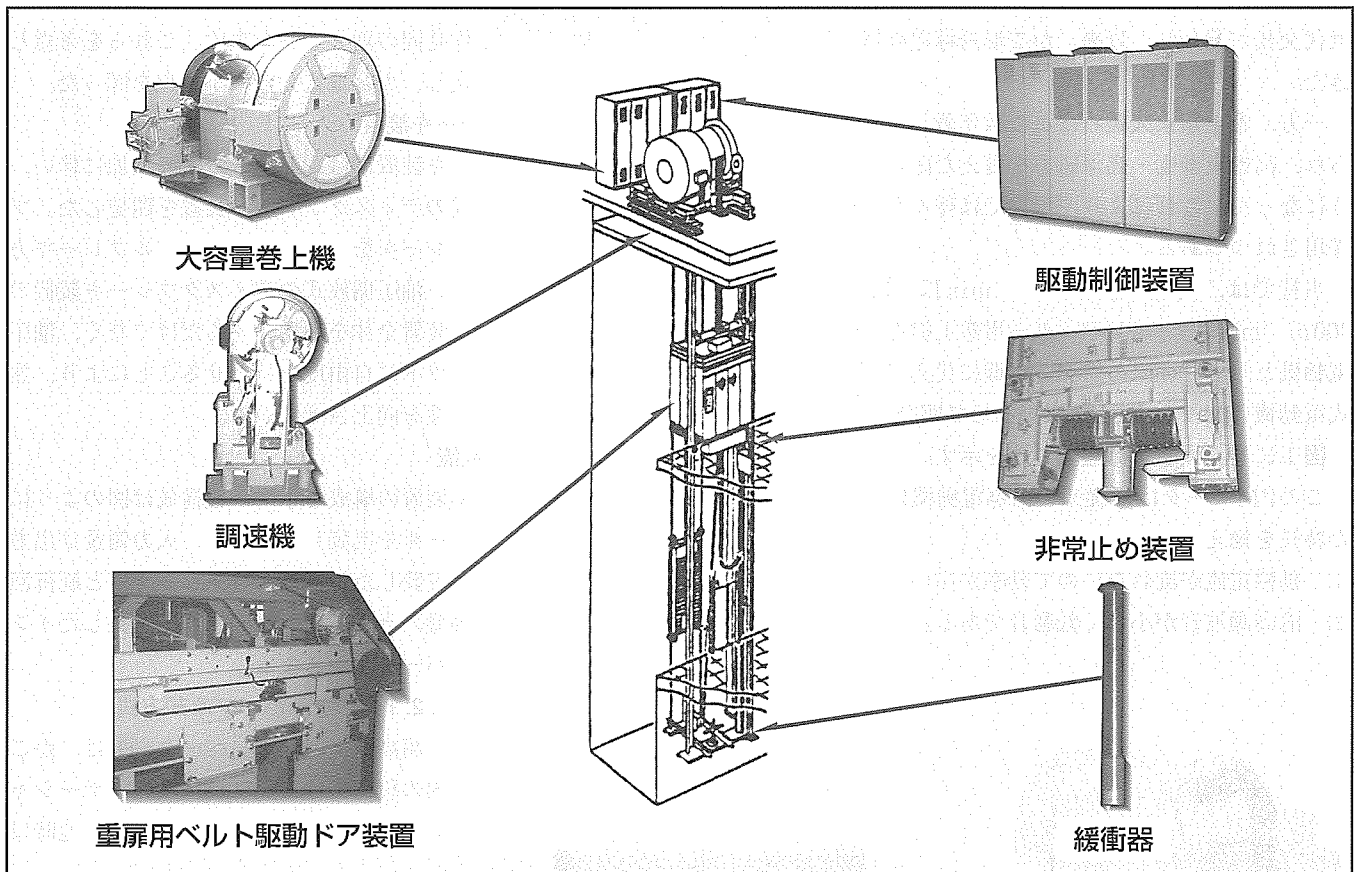
## 要 旨

超高層ビルの交通手段として、超高速大容量エレベーターのニーズが高まってきている。三菱電機は、速度、積載量とも最大クラスの仕様で、輸送能力を大幅に向上させる速度540m/min、積載量4,000kgの超高速大容量エレベーターを開発した。以下に開発の特長を紹介する。

(1) 超高速大容量化に伴って、巻上機とインバータの大容量化が必要になる。一方、機械室は縮小化の傾向にあり、機器の小型化によるレイアウト性の向上も大きな課題である。そこで、PMモータ(Permanent Magnet Motor)、高性能ヒートパイプ冷却等を採用し、機器の小型・大容量化を図った。

(2) エレベーターの超高速大容量化は、かごの運動エネルギーを飛躍的に増大させる。エレベーターでは、ロープの破断等によって乗りかごが自由落下したときや異常増速したときに、エレベーターのかごを安全に減速停止させるための安全装置として非常止め装置及び緩衝器の設置が義務付けられている。そこで、増大する運動エネルギーを吸収し、かごを安全に減速停止させるため、非常止めを二段構造にしたデュプレックス形非常止め装置、油入緩衝器を開発した。

(3) 意匠性に優れた重扉用ベルト駆動ドア装置、シャトルエレベーターに適した群管理アルゴリズムの開発を行った。



## 超高速大容量エレベーターを支えるキーテクノロジー

速度540m/min、積載量4,000kgの超高速大容量エレベーターを開発した。超高速大容量エレベーターは、小型・大容量化された巻上機及び駆動制御装置、増大する停止エネルギーに対応した安全装置等のキーテクノロジーで構成される。

## 1. ま え が き

近年、超高層ビルの建設が再び活発になってきた。それに伴い、ビル内交通手段のなかめであるエレベーターにおいても輸送能力向上のニーズが高まってきている。輸送能力を向上させるには、一つはエレベーターの速度を上げる、もう一つはエレベーターの積載量を上げるという二つの方法がある。そこで、当社は、速度、積載量とも最大クラスの仕様で、超高層ビルにおける輸送能力向上のニーズにこたえる、速度540m/min、積載量4,000kgの超高速大容量エレベーターを開発した。

今回開発したエレベーターは、PMモータを採用した大容量巻上機、大容量インバータ、非常止め装置、油入緩衝器の安全装置など、超高速大容量化に伴い、新たな技術を採用している。また、併せて、重扉用ベルト駆動ドア装置、シャトルエレベーター用群管理の開発を行った。

本稿では、これら新技術の特長について述べる。

## 2. 大容量駆動装置

### 2.1 巻上機<sup>(1)</sup>

電動機を直結したギヤなしの構造の巻上機(ギヤレス巻上機)においては、10~15年前に直流から交流可変速への世代交代が行われ、以来、かご形誘導電動機が用いられてきた。

一方、希土類永久磁石はここ数年著しい性能の向上が図られ、高磁束密度・高保磁力を備えた磁石が生産されるようになった。これにより、現在では種々な用途の電動機に採用されつつある。

当社では、高速(速度120m/min以上)、超高速(速度300m/min以上)エレベーター用巻上機を駆動する大容量電動機として、従来の誘導電動機に代えて希土類永久磁石式電動機(PMモータ)を業界で初めて開発した。

図1に巻上機と制御盤の外観を示す。

このPMモータは、従来の誘導電動機に比べて次の優れた特長を備えている。

- (1) 励磁電流が流れないので効率が低い。
- (2) 溝高調波音が小さく低騒音である。

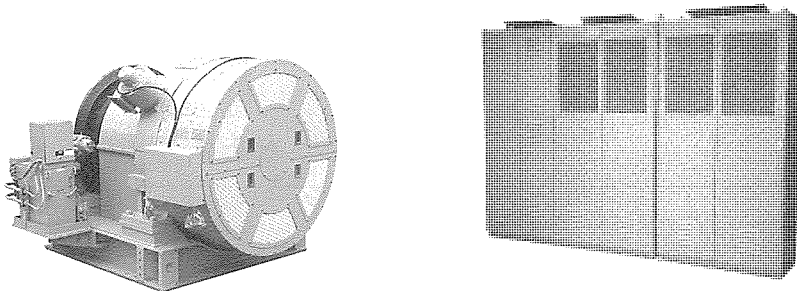


図1. 巻上機と制御盤の外観

- (3) 小型で省スペースである。

以下では、今回超高速大容量エレベーターに採用したPMモータを用いた大容量巻上機の特長について紹介する。

#### 2.1.1 PMモータ

希土類磁石にはサマリウムコバルト(SmCo)、ネオジウム(Nd)、プラセオジウム(Pr)の各材質があり、それぞれの特長を持っている。今回は、磁束密度が高く、保磁力の大きい希土類磁石、つまり最大エネルギー積(BH積)が大きく、かつ温度特性に優れたNd磁石を採用した。表1に各材質の比較を示す。

巻上機の小型化は、巻上機が設置される機械室スペースの縮小という点で、重要な課題である。

多極化は、電動機小型化の一般的な手法であり、鉄心外径の縮小、コイルエンド長の短縮などの効果がある。

従来の巻上機に使用されている誘導電動機では、極数増大によって力率が低下し、小型化に限界があった。これに対し、PMモータでは、極数にかかわらず高効率運転が可能であり、多極化によって小型化を実現できる。

一方、多極化によって定格周波数は高くなるが、パワーエレクトロニクス技術の進歩により、インバータの出力周波数範囲が大幅に広がっており、極数は実用上自由に選定できる。他方、極数増大に伴い、製造面では部品点数の増加、加工及び工作時間の増大などを来す。これらを考慮し、最適な極数を選定し、大容量電動機の小型化を図った。

#### 2.1.2 油圧ブレーキ装置

巻上機のブレーキ装置には、発生トルクの増加に伴い、新たに油圧開放式のディスクブレーキ装置を開発した。ブレーキ装置は、ブレーキを2個使用するダブルブレーキ方式を採用している。油圧開放式のディスクブレーキ装置の採用は、ブレーキ装置全体を小型化するだけでなく、油圧開放装置のレイアウトに自由度を持たせることにより、巻上機のレイアウト性を向上させている。

### 2.2 駆動制御装置

図2に駆動制御装置の構成を示す。盤構成は図のようにノーヒューズブレーカを実装した受電盤、入力側及び出力側のリアクトルを実装した付属盤、コンバータ部と制御回路を実装した制御盤、そしてインバータ部を実装したインバータ盤からなる。

#### 2.2.1 ヒートパイプ冷却方式

超高速大容量エレベーターでは、かご内の負荷だけでなく機械系のイナーシャも大きくなり、エレベーターの加速時に、

表1. 希土類磁石の比較

	SmCo	Nd	Pr
最大エネルギー積	○	◎	○
温度特性	◎	◎	△

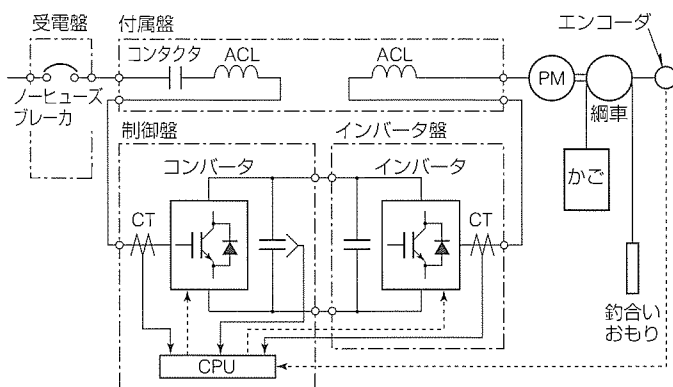


図2. 駆動制御装置の構成

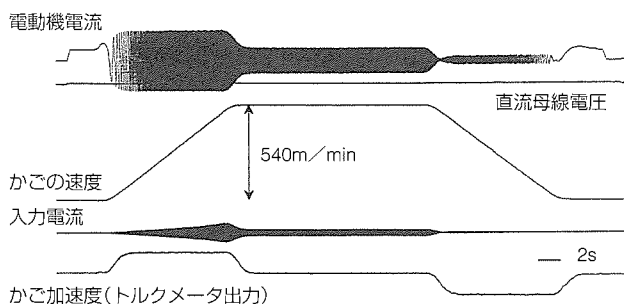


図3. 540m/min走行時の走行波形

電動機に大きな電流を流す必要がある。

インバータとコンバータには、定格電流600AのIGBTモジュールを6個並列接続して使用した。

並列接続の場合、モジュールを冷却するためのヒートシンク部に温度勾配があると、モジュール間で温度による特性の差が発生してしまう。そこで、温度勾配を小さくするために、ヒートパイプを用いた冷却方式を採用している。ヒートパイプはモジュールの冷却効果を高め、温度勾配を小さくすることが可能であり、これにより、駆動制御装置の高密度化・小型化を実現した。今回開発した駆動制御装置は、従来の2倍の出力能力を持ちながらも、その占有面積を同等以下に抑えている。

### 2.2.2 制御回路

インバータとコンバータの制御には高性能なデジタルシグナルプロセッサを使用している。

PMモータの制御は誘導電動機に比べて簡単で、磁束が常に確立しているため、電動機起動時の無駄時間が少なく、また、励磁電流が不要なため電動機効率にも優れている。しかしながら、その制御のためには、回転子の位置を精度良く検出する必要がある。そこで、回転子位置の検出には、回転子位置の絶対位置を45°ごとに検出するアブソリュートエンコーダと、A、Bの2相信号に加えて1回転に1パルスだけゼロ信号を出力し、高精度に絶対位置を検出するインクリメンタルエンコーダの両機能を備えたコストパフォーマンスに優れたエンコーダを採用している。

### 2.2.3 回転子位置補正

PMモータの回転子の検出誤差は、制御性能の悪化や効率の低下となって現れ、エレベーターの乗り心地にとって大きな問題となる。検出器であるエンコーダを巻上機に組み付ける際の機械的精度の問題から、回転子の絶対位置に多少の誤差が生じる。電動機制御に使用する信号は電気角であるが、電気角と機械角の関係から、極数の多い大容量電動機では、誤差をその極対数倍に拡大してしまう。そこで、エレベーター走行中の状態データから回転子の検出誤差を推定して補正する回転子位置補正回路を採用している。

### 2.3 超高速大容量エレベーターの試験装置

このような超高速・大容量用に開発された電動機や制御盤の駆動制御性能をシミュレートするために、大容量シミュレータ装置を用いて評価試験を実施した。このシミュレータは、フライホイールを介して被試験電動機と負荷電動機を直結しており、その間にはトルクメータが挿入されている。各電動機には実際のエレベーターに使われる駆動制御盤が接続されており、被試験電動機には、制御盤から実際のエレベーターの速度指令に応じた電圧・電流が供給される。

一方、負荷電動機は、かご内乗客に応じた負荷や系のイナーシャを加減速するために必要となるトルクを発生するように制御されている。このような構成により、実際のエレベーターとほぼ同じ状態での試験を可能にした。図3に、このシミュレータを用いて行った540m/min走行時の走行波形を示す。

## 3. 安全装置

### 3.1 安全装置の構成

エレベーターの安全装置の概略構成を図4に示す。調速機は、機械室に設置され、かごの速度を機械的に検出し、かごが過速すると非常止め装置を動作させる。非常止め装置は、かご下部に取り付けられており、昇降路のガイドレールをつかみ、かごを停止させる。緩衝器は、かご及び釣合おもりの下に設置され、かごが最下階を過ぎても停止しない場合、かごを受け止め減速させる。

これらの安全装置は、乗客の安全を確保する重要な機器であるため、確実な動作が要求される。安全装置の性能等は、JIS、ANSI規格(米国)及びEN規格(欧州)によって規定されている。

### 3.2 デュプレックス形非常止め

高層ビル用のエレベーターの傾向として、限られた昇降路スペースで輸送効果を上げるため、かごを二つ重ねたダブルデッキタイプのエレベーターが増加している。このようなエレベーターの大容量化・高揚程化に伴い、かごの質量が増大し、高速エレベーターの非常止め装置には制動能

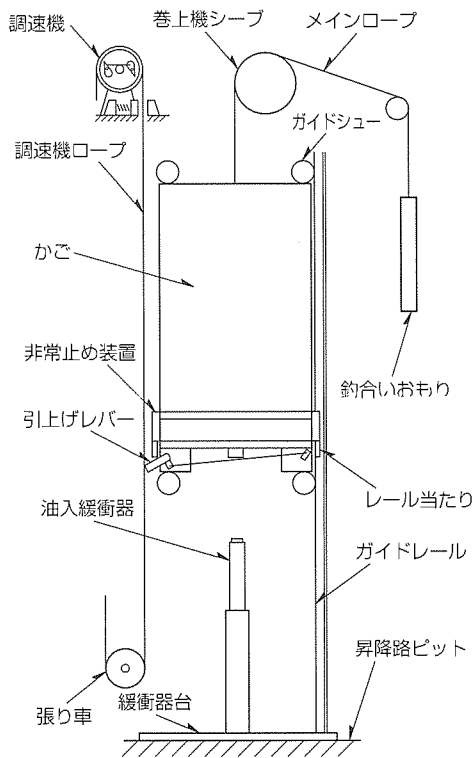


図4. 安全装置の構成

表2. 非常止め装置の仕様

積 載 量 (kg)	4,000
昇 降 行 程 (m)	350
最大動作速度 (m/min)	675
最大負担荷重 (kg)	18,000
制 動 距 離 (m)	6.4~18.4

力の拡大が要求されている。

今回開発した非常止め装置の仕様を表2に示す。この装置の負担荷重は、従来の装置と比較して約1.5倍となっている。

非常止め装置の停止力は、くわえ金に取り付けられたレール当たりをガイドレールにばねによって押し付け、レール当たりとレールの摩擦力によって発生する。停止力の強化のためにレール当たりの押し付け力を増加させると、非常止め装置が大型化し、昇降路平面スペースの増大を招く。このため、非常止め装置を二段重ねた構造のデュプレックスタイプを採用した。

デュプレックス形非常止め装置の外形図を図5に示す。上下のレール当たりをリンク機構で同時に動作させている。

デュプレックス形非常止め装置では、下段のレール当たりは未しゅう(摺)動のレール面に動作するが、上段のレール当たりは下段のレール当たりが摺動したレール面を動作することになる。このため、非常止め装置の二段化による制動特性の変化を確認する必要があった。

### 3.3 落下試験

デュプレックス形非常止め装置の落下試験はJEAS(日

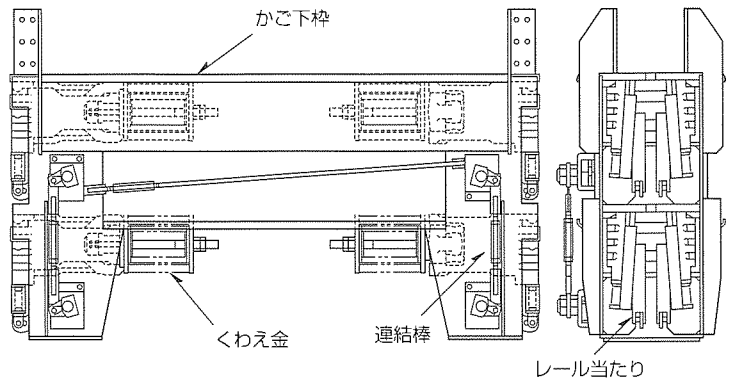
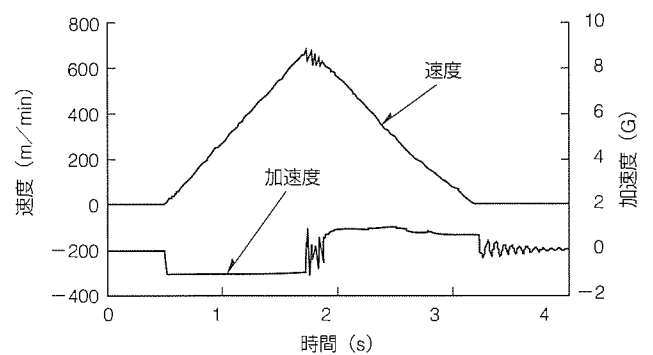
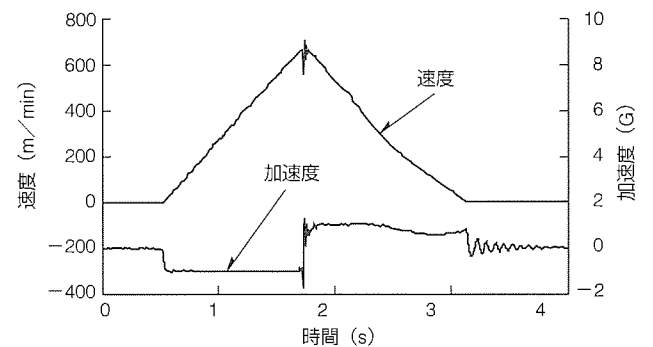


図5. デュプレックス形非常止め装置の外形図



(a) デュプレックス形



(b) シングル形

図6. 非常止め装置落下試験結果

本エレベーター協会標準)に基づいて行った。

図6の(a)に負担荷重18,000kg、動作速度675m/minで制動させた落下試験結果を示す。約675m/minで制動を始め、約9mで停止しており、各規格を満足している。これにより、デュプレックス形非常止めは安定した制動特性を得られることが確認できた。

図の(b)に負担荷重9,000kgの従来形シングル非常止め装置の試験結果を示す。試験はレール当たりの押し付け力をデュプレックス形と同条件とし、デュプレックス形と同じ動作速度で試験した。二つの非常止め装置の試験結果はよく一致しており、デュプレックス形非常止め装置は従来形のはほぼ2倍の能力を持つことを確認した。

今回、超高速大容量エレベーター用にデュプレックス形非常止め装置を開発し、大幅な負担荷重の拡大を実施した。

#### 4. 重扉用ベルト駆動ドア装置

現行ドア装置の概略構成を図7に示す。ドア装置はかご室出入口上部に設置されており、モータ駆動力を減速部及び連動部のベルト又はリンクを介して伝達し、ドアの開閉を行う。ベルト駆動ドア装置は、従来、扉の質量が小さく開閉速度が遅い領域に適用しており、扉の質量が大きくまた開閉速度が速い領域には、リンク機構ドア装置を適用していた。しかし、リンク機構ドア装置は、構造が複雑で、部品点数が多い上、ドア装置の質量及びドア装置機器レイアウトが大きく、かつ扉の重心付近を把持しているため、ガラスドア等の特殊意匠扉への対応が困難であった。重扉用ベルト駆動ドア装置は、重扉で高速開閉領域に安価で適用能力の高いドア装置を提供することを目的に開発を行った。

##### 4.1 高トルク省スペース対応のベルト選定

重扉化・高速開閉化に対してベルト駆動ドア装置を適用するためには、モータの駆動能力とベルトの伝動能力を向上し、静粛でスムーズな開閉動作を実現しなければならない。特に減速部に従来と同じVベルトを適用した場合には、伝動能力を確保するためにベルト本数を増加する必要がある。その場合ベルト実装スペースも増加し、従来のベルト駆動ドア装置と同じスペースへの実装が不可能となる。そのため、小スペースへの実装と高い伝動能力のあるベルトの選定が必要になる。上記条件を満足するベルトを検討した結果、Vリブドベルトを選定した。図8にVリブドベルトとVベルトの伝動能力を示す。Vリブドベルトは、Vベルトの高伝動性を持ち、かつ平ベルト相当の柔軟性を持つため、小スペースへの実装が可能である。

##### 4.2 重扉用ベルト駆動ドア装置の性能把握

前述のVリブドベルト及びその他新規に選定した各機器要素で構成された重扉用ベルト駆動ドア装置の動作性能を予測するため、解析ソフトを用いてシミュレーションを行った。また実機試作と試験を行い、その動作性能を確認した。図9にその結果を示す。

解析結果より、ベルト駆動ドア装置のモータ速度指令値に対する解析値の追従性は良好であり、リンク機構と同じ

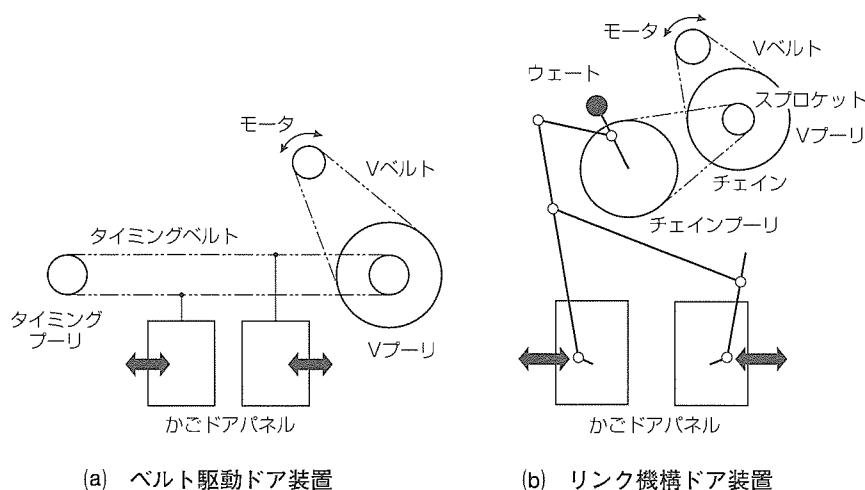


図7. かごドア装置機構の概略図

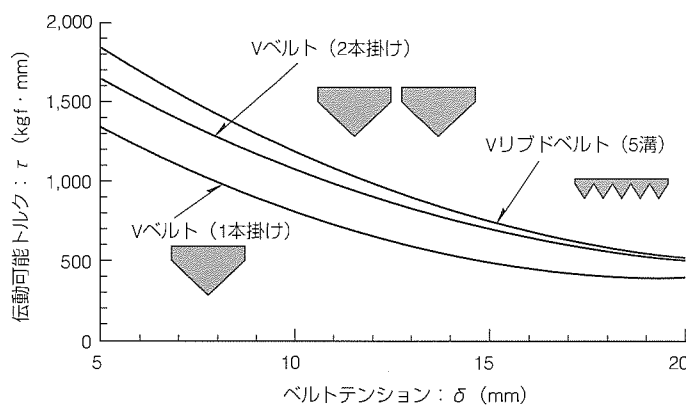


図8. ベルトテンション-伝動能力の関係

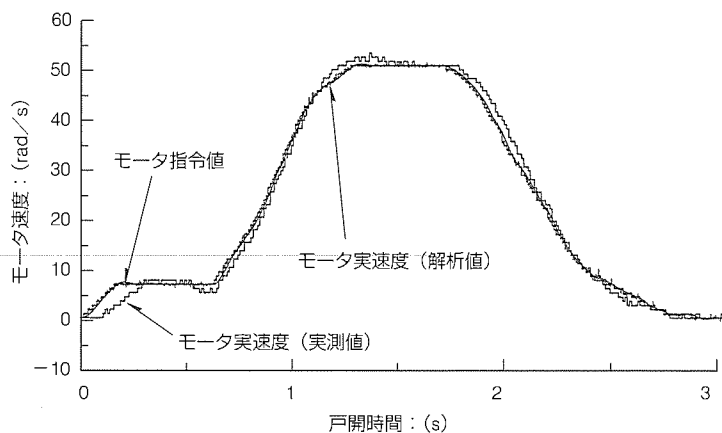


図9. 解析及び試験結果

開閉時間で動作できることを確認した。また、実機試験結果より、リンク機構と同じ開閉時間においてスムーズに動作し、騒音も現行レベル相当であり、ベルト駆動ドア装置のリンク機構領域への適用が可能であることを確認した。

#### 5. シャトルエレベーター用群管理

シャトルエレベーター(以下“シャトルエレ”という。)とは、図10に示すように、高層ビルにおけるロビー階とスカ



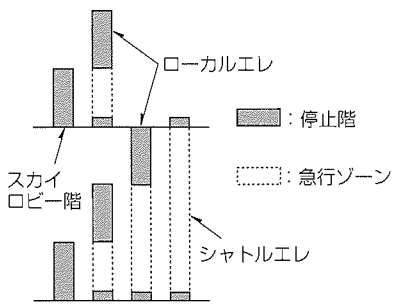


図10. 高層ビルのエレベーター設備

イロビー階(上層部のエレベーター出発階)との間を直通でサービスする高速・大容量のエレベーターである。

以下この章では、このシャトルエレ用群管理の特徴、基本概念について述べる。

### 5.1 シャトルエレの特徴

シャトルエレには、停止数が少ない(通常は2, 場合により3ないし4停止)という事実のほかに、以下の特徴がある。

- (1) シャトルエレの各停止階にはローカルエレベーターの乗客が大量に流入するため、各階での混雑が大きくなる。
- (2) 階間走行距離・時間が長いので、停止数が少ないわりに周回時間が長い。

### 5.2 シャトルエレ用群管理の基本概念

前節で述べた特徴に対処するための運転方式として、交通状況に応じ、各停止階に対して複数台配車を行う。この複数台配車とは、特定の階に対し、ホール呼びの有無にかかわらずかごを集中的に配車する方式である。通常のローカルエレベーターにおける出勤時サービスはこの方式の一種である。通常エレベーターでは、ピーク時に限り、ロビー階など特定の混雑階に対して複数台配車が行われる。これに対してシャトルエレ用群管理では、停止数が少ないことから複数階(又は全階)に対し、原則として常時実行されることが大きな特徴である。

具体的には、以下のシャトルエレ用運転方式を採用した。

- (1) 上り混雑用シャトルサービス(SS-Uと表記)

ロビー階での混雑とサービス状況に応じて複数台のかごを配車する。また同時に、スカイロビー階にも1台のかごを配車する。

- (2) 下り混雑用シャトルサービス(SS-D)

SS-Uと反対のサービスであり、スカイロビー階での混雑とサービス状況に応じて複数台のかごを配車する。また同時に、ロビー階にも1台のかごを配車する。

- (3) 平常時サービス(SS-UD)

ロビーとスカイロビー階の両方に複数台のかごを配車する。

上記の各方式において、各階に対する配車台数は交通状況に応じてリアルタイム(1分ごと)に変更される。例え

表3. シミュレーション結果：平均待ち時間(秒)

時間帯	出勤時前後 8:30~9:30		平常時 14:00~15:00		退勤時 17:30~18:30	
	乗客数	方式	乗客数	方式	乗客数	方式
乗客数	5,187人		3,462人		5,014人	
方式	通常 <sup>1</sup>	SH	通常	SH	通常 <sup>2</sup>	SH
待ち時間	72.5	26.9	7.0	5.0	6.7	5.6

通常：通常エレ用群管理，通常<sup>1</sup>：出勤時運転実施，通常<sup>2</sup>：退勤時運転実施，SH：シャトルエレ用群管理

ば、ロビー階に対する配車台数が2台→3台→2台などのように変更されていく。我々はこの機能を配車チューニング機能<sup>(2)</sup>と呼んでいる。また、

ニューラルネットワーク技術<sup>(2)</sup>を適用し、交通流の変動に応じて、上記SS-U, SS-D, SS-UDのいずれを行うべきかをリアルタイムに判別し、実行する方式を採用している。

これら技術の適用により、一日を通じて常に配車台数とタイミングを適切に制御することが可能となっている。

またシャトルエレの場合、大容量エレベーターの設置に伴ってエレベーターホールのスペースも大きくなる場合がある。そのため、乗客の歩行時間を考慮してかごの出発時間調整なども行っている。

### 5.3 シミュレーション結果

シャトルエレ用群管理の効果を検証するため、仮想ビルを想定してシミュレーション実験を行った。その結果の一例を表3に示す。表は通常群管理とシャトルエレ用群管理を各時間帯においてそれぞれ適用した場合の制御結果(平均待ち時間)を示している。表から明らかなように、短時間に通常の群管理では対処しきれないほどの混雑が発生した出勤時においても、乗客をうまく運搬できている。また、上下階に乗客がばらつく平常時等においても、通常エレ用群管理に比べて高い改善率を得ることができている。

実験条件は次のとおりである。

- かご台数：6台，速度300m/min，かご容量63人
- 停止数：2(急行ゾーン距離：100m)

## 6. む す び

以上、速度540m/min、積載量4,000kgの超高速大容量エレベーターを紹介した。このエレベーターは、最新の技術の採用によって、超高速かつ大容量化にもかかわらず、安全かつ優れた乗り心地性能を実現することができた。今後も、市場のニーズにこたえるエレベーターの実現に貢献していく所存である。

### 参 考 文 献

- (1) 加藤 覚，須藤信博，荒木博司，川口守弥，河瀬千春，青木 深，本田武信：高速エレベーター用新形ギヤレス巻上機，電学研資，RM-97-107 (1997)
- (2) 匹田志朗，天野雅章，岩田雅史：ニューラルネット応用群管理システム“AI-2100N”，三菱電機技報，70，No.11，1086~1091 (1996)

# 駅用エレベーター

下宮浩志\*  
山本和美\*  
高橋達司\*

## 要旨

交通エコロジー・モビリティ財団の委員会で検討された駅用エレベーターは、鉄道の高福祉化への取組に対応したエレベーターであり、以下の構造的長がある。

### (1) 駅舎の構造と福祉対応エレベーターの構造

駅用エレベーターは、プラットフォーム階とコンコース階が交差する構造が多い駅舎において、高齢者や障害者が鉄道利用者の動線に沿って使用できるように配慮した直角二方向出入口のエレベーターである。かご室は、車いす使用者が無理なくかご室内で方向転換できる大きさを確保した。

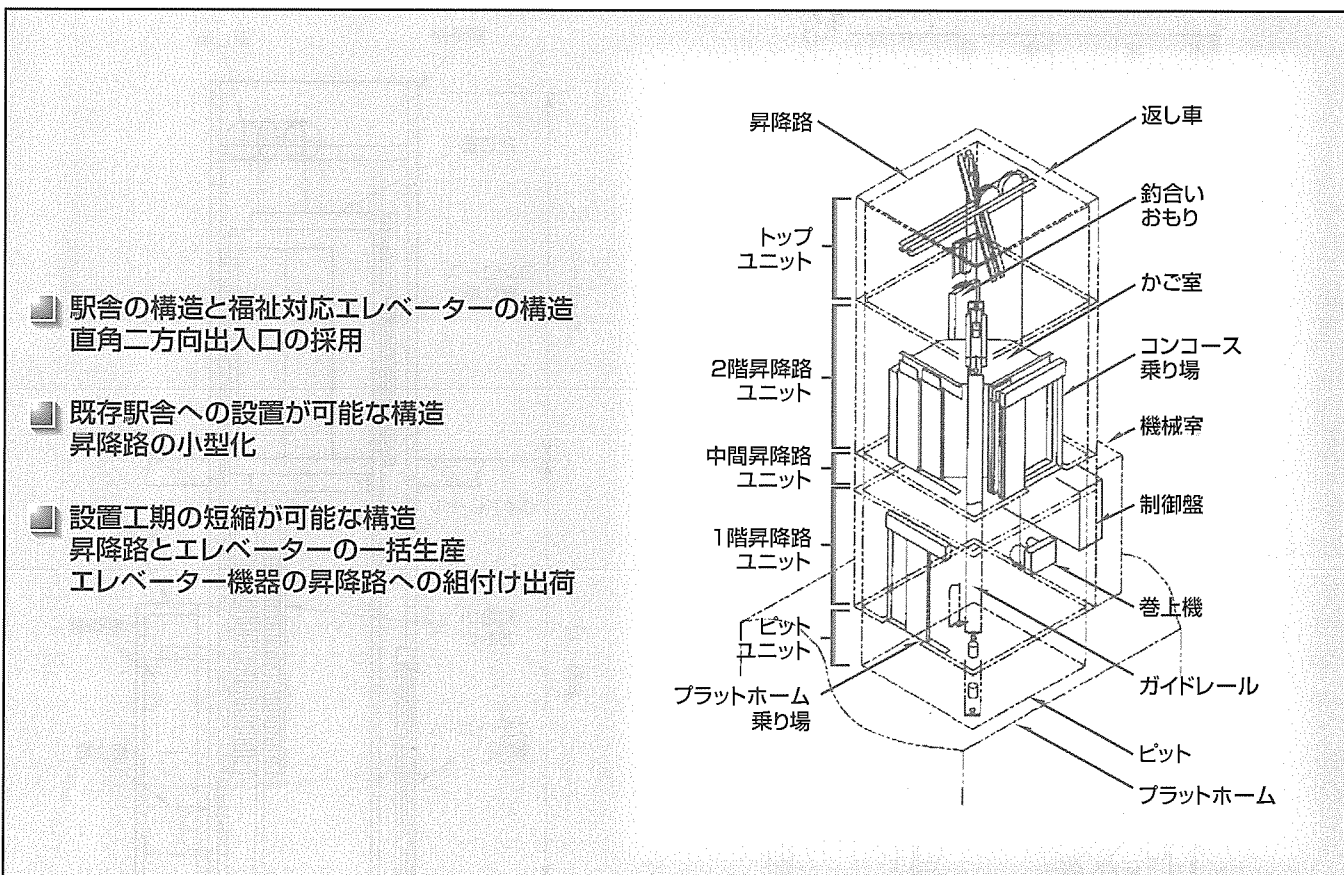
### (2) 既存駅舎への設置が可能な構造

プラットフォームに設置したエレベーター昇降路の横を鉄道利用者が安全に移動できる通路幅を確保するために昇降

路平面面積を小さくし、さらに、既存駅舎の高さやプラットフォームホーム深さを変更することなく昇降路を設置できるように昇降路の頂部とピット深さを極力小さくした。この昇降路の縮小化を実現するため、機器レイアウトの最適化を行い、巻上機、モータ等の機器の小型化を図った。

### (3) 設置工期の短縮が可能な構造

エレベーターの設置工期を短縮するため、従来建築業者が施工していた昇降路築造工事をエレベーター工事として取り込み、ユニット化した鉄骨構造の昇降路を工場を組み立て、エレベーター本体機器を組み込んで出荷する方式を採用した。この方式により、エレベーターの据付時間の削減を図った。



## 駅用エレベーターの全体構造

駅用エレベーターシステムは、昇降路と機械室を形成する昇降路ユニットと機械室ユニットにエレベーター機器が組み付けられ、1台のエレベーターを構成している。エレベーター利用者は、コンコース階で乗り込んだ入口から進行方向に向かってかご室内で90°方向転換することにより、コンコース階と直角に設置されたプラットフォーム階の出口から降りることができる。

### 1. ま え が き

高齢者や障害者がより快適に生活できる環境整備の中で、移動負担の低減は重要な項目の一つである。特に、公共交通手段である鉄道設備の環境整備は効果的である。

ほとんどの鉄道駅はコンコース階とプラットフォーム階が層をなしており、鉄道利用者は上下移動が必要になる。昇降機を設置することで上下移動の負担を低減することは可能であるが、既存の駅舎は必ずしも一般的なエレベーターが設置できる空間がなく、エレベーターの設置には駅舎の改造に多大な費用と工事期間が必要になる。

そこで交通エコロジー・モビリティ財団では、運輸省、鉄道事業者、当社を含むエレベーターメーカー、有識者等の協力を得て、“アメニティターミナルにおける駅用エレベーター設備の研究・開発委員会”を設置し、その下で、既存駅への設置性を考慮した高福祉対応の駅用エレベーターを研究し、開発した。以下に、この駅用エレベーターの概要を紹介する。

### 2. 製品コンセプト

表1. 基本仕様

用途	乗 用
駆 動 方 式	巻胴式
積載荷重・定員	600kg・9名
定 格 速 度	45m/min
制 御 方 式	インバータ制御方式
停 止 数	最大3停止
昇 降 行 程	最大13m
出 入 口 方 式	直角二方向出入口
ド ア 方 式	電動2枚戸片開き式
かご内のみ	1,365mm×1,365mm
出 入 口 寸 法	900mm×2,000mm
昇 降 路 寸 法	2,050mm×2,050mm
機 械 室 位 置	サイド機械室方式

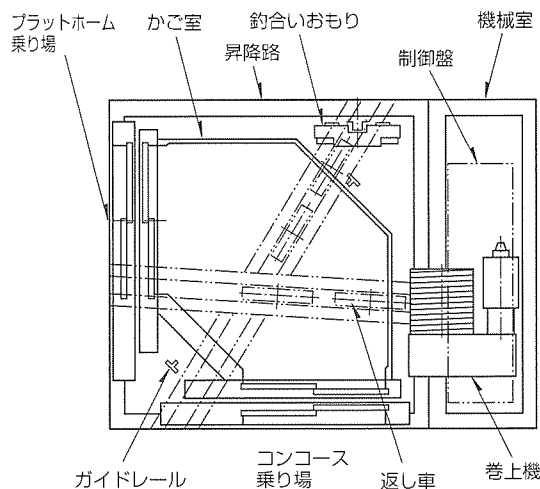


図1. 昇降路平面図

コンコース階とプラットフォーム階を結ぶ駅用エレベーターは、次に示すコンセプトを基に製品化を進めた。

#### 2.1 高齢者・障害者が利用しやすいエレベーター

車いす使用者が容易にエレベーターに乗降でき、かつエレベーター乗降時に鉄道利用者の動線を遮らないエレベーターシステムであること。

#### 2.2 既存の駅舎に設置しやすいエレベーター

エレベーターは、既存の駅舎に設置することを前提に、以下の条件を満足する製品であること。

- (1) エレベーターは、既存駅の限られたスペース内に駅舎の増築をすることなく設置できるように、省スペース化を図る。特に、プラットフォーム上で鉄道利用者の通行の妨げにならないよう、平面スペースを小さくする。
- (2) エレベーターは、日常利用されている駅舎内に設置できるように、短期間で設置できるものとする。また、工事期間中は鉄道利用者には迷惑をかけないように、工事に必要なスペースを小さくする。

### 3. 基本仕様

表1に駅用エレベーターシステムの基本仕様、図1に昇降路平面図、図2に昇降路縦断面図、図3に乗り場とかご

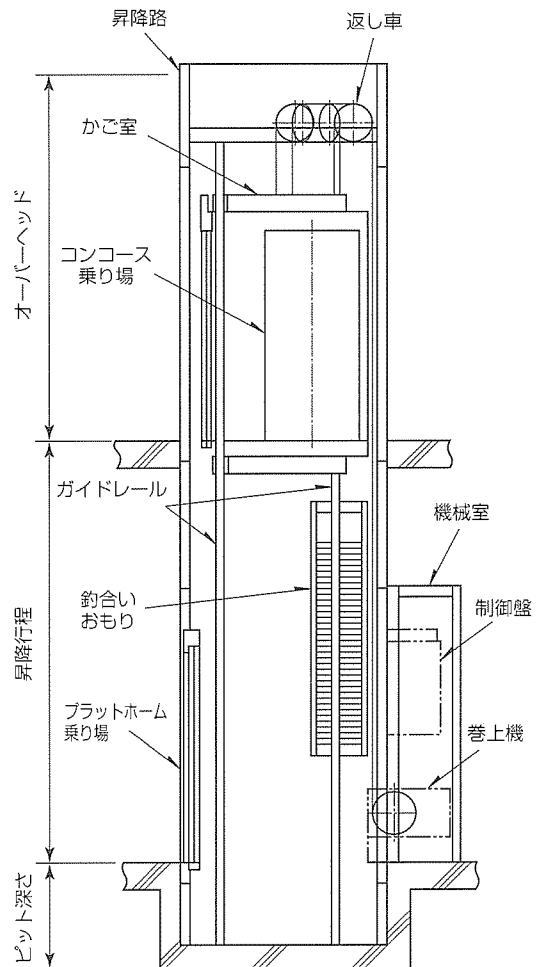


図2. 昇降路縦断面図

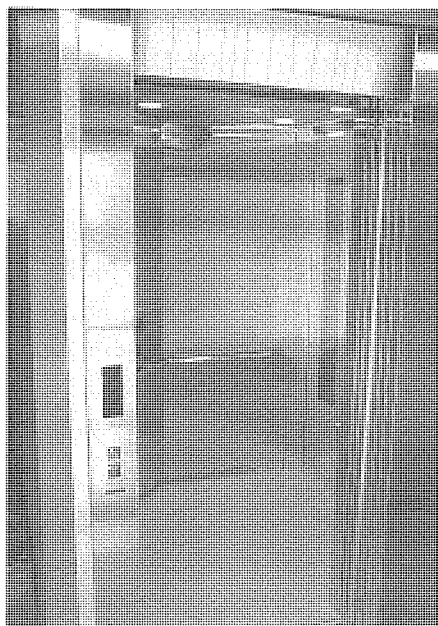


図3. 乗り場とかご室の様子

室の様子を示す。

#### 4. システム構成の特長

##### 4.1 高福祉化へ対応した構造・機能

###### 4.1.1 出入口

(1) 車いす使用者が後退動作をすることなくかご内を通り抜けて乗降できるように、かごに二つの出入口を備えた。さらに、駅舎はプラットホーム階とコンコース階で鉄道利用者の動線が交差する構造が多いため、エレベーター乗降時に動線を遮らないように直角二方向出入口方式とし、プラットホーム階の出入口を線路と平行方向に配置するようにした。

(2) 出入口幅は、一般に市販されている幅700mmの電動車いすを容易に乗降させられる大きさとした。

(3) 高齢者と障害者が安全に乗降できるように、戸が開いている時間を、一般のエレベーターよりも長く、約10秒に設定した。

###### 4.1.2 かご

(1) かごは、幅700mm、長さ1,200mmの一般的な電動車いすを乗せられる大きさとし、かつ車いす使用者がかごに乗り込んだ後90°方向転換をして出口から無理なく降りることができるように、平面形状を扇形の多面形状にした。

図4に車いす使用時の概念図を示す。

(2) 高齢者と車いす使用者がかご内で移動しやすいように、かご内のほぼ全周にわたって手すりを取り付けた。

(3) 車いす使用者がかごに乗り込んだ位置で背部の出入口の状態を姿勢を変えずに確認できるように、かご側壁の天井付近にカーブミラーを取り付けた。

(4) 二方向出入口のため、行き先階で開く側の出口を知ら

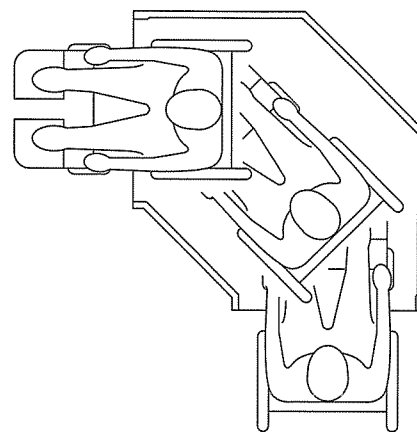


図4. 車いす使用時の概念図

せる案内表示器具を操作パネルに設置した。

(5) 係員がかご内の利用者の有無を確認できるように、かご天井に赤外線センサによる閉じ込め防止監視装置を備え、幼児・高齢者・障害者がかご内に取り残されることがないようにした。

##### 4.2 既存駅舎に設置が容易な構造

###### 4.2.1 昇降路縦方向の省スペース化

(1) 昇降路頂部を低くするため、昇降路頂部に設置する機器を極力少なくするシステム構成とした。

昇降路頂部にはかごとおもりをつるべ式につ(吊)り下げる返し車のみを設置し、エレベーターを駆動する巻上機と制御盤を収納した機械室は昇降路側面に配置するサイド機械室方式を採用した。

(2) サイド機械室方式とするために、かごを昇降させる駆動機は、システム構成が簡単な巻胴式巻上機を採用した。

(3) プラットホーム面と鉄道軌道面間の高低差内にピット部が納まるように、かごの最下部に取り付けるガイド装置を特殊設計し、一般のエレベーターよりもピット深さを浅くした。

###### 4.2.2 昇降路平面の省スペース化

(1) プラットホーム幅は一般に5,000mm以上確保される場合が多い。そこで、昇降路平面寸法は、プラットホームの幅方向中央にエレベーターを設置した場合、昇降路からプラットホーム側端までの距離が1,500mm以上確保できる大きさとした。そして、この寸法を実現するために、かご室の平面形状を扇形とし、かご室と昇降路壁の角部空間に釣合いおもり、調速機、その他エレベーター付属機器を収納した。

(2) 機械室は限られたプラットホームスペースに設置できるように、機械室の平面面積を小さくした。平面面積を小さくするために、かごと釣り合うおもりをつるべ式に吊るして、巻上機とモータの負担荷重を低減し、巻上機とモータの小型化を図った。

##### 4.3 据付工期の短縮と据付作業スペースの縮小化

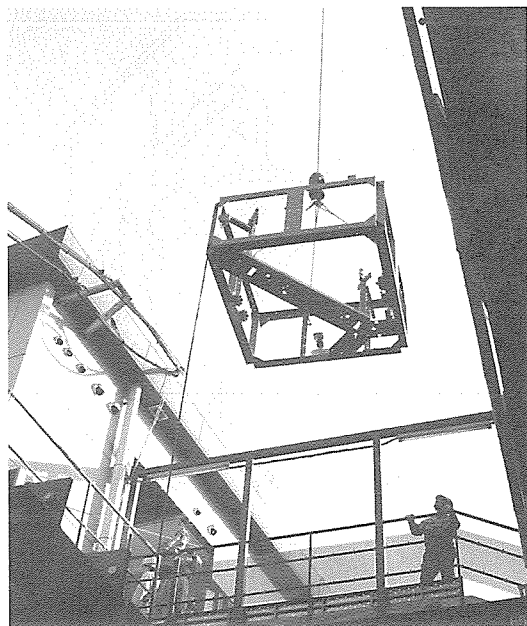


図5. ピットユニット搬入の様子

#### 4.3.1 昇降路の構造

(1) 従来建築業者が行っていた昇降路築造工事をエレベーター工事に取り込み、ユニット化した昇降路ブロックを現地で積み上げて築造する昇降路ユニット方式を採用した。

工場で作成する昇降路ユニットは、現地での組立性、トラックでの輸送、駅構内への搬入を勘案し、昇降路を水平方向で数分割に輪切りにした鉄骨ブロック構造とした。昇降路の築造工事は、エレベーター工事の際に日常鉄道利用者が使用しているスペースを使うので、終電から始発までの夜間に行う。ユニット数が5ユニットの場合、二晩あれば昇降路を築造することが可能である。

#### (2) 昇降路の築造

昇降路の築造は次の手順で行う。①最上階へ各昇降路ユニットを搬入し、②最上階に施工した開口部からピットユニット、一階昇降路ユニット、中間昇降路ユニットの順に各ユニットを吊り降ろし、③それぞれのユニットをボルトで結合しながら積み上げて築造する。

図5にピットユニット搬入の様子を示す。

昇降路は、築造時間の短縮と築造精度を上げるため、各

昇降路ユニットの接合面に位置合わせ用のピンを挿入して水平方向の位置決めを行う構造とし、昇降路の倒れ、ねじれを抑えるため昇降路ユニットの製作精度を上げるとともに、上下面を平行に加工する構造を採用した。これにより、昇降路ユニットを積み上げるだけで、曲がり、ねじれ、倒れを現地で修正することなく昇降路の築造を可能とした。

(3) 既存駅ではエレベーターの据付工事期間中も鉄道利用者が工事エリアのそばを通行するため、鉄道利用者の安全確保と迷惑度低減の観点から、昇降路の外に工所用足場を組み立てることなく昇降路の築造ができる工法を採用した。

#### 4.3.2 エレベーター機器のプリアセンブリ化

(1) 昇降路ユニット方式は、工場で作成した昇降路ユニットにエレベーター機器を取り付けて出荷できるため、現地で昇降路の組立てが完了した時点でエレベーター機器を昇降路内に搬入した状態にすることが可能となる。これにより、昇降路内での組立て点数が多いエレベーター部品の搬入回数を減らし、搬入時間の短縮を図った。

(2) 各昇降路ユニットには返し車、ガイドレール、緩衝器、乗り場戸閉ユニット、昇降路外装板、エレベーター付属機器等を工場で所定の位置に組み付けることにより、据付けでの組立時間の短縮を図った。

また、巻上機と制御盤は、機械室ユニットに工場を組み込んだ後、機器間の配線まで行って出荷するようにした。

## 5. む す び

今回開発した駅用エレベーターは、駅舎特有の設置条件を満足させるとともに、高福祉化に求められる構造・機能を併せ持ったエレベーターである。

今後、市場の動向を踏まえ、よりシェーブアップしたエレベーターにすることにより、多くの駅でこのエレベーターが採用され、福祉環境整備の一環として役立てば幸いである。

## 参 考 文 献

- (1) 田辺仁夫, 森川康生: 駅用直角二方向出入り口乗用エレベーターについて, 建築設備&昇降機, No.11, 7~13 (1998-1)

# 新ホームエレベーター“ウェルファミリー”

神谷代詞男\* 平野 廣\*\*  
八尾知彦\* 岡野謙二\*\*  
近藤文治\*

## 要 旨

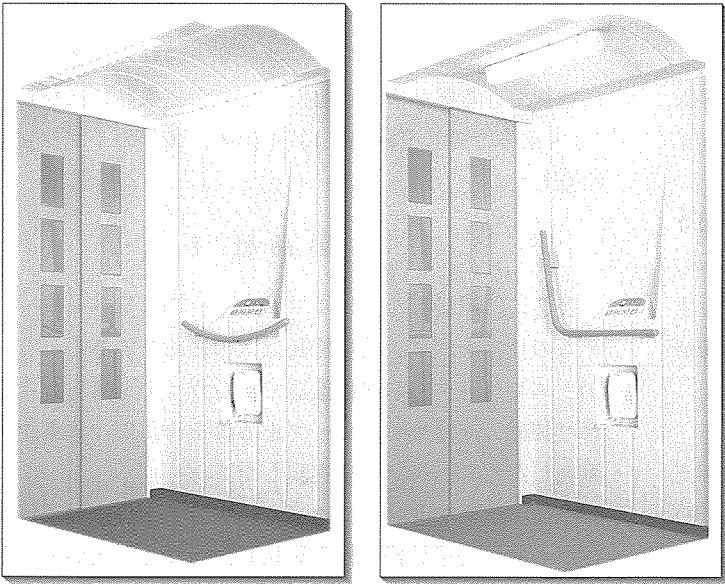
近年、我が国では高齢化が進み、二世帯住宅の増加と宅地の有効利用のために、個人住宅の需要は2階建てから3階建てへと移行しつつある。この立体化した住宅内移動の利便性とバリアフリー住宅への関心の高まりから、ホームエレベーターの設置率は年々増加の傾向にあり、昨年度の国内設置台数も6,900台に成長した。

こうした市場拡大に対応するため、以下に示すコンセプトを基に新ホームエレベーター“ウェルファミリー”を開発した。

- 省スペース化
- 個人住宅への適合性向上
- 環境・健康への配慮

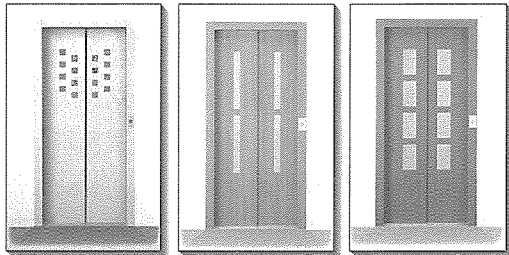
●多様なユーザーニーズに対応した豊富な仕様ぞろえ  
主な特長を次に示す。

- (1) 徹底した省スペース化(3人乗りの場合、エレベーターが走行する昇降路の面積を従来製品よりも約10%小さい1.89m<sup>2</sup>にした。)を行った。
- (2) 従来機種ではオプションであった停電時下方階自動着床装置及びルーム内電話機の標準装備化と、使いやすさのためのオプション機能を拡大追加した。
- (3) 環境に優しい材料を採用した。
- (4) エレベーターホールのルームドアに3種類の窓タイプと、ルームの天井照明に2種類のデザインの設定で、豊富な品ぞろえとした。

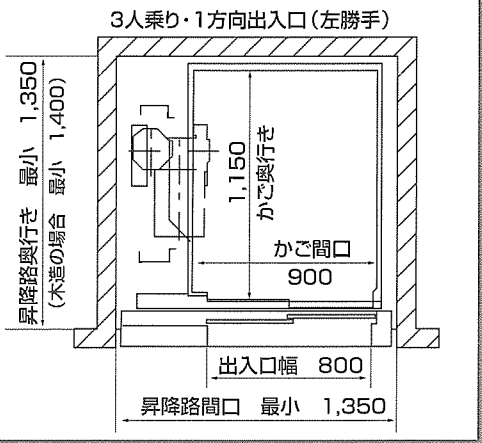


**エレベータールーム**

- 省スペース
- 環境に配慮
- 居住性に配慮
- 豊富なバリエーション



**エレベーターホール**



**昇降路平面図**

## ホームエレベータールーム、エレベーターホール、及び昇降路平面図

ホームエレベーター“ウェルファミリー”では、2種類の天井デザインと、3種類のエレベーターホールのドアデザインの設定で豊富な品ぞろえとした。昇降路レイアウトでは、ガイドレールを駆動装置のある側面壁側に配置したことにより、省スペース化を進めた。

1. ま え が き

近年、我が国では高齢化が進み、二世帯住宅の増加と宅地有効利用を目的として、個人住宅の需要は表1に示すように2階建てから3階建てへと移行しつつある。この立体化した住宅内移動の利便性と、さらにバリアフリー住宅への関心の高まりから、個人住宅のホームエレベーター新設台数は図1に示すように年々増加の傾向にある。1997年度は新築持家住宅着工戸数が大幅に減少したが、ホームエレベーターの設置率は増加し、新設台数は6,900台で、'98年度には約10,000台まで伸びると予想している。

本年は、三菱電機(当社)が他社に先駆けてホームエレベーターを市場に投入して10年目の節目に当たり、これを記念して更なる機能の向上を図った新ホームエレベーター“ウェルファミリー”を開発し、'98年5月に発売した。

以下に、このホームエレベーターの概要を紹介する。

2. 製品コンセプト

ウェルファミリーは、以下に示すコンセプトを基に製品化を進めた。

(1) 省スペース化

限られた敷地の有効活用、より広い居住スペースの確保、住宅間取りの自由度の向上を考慮し、昇降路とエレベーターホールとの平面寸法を縮減した。

機器構成の見直しと徹底したスペースの有効利用を図り、従来と同等のルームサイズで住宅1.5モジュール<sup>(注1)</sup>内への設置を可能にし、3人乗りの場合、エレベーターが走行する昇降路の平面面積を従来製品よりも約10%小さい1.89m<sup>2</sup>にした。

(2) 個人住宅への適合性向上

居住性に配慮して、振動・騒音を従来品よりも低く抑えた。また、ルームとエレベーターホールの敷居のすき(隙)間・段差を縮小して車いすやワゴン等の乗降性を向上した。

(3) 環境・健康への配慮

エレベーターホールやルームの主要部材には、環境に配慮して非塩化ビニール系の化粧鋼板を採用した。また、ルームの天井や側面壁には、リサイクルが可能なエンジニアリングプラスチックを採用した。そのほか、抗菌仕様の樹脂製品を取り入れ、健康に対する配慮をした。

(4) 多様なユーザーニーズに対応した豊富な仕様ぞろえ

エレベーターホールやルームには多くのデザインとカラ

(注1) 住宅モジュールとは、住宅の基本となる寸法で、メートルモジュールの場合1.5モジュールは、建物の心々間寸法で1.5mを表わし、壁厚を考慮すると昇降路内寸法は約1.35m程度となる。

表1. 戸建て持家新築住宅着工戸数

単位：千戸

	'92年度	'93年度	'94年度	'95年度	'96年度	'97年度
戸建て持家新築住宅 対前年比	482 107.6	537 111.5	581 108.2	550 94.8	636 115.6	451 70.9
うち3階建て住宅 対前年比	47 113.4	55 118.3	65 118.5	72 110.6	87 120.0	70 81.0
3階建て比率	9.7%	10.3%	11.3%	13.1%	13.6%	15.6%

(建築統計年報から)

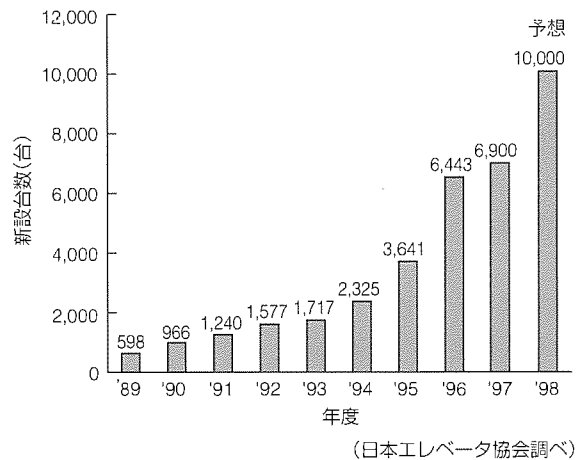


図1. ホームエレベーター新設台数推移

ーバリエーションをそろえ、ユーザーの好みによって自由に選択できる製品構成とした。また、従来品にはなかった“2人乗りでの2方向出入口”を始め、多くのオプションを用意した。

3. 製品仕様

表2に、開発したウェルファミリーのエレベーターシステムの仕様を示す。主な特長は次のとおりである。

- (1) エレベーターの構成機器であるガイドシュュー、はかり(秤)装置、非常止め、ロープ止め等を枠体に一体集中化し、徹底した省スペース化を実現した。
- (2) 従来はオプションであった停電時下方階自動着床装置及びルーム内電話機を標準装備した。また、使いやすさを考慮した多くのオプションも用意した。
- (3) 環境に優しい材料を採用した。
- (4) エレベーターホールやルームドアに3種類の窓タイプを、ルームの天井照明には2種類のデザインを設定し、エレベーターホールとルーム内のカラーの種類を追加して豊富な品ぞろえとした。

4. エレベーターの全体構成

4.1 駆動システム及び機器の配置

図2にこのエレベーターの全体構造を示す。また、図3に昇降路平面図を示す。

基本構成は、従来のホームエレベーター<sup>(1)</sup>と同様に昇降路内の下部に駆動装置を設置し、上部に設けた返し車を介して巻上ロープでルームをつ(吊)り下げる構成とした。

今回の構成では、エレベータードアの戸袋側にガイドレールを配置し、ルームの荷重を側方で支持する方式を採用

した。ルーム下に設置した駆動装置の支持方法を変更することにより、ピット深さを従来と同じにしたままで昇降路平面積を有効に活用した機器配置とした。これにより、3人乗りの場合で昇降路有効利用率(ルーム床面積/昇降路平面積)を57%(従来品比率で約10%増)とし、従来の住宅2モジュール対応と同等のルームサイズ

表2. ウェルファミリーのシステム仕様

項目	仕様	
	2人乗り	3人乗り
積載荷重	150kgf	200kgf
定格速度	12m/min	
昇降行程	最大10m	
停止数	最大4か所	
駆動方式	ベースメント巻胴式	
制御方式	インバータ制御方式	
電源	動力用:単相200V 照明用:100V	
モータ容量	1.3kW	1.5kW
ドア方式	電動2枚戸片開式	
遠隔監視装置	インタフェース付き	
指定階帰着機能	あり	
停電時下方階自動着床	あり	
ルーム内停電灯	あり	
戸開時間延長	あり(ルーム/ホールとも)	
電話機	あり	
基本仕様		
ルーム内のり寸法	間口 730×奥行き 950(mm)	間口 900×奥行き1,150(mm)
出入口寸法	間口 680×高さ 1,900(mm)	間口 800×高さ 1,900(mm)
昇降路寸法(鉄骨・RC1方口)	間口1,170×奥行き1,170(mm)	間口1,350×奥行き1,350(mm)
昇降路寸法(木造1方口)	間口1,170×奥行き1,200(mm)	間口1,350×奥行き1,400(mm)
昇降路寸法(鉄骨・RC・木造2方口)	間口1,170×奥行き1,270(mm)	間口1,350×奥行き1,470(mm)
ルーム	天井	アーチ形状、エンジニアリングプラスチック 色柄:3種類
	照明方式	中央グロープ付き(20W×1灯)又はサイドグリル(20W×2灯)
	側面壁	溝付き形状、エンジニアリングプラスチック 色柄:3種類
	正面壁	平面:非塩化ビニル系化粧鋼板 色柄:4種類
	幅木	プラスチック 色柄:1種類
ルーム/ホールの扉	カーペット	タフトカーペット 色柄:4種類
	非塩化ビニル系化粧鋼板 色柄:6種類	
ホール	窓	3種類(四角窓、スリット、小窓)
	ユニット枠(最下階)	戸袋付きユニット:非塩化ビニル系化粧鋼板 色柄:6種類
ユニット枠(最下階以外)	ユニット枠:非塩化ビニル系化粧鋼板 色柄:6種類	
オプション	手すり(形状)	直線式・曲線式・L字式
	ルームミラー	角形・扇形・曲線角形
	二方向口	あり(最小階高300mm)
	地震時管制運転	あり
	サービス階切放し	あり
	乙種防火戸対策仕様	あり
	ドアセンサ	あり
	单相100V化	あり
	シースルールーム	あり
	アートウォール正面壁	あり
	ホールボタン位置可調整	あり
	専用自走式車いす	あり

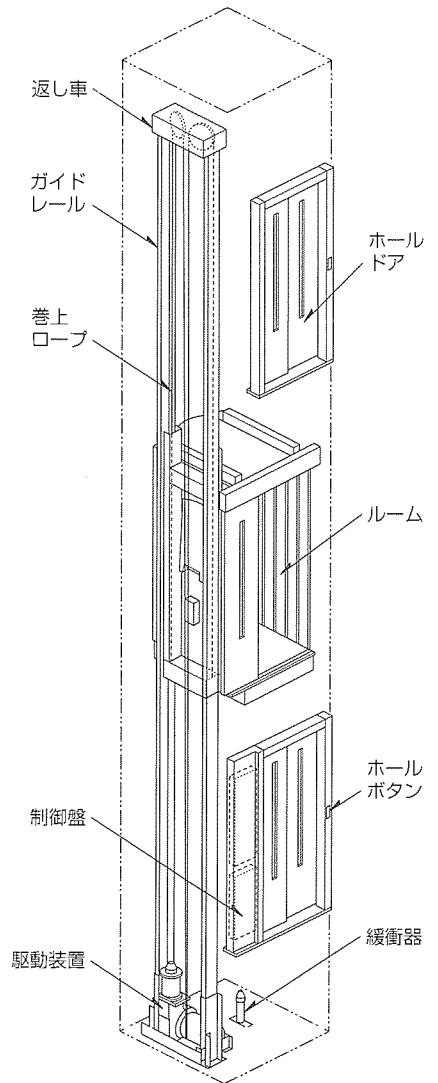


図2. 全体構造

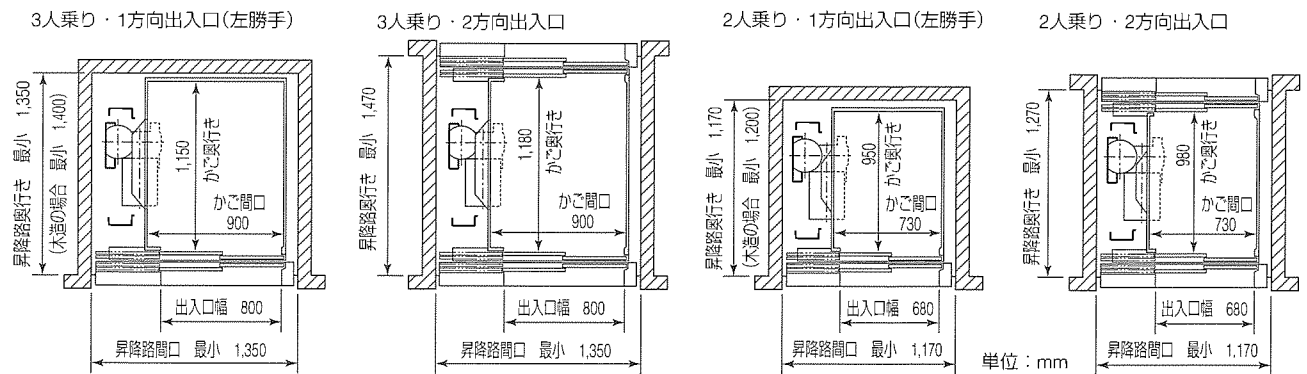


図3. 昇降路平面図



で、住宅1.5モジュールへの設置を可能にした。さらに、各機種(2人乗り/3人乗り, 1方向/2方向出入口, ドアの右勝手/左勝手)及び住宅構造種別(鉄骨造/コンクリート造/木造)に対応した標準化設計によって機器を共通化した。従来、木造住宅にホームエレベーターを設置する場合は、鉄骨構造などの住宅に比べて若干広い設置スペースを必要としていたが、機器構成を標準化したことによって木造住宅でも他の住宅構造とほぼ同等の昇降路面積に設置することができるようになった。

#### 4.2 電気システム

従来の当社ホームエレベーターは、エレベーターホール戸袋又はルームの床下に制御盤を設置していた。エレベーターホールに設置した場合、エレベーターホール正面に点検扉を設けていたため、意匠上の制約が大きかった。今回開発したウェルファミリーでは、制御盤を小型化して最下階エレベーターホール戸袋内に設置し、保守時には制御盤を戸袋柱の点検扉から乗り場側へ引き出す構造としたことで、従来点検扉として必要であった戸袋壁や戸袋壁正面スペースを不要とし、意匠性を向上させた。さらに、一般住宅仕様に合わせて、電源仕様も従来品の単相3線式200Vから単相200V仕様に変更した。図4に電気システムの概略構成を示す。

##### 4.2.1 制御盤

###### (1) 小型インバータユニット

インバータには従来と同様にIPM(Intelligent Power Module)を採用したが、今回更なる省スペースを実現するためインバータユニットとして実装構造の見直しを行い、

小型化と高信頼性を実現した。

###### (2) 全デジタルインバータ制御

駆動装置のインバータ制御には高性能・高機能ワンチップマイコン(DR)を採用し、全デジタル制御を行うことにより、安全かつ良好な乗心地を確保している。

###### (3) 停電時下方階自動着床装置の標準装備化

停電によって停止したエレベーターを、バッテリー電源を使用して、下方の最寄り階まで運転する停電時下方階自動着床装置を標準で装備した。従来はこの制御回路をオプションとして選択された場合は制御盤内に組み込んでいたが、今回、標準装備化して制御基板内に回路を設けることによって小型化を図った。

##### 4.2.2 受電盤

受電盤は最下階エレベーターホール戸袋内に設置し、動力電源をここで受電するとともに、従来制御盤に持たせていた部品のうちで保守頻度の少ない部品を内蔵した。この盤内にはラインフィルタが設けられており、インバータから発生するEMIノイズが他の家庭内機器に障害を与えないように配慮した。

##### 4.2.3 ルーム上ステーション

分散マイコン方式の採用により、ルーム内の制御及び制御盤との伝送を行うワンチップマイコン(CS)とドア制御を行うワンチップマイコン(DC)を一枚の基板上に配置し、ルームの上部に設けたステーション内に設置した。ドアモーターにはDCモーターを採用し、PWM制御して駆動する構成とした。

##### 4.2.4 ルーム上スイッチボックス

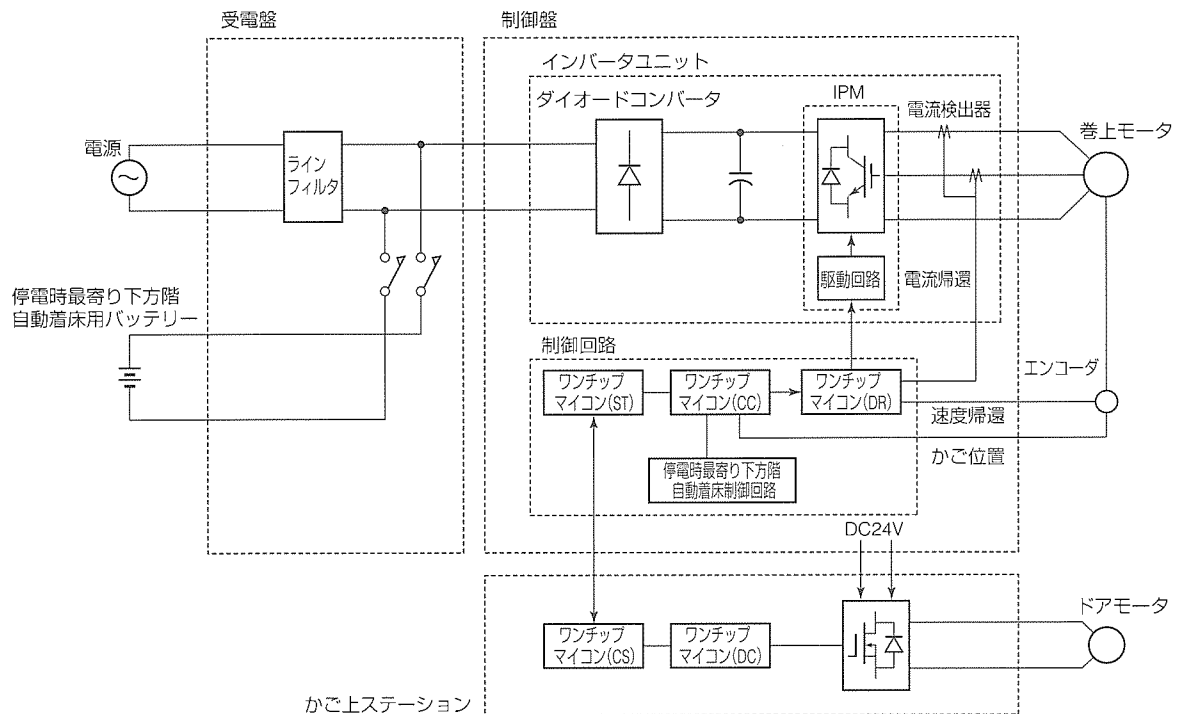


図4. 電気システム構成

終端階でエレベーターを減速させるための昇降路スイッチ及び着床スイッチを一つにまとめ、据付け調整作業を簡素化した。

#### 4.3 意匠

ホームエレベーターの意匠は、住宅のインテリアと調和し、かつ快適さを感じるデザインが求められる。この要求にこたえとともに、個性のある飽きのこないデザインとなるよう配慮した。また次の項目の自由な組合せを可能にした。

- 2種類のルーム内照明
- 3種類のホール／ルームドアデザイン
- 3種類のルームカラー
- 4種類のルームドア／ルーム正面壁カラー
- 4種類のルーム床カーペット
- 6種類のエレベーターホールカラー

また、高福祉化にも配慮し、高齢者や車いす利用者にも

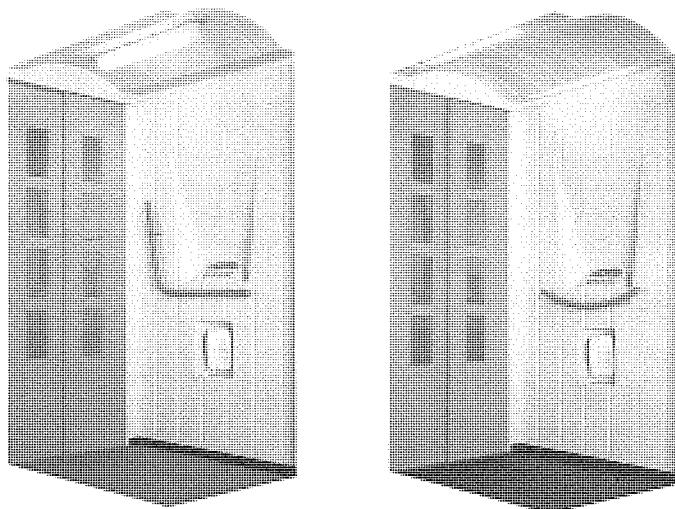


図5. エレベータールーム(2タイプ)

安心して利用できるように、操作パネルの大型化などデザイン面からも十分配慮した。

#### 4.3.1 ルーム

図5にエレベータールームを示す。壁は床から天井にわたって縦方向に等間隔のストライプを入れたことで、ルーム全体の一体感を演出した。また、天井をアーチ形状としたことで、利用者に与える圧迫感を緩和した。ルーム内の操作パネル取付け部は大きく外側へ膨らみを持たせ、ルーム内のゆとりを演出した。

ルームの主材料には従来GFRP(ガラス繊維強化プラスチック)を使用していたが、今回エンジニアリングプラスチック(以下“エンプラ”という。)を採用した。これにより、リサイクルの可能性を広げるとともに、約20%の軽量化を実現した。エンプラはGFRPと比較して熱膨脹率が約4倍と大きいため、温度変化によるルームの変形／反りが問題となる。今回エンプラの採用に当たっては、ルーム全体を大型恒温・恒湿室内でエレベーター環境のシミュレーションを行い、変形／反りを抑制する構造が実現できた。

また、市場のニーズに対応し、電話機を標準装備とした。万一エレベータールームに閉じ込められたときにも外部との連絡が可能となり、より安心してホームエレベーターを利用できる。

#### 4.3.2 ホール

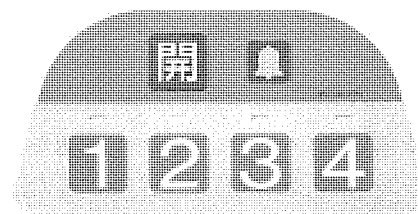


図7. 操作パネル

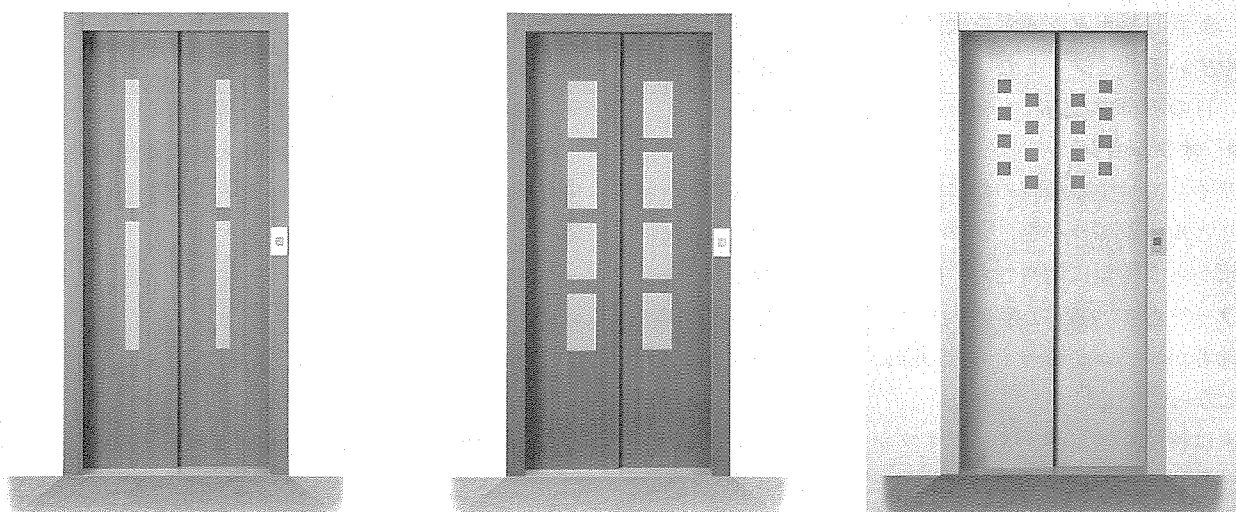


図6. エレベーターホール(3タイプ)

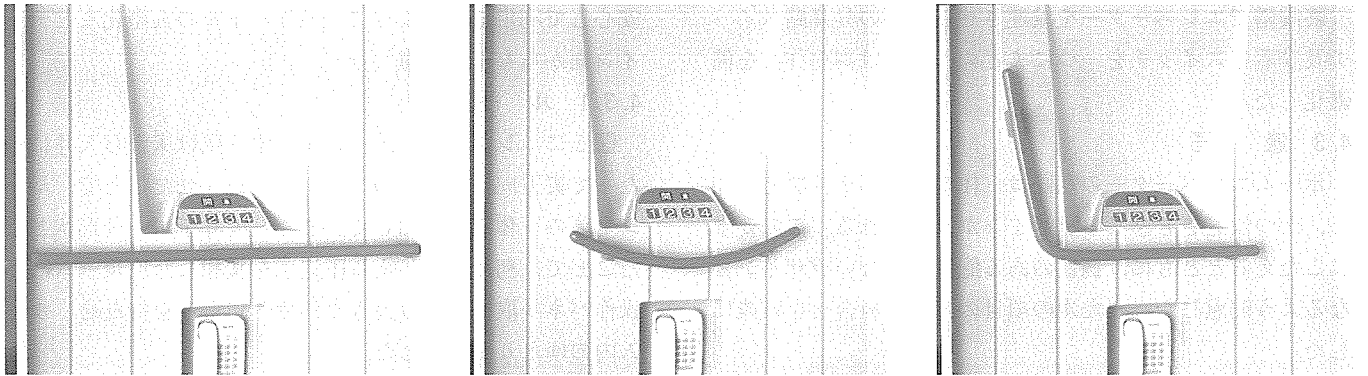


図8. 手すり(3タイプ)

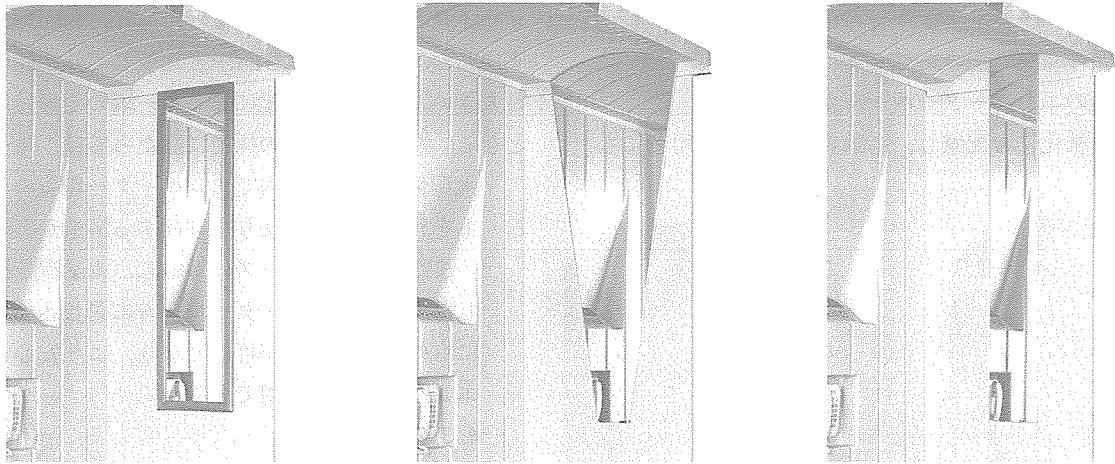


図9. ルームミラー(3タイプ)

図6にエレベーターホールを示す。従来塩化ビニール系化粧鋼板を使用していたが、環境への配慮から、これを非塩化ビニール系の化粧鋼板に変更した。また、車いす利用者などが利用しやすいように、ホールボタンの取付け高さは購入される顧客ごとの要求に対応可能とした。

#### 4.3.3 操作パネル

図7にルーム内に設置する操作パネルを示す。操作パネル上に配置したボタン表示を大型化し、高齢者や子供でも使いやすいデザインとした。また、ボタン部に膨らみを持たせ、目の不自由な方にも使いやすい構造とした。

#### 4.3.4 オプション

デザインに対する顧客の幅広いニーズにこたえるため、手すりとルームミラーを、オプションで、それぞれ従来の1種類から3種類に増やした。図8に手すり、図9にルームミラーを示す。特にL字タイプ手すりは、車いす利用者や高齢者がルームからの出入りの際に手をかけやすいデザインとなっている。

従来は特注形エレベーターでオプションとしていたフルカラー塗装を正面壁に適用可能とした。また、正面壁に展望窓を取り付けた“シースルールーム”も適用可能とし、顧

客のニーズに幅広く対応可能とした。

## 5. む す び

今回開発したホームエレベーター“ウェルファミリー”は、省スペース、環境に優しいホームエレベーターを追求し、停電時下方階自動着床装置とルーム内電話機を標準装備しながら、購入しやすい価格を実現した。さらに、デザインの品ぞろえを増し、3人乗り用に加えて“2人乗り用2方向出入口”や各種のオプションを充実し、多様なユーザーニーズに対応することができたと確信する。

今後とも、市場の要求を取り入れた製品開発により、住宅に融和したホームエレベーターを提供していく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 本田武信, 久保田猛彦, 戸田不二雄, 村田一正: 新ホームエレベーター“WELLウェルファミリー”, 三菱電機技報, 70, No.11, 1080~1085 (1996)

# 省スペース・省エネルギー型エスカレーター

治田康雅\*  
杉山美樹\*  
千村大介\*

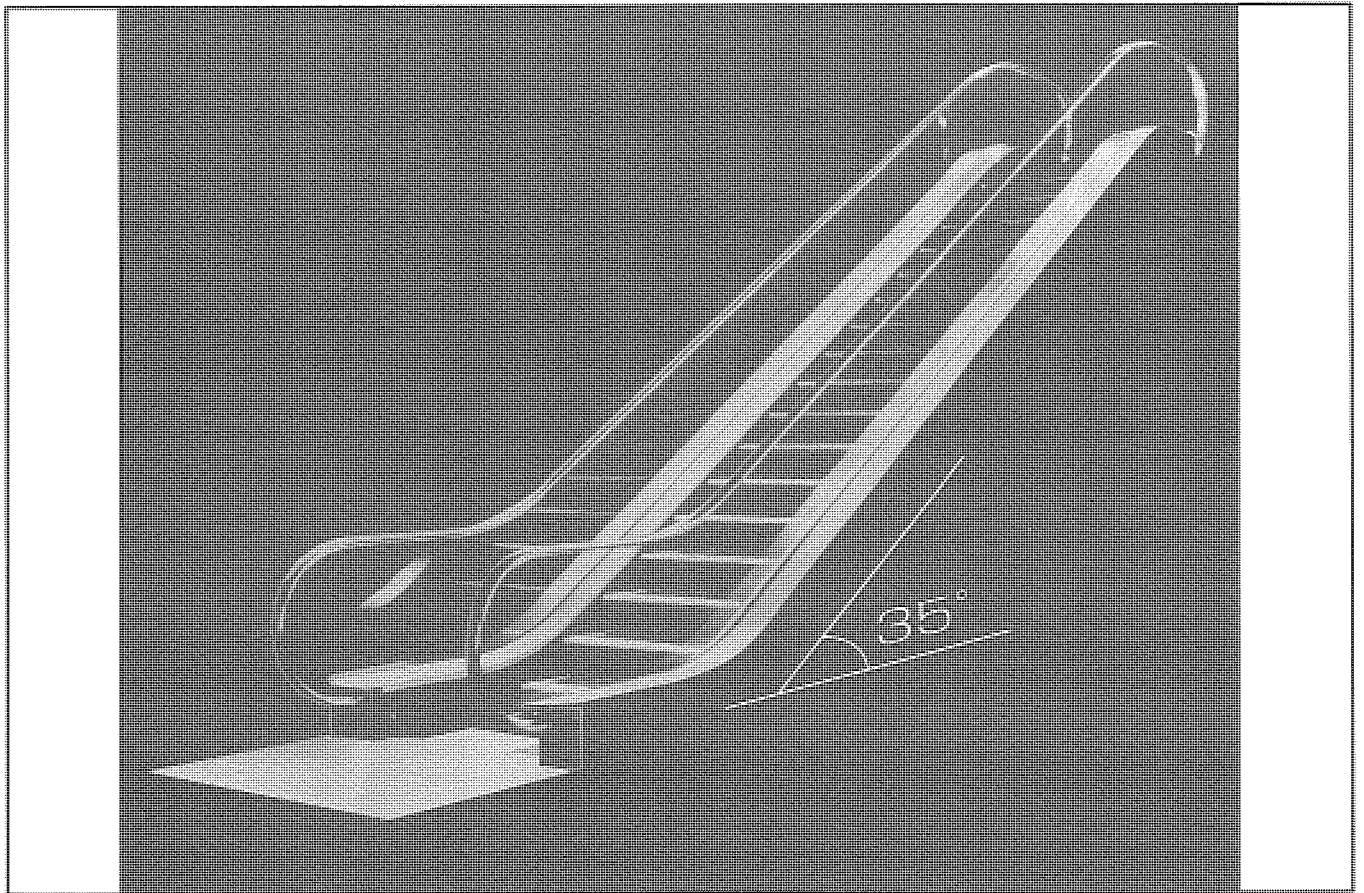
## 要旨

最近の省資源・省スペース・省エネルギーの要求にこたえ、こう(勾)配35°を採用したエスカレーターを日本に初めて市場投入する。

このエスカレーターでは勾配を従来の30°から35°とすることにより、11%の省スペース、7%の建築負担荷重の軽減を実現した。また、勾配35°化によるエスカレーターの斜行長さの短縮に伴い、エスカレーターの速度を従来一般

的であった30m/分から25m/分へ変更し、15%の省エネルギーを実現した。

勾配35°を採用するに当たって、各種法規の検討やエスカレーター急停止時の乗客の安定性についての理論検討及び実機検証を実施し、その安全性についても十分に検討した。



## 省スペース・省エネルギー型エスカレーター

勾配35°エスカレーターは、省スペース・軽量化を実現できる仕様として海外では古くから稼働実績がある。ヨーロッパでは、ショッピングビルに設置されているのはほとんどが勾配35°エスカレーターであり、設置スペースが小さいことから、既設の建築物へのモダンゼーション対応としても受け入れられている。

## 1. ま え が き

エスカレーターは、連続して大量の人を運ぶのに最適な搬送設備であり、効率的な階間輸送が図れることから、商業ビル等多くの建物に設置されている。しかし最近では、建物面積の有効活用という点から一層の省スペース化が求められるとともに、社会的な環境保護への関心の高まりから、省エネルギー化や省資源化が強く望まれている。

今回、省スペース、省エネルギー、軽量化、省資源をコンセプトとした新仕様エスカレーターを市場に投入する。このエスカレーターでは、従来一般的な仕様であった勾配30°、速度30m/分に代えて、“勾配35°”“速度25m/分”を採用して上記コンセプトを実現している。特に勾配35°のエスカレーターは、海外では一般的であるが日本では初めての仕様で、1998年6月に一般性能評定の審査が完了し、建設大臣認定取得予定('98/9現在)である。

以下、このエスカレーターの特長について述べる。

## 2. 基本仕様と特長

### 2.1 基本仕様

表1にこのエスカレーターの基本仕様を示す。このうち“勾配35°”と“速度25m/分”が新しく設定した仕様である。

### 2.2 特 長

#### 2.2.1 勾配35°による省スペース化

勾配を35°としたことにより、傾斜部の長さを減少させ、エスカレーター全長を短縮した。図1に勾配30°エスカレーターとの比較を示すが、標準的な1200形、階高4mのエスカレーターで11%の省スペース化を実現した。これによって建物面積の有効活用が図れ、既設ビルやはり(梁)間の狭い場合に対してもレイアウト性を向上した。

#### 2.2.2 速度25m/分による省エネルギー化

勾配を35°としたことにより、エスカレーターの斜行長さが短縮され、移動する時間も短くなる。このエスカレーターでは、これを逆に利用し、従来と同程度の移動時間となる速度25m/分を標準仕様とし、エスカレーター運転時の消費電力を低減した。図2に速度30m/分で運転した場合との比較例を示すが、消費電力料金を15%低減できる。

また、低速化によってエスカレーターへの乗り降りがしやすくなることも期待できる。

### 2.2.3 軽 量 化

エスカレーター全長を短くすることにより、自重を減少させ、建築梁に掛かる負担を軽減した。また、このエスカレーターでは、従来の組立式ステップに代えて軽量化アルミ一体ステップを採用し、更なる軽量化を実現した。図3に建築梁に掛かる荷重の比較を示すが、従来型エスカレーターと比較して約7%軽減させた。

## 3. 勾配35°についての検討

### 3.1 勾配に関する法規

建築基準法施行令第129条11「エスカレーターの構造」では、エスカレーターの勾配について“勾配は、30°以下とすること”と規定している。これにより、現在までに勾配30°を超えるエスカレーターが日本国内に設置されたことはな

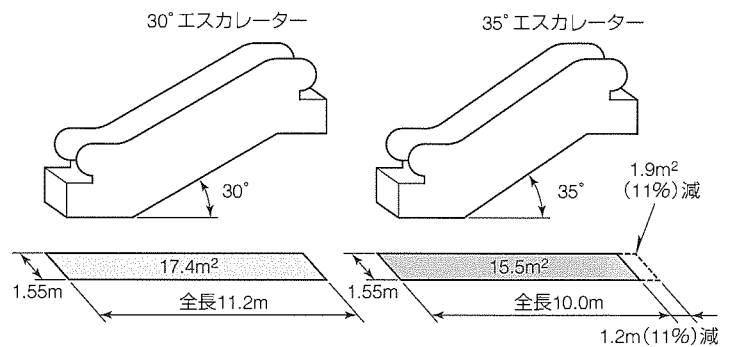


図1. エスカレーターのスペース比較

表1. 新型エスカレーターの基本仕様

項 目	仕 様	
形 式	1200形	800形
公称欄干有効幅	1,200mm	800mm
ステップ幅	1,004mm	604mm
勾 配	35°	
階 高	6,000mm以下	
速 度	25m/分(又は30m/分)	
運 転 方 向	上下切換え	
そ の 他	勸日本建築センターの性能評定によって以下の内容が規定されている。 ● ステップ上を歩くことを禁止する注意名板を掲示、又は放送をする。 ● 鉄道の改札からホームまでのように“乗客の繰り返し大量移動の動線となるところ”については、35°エスカレーターが一般的になるまで設置を制限する。	

年間消費電力料金

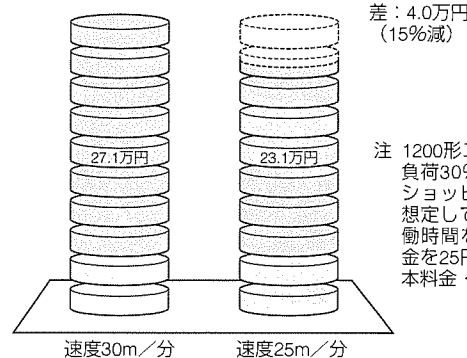
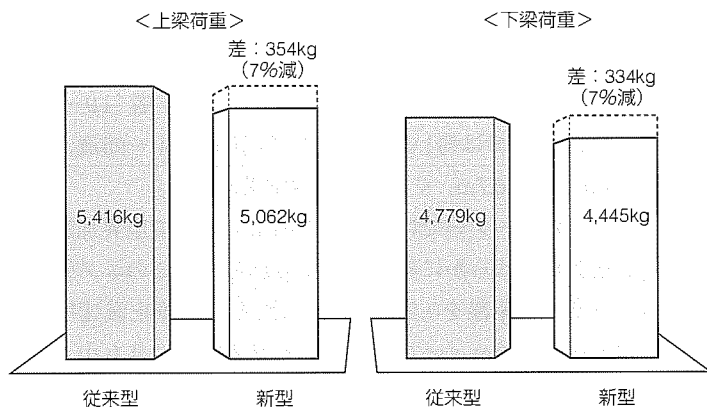


図2. 速度と消費電力

かった。

しかし海外の多くの国では、エスカレーターの勾配を35°まで増加させてもよいとしており、多くの稼働実績がある。当社も'92年から'96年までの5年間で1,198台(全輸出台数の43%)の勾配35°エスカレーターを輸出した実績がある。ヨーロッパのショッピングビルに設置されているエスカレーターはほとんどが勾配35°であり、空港などでも勾配35°のエスカレーターを見掛けることがある。

エスカレーターの世界的な規格として多くの国で準拠されている欧州規格EN115では、勾配35°エスカレーターは、階高6m以下、速度30m/分以下の範囲と規定している。今回、日本国内においても、EN115を考慮に入れて、同一範囲で勾配35°エスカレーターを適用することとした。



注 1200形エスカレーター、階高4mで比較。

図3. エスカレーターの梁荷重比較

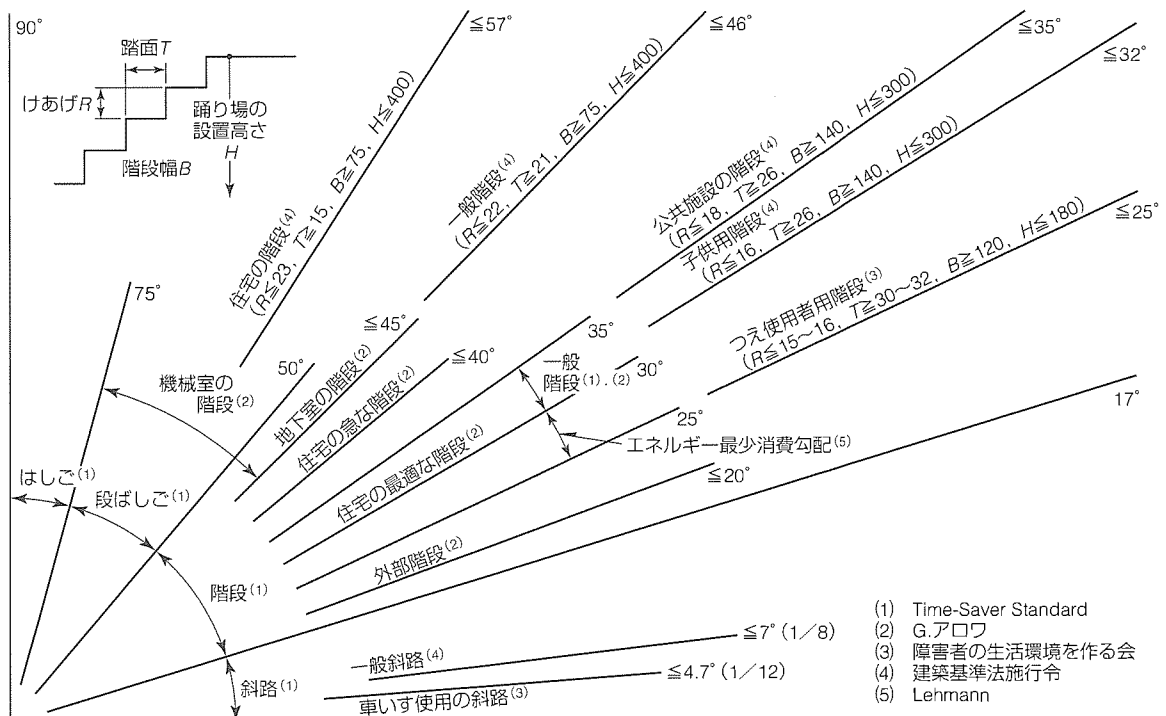


図4. 昇降方法と勾配

図4に示す昇降方法と勾配<sup>(1)</sup>によれば、一般的な階段の勾配は30°から35°であり、住宅用の階段ではこの勾配を超えているものもある。また、建築基準法施行令第23条によって定められる公共施設の階段についても、規定している寸法から勾配の最大値を計算すると35°となる。ヨーロッパやアジア地区では勾配35°エスカレーターは広く普及しており、日本国内でも違和感なく利用可能であると考えられる。

### 3.2 混雑度合

図5に示すように、勾配35°エスカレーターでは、勾配30°のものと比較して前後の乗客との間隔が狭くなる。このときの乗客の混雑度合を確認するために、勾配30°と35°のエスカレーターで、乗客乗り込み時の混雑具合と急停止時の乗客挙動の比較検証を実施した。検証の結果、乗り込み時及び急停止時とも特に支障のないことを確認した。

また、実際に稼働している勾配35°エスカレーターの利用実態を調査するために、欧州と東南アジアで勾配30°と35°それぞれのエスカレーターのビデオ撮影を実施し、乗り込み時やステップ上での乗客の様子を比較分析したが、両者に差異は見られなかった。

### 3.3 急停止時の乗客の安定性

混雑度が増した状態でエスカレーターが急停止したときの乗客の挙動については3.2節で述べたが、勾配そのものと急停止時の乗客の安定性については下記の検討を行った。

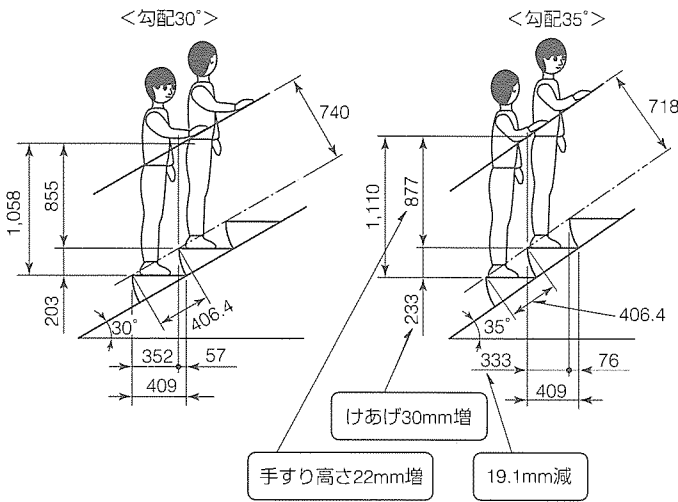


図5. ステップ上の乗客位置比較

(1) エスカレーターの緊急停止

エスカレーターの緊急停止は、エスカレーターを素早く停止させなければならない反面、急停止による乗客転倒などの二次災害の防止も考慮する必要がある。JISの昇降機検査基準では、この目的を達成するために、“積載荷重を作用させないで上昇の際、踏段の停止距離が0.1m以上0.6m以下であること”と規定している。このエスカレーターは、この基準を満足するとともに、さらに、前述の欧州規格EN115で規定される“無負荷での停止距離0.2m以上”も満足して、より緩やかにエスカレーターを停止するように設計し、緊急停止時の乗客の安定性に配慮している。

(2) 勾配と乗客の安定性の検討

運転中のエスカレーターが停止するとき、傾斜部の乗客には図6のFで示す減速反力が作用する。停止減速度をa、乗客の質量をmとすると、 $F=m \cdot a$ となり、このFの水平方向分力 $F_h$ が乗客を転倒させようとする力になる。傾斜部の勾配 $\theta$ 度、乗客の重心が踏段上面からxの位置にあるとき、乗客を転倒させようとするモーメントMは

$$M = F_h \cdot x = m \cdot a \cdot x \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

となる。

勾配30°と35°のときの転倒モーメント $M_{30^\circ}$ 、 $M_{35^\circ}$ を比較すると

$$\frac{M_{35^\circ}}{M_{30^\circ}} = \frac{m \cdot a \cdot x \cdot \cos 35^\circ}{m \cdot a \cdot x \cdot \cos 30^\circ} = \frac{\cos 35^\circ}{\cos 30^\circ} = 0.946 \dots\dots\dots (2)$$

となり、勾配35°のときの方が転倒モーメントは約5%小さい。停止減速度が同一であれば勾配35°の方が安定性が高い。これは、エレベーターのような垂直移動(勾配90°)では転倒モーメントが作用せず、電車のような水平移動

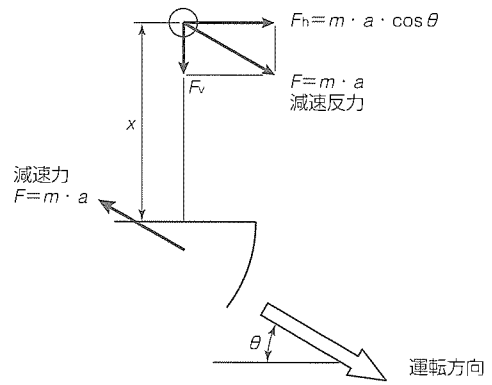


図6. 制動時に乗客に作用する力

(勾配0°)では転倒モーメントが大きいことから容易に理解できる。

(3) 乗客の安定性と減速度の検討

立位姿勢の安定性に関する研究<sup>(2)</sup>によれば、立位姿勢を保持できなくなる限界加速度は、男子若年者(19~27歳、平均22.6歳)では約1.0m/s<sup>2</sup>、男子高齢者(60~65歳、平均64歳)では約0.7m/s<sup>2</sup>という実験結果がある。

エスカレーターでは手すりを利用するので限界加速度は上記よりもはるかに高いと考えられるが、このエスカレーターで停止距離を0.2mに設定したときの停止減速度を計算すると0.58m/s<sup>2</sup>であり、上記実験結果よりも小さい減速度で停止することからも、乗客の安定性は高いと考えられる。

4. む す び

以上、省スペース・省エネルギー型エスカレーターの概要について述べた。勾配35°による省スペース化・軽量化は建物の床面積の有効活用と建物の負担荷重軽減を実現し、速度25m/分は乗りやすさと省エネルギーによる地球環境保護へ寄与している。

今後とも、省スペース・省エネルギーを追求し、人にも建物にも地球にも優しいエスカレーターを造り出していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 千葉大学小原研究室資料, 日本建築学会, 建築設計資料集成3 単位空間I, 丸善 (1980)
- (2) 永田久雄: 急加速刺激を加えた場合の立位姿勢の安定性に関する基礎的研究, 人間工学, 26, No.4, 173~180 (1990)

# 昇降機の据付工法の改善

鈴木 正\*  
門村 勝\*

昇降機の最終生産場所は建築現場内でありその作業工程はほとんどが直列作業である中、省力化とこん(梱)包材等の削減を目的としたプリアSEMBルの採用により、現場搬入部品点数を30%削減し、また、最も多い廃棄物となるダンボール梱包を65%削減した。

プリアSEMBル化を更に推し進めたユニット化工法においては、

- 工期の短縮(約一週間)
- 仮置きスペースの削減(80%)
- 現場廃棄物の削減

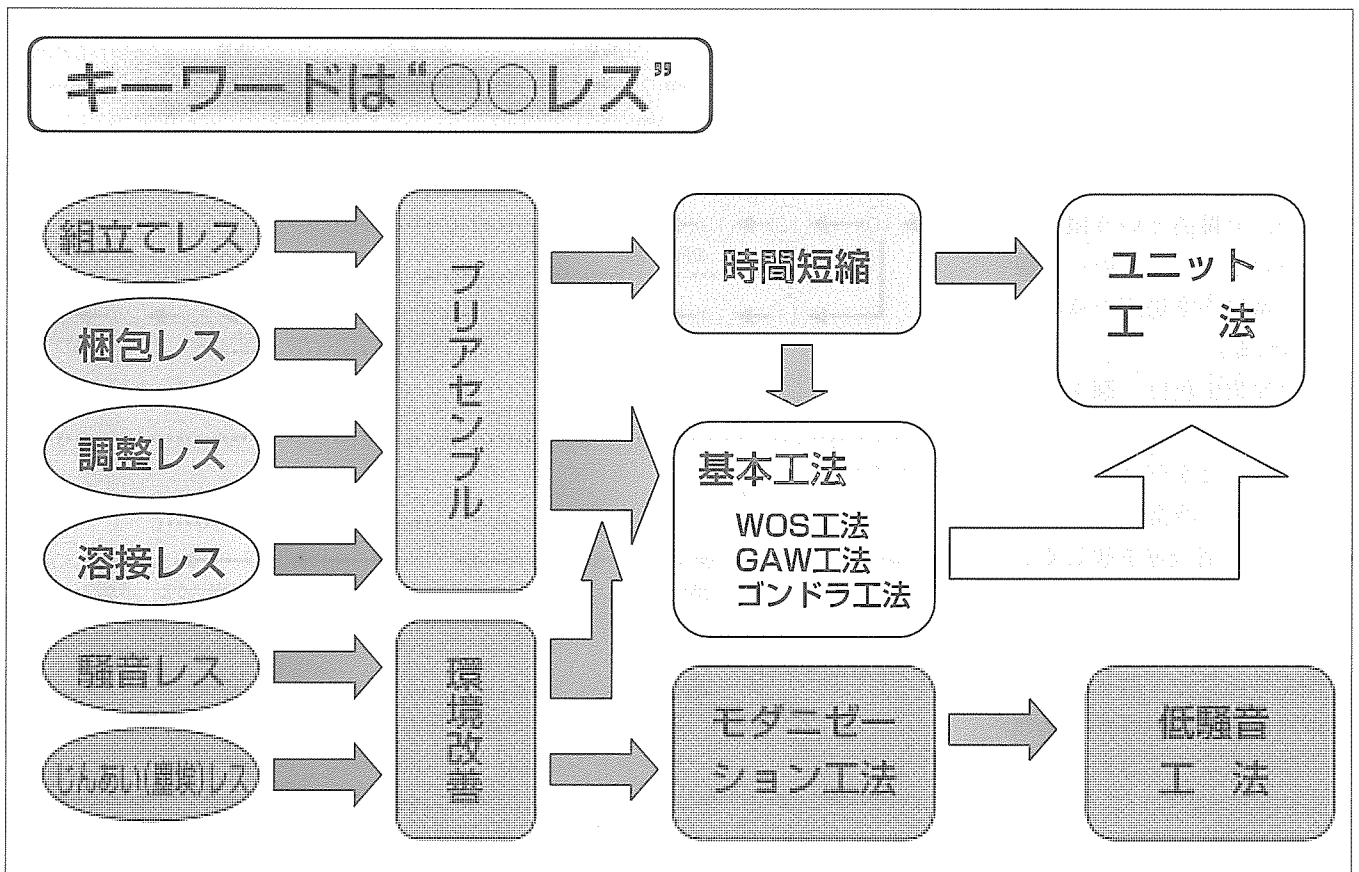
を実現させた。

また、足場なし据付工法のための仮設用駆動機として使用するエンドレスウインチも、2~3基を同時駆動するモジュール化により、広範囲な積載容量に適用可能とした。

さらに、モダニゼーション工事に対応した低騒音工法の実状等を報告するとともに、三菱電機の標準足場なし据付工法としての

- WOS工法(規格型、特注低速エレベーター対応)
- GAW工法(特注高速エレベーター対応)
- ゴンドラ工法(大容量エレベーター対応)

を紹介する。



## 工法改善コンセプト

今後2000年に向けてのCS(顧客満足度)の達成には、製品機能の向上は無論のこと、最終生産工程である据付けにおいても、ビル建築のスピードと協調した合理化・省力化を推進していくことが必要である。図は当社が取り組んでいる昇降機の据付工法改善のコンセプトを示すものである。



1. ま え が き

当社昇降機の据付工法改善は、1977年に規格型エレベーターを対象としたWOS工法の開発(製品のかごを移動作業床とし、駆動機と制御盤もこの製品を使った移動式足場工法)からスタートした。'81年には特注型エレベーターを対象としたGAW工法(製品のかごを移動作業床とし、駆動機と制御盤は専用の仮設品を使った移動式足場工法)を開発し、今日の国内昇降機据付工法の基礎を作り上げてきた。

これから2000年に向けての課題は、多様化する建築のニーズに対応することは無論のこと、

- 現場作業の短工期化
- 現場3K作業の改善
- 産業廃棄物の削減
- 仮置きスペースの削減
- 低振動・低騒音化工法の確立

といった周辺環境にも目を向けた高い付加価値を持つ工法の改善である。

本稿では、当社の取組の一端を紹介する。

2. 現 状 分 析

昇降機の据付けは最終組立で場所が建築現場内であるため、工場で製作された部品の搬入・揚重・組付け・心出し・調整といった作業の繰り返し、昇降路という限られた空間の中で、下の階から順次上の階に作業場所を移動して行われる。

その作業工程は、図1に示すように、53工程にも及び、そのほとんどが直列作業となっているのが特徴であり、このため、工期短縮を難しくしている。

作業項目別に見てみると図2のようになっており、本来の据付作業以外の部品組立作業が建築現場内で行われているのが実状である。

また、部品点数は規格型エレベーターで約2,100点に及び、梱包形態は図3に示す割合で現場に搬入されている。

3. 据付工法の改善

据付作業の省力を図る上でのキーワードを“〇〇レス化”とし、組立レス、調整レス、梱包レス、仮設品レス、といった実作業時間の短縮化、及び騒音レス、塵埃レス、溶接レスといった環境面での改善を進め、工程管理面からのロスレス化を図ることが重要である。

3.1 プリアセンブルの推進

工場であらかじめ搬入ブロック単位ごとに関連部品のプリアセンブルを実施することにより、部品点数を約30%削減し、現場搬入・揚重・組立時間の短縮を図った。

これによってダンボール梱包は65%削減可能となり、クッション材等を含めた現場で生じる産業廃棄物の削減が図れた。

3.2 ユニット化工法

プリアセンブルを更に推し進め、工場で①乗り場ユニット、②カウンターユニット、③かごユニット、④巻上機ユニットの4ユニットに組立てを行い、あらかじめ用意された昇降路の頂部開口部から①～③のユニットを順次搬入した後、機械室機器の据付けと配線を行い、ガイドレール、かごとカウンターをロープで連結し、試運転を行い、乗り場機器の取付け、昇降路内機器の取付けと配線、高速運転

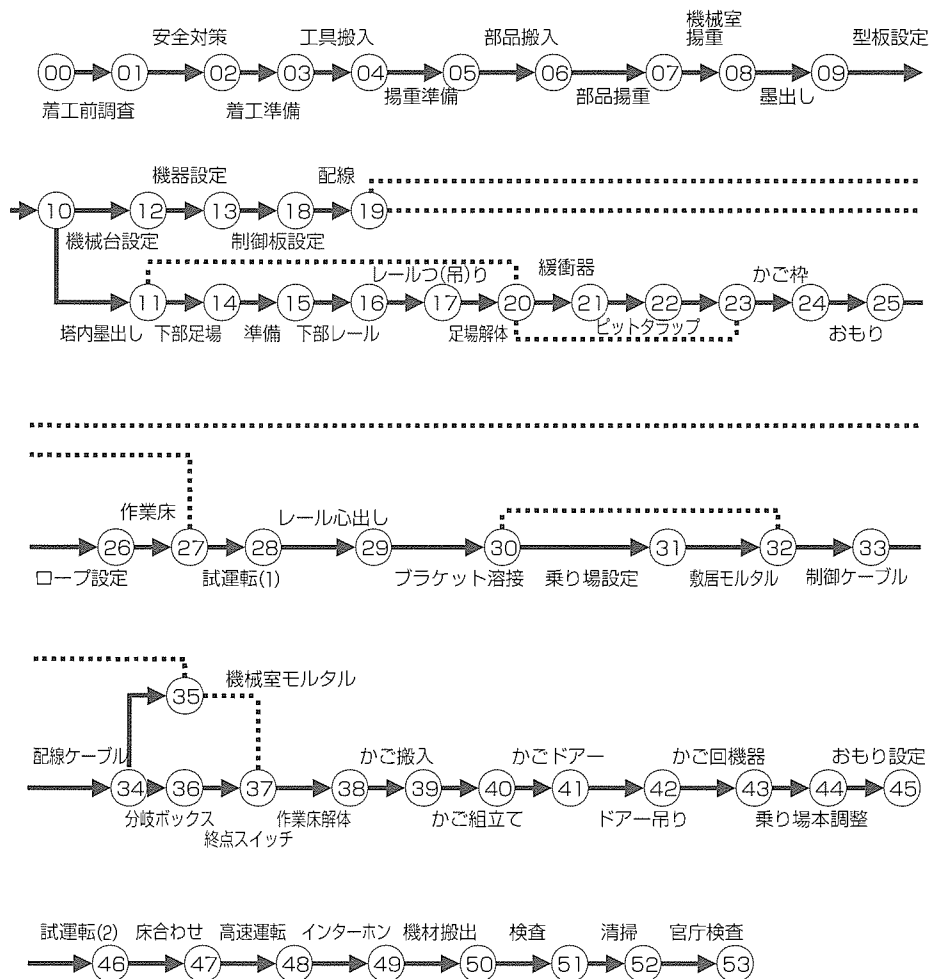


図1. 作業工程

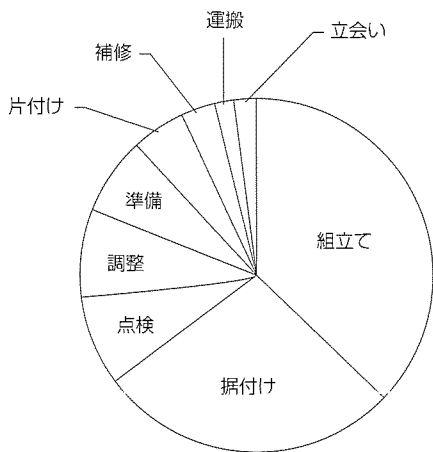


図 2. 現場作業項目

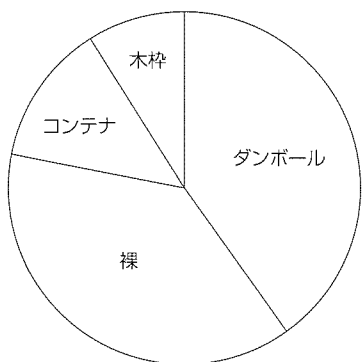


図 3. 梱包形態

を行う工法を開発した。これによって次の大きな成果を得た。

(1) 現場における据付工期の短縮

工場で各ユニットに組み立てることにより、据付工期を一週間短縮した。

(2) 部品仮置きスペースの削減

従来部品ごとにエレベーターの乗り場付近に仮置きしていたが、ユニット化したものを一日で昇降路内に搬入可能としたため、仮置きスペースは従来の20%に削減でき、現場3Sの向上に貢献できた。

(3) 現場で生じる産業廃棄物の削減

ユニット化とともに部品の梱包形態もコンテナ化させ、梱包材のリサイクルを実現し、部品単位のダンボール、木枠梱包を大幅に削減した。

図4にタワークレーンでかごユニットを搬入している様子を、図5に、エスカレーターに応用し、一体組立てたものを搬入している様子を示す。

3.3 エンドレスウインチ化

足場なし工法用の仮設駆動機として使用するウインチをドラム式ウインチからエンドレスウインチに変更し、小型軽量化を図ることで昇降路ピット部に設置していたものを

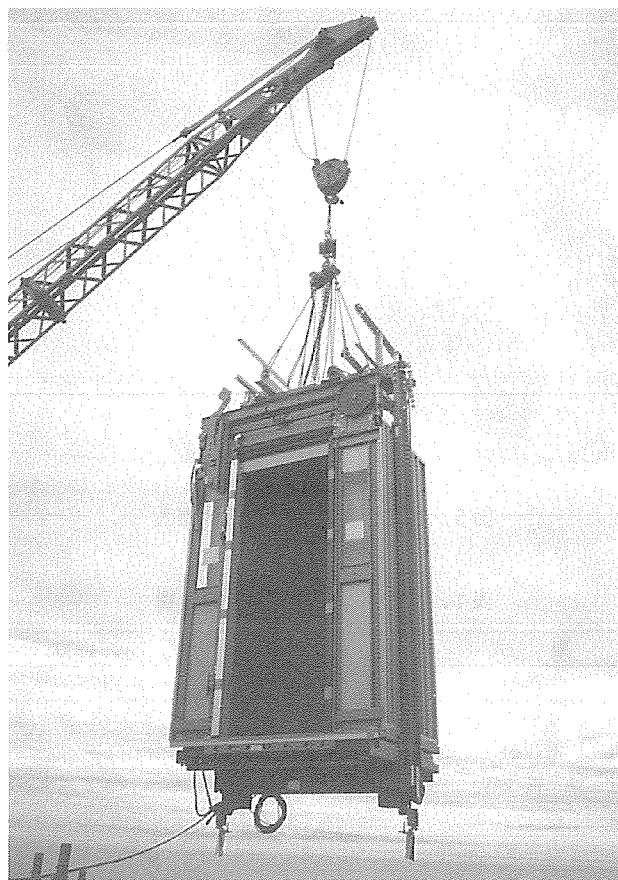


図 4. かごユニットの搬入

かご搭載式にし、仮設機材を50%に削減した。同時に、ドラムによって制限されていた揚程を事実上無制限化し、高揚程への対応力の向上とロープの乱巻き等によるトラブルの防止も図った。

なお、実使用においては、このウインチを2基又は3基同時制御することにより、積載量450~2,400kgまでの広範囲に効率良く展開するモジュール化を達成した。

表1に当社保有のエンドレスウインチの仕様を示す。

3.4 低騒音化工法

モダンゼーションの分野ではユーザーの生活空間の中での作業となり、いかに生活環境を維持しながら工事を進めるかが課題である。

当社は既にビルの用途に応じて土日工法・時間帯工法等のメニューをそろえて対応してきているが、更に工事中の騒音低減を図るため、昇降路内に仮設する移動用駆動機として前述のエンドレスウインチを用いた工法を開発し、従来に比べ乗り場前にて15dbの低騒音化を実現し実用に供している。

4. 機種別の工法

当社は、横浜ランドマークタワーに代表される超高速高揚程エレベーターから中低層共同住宅用エレベーターまでの幅広い製品系列で顧客のニーズにこたえているが、据付

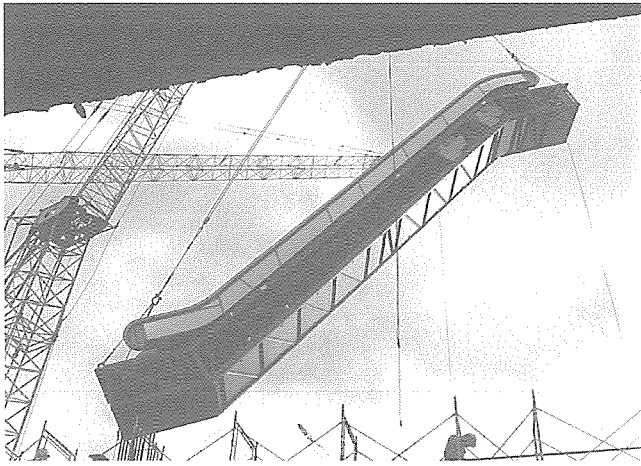


図5. エスカレーターの一体搬入

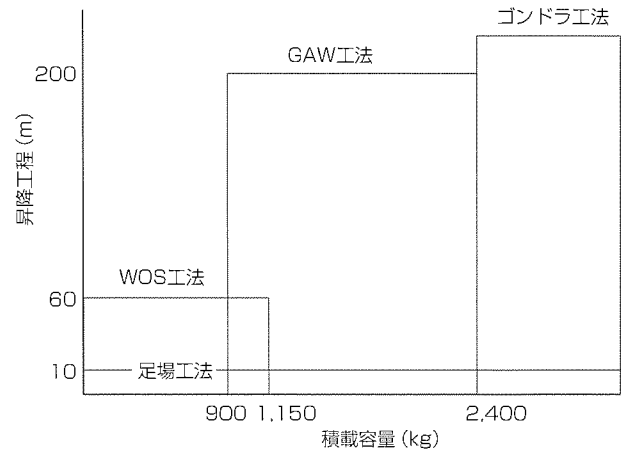


図6. 工法適用領域

表1. エンドレスウインチの仕様

型 式	EW-500	EW-1130
能 力(kg)	375	1,175
速 度(m/min)	7.5	18
自 重(kg)	30	145
電 動 機(kW)	0.5	3.9
電 源	三相交流200/220V	三相交流200/220V
ワイヤロープ(mm径)	8	12.5

工法においても、建築の要求を的確に把握し、建築工程に合った合理的で安全性の高い工法を提供している。

以下に、機種別の標準工法を紹介する

#### 4.1 規格型エレベーター

ロープ式エレベーターでは製品の駆動機、制御盤、かごを用いたWOS工法が主流であり、要求に応じてユニット工法を導入している。

油圧式エレベーターでは製品のかごをエンドレスウインチで駆動し移動作業床とするGAW工法を導入し、工期短縮を図っている。

#### 4.2 特注低速エレベーター

揚程60m以下の領域は規格型と同様WOS工法を標準とし、揚程60m以上の領域についてはエンドレスウインチを利用したGAW工法を標準としている。

#### 4.3 特注高速エレベーター

エンドレスウインチを利用したGAW工法を標準とし、ウインチ能力を超える積載荷重2,400kg以上のものは軽量化した仮設作業床を用いたゴンドラ工法を導入している。

図6に標準適用領域を示す。

### 5. む す び

以上、当社昇降機の据付工法について紹介したが、中低層共同住宅用エレベーターのように機械室がなく昇降路の中に駆動機が設置される(機械室レスエレベーター)など多様化してきており、また、駅舎用エレベーターのように営業駅での工事などのように作業環境も多様化が始まってきている。建築業界も新工法の開発によって工期の短縮化・高効率化が急速に進むと考えられる。

今後とも、昇降機の据付工法も、更なる合理化に向けて研究開発を進めていく所存である。

# 昇降機リモート点検システム

塩崎秀樹\* 安藤 宏\*\*  
伊藤 寛\*  
河合清司\*\*

## 要 旨

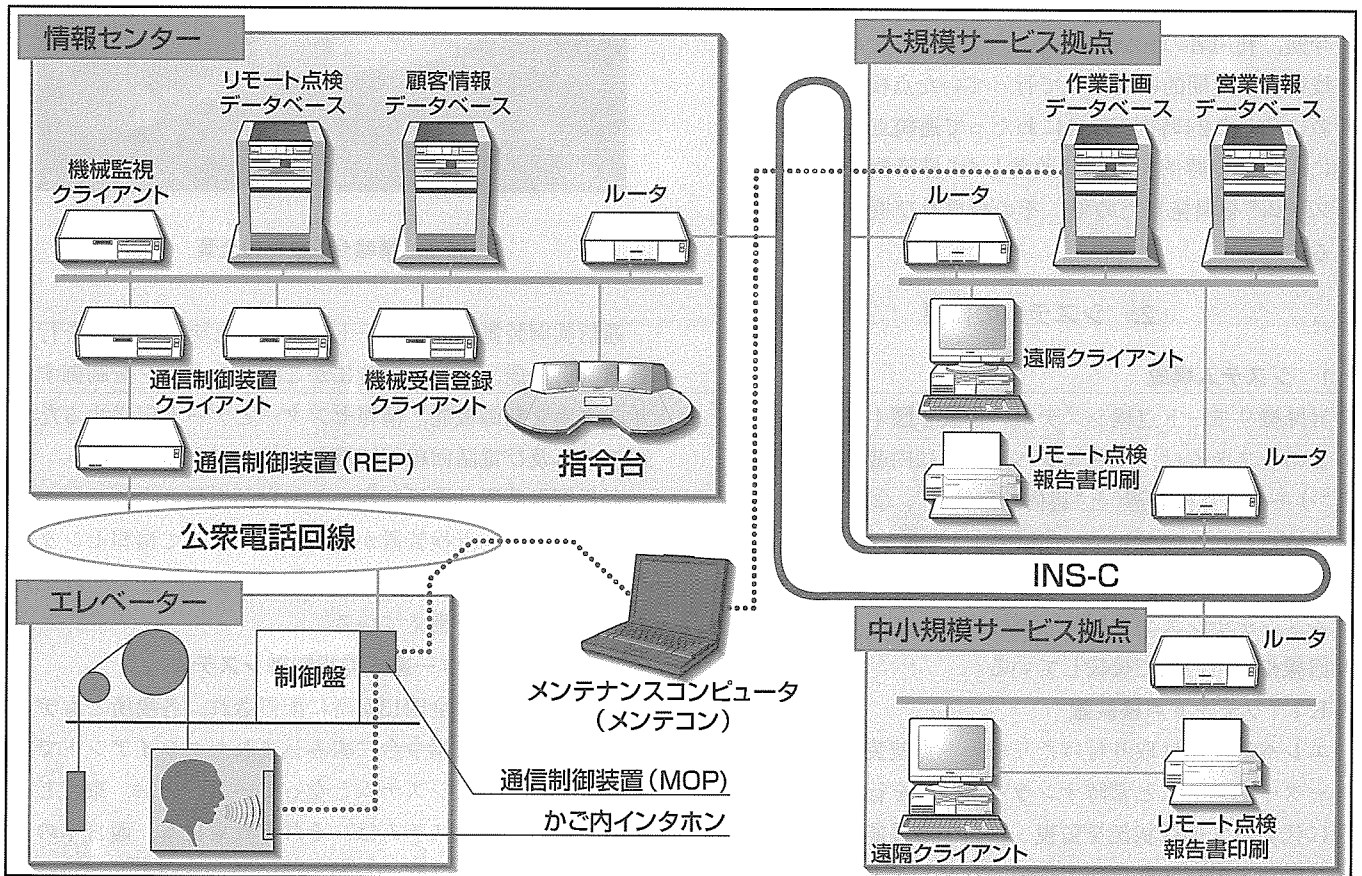
エレベーターの稼働率向上と故障や点検による運転停止時間を短縮するため、従来保守技術者が訪問して行っていた点検作業をエレベーターの運行に合わせて24時間365日にわたり連続点検する“昇降機リモート点検システム”を開発し、既設マイコン搭載エレベーター(エレベットアドバンスV)から最新機種(アクセルAI)まで適用した。

このシステムは、①エレベーターに内蔵又は外付けした“リモート点検装置”と“モニタ盤”，②情報センターに設けられた“エレベーター遠隔監視制御システム”，③サービス拠点に設けられた“端末装置”，及び④保守技術者が携帯するメンテナンスコンピュータで構成される。

エレベーターの運行サービス中に行う“リアルタイム診

断”，重要度の高い項目に限定して利用頻度の少ない時間に行う“高密度診断”，サービス拠点の端末装置から保守技術者が行う“遠隔制御診断”により，軽微な状態変化“変調”を的確にとらえ，運行状態に最適なメンテナンス計画を立案する。点検結果は，サービス拠点の端末から出力され，お客様へ定期的に報告する。

また，ビルの運営管理にも活用できるエレベーターの運行管理情報の常時計測と簡易交通量解析システム“METRASS”(Mitsubishi Elevator Traffic Analysis System)を実現し，お客様へのタイムリーな情報提供を可能にした。



## 昇降機リモート点検システムのイメージ

リモート点検対象エレベーターは24時間365日連続で“異常”“変調”診断が行われる。診断結果は，定期的に情報センターに収集され，蓄積される。収集情報は，故障対応状況とともにサービス拠点に伝送され，保守技術者の最終診断を受け，リモート点検結果として蓄積され，対象エレベーターごとの保全計画策定に使用される。これにより，従来保守技術者が行っていた訪問点検を非訪問で実現した。

## 1. まえがき

エレベーターは多数の人が利用するビルの交通手段として欠くことのできない設備ゆえ、常に利用者が安心して使用できるよう、その安全性と快適な運行が要求される。

運営管理面では、管理の省人化傾向とともに、万一の停電や故障時の対応の充実が望まれている。また、利用者に対するサービス面では、エレベーターの稼働率向上のため、故障や点検による運転停止時間を短縮することが求められている。

三菱電機はこれらの要求にこたえ、従来から故障を速やかに検出し、電話回線を介して保守会社の情報センターに通報する“エレベーター故障自動通報システム”，乗客と情報センターの直接通話が可能な“エレベーター遠隔監視システム”，故障に至る前段の軽微な異常(変調)を検出し迅速かつ適切な処置を可能とした“エレベーター遠隔監視制御システム”を提供してきた。

今回、利用者の利便性を更に向上させるため、従来、保守技術者が定期的に訪問して行っていた点検作業を保守技術者に代わり24時間365日にわたって連続点検を行い、点検による停止時間を大幅に改善した“昇降機リモート点検システム”を開発したので、その構成及び機能について述べる。

## 2. システムの概要

### 2.1 システム構成

昇降機リモート点検システムの構成を図1に示す。

このシステムは、①各エレベーターに内蔵又は外付けした“リモート点検装置”と“通信制御装置”，②情報センターに設けられた“エレベーター遠隔監視制御システム”，③サービス拠点に設けられた“端末装置”，④保守技術者が携帯するメンテナンスコンピュータで構成され、それぞれを公衆回線や専用回線で接続している。

#### 2.1.1 リモート点検装置

エレベーターに取り付けたリモート点検装置は、①エレベーターシステムと常時オンライン通信を行い、保守技術者に代わって運行状況を監視・診断する機能、②メンテナンス計画の最適化及び顧客へのコンサルティング情報提供を目的とした各種計測機能、③情報センター装置と通信する通信制御装置対応機能、④点検装置内で処理した各種情報の記憶機能を持っている。

#### 2.1.2 通信制御装置

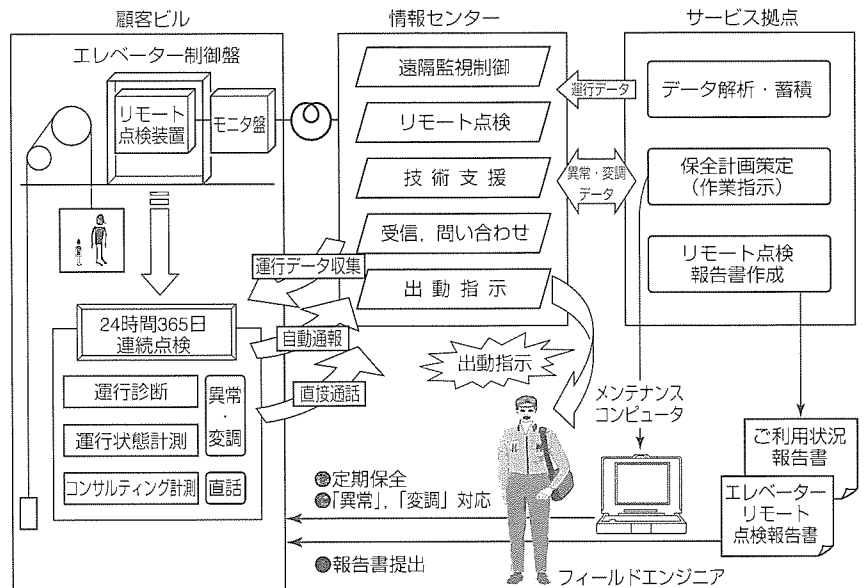


図1. 昇降機リモート点検システムの構成

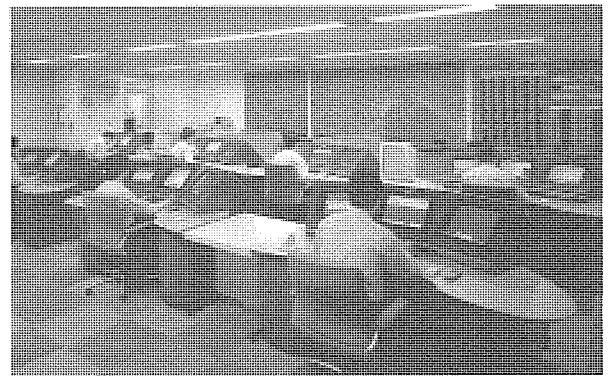


図2. 情報センターの全景

通信制御装置は、リモート点検装置とデータ通信を行う通信制御機能、直接通話時にかご内インタホンを制御するインタホン制御機能、情報センターとデータ伝送するためのモデム及び電話回線制御機能を持っている。

通信制御装置は電話回線による自動発信と自動着信が可能で、リモート点検装置からの指令によって情報センターに自動通報する機能とともに、情報センターからの呼出しに応答する機能を備えている。

#### 2.1.3 エレベーター遠隔監視制御システム

情報センターは全国13か所に配置され、各場所ともデータベースサーバと指令台に組み込まれたクライアントで構成される独立したシステムとなっている。なお、東京と大阪に設置されたシステムは、それぞれ東日本、西日本のデータのバックアップ機能を備えている。

図2に情報センターの全景を示す。

#### 2.1.4 端末装置

端末装置は、各事業所に設置されたコンピュータ装置であり、情報センターに蓄積された異常や変調などの受信内

容，対応状況確認及びリモート点検結果の詳細情報確認ができる。

また，端末装置は，エレベーター1台ごとの保全作業と修理工事計画策定に必要な情報入力及び計画の確認ができる。端末装置は，これらの情報に基づき，保守作業者への作業指示とリモート点検結果を示す報告書作成機能を持っている。

### 2.1.5 メンテナンスコンピュータ

メンテナンスコンピュータは，事務所の端末装置からエレベーターの設置環境と稼働状況等のパラメータによって算出した訪問月の保全作業情報と，リモート点検機能によって蓄積した変調情報を収集する。

保守作業員は，メンテナンスコンピュータに収集した保全情報と訪問時にエレベーターから収集する最新の稼働状況に基づいて保全作業を行う。

メンテナンスコンピュータは，リモート点検装置に蓄積された情報の表示・診断機能，リモート点検装置に搭載した診断プログラムのオンライン書換え機能を持っている。

図3にメンテナンスコンピュータの外観を示す。

### 2.2 従来型保守との比較

リモート点検システムの導入によって保守のスタイルが大きく変化した。従来型保守との比較を表1に示す。



図3. メンテナンスコンピュータの外観

表1. 従来型保守とリモート点検保守の比較

項目	従来型保守	リモート点検保守	
		事務所	リモート点検データ確認
機能点検	訪問点検 ●点検項目に沿って実施 ●履歴データに基づき関連箇所を点検	現場	●同左 ●診断履歴に基づき必要箇所を点検
		●同左 ●診断履歴に基づき必要箇所を点検	
保全 (点検+手入れ)	訪問 ●保全計画に沿って実施 ●履歴データに基づき関連箇所を点検	●同左 ●診断履歴に基づき必要箇所を点検	
客先報告	訪問に合わせ対面報告，又は郵送報告	訪問月	●同左
		非訪問月	●郵送にて報告

### 2.3 適用機種

リモート点検適用機種は，1998年10月現在，表2に示すとおり，初期のマイコン制御エレベーターから最新機種まで10機種ある。

市場投入が早い機種はリモート点検装置を外付けし，最新機種は内蔵により，リモート点検機能の実現を図っている。

## 3. システムの機能

メンテナンス会社の役割は，エレベーターの持つ性能を最大限に発揮させ，機能の維持を図り，いつでも安心して快適に利用できる品質とサービスを提供することにある。

リモート点検システムは保守技術者の定期点検に代わってエレベーターの運行状態を連続点検するため，エレベーター遠隔監視制御システムの運行状態診断機能と運行状態計測機能の強化，及びコンサルティング計測機能の追加を図った。

### 3.1 運行診断機能

エレベーターの状態は，図4に示すとおり，良好に稼働している“正常”状態，閉じ込め/使用不能等サービスに支障をきたした“異常”状態と，その中間の“変調”状態で表すことができる。

“変調”とは，エレベーターが持つリトライ機能によってすぐに“異常”につながることはないが，経年劣化・磨耗・汚損による接点信号の一時的な論理矛盾や制御装置内の入出力信号不良が発生している状態，又は通常のサービス状態では正常に機能するが，停電等，万一のときに本来の機

表2. リモート点検適用機種

(1998年10月現在)

分類	機種名
低速ロープ式	三菱エレベットアドバンスV，アクセルVF グランディ，アクセルAI，メルワイド
油圧式	三菱エレベットアドバンスV，メルピア5 電子化油圧，グランディ
高速ロープ式	アクセルAI
合計	10機種

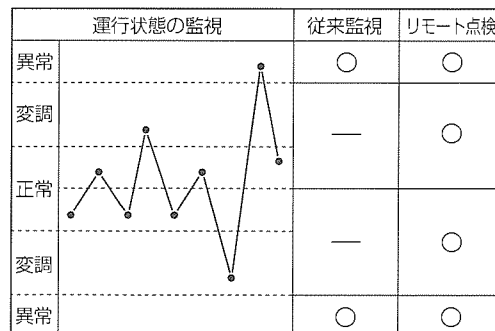


図4. 正常・変調・異常のイメージ

能が発揮できず、安全やサービスの低下につながる状態をいう。

変調状態は、その性質より、従来の訪問点検ではとらえることが難しかったが、過去からの蓄積データによって故障に至る過程を分析・解明した結果、診断アルゴリズムと異常状態までの期間予測を可能にした。

期間予測により、即時計画作業から次回訪問時計画作業までに層別し、故障の未然防止を図った。

運行診断機能には、エレベーターのサービス中に行う“リアルタイム診断”，夜間など利用頻度の少ない時間に定期的に行う“高密度診断”，情報センターやサービス拠点から保守技術者が行う“遠隔制御診断”がある。

リアルタイム診断は、保守技術者が訪問時に行う機能点検に相当する内容である。主な項目を表3に示す。

高密度診断は、リアルタイム診断項目の中のブレーキ動

表3. リモート点検装置の主な診断項目  
24時間、365日連続診断する代表項目

診断項目	診断内容
機械室の環境	●制御関連機器温度
機械室の機器の状態	●ブレーキ(バルブ)状態診断 ●接触器動作状態診断 ●制御機器動作状態診断
かごの運行状態	●運転性能(起動～着床)診断 ●着床状態診断
かごの照明及び停電灯の良否	●照明点灯状態診断 ●停電灯点灯状態診断 「球切れ」, 「バッテリー電圧」
戸の安全装置及び戸の開閉状態	●開閉状態診断 「開閉時間」, 「SDE動作状態」, 「過負荷検出状態」など ●ドアスイッチ動作状態診断
インタホン等外部連絡装置の状態	●インタホン電源電圧診断
かご操作盤, 乗り場ボタンなど操作盤の状態	●押しボタン動作状態診断 「行先ボタン」, 「戸開ボタン」, 「戸閉ボタン」
乗り場関連機器	●押しボタン動作状態診断
昇降路, ビット内機器の状態	●着床スイッチ状態診断 ●安全スイッチ状態診断
合計	約150項目

表4. 主な計測項目

計測項目	保全・取替え部位
起動回数	●ブレーキ関連機器
走行時間	●ガイドシュー
走行距離	●巻上機ギヤオイル
コンタクト動作回数	●制御関連機器
基準階戸開回数 一般階戸開回数	●戸閉め関連機器
かご照明点灯時間 かご照明点灯回数 階床別インジケータ点灯時間 階床別方向点灯時間	●照明関連機器 ●関連ランプ
主ロープ曲げ回数	●主ロープ

作やドア開閉動作など重要項目について、正常状態により近い領域の変調検出を可能とする専用診断運転によって行う内容であり、従来の人による点検では確認が困難な高度な診断である。

遠隔制御診断は、エレベーターの状態を保守技術者が遠隔監視しながら行う専用診断運転に併せて実施する。遠隔制御診断では、高密度診断項目に加え、従来点検作業に時間と人手を要していた各種管制運転装置の診断運転を可能にした。

これらの診断機能により、利用者の利便性を損なうことなく高度できめ細かな連続点検が可能となった。

万一故障が発生した場合でも、あらかじめ確認したエレベーターの状態によつて的確で速やかな対応が可能となり、停止時間を最小限に抑えることができる。

### 3.2 運行状態計測機能

摩耗や劣化による機器の点検手入れ及び取替え時期は、過去の実績に基づき設定した基準とエレベーターの稼働状況に応じて蓄積される機器の動作回数や通電時間、階床ごとの戸開閉回数などの計測データから計算し決定する。

更に作業によるエレベーターの停止時間を削減するため、点検手入れと取替作業が同一時期となるよう計画の最適化を図っている。

主な計測項目と、点検手入れ及び取替え部位を表4に示す。

### 3.3 コンサルティング計測機能

エレベーターの運行状況は、オーナーや管理会社にとって、建物内の人の流れや階床別の利用状況を知る有効情報である。また、メーカー及び保守会社にとっては、目標のサービス品質を達成しているか否かを知る上で重要である。

このため、運行状況の詳細を収集・分析する交通量解析システム“METRASS”をエレベーターの機種別に準備している。しかし、データ収集装置が後付けとなるため、解析面でタイムリーさに欠ける問題があった。

そこで、顧客の関心が高い項目を常時計測する簡易METRASS機能をリモート点検装置内に搭載し、情報提供のタイムリー化を実現した。

主な計測項目を表5に示す。

### 3.4 客先報告

運行状態診断機能、運行状態計測機能、コンサルティング計測機能によって得た情報は、保守技術者による分析とデータ処理を行い、毎月報告する“エレベーターリモート点検報告書”，定期的に報告する“ご利用状況報告書”として出力する。

エレベーターリモート点検

表5. 主なコンサルティング計測項目

計測項目
階床別・方向別乗り場呼び登録数
階床別かご呼び登録数
階床別・方向別乗降者人数
階床別・方向別乗り場呼び待ち時間
消費電力量

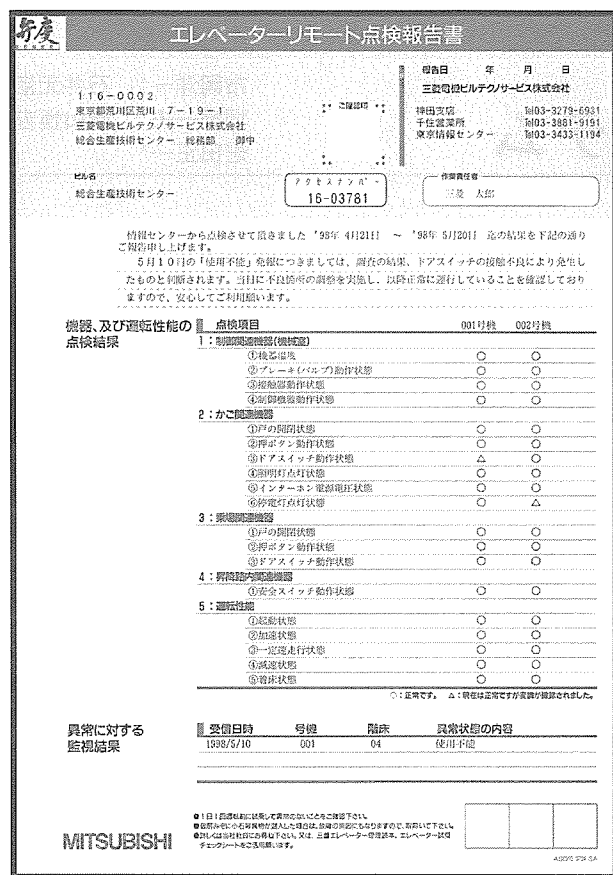


図5. エレベーターリモート点検報告書

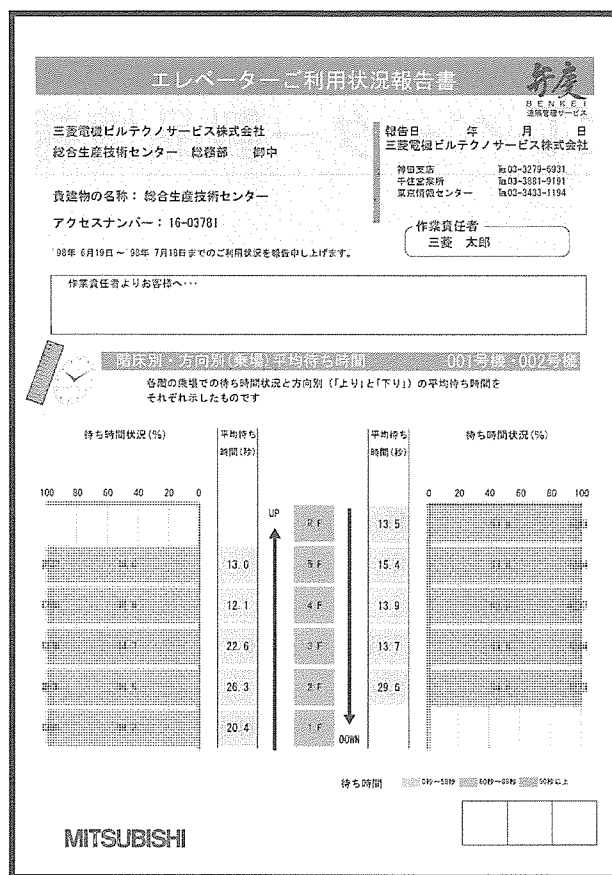


図7. エレベーターご利用状況報告書(b)

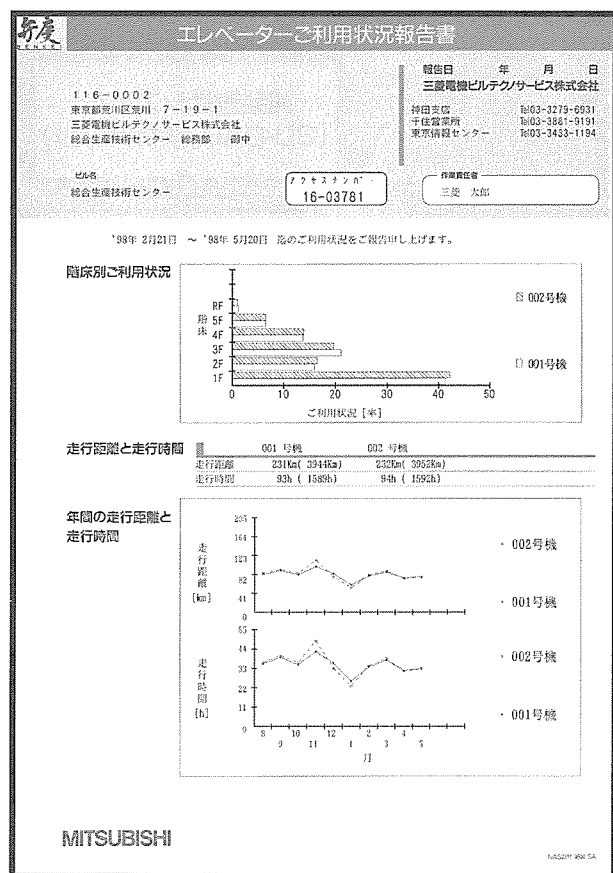


図6. エレベーターご利用状況報告書(a)

報告書には、リモート点検結果(正常、又は変調、異常)、遠隔監視結果を端末装置から自動出力する仕組みを採っている。

報告書の一例を図5、図6、図7に示す。

#### 4. むすび

以上、昇降機リモート点検システムの概要を述べた。三菱電機(株)と三菱エレベーターの保守会社である三菱電機ビルテクノサービス(株)では、今後とも、保守会社が保有する全国13か所の情報センター、220か所に及ぶサービス拠点、11か所の資材センター、5,000人のフィールドエンジニアを最大限に活用し、故障を未然に防ぐ点検・保全活動と、万一故障や事故が発生した場合の迅速な対応を可能にする運行診断機能の拡大と精度向上に努め、このシステムを充実していく所存である。

また、コンサルティング計測機能の一層の拡大に努め、エレベーター管理業務の支援も充実していく所存である。

#### 参考文献

- (1) 館野健三, 氏原英世, 山田邦雄, 河原利昭: エレベーター遠隔監視制御システム, 三菱電機技報, 64, No. 10, 826~830 (1990)



# エレベーター製品情報システム

市岡洋一\* 石井元彦\*  
堀場一夫\* 勝山恒吉\*\*  
岩田正一\*

## 要旨

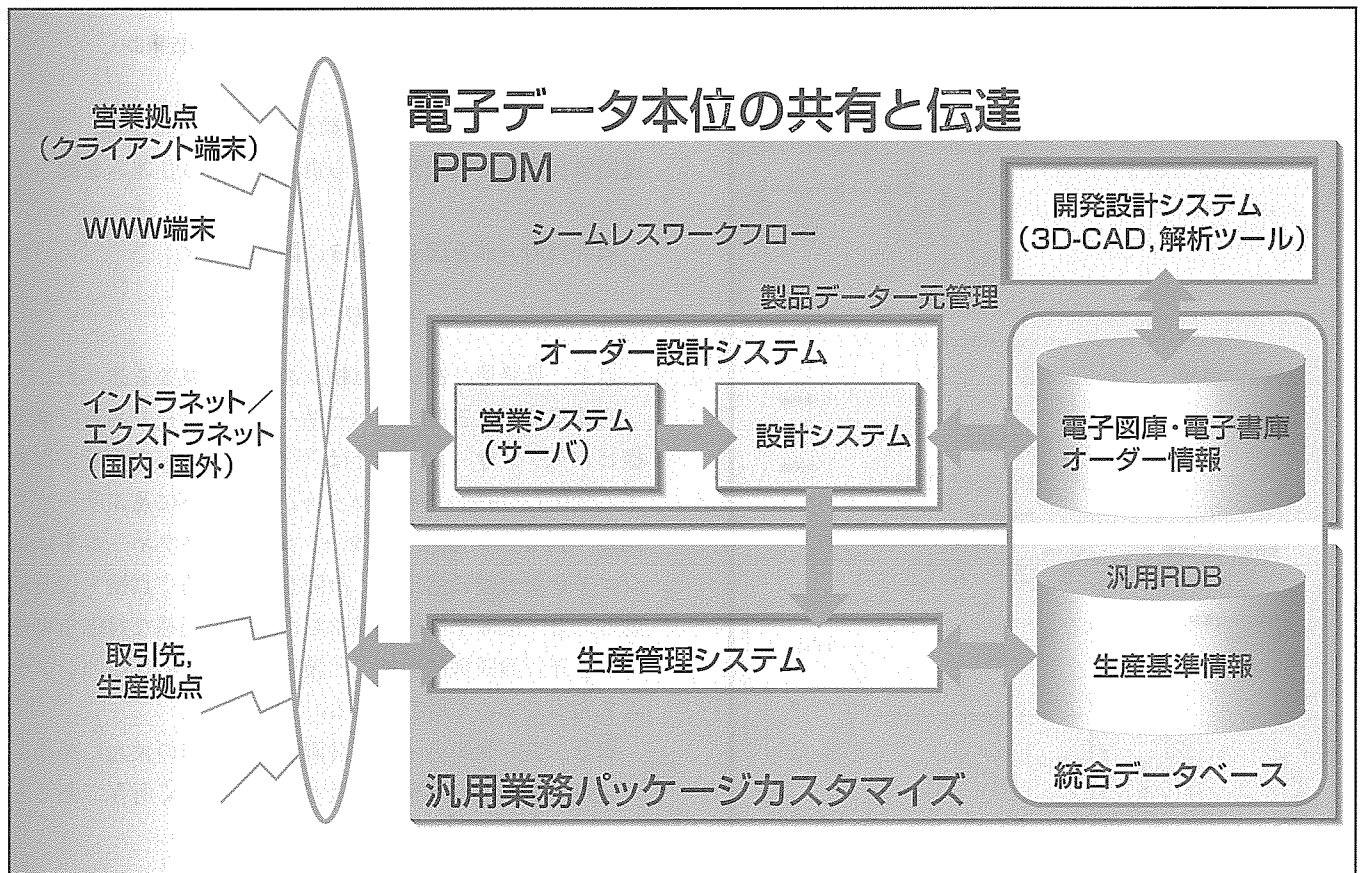
エレベーターは、ビルの交通インフラストラクチャとして社会的使命を担っている。そのメーカーとして三菱電機は、時代の要求に新技術でこたえたエレベーターを迅速に供給しなければならないと考えている。またエレベーターは、それが納められる個々のビルの用途・構成によって異なる。そこで、その供給の際には、個々（オーダーごと）のエレベーターを的確かつ迅速に設計・生産する必要があるとも考えている。

そのため当社は、下記ようなエレベーター製品情報システムの開発に当たっている。

- ビルの用途・構成の変化に対応したエレベーター製品情報の電子データ化

- その管理や活用のための電子データのシームレスフロー化
- 上記の実現に当たってのグローバルスタンダードな技術やツール及びパッケージの活用（三次元CAD (Computer Aided Design) やPPDM(Process & Product Data Management) やRDB(Relational Data Base), 汎用業務パッケージERP(Enterprise Resource Planning), WWW(World Wide Web) など)

このほど、このエレベーター製品情報システムとして核となる下記のような開発設計システム／オーダー設計システム／生産管理システムを開発し実用化した。



## エレベーター製品情報システム

- 開発設計システム : 構想設計から生産設計まで、電子データフローによってトップダウン設計を実現する。
- オーダー設計システム : オーダーごとの仕様から品目表(オーダーごとの仕様を満たす機器図面一覧)までの電子データフロー化を実現する。
- 生産管理システム : ビルの用途・構成に対応するよう変数を含んだ図面からの生産情報を自動生成する。

## 1. ま え が き

当社は、これまでも幾つかの特長ある設計システムや生産管理システムを個々に開発し実用化してきた。しかしこのエレベーター製品情報システムは、電子データフローによってすべての業務にわたってプロセスを見直し、顧客へのよりタイムリーな情報提供や、より満足いただける品質の製品供給を、より迅速に行うことをねらったものである。

## 2. システム構成

エレベーター製品情報システムは、統合製品データベースにより、開発設計システム／オーダー設計システム／生産管理システムが電子データ連携を図る構成とした。また、各サブシステムも電子データフロー化し、業務のシームレスプロセス化を図っている。

## 3. 開発設計システム

開発設計は、各種の要求を新技術でどう実現するのかを見いだす構想設計と、実際の製品製造のための生産設計とに大別される。今回開発した開発設計システムでは、構想設計を支援するシステムで生成された電子データを生産設計でも活用することにより、両者の間のシームレスプロセス化を図っている。

### 3.1. 構想設計のための解析／シミュレーション

新技術によって各種要求にこたえた製品を開発するには、試作による検証が必要となる場合がある。しかし、そのほとんどの場合、試行錯誤を繰り返すことが多く、試作品のスクラップアンドビルドを繰り返すことになり、多くの時間や資源を無駄にしていた。今回開発した開発設計システムでは、このような無駄を少なくするために、仮定の製品定義により、迅速な設計解析を実現し、設計段階での品質の作り込みを可能とした。

一例として、エレベーター制御盤実装設計に熱気流解析ツールを導入し、きょう(筐)体内部の空気流や温度分布の解析を行い、筐体の小型化構想設計を行った。

### 3.2. 構想設計から生産設計への三次元トップダウン設計

#### 3.2.1 三次元CADの導入

構想設計では、製品をイメージしやすく、データを上記解析／シミュレーションに供しやすいことから、三次元CADを導入して三次元モデルでその設計を行うことにした。一方、エレベーターはビル用途・構成の変化に対応させる必要があり、そのために、エレベーターの製作図面は幾つかの変数を持たせたものになっている。このような製作図面を三次元CAD図面として実現するのは現状のCAD技術では難しいので、製作図面は変数付き二次元CAD図面とした。そのために、生産設計では、構想設計で作成さ

れた三次元モデルを二次元CAD図面に置換して、それを用いて製作図面を作成するようにした。

#### 3.2.2 PDMの導入

当然のことながら、構想設計での三次元モデルや生産設計での二次元CAD製作図面は電子データであり、その管理が必要となる。そこでPDM(Product Data Management)を導入し、それをプラットフォームとして、下記のようなシステムを開発した。

##### (1) 広範囲業務での管理

製作図面の情報を必要とする業務は、設計は無論のこと、資材や製造にも及ぶ。また関連部門という見方をすれば、各種の協力会社まで含まれる。そこで、このPDMの実現に当たっては、幅広い業務での要求を、容易に入手できるパソコンとその上で動作可能なソフトウェア環境によって実現した。

##### (2) 三次元CADのカプセル化

三次元CADは、解析／シミュレーション業務に向けたデータ管理機能を持っている。そこで、この三次元CADをPDMの一つのカプセル機能と位置付け、三次元モデルも含めたデータ管理を行えるようにした。具体的には、PDMに三次元CADのデータ管理をアクセスするコマンドを定義した。これによって、設計を三次元CADで行い、検図を含めた製作図面のアクセスは通常のパソコンで行うことを可能とした。

### 3.3. 生産設計における電子化ワークフローと電子図庫登録

開発設計において、製作図面には設計品質を漏れなく織り込まなくてはならない。しかも、それを迅速に行わなくてはならない。そこで開発設計システムでは、下記のような電子化製作図面データの承認ワークフローを実現した(図1)。

作成者は、閲覧ルートを決めたフォルダにどの図面データを承認してもらうかという情報を入れて閲覧者に回す。この時点でその図面は二次元表示情報のみが参照できるようになり、その図面のCADデータはだれもアクセスでき

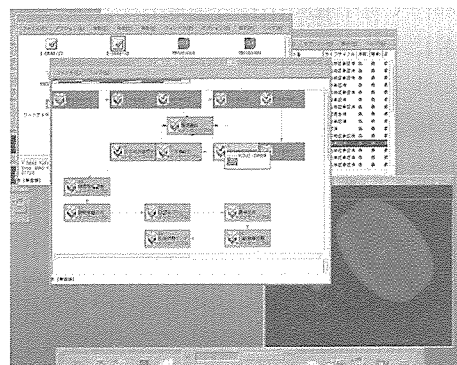


図1. 開発設計における承認ワークフロー

ない領域に保護される。回覧者がその表示データで内容を確認すると、フォルダは自動的に次の回覧者に送られる。この回覧ルートの回覧者には、それぞれ照査、技術検認、総合検認など権限が付与されている。最後の回覧者が承認すると図面データは電子図庫に自動的に登録され、関連部門にその図面が電子図庫に登録された案内が出される。このように電子図面データは、作成時は個人所有、回覧中は特定所有者、電子図庫登録すると全員に公開となる。さらに、設計品質の相互確認のために、図面データを公開用領域に置くこともできるようにしている。

#### 4. オーダー設計システム

エレベーターはそれが設置されるビルの用途・構成によって仕様が異なるために、オーダーごとに設計した上で生産している。今回開発したオーダー設計システムでは、開発設計システムを介してあらかじめ用意された製品データベースを活用することは無論のこと、オーダーごとの仕様や品目表と呼んでいるオーダーごとの仕様を満たす機器図面の一覧表や特殊機器製作図面を電子化によって作成して設計業務を行うようにした。また、このオーダー設計システムは営業システムと設計システムからなり、いずれもクライアント/サーバシステム構成としている。営業システムでは、顧客の要求仕様を的確に把握する必要性から、クライアントを営業拠点に設置している。また設計システムでは、製品技術・生産技術を駆使して設計する必要性から、クライアントは製造拠点に設置している。しかも、専門技術を駆使した設計を行う必要性から、機械・電気・意匠の各担当分野に分け、コンカレントに設計を行うようにしている。営業システムと設計システムの間は情報ネットワークで結ばれ、下記のようにシームレスプロセス化が図られている。

##### 4.1. 仕様情報の電子化

ビルの用途・構成に的確に対応したエレベーターを生産するには、規格エレベーターで約500項目、特注形エレベーターで約700項目に及ぶ仕様情報を正確に扱う必要がある。オーダー設計システムでは、この仕様情報を下記のように営業部門で電子化によって作成して、設計システムにダイレクトにインプットするようにした。

###### (1) 受注情報システムとの連携

エレベーターの基本情報である向け先・速度・容量・機種は受注情報システムの情報を流用して自動作成し、情報の一元化を図った。

###### (2) 仕様作成ガイド

仕様を作成する際に必要となる関連情報を作成ガイド画面として表示し、的確な仕様を迅速に作成できるようにした。

###### (3) 入力チェック

仕様情報を入力する際、その値について他の仕様項目の値との関連も含めて自動チェックを行い、仕様情報品質の向上を図った。こうした仕様情報の電子化は一部規格形エレベーターでは1995年から既の実施していたが、今回、複雑な仕様情報が必要な特注形エレベーターにも適用した。これにより、従来の紙ベースの仕様情報に比べ、仕様情報品質が大幅に向上し、次工程での出戻り作業がなくなり、迅速なオーダー設計業務が可能になった。

##### 4.2. オーダー設計における電子化ワークフロー

オーダー設計者全員にそのクライアントとしてパソコンを配備し、下記のような電子化ワークフローで設計業務が遂行できるようにした。

###### (1) 設計管理業務の電子ワークフロー化

仕様の受付、設計日程調整、担当者割り付け、進捗よく(捗)管理などの設計管理情報を電子化し、設計管理業務を電子ワークフロー化した。設計管理業務は、設計者が細分化された設計業務を分担しているため、設計者によって内容が異なる。そこで設計管理ワークフローは、設計者ごとにその環境が自動設定されるようにした。例えば電気設計者であれば、その人が担当しているオーダーの電気関連情報だけ優先して扱えるようになっている(図2)。

###### (2) 仕様改訂の同報化

改訂された仕様の的確なフォローアップは顧客要求を満たす製品供給には欠かせない。そこで、仕様改訂されたオーダーを担当する関係者全員にそれを同報化し、管理者はその確認行為の実施を管理できるようにし、仕様改訂に伴う業務がコンカレントに実施できるようにした。従来は仕様改訂は管理者から順次実担当者まで回覧形式で伝達され、その実施には多くの時間を費やしていたが、これによって迅速な実施と確実なフォローアップが可能になった。

###### (3) 電子データ検認ワークフロー

オーダー設計では、品目表と呼んでいるオーダーごとの仕様を満たす機器の図面番号の一覧表を作成している。この品目表を電子データとして作成し、電子データのまま検認・発報・保管管理するようにした。また、営業と仕様を確認する仕様連絡書、各部門で設計をコンカレントに進め

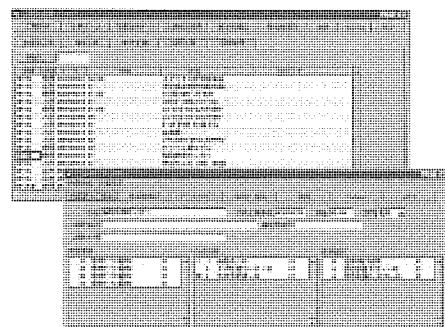


図2. 電気設計者の設計画面例

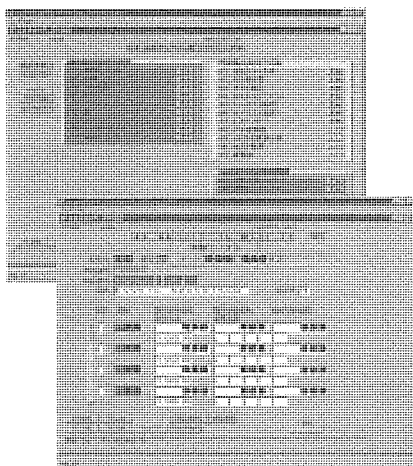


図3. 変化寸法対応生産指示の自動化例

るための部門間連絡書などのデータの進捗状態も管理することを可能にしている。

#### (4) マスタデータのリアルタイムメンテナンス化

品目表作成マスタデータや各種データ表示マスタデータなども設計者のクライアント端末から編集できるようにし、システムの追随性を向上し、システムの運用信頼度向上を図っている。このうち、品目作成マスタデータは、元となる手配資料を編集すると、自動生成させることが可能となっている。

### 5. 生産管理システム

生産管理システムでは、開発設計システムを介して供給される製作図面とオーダー設計を介して供給される品目表から、下記のようにオーダーごとに製作する部品を抽出し、資材発注・工作手配帳票を作成している。

#### 5.1. 変数を含んだ製作図面に対応した生産指示の自動化

エレベーターのレールやかご室などは、ビルの用途・構成によって長さ・間口・奥行きが変化する。一方、オーダーごとに部品の寸法や補強材を設計して製作図を作成している。とても市場に受け入れられる原価でエレベーターを製作することはできない。そこで当社では、変数を含んだ製作図面を作成し、1枚の図面で多数のビルの用途・構成に対応した部品を製作できるようにしている。これにより、開発設計やオーダー設計では効率良く業務を行うことが可能となっている。今回、この変数を含んだ製作図を解読するエンジンを開発し、生産管理システムのサブシステムである工作手配システムや資材システムにそれを適用し、工作手配や資材発注の自動化を大幅に向上させた。

例えば、レールを切断する場合、通常、数ミリ単位で加工指示ごとに加工単価を設定する必要があるが、今回のシステム開発によって単価を図面番号+変化寸法の範囲で設定することを可能にしたため、資材自動発注化率が大幅に向上した。制御ケーブルの例を図3に示す。

このようにして設計から工作手配、資材発注まで、上流工程から下流工程まで変数を含む製品情報を前提としたトータルシステムを構築し、その自動化の拡大によって工作期間や資材調達期間を削減し、大幅な工期短縮を実現した。

#### 5.2. 設計変更に対応する製造指示・品質管理

今回、品目表の製造直前の設計変更内容をパソコンで検索・表示したり、又はユーザーの手元にあるプリンタで出力することを可能とし、設計変更に伴う業務の迅速な処理と品質の確保ができるようになった。また、工作手配や資材発注電子帳票はすべてリレーショナルデータベースに登録し、個人ごとの電子帳票管理を可能とするとともに、メールや他の汎用パッケージによる二次加工の幅も拡大させた。さらには高速の電子帳票検索も可能にした。

#### 5.3. 統合データベースの実現

今回の開発により、従来各業務システムで個別に管理していた各種製品情報を多面検索による各種業務での活用が可能な統合製品データベースを構築できた。

##### (1) 逆部品展開

この統合製品データベースの構築により、従来実現できなかった変数を含んだ製作図面に対して、部品図面からそれが使われている組立図面を探す逆展開が可能となり、部品の標準化や原価低減に大きく寄与できるようになった。

##### (2) 業務間でのデータの一元化

データベースが統合されたことにより、従来部門ごとに管理されていた各種データが、部門を越えた形で一元管理されるようになった。その結果、例えば図面タイトルと資材の品名が同一であれば、品名という統一されたデータ定義で管理され、当社の品名ではどうしても購入できない場合のみメーカー型名という購入先の品名を管理すればよくなり、品名の管理の手間が半減できた。また、この統合データベースの構築により、部門間での改定連絡が最少化され、部門システムにまたがる改定情報の同期化を実現できるようになり、例えば在庫管理であれば、在庫口座改定時の移行時点の無駄な在庫を持つ必要がなくなった。さらには、新製品の投入に合わせ廃却旧部品を最少化するための作業を常に資材部が目を見ながら対応する必要があるが、統合データベースの出現により、在庫消化時期やマスタ情報の切換え時期が明確になり、より効果的にSD材管理が可能となった。

### 6. むすび

これまで、製品情報システムを開発設計、オーダー設計、生産管理と、三つの切り口で開発をしてきた。今後は、エレベーターメーカーとしての付加価値を更に向上させるにはという全体発想から、これまでに開発したシステムのブラッシュアップをしていきたいと考えている。

# 昇降機製造・物流システム

岩岸政敏\* 梶原一雄\*\*  
伊藤征一\*  
橋口直樹\*

## 要旨

エレベーター構成機器は巻上機や非常止め等の機械部品、制御盤を主とする電気部品、かご室の天井や壁等の意匠部品からなり、総部品点数は30,000~70,000点にのぼる。

また、エレベーター自体が建物の一部を構成するため、オーダーごとに仕様が異なり、工場ではエレベーターの構成機器を製造するのみで、最終組立て(据付け)はビル建設現場で行われる。

このため、据付工程まで含めた製造プロセスの中での工場の位置付けは、全国数百か所に及ぶ組立工場(据付け現地)へ機器供給を行うための製造・物流拠点ととらえることができる。

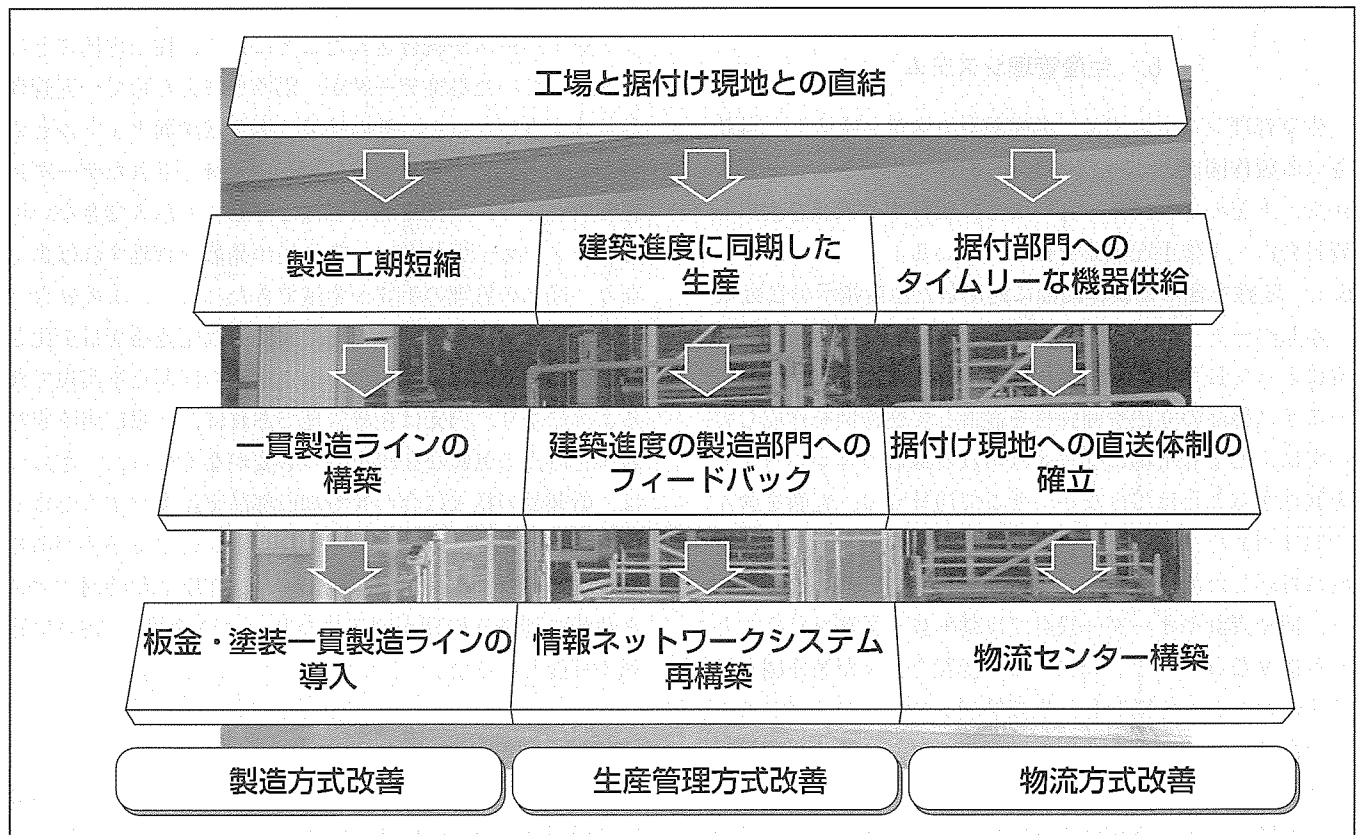
従来から製造・生産管理・物流の各分野で各々改善が図られてきたが、今般これらエレベーター製造の原点に戻り、

生産システムの大幅な改善を行った。その改善のコンセプトを以下のとおりとした。

- 建築進度に同期した生産の実現
- 製造工期短縮
- 据付部門へのタイムリーな機器供給

上記コンセプトに基づいて一貫した製造システム、情報システム、物流システムを再構築した。

これにより、生産着手から据付けまでの工程に対し総合的な改善を行い、大幅な製造工期の短縮、機器在庫の削減、物流効率の向上を実現した。また、これらの生産システムのコンセプトに基づく総合生産システムの構築は、三菱電機稲沢製作所のみならず、昇降機海外工場でも同様に展開し、多大な成果を収めている。



## 昇降機総合生産システムコンセプトの展開

工場と据付け現地との直結をねらいとして、生産システムのコンセプトを定め、製造方式・生産管理方式・物流方式の総合改善を実施し、その具体化を図った。背景の写真は、今回新設した物流センターにある自動倉庫である。

## 1. ま え が き

エレベーターは個別受注生産であり、それ自体が建物の一部を構成するため、工場では各構成機器を製造するのみで、最終組立て(据付け)はビル建築現場で行われる。

したがって、工場はビル建築の進度に合わせて構成機器を製造し、タイムリーに据付け現地に供給できる体制を構築することが必要となる。

当所では、据付部門と共同で“最終組立ての行われる据付け現地と工場との直結”をねらいとして、製造・物流システムの整備を図ってきた。

本稿では、この製造・物流を一体化した総合生産システムのコンセプトとその実現のための具体的改善事例について紹介する。

## 2. 生産システムのコンセプトとその具体化

### 2.1 生産システムのコンセプトの設定

昇降機の各構成機器の納期設定では、ビルの建築進度から据付け開始時期の見込みを立てる必要がある。

製造工期が長い場合、相当前にこの据付け開始時期を見込まねばならないが、建築現場の進度は天候等に左右されるため精度の高い納期の設定は困難となる。

納期の精度が悪いと、工場で製造された各構成機器は据付けが行われるまで長期にわたって倉庫で保管しなければならない。

また、最終段階では建築現場との打合せによって据付け開始日が確定されるが、据付部門からの出荷要求に対しオーダーごとの必要機器をそろえて据付け現地にタイムリーに届ける必要がある。出荷要求時の不足品の発生は、据付作業の手待ちロスの発生のみならず、建築スケジュールに対しても影響を与えかねない。

以上の問題点を解消し工場と据付け現地とを直結するために、生産システムのコンセプトを以下のとおり設定した。

- 建築進度に同期した生産の実現(生産管理方式改善)
- 製造工期の短縮(製造方式改善)
- 据付部門へのタイムリーな機器の供給(物流方式改善)

### 2.2 生産システムコンセプトの実現

生産システムのコンセプト実現のため、工場と据付部門との共同プロジェクトを進め、以下の具体的施策を実施した。

#### (1) 建築進度に同期した生産

建築進度を把握し工場へフィードバ

ックするための情報ネットワークシステムを整備し、最新の建築スケジュールに基づいて製造着手できる生産体制を導入した。

#### (2) 製造工期短縮

オーダー間の共通性が比較的高い部品については仕込み化し、オーダーごとの製造が必要な部品については一貫製造ラインの導入を図った。

#### (3) 据付部門へのタイムリーな機器の供給

中間倉庫を省き工場から直接据付け現地へ機器を供給できる体制を確立するため、物流センターを構築した。

これらの改善施策を総合生産システムとして組み込むことで、製造工期短縮、機器在庫削減、物流コストの低減を達成することができた。

## 3. 新生産方式の導入

昇降機の各構成機器の納期はビルの建築進度に左右される。このため、従来から“設計着手指示”と“製造着手指示”とを分離し、ビルの建築進度に合わせて据付部門から段階的に着手指示を受ける生産方式を採用してきた。

今回、この生産方式を据付部門で把握したビルの建築進度に基づいて工場で製造スケジュールを決める方式に改め、製造ロットごとの負荷を平準化し、これらを支援する情報ネットワークシステムの整備を行った。

総合生産システムの概念を図1に示す。また、情報ネットワークシステムの機能は以下のとおりである。

- (1) 据付部門では、ビル建築進度を正確に把握するため、ビル建築進度の統合データベースを構築した。
- (2) 工場では、このビル建築進度データベースから最新のデータを取り出し、製造スケジュールを設定し、各製造ラインへ製造着手指示を出す方式とした。

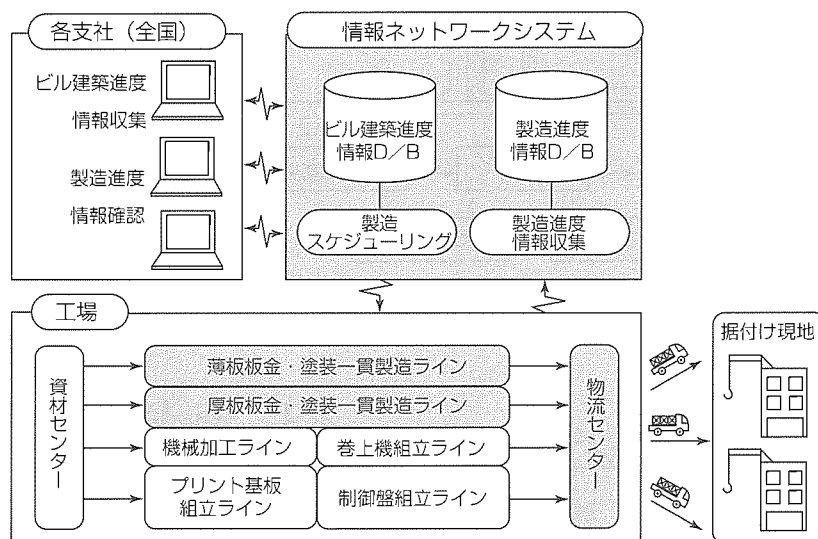


図1. 総合生産システム

(3) 設定された製造スケジュールに対する各機器の製造進捗状況を収集し、全国の据付部門で確認できるようにした。

#### 4. オーダー品一貫製造ラインの導入

エレベーターの製造工期短縮を実現するために、仕込みが困難でオーダー対応での製造が必要な板金製品について、一貫製造ラインを構築した。

##### 4.1 薄板用板金塗装一貫ライン

薄板板金部品の主な製造工程を図2に、薄板用板金塗装一貫ラインのシステム構成を図3に示し、このライン構築に当たって展開した施策について以下に述べる。

###### (1) 外注品の内製化とそのための所内製造能力の向上

外注に製造を依存している製品のうち外注の実力上製造工期の短縮が困難な製品が一部あり、製造工期を短縮するために内製化を図った。

###### (2) 板金加工～下地塗装～上塗り塗装の各工程を直結化

板金加工・下地塗装・上塗り塗装の各ラインごとの自動化は従来から進められてきていたが、各ライン間の運搬は人手に頼っていた。板金加工～下地塗装～上塗り塗装までの各ラインをコンベヤで直結し、ライン間の仕掛りと運搬

ロスを削減し、同時に製造工期の短縮を実現した。

###### (3) 各ライン間での情報の直結化

各ライン間の直結化に当たっては、情報の直結化も必要不可欠となる。前工程のラインから渡された製品が何か(オーダー、品名、図番など)を認識するために、物と情報を自動でタイムリーに伝達する仕組みが必要となった。図3に示すコンピュータシステムを構築し、各ライン間で情報を連携し伝達する仕組みを構築した。

###### (4) 塗料調色状況のモニタリング化と調色情報の電子化

標準色以外の塗料は、塗料調色職場でオーダー対応の調色を行っている。各ラインの直結化を実現するには、タイムリーな塗料供給が特に重要となる。塗料と製品本体が同期しないと、製品本体をラインオフセざるを得ず、作業のロスが発生する。今回構築したシステムでは、塗料調色職場での調色進ちょく(捗)状況を各ラインからリアルタイムにモニタリングできるようにし、塗料準備が完了していることを確認し、板金加工からの製品投入を行う仕組みを構築した。また、併せて塗料調色職場に必要な塗料調色情報の電子化を図り、情報伝達の期間短縮と合理化を図った。

###### (5) 塗装条件のデータベース化と自動制御への活用

従来の塗装ラインでは、製品を投入する際に、塗装仕様に合わせて作業者が保有するノウハウを元に塗装条件(何回塗りするか/仕上げ塗装をするか等)を決定し、その条件を操作盤に入力して塗装を行っていた。今回構築したシステムでは、塗装仕様と塗装条件の関係をデータベース化し、さらに基幹系情報システムからの塗装仕様情報を電子化し、自動制御ができるようにシステムを構築した。

##### 4.2 厚板用板金塗装一貫ライン

厚板板金部品の主な製造工程を図4に示し、このライン構築に当たって展開した施策について以下に述べる。

###### (1) 外注品の内製化とそのための所内製造能力の向上

厚板製品においても、工期短縮上ネックとなる外注品が一部あったため、所内製造能力向上による外注品の内製化を図った。

###### (2) 切断・穴あけ～塗装～組立てまでを一貫ライン化

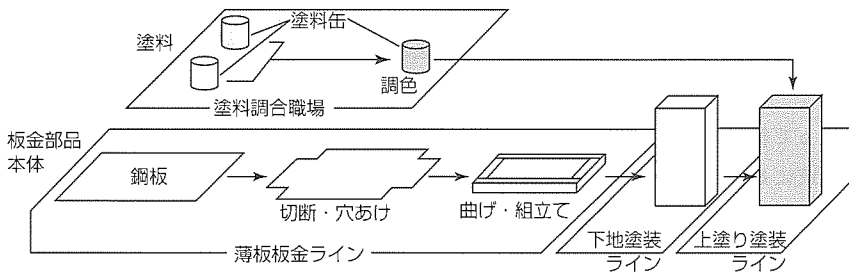


図2. 薄板板金部品の主な製造工程

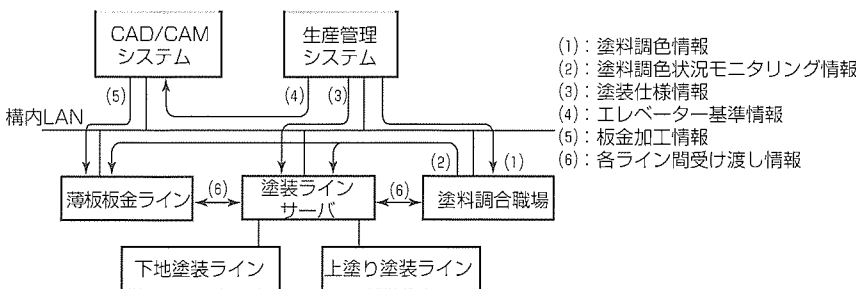


図3. システム構成

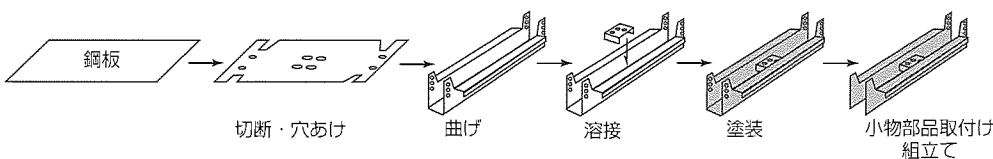


図4. 厚板板金部品の主な製造工程

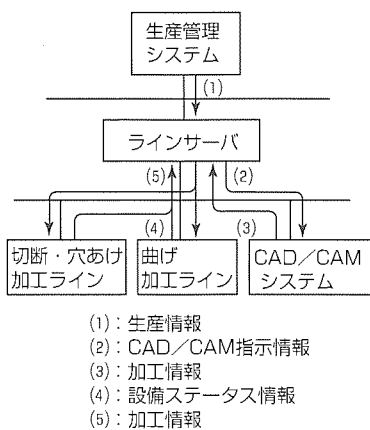


図5. システム構成

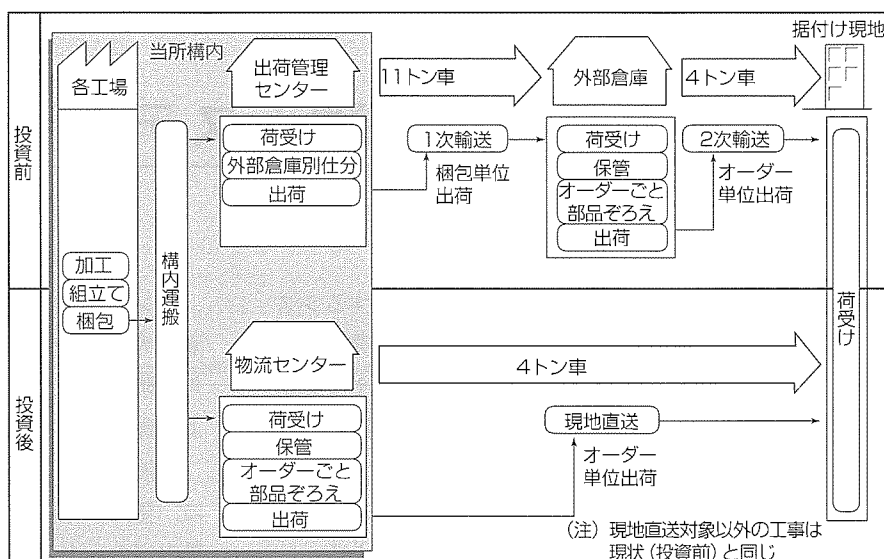


図6. 物流方式改善

厚板板金製品の塗装工程は従来有機溶剤系塗料を使用していたため、安全衛生上、工場を別棟にする必要があった。このため、製品の棟間運搬が発生し、溶接・塗装・組立工程までの各工程間に中間仕掛りが滞留し、工期短縮のネックと運搬ロスの原因になっていた。これを解決するために、水溶性塗料を開発するとともに、同一工場内に塗装ラインを構築し、切断・穴あけ～塗装～組立てまでの一貫ライン化を図った。

(3) 厚板用板金FMSラインの構築

外注品の内製化を実施する上で、切断・穴あけ工程の能力が不足していた。切断・穴あけ工程の能力向上のため、板金FMSラインを構築し、工期短縮上ネックとなる外注部品の内製化を図った。ライン構築に当たっては、夜間無人運転が行え、曲げ工程を直結したライン構成とし、自動化と無人化による合理化を図った。

(4) 厚板用板金CAD/CAMシステムの構築

板金FMSラインの構築に合わせ、CAD/CAMシステムを構築した(図5)。このシステムでは、生産管理システムからの生産情報(オーダー、図番、数量、寸法)に基づき、オーダーごと、製品ごとに変化する加工情報(NCデータ)の生成をフレキシブルに行っている。

5. 物流センターの構築

5.1 据付け現地直送体制

従来の物流方式においては、昇降機の構成機器はすべて外部倉庫でオーダーごとにまとめられているため、倉庫保管費用が発生する上に、当所構内と外部倉庫とで荷役作業が重複している(図6)。

今回、コスト的にメリットの大きい関東・関西・中部における標準的なエレベーターを主な対象機種とし、オーダ

ーごとに構成機器をそろえる機能を当所構内に取り込み、据付け現地への直送化を行った。また、併せてこん(梱)包の簡素化を実施し、物流費を削減している。

5.2 物流センター

当所敷地内のほぼ中央に位置する二つの工場棟を合わせて物流センターとしている。

一つの工場棟を現地直送対応の保管及びオーダーごとに構成機器をまとめるスペースとし、自動倉庫・垂直搬送機を設置して荷役作業の省力化を図った。ここでは単なる保管機能だけでなく、建築進捗情報と製造進捗情報を把握し、据付けと製造への総合調整機能を持たせ、据付部門からの出荷要求に迅速に対応できるようにしている。

もう一方の工場棟では、現地直送化対象範囲外の国内向け製品の外部倉庫へ向けた出荷作業と、海外向け製品の梱包及び出荷作業を行っている。

6. む す び

以上、昇降機製造・物流システムの改善への取組を紹介したが、これらの総合改善の成果として、

- 製造工期 30%短縮
- 機器在庫 50%削減
- 物流コスト 35%削減

を達成の見込みである。

また、今回紹介した生産システムのコンセプトに基づく総合改善活動は海外の昇降機製造工場(China Ryoden Co., Ltd.:台湾, Mitsubishi Elevator Asia Co., Ltd.:タイ)においても展開しており、同様の成果を上げている。



# メルセントリー群管理システム

高部克則\*  
藤原誠司\*

## 要旨

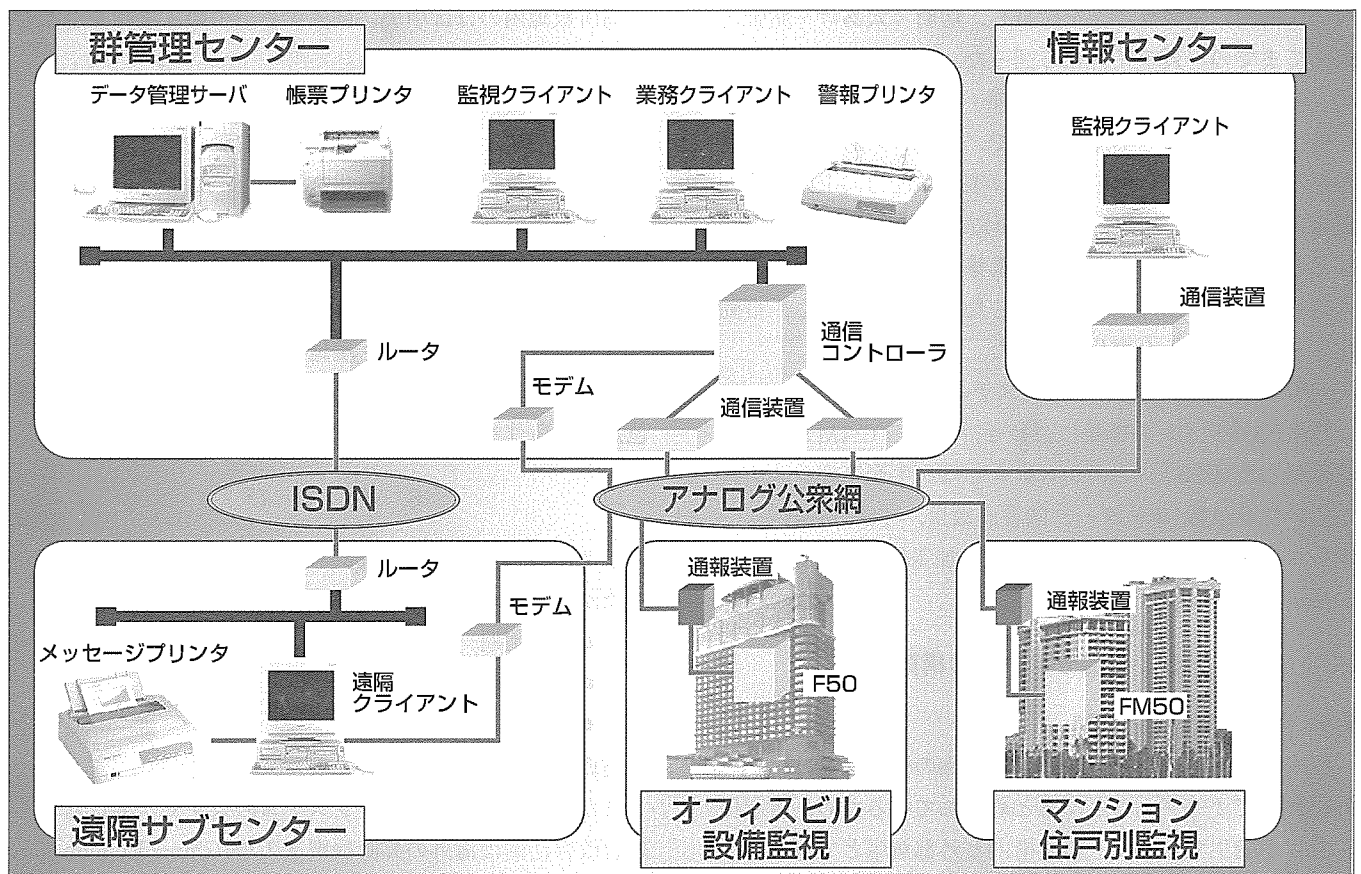
三菱電機では、中小規模ビルの運営管理を支援するシステムとして“メルセントリー群管理システム”を開発し、好評を得ている。群管理システムは、点在するビルやマンションの設備異常や防災信号を公衆網を利用して遠隔集中管理するシステムである。ビルやマンションに設置される端末装置には、“メルセントリーFタイプ”やビル管理とビルセキュリティの統合システム“メルユニティ”等がある。

今回、マンション個別住戸の監視機能、遠隔サブセンター機能の追加と管理規模の拡大(約10万設備：50設備/棟で約2,000棟管理可能)を行い、更に柔軟にビル管理運用ニーズに対応できるようになった。

マンションの個別住戸監視とは、住戸信号(火災、ガス漏れ等)を集約管理する管理装置とのインターフェースを持ち、防災信号や防犯信号を住戸個々に監視する機能であり、より詳細な監視サービスが可能となる。

遠隔サブセンター機能とは、実際に警報が発生した場合に、発生の確認や処置を行う部門に対して警報の認知や処置内容の入力等の管理業務を支援するための機能であり、アナログ公衆網とISDNを利用して操作が簡単で信頼性の高いシステムを実現した。

今後、ビル管理会社や警備会社等のニーズをとらえ、更に機能拡充していく。



## メルセントリー群管理システムの構成

アナログ公衆網とISDNを利用し、点在するビルやマンションを集中管理する。管理の形態に合わせて遠隔サブセンターを設置することができる。また、夜間休日にセンターが無人化する場合には、三菱電機ビルテクノサービス(株)の情報センターをバックアップとして利用することもできる。

## 1. ま え が き

オフィスビルやマンションが高機能化する一方で、これらを管理する費用を削減したいというニーズが増加している。この要求に対応するため、アナログ公衆網を介してオフィスビルやマンションを遠隔集中管理できるメルセントリー群管理システムを開発した。

このシステムは、点在するビルやマンションの設備異常や防災監視、機器の異常監視、さらに空調や照明の制御や電気ガス等の使用状況の集中管理が群管理センターででき、不在時は三菱電機ビルテクノサービス(株)の情報センターでバックアップできるシステムを提供するものである。また、設備異常等の対応拠点に対し、遠隔サブセンターも提供できるものである。

本稿では、このシステムの機能、特長について述べる。

## 2. 機種・機能概要

### 2.1 ビル/マンション側端末装置

ビル/マンションに設置し各設備等を監視制御する製品群の機能を表1に示す。延床面積700~7,000m<sup>2</sup>の小規模ビル向けのメルセントリーF20・F50、延床面積3,000~15,000m<sup>2</sup>の中小規模ビル向けのメルユニティ/メルパス、マンション住戸別監視向けのメルセントリーFM50など、ビル規模に応じた豊富なラインアップを持っている。

端末装置の構成を図1に示す。この装置は、次の機能を持つ機器で構成される。①群管理センターとNTT回線を介して伝送を行う通信装置で、この装置は、自動通報機能を持ち、第1センターが不在中は第2センターへ通報する機能を持っている。②警報や状態の監視やスケジュールに従った発停制御機能を持つメインコントローラ(以下“MCP”という。)で、FM50のMCPは、マンション管理装置とのインタフェースを持ち、住戸個別情報を管理できる。③各種設備と接続されるローカルコントローラ、④かぎ(鍵)保管機能を持つ鍵管理装置、⑤カードリーダを制御す

るIDコントローラ。

主な機能は、①スケジュール制御データに従った設備の発停制御、鍵の保管/取り出しに連動した設備の発停制御、及び群管理センターからの指示によるこれらデータの遠隔変更機能、②設備の異常/復旧を常時監視し、群管理センターへ通報する機能、③電気・水道等の検針用メータのパルス信号を累積保持し、群管理センターから収集できる機能等である。

### 2.2 群管理センター/遠隔サブセンター

群管理センターは、端末装置とアナログ公衆網を介しての接続を制御する通信装置と通信コントローラ、各種データを管理するデータ管理サーバ及び操作/表示を行う各種クライアントで構成され、遠隔サブセンターとはルータを介してISDNで接続される。

群管理センターの主な機能は次のとおりである。

#### (1) 警報発生一覧表示機能

端末装置から受信する警報・システム・回線断異常信号をプリンタに印字及び表示する機能

#### (2) 設備状態一覧表示機能/保守モード設定機能

ビルやマンションの各種設備状態を管理する機能

#### (3) 遠隔発停機能(個別・グループ)

群管理センターから設備に対し運転/停止等を行う機能

#### (4) 遠隔スケジュール変更機能

#### (5) 警報履歴一覧表示機能

#### (6) ビルやマンションの建物情報管理機能

#### (7) 月報・年報機能

メータの検針値を月・年でまとめて報告書とする機能

#### (8) 請求書発行機能

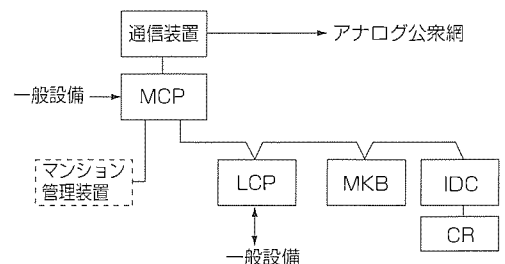
電気・水道等の使用量を検針し、テナントへの請求書を作成する機能

遠隔サブセンターは、モデムを介してリアルタイムに異常情報をつかむことができ、ルータを介して群管理センターの履歴情報等を参照できる。

以上のような構成を採ることで、群管理センターで全情報を管理し、対応する地区ごとに遠隔サブセンターを配備することで、迅速なビルやマン

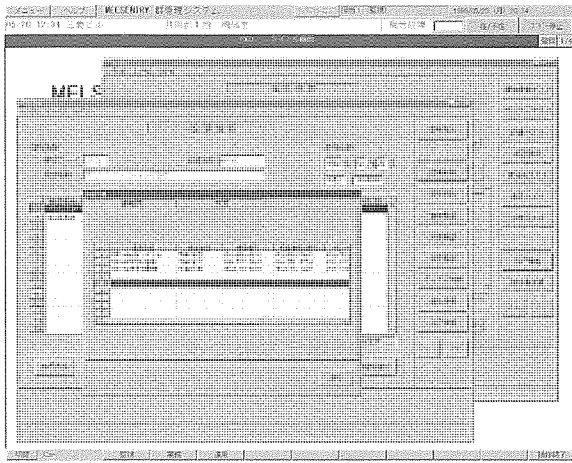
表1. 端末機種系列概要

機 種	小規模ビル		マンション	中小規模ビル
	メルセントリー F20	メルセントリー F50	メルセントリー FM50	メルユニティ /メルパス
設備監視	○	○	○	○
予知情報監視	—	○	○	○
防犯防災監視	○	○	○	○
鍵管理	—	○	—	○
設備制御	—	○	○	○
スケジュール連動制御	—	○	—	○
課金	—	○	—	○
日報・月報	—	○	—	○
住戸個別監視	—	—	○	—

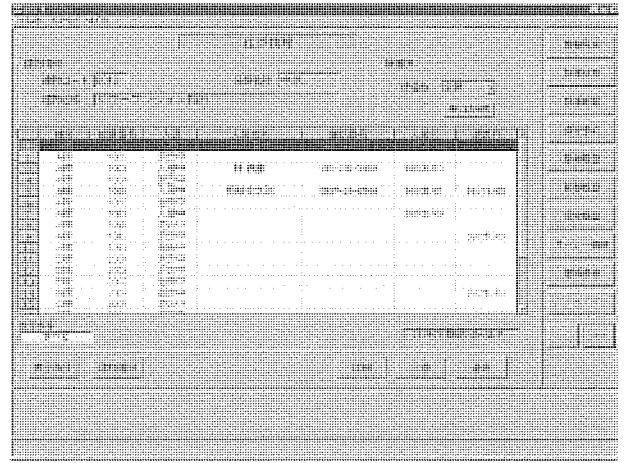


MCP: メインコントローラ LCP: ローカルコントローラ  
MKB: 鍵管理装置 IDC: セキュリティコントローラ  
CR: カードリーダ

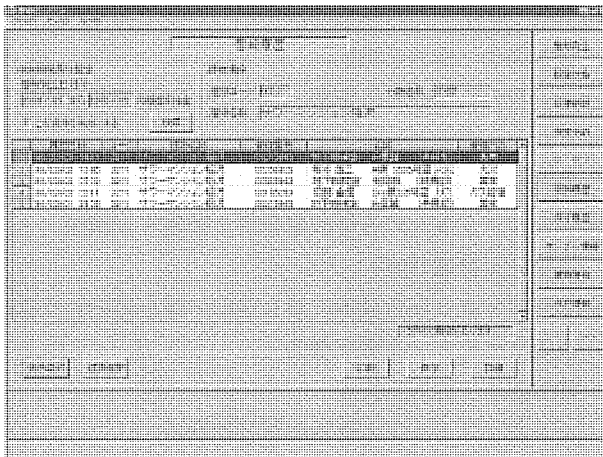
図1. 端末装置の構成



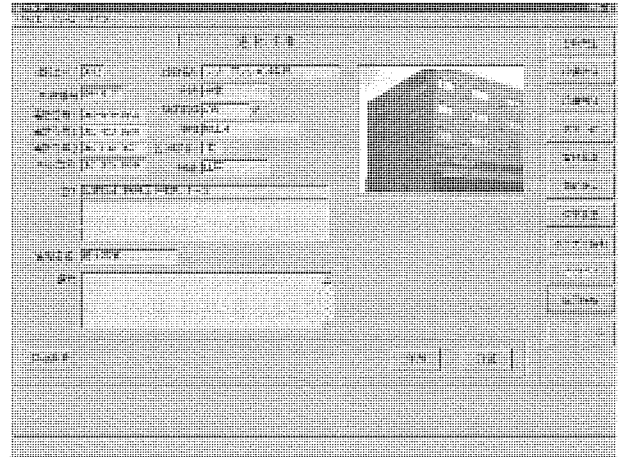
(a) 全体構成画面



(b) 住居別入居状況一覧画面



(c) 警報履歴画面



(d) 建物情報画面

図2. 群管理センターの画面例

ションへの対応が可能になった。

### 3. システムの特長

#### 3.1 システムの柔軟性

ビル群管理の運用管理には様々な形態がある。例えば、群管理センター1か所ですべてを管理するケース、各地域ごとにサブセンターがあり、それらをまとめるセンターがあるケース等がある。メルセントリー群管理システムは、それらの運用形態に柔軟に対応することができるように考えられている。群管理センターのほかに遠隔サブセンターを設置することができ、警報監視や群管理センターのデータ参照ができる。遠隔サブセンターは、イントラネットで接続されるので、管理するビルの増加に伴って順次増設することができる。

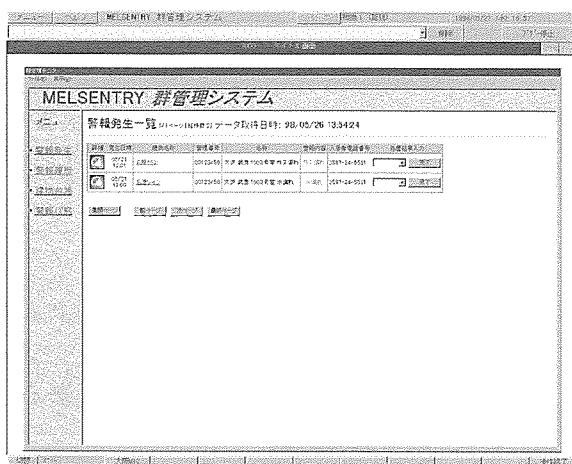
群管理センターは、すべての子ビルからの情報が集中し、警報監視だけでなく日報・月報の作成や請求書発行業務などの運用業務が行われる。これらの運用業務は、管理会社それぞれ独自の形態が多く、群管理センター機能への要望

も異なっていることが多い。そのため、群管理センターは汎用データベースを利用したサーバ/クライアント構成になっており、基本パッケージソフトの上で客先仕様に合わせてカスタマイズしやすい構成とした。また、クライアント端末も、監視用と運用用を一体でも分離でも設置できるようにして運用形態に対応できるようにした。

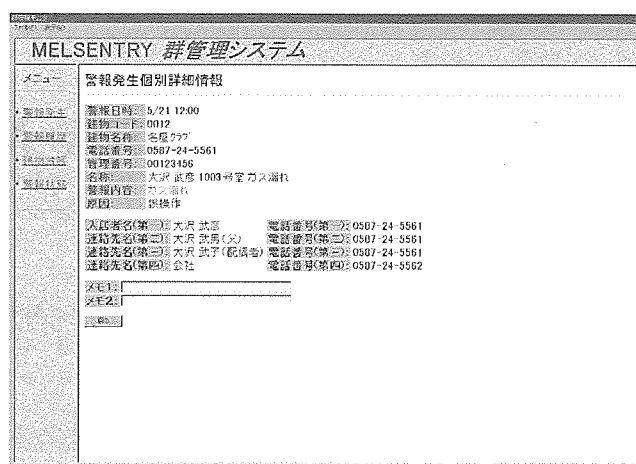
管理する子ビルの増設時も、子ビル側の設備管理用データを変換してローディングするだけで簡単に追加ができる。

#### 3.2 操作性

群管理センターの操作端末の画面の例を図2に示す。図の(a)は全体構成画面で、最新の警報を表示する警報フィールド、ブザー停止や警報一覧表示がワンタッチでできるボタンを配置し、監視・業務・運用のサブ画面をマルチウィンドウ画面で表示している。各サブウィンドウは機能に応じたメニューが用意されている。例として、住戸別入居状況一覧(図(b))、警報履歴(図(c))、建物情報(図(d))の画面を示す。運用に合わせて端末を分割する場合は、サブウィンドウ単位で表示有無を設定できる。



(a) 全体構成画面



(b) 操作画面

図 3. 遠隔サブセンターの画面例

遠隔サブセンターは特定の地域内のビルの管理をしており、警報の発生時実際に現場に向いて処置を行う部門を想定した。そのため、遠隔サブセンターの操作者の運用に合わせた画面設計をすることと、操作ができるだけ簡単で少なくなるようにすることに留意した。例えば、警報の発生を受信すると、ブザーを鳴動し注意を促すとともに、自動で群管理センターに情報を収集し表示するようにした。操作者は、警報の内容を確認し、現場の処置を行い、対応結果を入力するだけの操作でよい。図 3 に遠隔サブセンターの端末の画面例を示す。図の(a)は全体構成画面で、ブラウザをカスタマイズして警報の発生を常時表示するためのフィールドやブザー停止ボタンを付加した。図(b)の操作画面はHTML(Hyper Text Markup Language)で記述されており、ホームページをアクセスするような感覚で簡単に操作できる。

### 3.3 信頼性の確保

ビル群管理は、管理の省力化とともに24時間365日いつでも監視されているという安心をビル居住者に与えるというサービスである。そのため、群管理システムの信頼性の確保が重要な要素となる。メルセントリー群管理システムでは、次のような仕組みで信頼性を確保している。

#### (1) 群管理センターと遠隔サブセンター

群管理センターと遠隔サブセンターをISDNとアナログ公衆網の2系統で接続する。異常の発報は、群管理センターの通信装置から直接アナログ公衆網で遠隔サブセンターの端末に通知し、ブザー鳴動と異常の表示を行う。さらに詳しい情報は、ISDNを自動的に接続し、イントラネットで群管理センターのサーバの情報にアクセスする。もちろ

ん、異常が発生していない時でも、遠隔センターの端末から群管理センターのサーバにアクセスできる。

#### (2) ビル/マンション側の端末装置と群管理センター

端末装置と群管理センター間の回線の監視は、NTTの信号監視通信サービスによって行われ、回線の異常が通知される。また、各端末装置からは定期的に生存監視のための発報や定期的なデータ収集が行われており、群管理センターでは子ビルの端末装置の異常を素早く検出できる。

#### (3) 群管理センターのバックアップ

群管理センターそのもののシステムダウン時、端末装置は三菱電機ビルテクノサービス(株)の情報センターに発報する機能を持っている。したがって、情報センターが群管理センターをバックアップし、信頼性を確保できる。

### 3.4 ネットワークセキュリティ

遠隔センターから群管理センターのサーバへのアクセスはイントラネットを利用しているため、どこからでもアクセスでき、第三者が容易に侵入可能になってしまう。そこで、ISDNへの接続ルータにはCHAP(Challenge Handshake Authentication Protocol)機能を備えたものを使用して、他からの接続を禁止するようにした。

## 4. む す び

ビルの管理コストを低減したいという顧客ニーズとネットワークやパソコン技術の進歩というシーズにより、ビル群管理システムは今後ますます発展していくと予想される。

監視・制御という従来からの機能の性能向上に加えて、運用業務の効率化を支援する機能の拡充が重要と考えて開発を進めていく予定である。

# 新指紋照合装置 “FPR-MK II”

大森 正\*  
足達満則\*

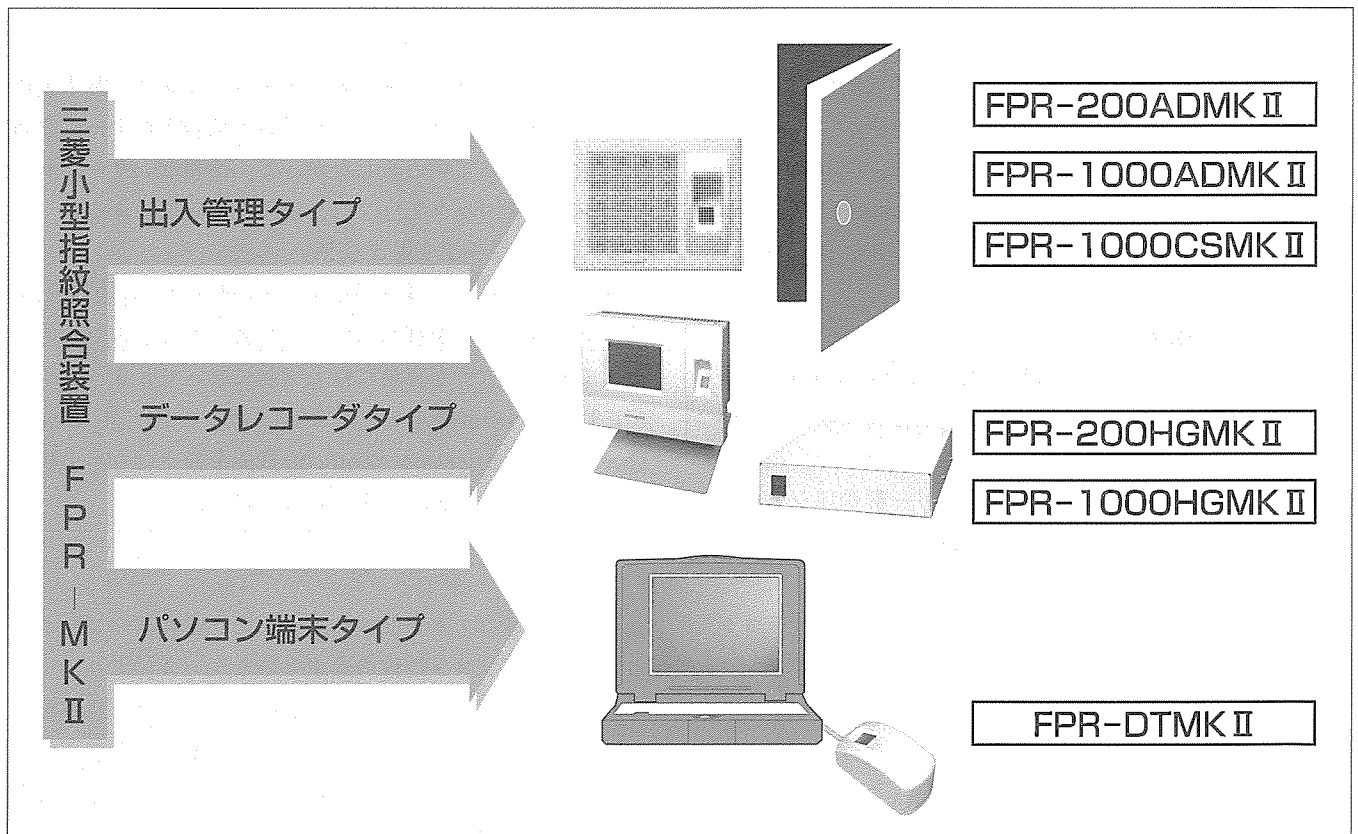
## 要 旨

指紋照合装置の新しいラインアップとして、三菱小型指紋照合装置“FPR-MK II”シリーズを開発し、1998年4月から発売した。

このシリーズの特長は、小型・低価格化に加え、照合操作を簡素化し、より使いやすい製品を実現した点にある。すなわち、画像処理や照合処理を実行する処理回路を1チップRISC CPUで実現するとともに、画像センサからのイメージを直接デジタル信号で取り込むことで回路部品を大幅に削減した。これにより、サイズを従来機の1/5(容積比)、価格を従来機の1/3にした。

さらに、照合精度の向上と高速な検索アルゴリズムを導入することで、従来必ず(須)であったID(Identification)番号の入力操作が不要となるオートモード(指を置くだけで照合するモード)を実現した。

三菱小型指紋照合装置FPR-MK IIシリーズは、出入管理用タイプであるFPR-200/1000ADMK II, FPR-1000CSMK IIを始め、出退勤管理に適したデータレコーダタイプFPR-200/1000HGMK II, パソコン端末タイプのFPR-DTMK IIなど、ビルセキュリティから情報セキュリティまで幅広い用途に対応可能な製品である。



## 新指紋照合装置FPR-MK IIの製品ラインアップ

出入管理タイプは、1扉の出入管理機能を備えたFPR-200/1000ADMK IIと、4扉までの出入管理機能を備えたFPR-1000CSMK IIをラインアップした。データレコーダタイプはFPR-200/1000HGMK IIを、パソコン端末タイプはFPR-DTMK IIをそれぞれラインアップした。型名の数字は登録可能な指の数を表す。

## 1. ま え が き

近年、重要箇所への入室や情報端末へのアクセスに対する安全性の高い個人認証手段が求められ、身体的特徴を利用した個人認証装置が開発されている。身体的な特徴として、指紋、掌紋、こう(虹)彩、網膜、声紋、サイン等の特徴を用いる装置が製品化されている。中でも指紋は、本人確認の確実性や指を置くだけでよい簡便性によって古くから利用され、各社とも様々な製品を販売している。特にここ数年、コンピュータ画像処理技術の進展により、指紋を自動照合する指紋照合装置を小型・低価格で実現することが可能となり、製品化に拍車がかかっている。当社では、こうした動きをいち早く取り入れ、2年前に小型指紋照合装置を発売し、販売実績を上げてきた。今回、更にこれを小型・低価格化した三菱小型指紋照合装置FPR-MK II(新指紋照合装置)を開発し、'98年4月に発売した。

本稿では、まず指紋照合の原理を解説し、小型・低価格化実現における技術課題を明らかにする。続いて新指紋照合装置の特徴と製品仕様について紹介する。

## 2. 指紋照合装置の原理

指紋を照合するには、まず指紋をリアルタイムに読み取り、画像処理によってその特徴量を抽出し、同様に抽出した登録特徴量と照合し、同一の指紋か否かを判定する。以下、各プロセスの原理を説明する。

### 2.1 指紋のセンシング

指紋の凹凸を光の強弱に変換するためには、図1に示すプリズムを用いた全反射法が一般に採用されている。指紋とプリズムとの非接触部(指紋凹部)ではガラスと空気境界面となり、光源からの光は全反射する。一方、指紋とプリズムの接触部(指紋凸部)では指表面の水分等の屈折率が空気の屈折率と異なるため全反射せず、光源からの光は散乱する。したがって、凹部の全反射光と凸部の散乱光との明暗の差をCCD(Charge-Coupled Device)等の撮像素子で

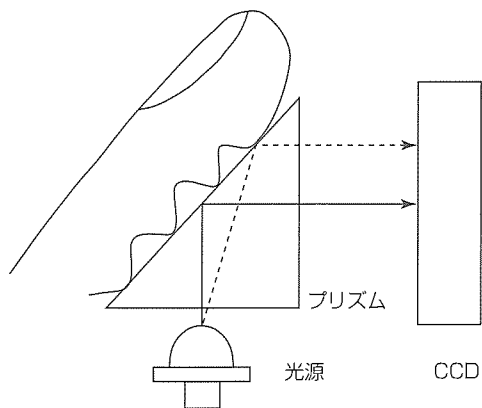


図1. 全反射法の原理

受ければ、コントラストのある指紋画像が得られる。

### 2.2 特徴量の抽出

指紋の照合方式は、使用する特徴量によって様々なものが提案されている。例えば、図2に示すような端点(隆線が途切れる点)や分岐点(枝分かれする点)を特徴点として、その座標と特徴点から伸びる隆線方向を特徴量とする方式、指紋隆線の大局的な流れの方向を用いる方向角方式、指紋画像を2値化した2値画像を用いる方式、指紋の隆線ピッチの空間周波数を用いる方式等がある。ここでは代表的な特徴点方式の原理を紹介する。

#### (1) 2値化処理

指紋センサで得られた原画像を黑白だけの2値画像(図3)に変換する。

#### (2) 細線化処理

2値画像に対し、黒又は白部分を1画素幅に縮退させ、細線画像(図4の線部)に変換する。

#### (3) 特徴点の抽出

細線画像に対して $3 \times 3$ のマスキングフィルタを用いて特徴点を抽出する(図4の点部)。

これらの画像処理には大きな演算量を必要とする。そこで専用のプロセッサやデジタルシグナルプロセッサを用いる必要があり、コスト、サイズの点で課題となる。

### 2.3 指紋の照合

特徴点方式による指紋の照合は、登録指紋と入力指紋とで一致する特徴点の数がどの程度あるかによって判定する。一致する特徴点か否かは、図2に示す特徴点の座標や、特徴点から伸びる隆線ベクトルの方向があるしきい値以内に収まっているかで判断する。

ところがこの特徴量は、指を置く位置や圧力等でばらつきが生じる。ばらつきをいかに吸収して再現性のある特徴量を得るかが課題となる。

## 3. 新指紋照合装置の特徴

### 3.1 小型指紋照合ユニット

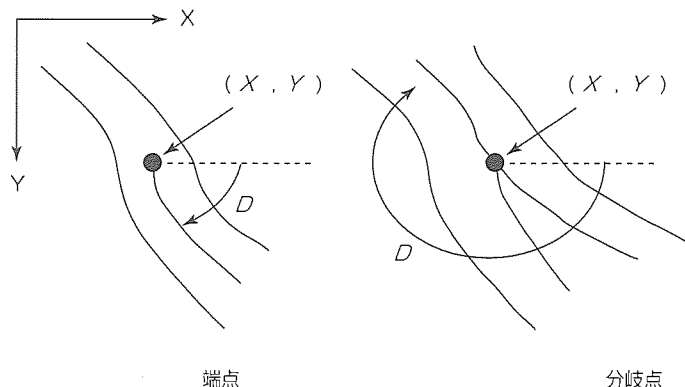


図2. 特徴点の意味

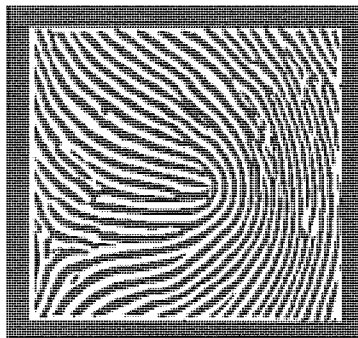


図3. 2値画像

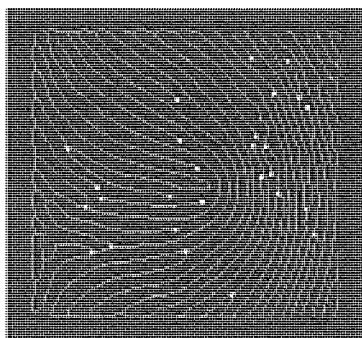


図4. 細線画像

前章で述べたように、指紋照合の画像処理や照合処理には多くの演算が必要である。そこで、従来から通常のマイクロプロセッサ以外に専用のプロセッサを使用してきた。このため、従来機では、処理回路を実装したA4サイズの専用ボックスを必要としていた。

新指紋照合装置では、以下の技術開発によって極力使用チップを削減し処理回路を縮小することによってセンサと処理回路を一体化し、小型指紋照合ユニットを実現した。また、併せて部品削減による大幅な低価格化を実現した。

- (1) 処理を1チップマイコンのソフトウェアだけで実行することで、画像処理チップ及びその周辺チップを大幅に削減した。1チップマイコンには当社の大容量RAM内蔵RISC CPU“M32/R”を採用した。M32/Rの特長である大容量内蔵RAMを画像処理に必要なフレームメモリとして使用することで、高速なメモリアクセスができ、ソフトウェアだけによる高速画像処理を可能とした。
- (2) 画像センサからのイメージを直接デジタル信号で取り込むことにより、中間のアナログ回路をなくした。

### 3.2 オートモードの実現

この機能は、従来必須であったID番号入力を不要とし、指を置くだけで指紋照合を可能とする照合モードである。

これまでの指紋照合は、ID番号等で照合対象となる単一の指紋データを引き出し、これと入力指紋とを1対1で照合していた。ところがID番号の入力は比較的煩雑な操作であり、指紋照合そのものの時間に比べて2倍以上の操作時間を要していた。

新指紋照合装置では、あらかじめ登録された複数の指紋を検索しながら照合することで、ID番号の入力を不要とし、オートモードを実現した。この機能を実現するために以下の技術課題を解消した。

- (1) 複数の登録指紋との照合を単純に繰り返したのでは、その指数倍の照合時間がかかり、実時間(1秒程度)で照合することができない。そこで、新たに高速な検索アルゴリズムを導入し、照合対象となる指紋を絞り込むことで、実時間での照合を可能とした。
- (2) 一度に複数の登録指紋と照合するため、確率的には

表1. 性能仕様

項目	ID番号モード	オートモード
登録指数	200~1,000指	
ID番号けた数	最大7けた	-
検索照合指紋	-	100指
読み取り判定時間	平均0.8秒	平均1秒
照合誤り率	FR率	0.1%以下
	FA率	0.01%以下

FA率(誤って他人を受け入れる率)が指数倍になる。新指紋照合装置では、指の置き方による特徴量のばらつきを指紋の登録時にチェックして、再現性の良い特徴量を照合に利用するアルゴリズムを導入した。これにより、FR率(誤って本人を拒否する率)を従来並みのレベルに保ちながら、FA率も1対1の照合と同レベルに維持した。

## 4. 新指紋照合装置の仕様

### 4.1 製品ラインアップ

#### (1) 出入管理タイプ

このタイプは、指紋の登録・照合・抹消等の操作機能を持つ指紋照合部と、扉の電気錠を制御するIDコントローラで構成される。1扉の出入管理機能を持つFPR-200/1000ADMK IIと、4扉までの出入管理機能を持つFPR-1000CSMK IIの3機種をラインアップした。なお、型名の数字は登録可能な指の数を表す。

ADMK IIは、IDコントローラに指紋照合部を2台まで接続でき、一つの扉の入と出の管理制御が可能である。CSMK IIは、同様に指紋照合部を8台まで接続でき、四つの扉の入と出の管理制御が可能である。

IDコントローラはパソコンを接続するインタフェースを備え、管理用のパソコンを接続できるようにした。これにより、出入りの通行ログや異常ログを収集したり、通行可能な扉や時間帯を人ごとに指定するなどの管理機能を実現した。

接続されたどの指紋照合部でも指紋の登録が可能で、さらに、その登録データはすべての指紋照合部にダウンロードされる。したがって、ある指紋照合部で登録した登録データに対し、別の指紋照合部で照合することが可能である。

#### (2) データレコーダタイプ

主に出退勤システムのタイムレコーダ端末としてFPR-200/1000HGMK IIをラインアップした。

タッチパネルによるユーザーフレンドリな操作を実現した指紋照合部と通信ユニット(CCU)で構成される。1台のCCUには5台までの指紋照合部が接続できる。出勤操作・退勤操作等の操作記録をCCUに記録するとともに、

表 2. 出入管理タイプの機器仕様

項 目		FPR-200/1000ADMK II	FPR-1000CSMK II
表示・操作		テンキー, 機能キー, LED, ブザー	
外部インタフェース		電気錠制御I/F×1 異常接点出力×1 強制解錠接点入力×1 上位通信I/F(RS-232C, RS-485)×1	電気錠制御I/F×4 異常接点出力×4 強制解錠接点入力×4 上位通信I/F(RS-232C, RS-422)×1
電 源		AC100V±10%, 50/60Hz, 90VA以下	AC100V±10%, 50/60Hz, 350VA以下
外形寸法 W×H×D	指紋照合部	150mm×120mm×20mm	
	IDコントローラ	200mm×280mm×80mm	400mm×500mm×200mm
質 量	指紋照合部	約0.5kg	
	IDコントローラ	約6kg	約18kg
環 境 条 件	指紋照合部	周囲温度: 0~40℃, 直射日光が当たらない場所	
	IDコントローラ	周囲温度: 0~40℃, 湿度: 85%以下	
管理パソコン		CPU: 486DX 4-75MHz以上 RAM: 12Mバイト以上, HDD: 空容量: 6Mバイト以上 OS: Windows3.1又はWindows95	

表 3. データレコーダ, パソコン端末タイプの機器仕様

項 目		FPR-200/1000HGGMK II	FPR-DTMK II
表示・操作		タッチパネル, ブザー	指置部のみ
外部インタフェース		HG-CCU間I/F(RS-485)×1 CCU-パソコン間I/F(RS-232C)×1	パソコン間I/F(RS-232C)×1
電 源	指紋照合部	DC24V, 25W以下(ACアダプタ)	DC7V±10%, 5W以下(ACアダプタ)
	CCU	AC100V±10%, 50/60Hz, 15VA以下	
外形寸法 W×H×D	指紋照合部	250mm×190mm×77mm	41mm×53mm×90mm
	CCU	200mm×55mm×260mm	
質 量	指紋照合部	約4kg	約0.2kg
	CCU	約4kg	
環 境 条 件		周囲温度: 0~40℃(屋内環境), 湿度: 85%以下	

CCUに管理パソコンを接続してその記録を吸い上げ、出退勤ソフトに渡すことで出退勤管理システムを構築することができる。さらに、CCUはモデム制御機能を備え、モデムを介して複数のCCUからの記録データを遠隔地で吸い上げることができる。

出入管理タイプと同様に登録データの各端末での共用機能を備えている。

(3) パソコン端末タイプ

指紋照合に必要な機能を卵サイズの卓上ユニットに収納し、パソコンとシリアルインタフェースによって接続するFPR-DTMK IIをラインアップした。

パソコンのログオンや特定データへのアクセス時などユーザーの認証が必要な場面において、煩雑なパスワードの代わりに指紋照合で認証することが可能となる。

実際には、装置と一体で機能する認証パッケージソフトをパソコン側に組み込むことでアプリケーションとのインタフェースを図り、様々なアプリケーションに指紋照合の機能を組み込むようにした。

4.2 性能仕様

表 1 に新指紋照合装置に共通な性能仕様を示す。照合性能(誤り率)や照合時間等は従来機でも他社をりょうが(凌

駕)するレベルにあったが、新製品ではID番号不要なオートモードで同等の性能を実現している。

4.3 機器仕様

表 2, 表 3 に各タイプごとの機器仕様を示す。出入管理タイプは、従来設置場所を占有した指紋照合処理部本体をなくすとともに、IDコントローラとの接続をRS-485にすることで、据付け配線工事を大幅に簡素化した。データレコーダタイプは本体サイズを1/2(面積比)に、パソコン端末タイプは1/5(容積比)に、それぞれ小型化した。

5. む す び

指紋照合装置は、この10年間で、サイズ(容積)、価格とも1/10以下になってきた。これにつれて、応用先も、従来のハイセキュリティを目的とした用途から、利便性に着目した用途に展開されてきた。本稿で紹介した新指紋照合装置も、出入管理タイプからデータレコーダタイプやパソコン端末タイプへと用途を広げつつある。

今後は、今回開発した超小型指紋照合ユニットをベースに、暗証番号の代わりやかぎ(鍵)の代わりとして更に多方面に応用展開を図っていく計画である。



# 三菱統合ビルオートメーションシステム “MELBAS-AD”シリーズ

後藤裕香里\* 衣笠紀子\*  
松尾明美\* 上田隆美\*\*  
永野伸明\*

## 要旨

地球環境問題を始めとして、ビルを取り巻く状況は刻々と変化している。ビル管理システムに求められるニーズも、設備の監視制御から、効率的なビル運営管理への寄与、高信頼、コンピュータネットワーク技術の有効活用へと変化が見られる。

“MELBAS-AD”シリーズは、延べ床面積1万㎡以上のビルに適合した統合ビル管理システムであり、以下の特長を持たせて、ビル運営管理との融合を図った。

- (1) 徹底した分散処理，二重化，ハードウェアの高信頼化，独自の通信処理による高速化・高信頼化
- (2) 電気・空調設備等の監視制御はもとより，防災・防犯・昇降機設備の監視制御を統合。また，複数拠点管理に対応
- (3) 設備情報・運転実績情報の一元管理，設備保全スケジ

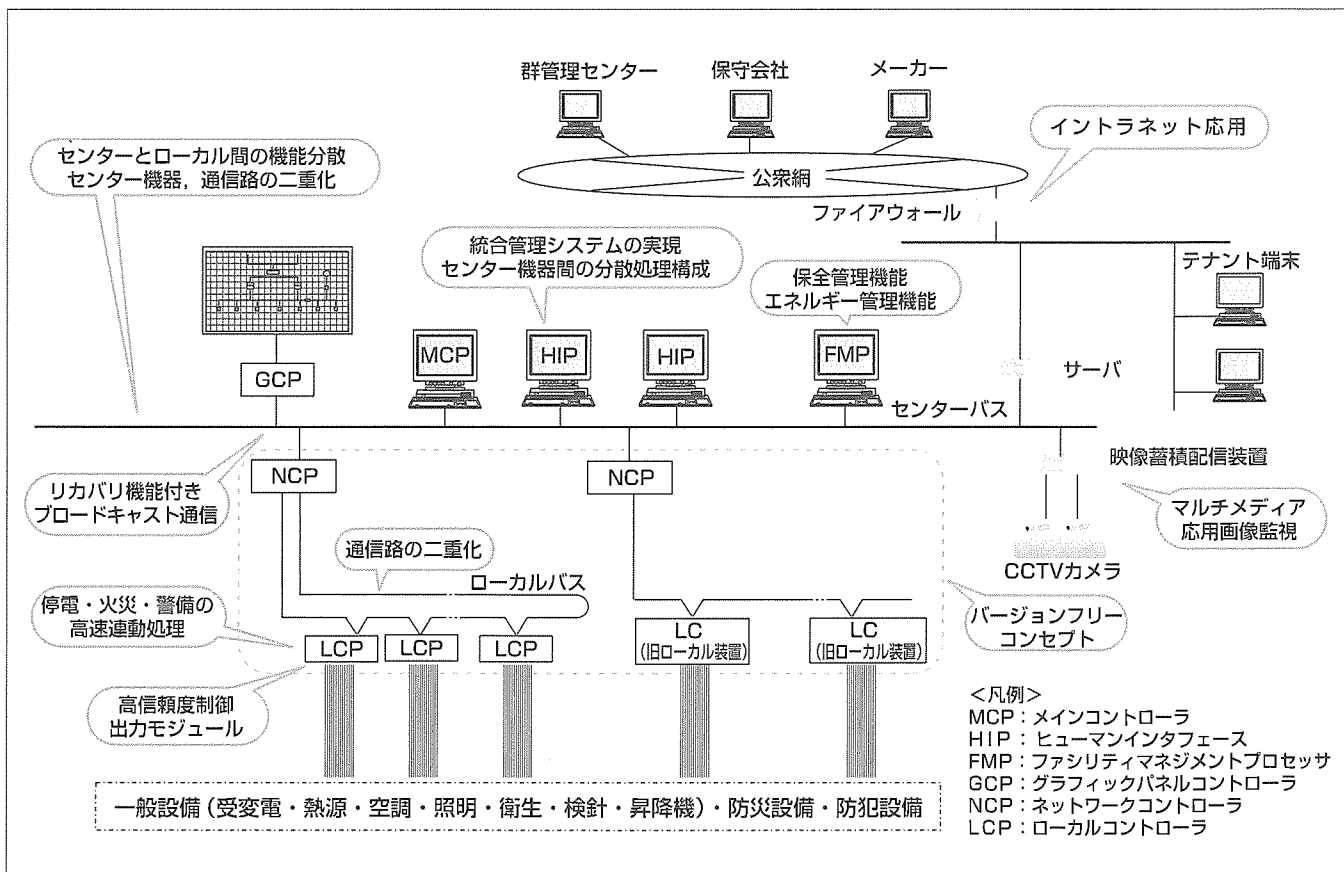
ュール管理の支援による保全管理機能の強化

- (4) 三菱電機独自の熱源需要予測と最適運転計画アルゴリズムによるエネルギー管理機能の強化
- (5) 画像のデジタル化，画像処理によるマルチメディア応用監視機能の強化
- (6) ブラウザを使用した群管理・遠隔エネルギー管理などイントラネット応用機能の強化
- (7) パソコンやEWSと専用コントローラの機器耐用年数の違いを吸収するバージョンフリーコンセプト

今後の取組としては、

- 設備インタフェースの標準化と高度化
- 設備データのシームレス化

を実施していく予定である。



## 三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD”シリーズの構成と特長

MELBAS-ADシリーズは、高信頼・高速処理、統合管理、保全管理、エネルギー管理、マルチメディア応用、イントラネット応用機能を強化し、リニューアルへの対応を容易にしたシステムであり、ビル管理とビル運営管理の融合による“より効率的なビル運営管理”を目指したシステムである。

## 1. ま え が き

深刻化する地球環境問題，厳しい経済状況，コンピュータと通信技術の長足の進歩と，ビルを取り巻く状況は刻々と変化し，また，1970年代・'80年代に建築された多くのビルでビルリニューアルの需要が高まっている。その中で，ビル管理システムに求められるニーズも変化している。

- (1) 単なる設備の監視制御にだけでなく，快適性・安全性を保ちつつ運営コストやエネルギー消費などを抑え，効率的なビル運営管理を行うことのできるシステム
- (2) 複合用途ビル，24時間ビル，地域再開発ビルなど，都市生活のインフラ用として高い信頼性を持つシステム
- (3) コンピュータや情報通信分野の長足の進歩を取り入れ，効率的な運営管理に結び付けられるシステム

これらのニーズにこたえるため，三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD”シリーズ(以下“MELBAS-AD”という。)は，高度な信頼性を保ちつつ，設備の統合，運営管理との融合を目指し，機能拡充をした。

本稿では，MELBAS-ADの概要と特長について紹介する。

## 2. MELBAS-ADの概要

MELBAS-ADは，延べ床面積1万m<sup>2</sup>以上の中・大・超大規模ビルに適合した統合ビル管理システムである。図1にシステム構成例を示す。

MELBAS-ADは，一般の事務所ビルだけでなく，大規模ビルの電力監視，電算センターの中央監視，公共施設の監視，超大規模ビルの統合監視など豊富な実績を持ち，以下の特長を持っている。

### 2.1 高信頼化・高速処理

MELBAS-ADでは，分散処理と二重化，独自の通信処理でシステムの高速度・高信頼化を図っている。

- (1) センター-ローカル間の分散処理と，センター機器の分散処理構成を実現している。これにより，万一MCP(メインコントローラ)が停止しても，HIP(ヒューマンインタフェース)によって基本的な監視制御が継続できる。
- (2) センター機器，通信路はすべて二重化可能とし，重要度に応じたシステム冗長性を確保している。
- (3) LCP(ローカルコントローラ)とNCP(ネットワークコントローラ)には，幅広い分野(電力・工業・公共・交通など)で数千台の実績のあるファンレス，ディスクレス，耐環境性に優れた専用コ

ントローラを使用している。

- (4) 電力設備など重要機器の制御には，高信頼度制御出力モジュールを採用している。このモジュールでは，機器選択リレーと制御リレーの組合せが一致した場合のみ制御出力を行うことにより，接点部の故障による誤制御を防ぐとともに，出力回路異常の事前検出を可能としている。
- (5) ローカルバス通信では，停電・火災・警備状態の情報を常時送している。この情報により，LCPは停電・火災・警備状態を自律的に判断して連動処理を高速に行うとともに，大量の状態変化に対しても機器の優先順位に従って発報抑止を行うので，重要機器の監視制御を高速に実施することが可能である。
- (6) センターバス通信では，状態変化の情報をNCPからの最大20台のHIP/MCP/GCP(グラフィックパネルコントローラ)に高速送信するため，センター機器間の通信をリカバリー機能付きブロードキャスト通信とした。この通信方式によって高信頼性と高速通信を可能とした。

### 2.2 統合管理システムの実現

一般の受変電・空調・照明の監視制御はもとより，防災・防犯・昇降機設備などの監視制御を統合化し，ビル管理業務の効率化が図れる。また，複合用途ビルにおける各管理拠点ごとの運用区分の設定や夜間無人となる管理拠点の機能を，他の管理拠点で代替する機能も備えている。

## 3. 運営管理機能の強化

近年のビル管理システムにおいては，従来の監視制御機能以外に，ビル管理者の日常業務(設備台帳管理，保守点検，管理帳票作成)を支援する機能や，蓄熱式冷凍機や自家発電コジェネレーション設備等の採用によって複雑化したビルの熱源設備の制御をコストミニマムに運転し，ビル内の省エネルギーに貢献する機能が求められている。また，

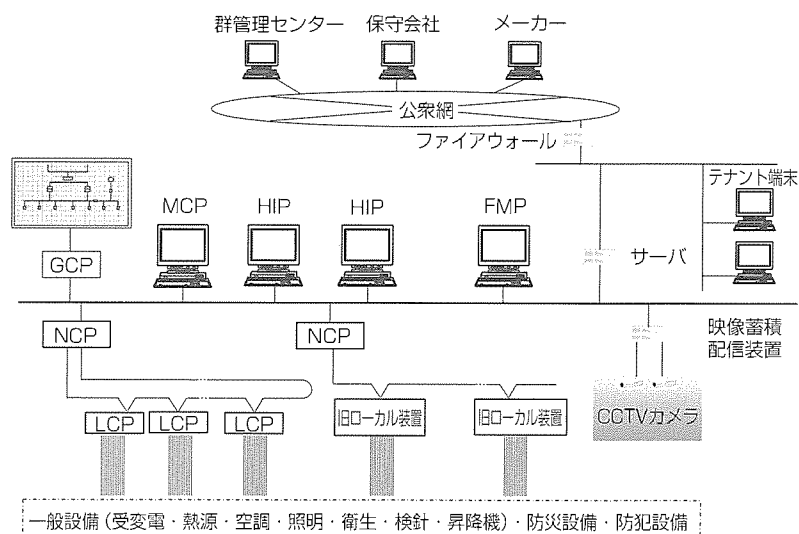


図1. MELBAS-ADシステム構成例

異常時の状況把握をよりの確にするため、デジタル化した画像データの活用やネットワークシステムを柔軟に構築できるインターネット技術応用が注目されている。MELBAS-ADでは、上記の運営管理面のニーズに対応する機能強化にも積極的に取り組んでいる。

### 3.1 保安全管理機能

MELBAS-ADでは、ビル管理者の日常業務やエネルギー管理を支援する端末をファシリティマネジメントプロセッサ(FMP)と称し、図2のFMPメニュー画面に示す機能を用意している。

FMPでは、オンラインデータ(設備稼働データ、警報履歴、計測・計量データ)や、オフラインデータ(設備台帳データ、保守点検結果)を一元管理するとともに、汎用ソフトウェアを利用してデータを自在に加工/グラフ化できる“データのユーザー開放”機能の強化を図っている。これにより、設備状況の把握/分析を効率的かつ正確に行うことができ、ビル管理者の日常業務の負荷軽減や、業務の標準化を支援するシステムの提供が可能である。

### 3.2 エネルギー管理機能

FMPは、計測・計量データから必要なエネルギー需要を予測し、熱源設備をコストミニマムで運転管理する熱源需要予測と最適運転計画機能を備えている。標準的な熱源設備はもとより、蓄熱やコジェネレーション設備で構成される複雑な熱源設備であっても、ビル管理者に負担をかけずに容易に省エネルギー運転が実現できる。熱源需要予測には時刻ごとに自動的に予測パラメータを切り換える高精度予測アルゴリズム<sup>(1)</sup>を、また運転計画には、熱源設備の非線形特性や立ち上(下)がりの動特性を考慮した最適運転計画アルゴリズム<sup>(2)</sup>を各々開発し、搭載している。

図3に、ある電算センタービルの熱源設備に対するエネルギー管理の画面例を示す。この設備は、買電と連携する自家発電機、その原動機の排熱を吸収式冷凍機によって冷水で回収するコジェネレーション設備、及び電動式冷凍機で構成されている。画面例は、ある1日の冷水と電力需要

に対する1時間ごとの各熱源設備のコストミニマムの運転計画をそれぞれ示している。FMPはメインコントローラと連携し、予測と運転計画を必要な周期で繰り返すように動作する。延べ床面積約15万m<sup>2</sup>の事務所ビルに設置された蓄熱式熱源設備での事例では、蓄熱運転の最適化により、従来運転に比べて約5%(年間約1,500万円)の省エネルギー化が達成できる結果を得ている。

そのほか、FMPは、汎用ソフトウェアでエネルギー分析と環境評価が行える機能を備えている。これにより、エネルギー消費状況の把握・分析・対策立案が容易となっている。

### 3.3 マルチメディア応用画像監視

CCTVカメラの映像をデジタル蓄積し、警報発生時に警報前後の画像情報にマーキングをすることにより、発生した警報に関連する映像の再生や報告書への張り付けが可能である。

また、建物入り口付近の画像を画像処理して侵入検知したり、防火戸付近の画像を画像処理して防災上問題となる放置物を検知することができる。

### 3.4 イン트라ネット応用機能

#### 3.4.1 ビル管理者向けサービス

##### (1) リモートメンテナンス

万一のシステムトラブルに迅速に対処するため、パソコンとブラウザ等によってモバイル環境を含めて任意の場所からMELBAS-ADにログインし、メンテナンスすることを可能とした。この応用として、ビル管理者に設備運転情報を現場で提供したり、ビル設計者に実運転データを遠隔で提供することも可能とした。

##### (2) 遠隔エネルギー管理機能

前に述べたエネルギー管理機能を保守会社等にアウトソーシングしてイントラネット上に構築し、1システムで複数のビル対応を行う。これにより、この機能の導入に伴う初期コストを低減させるとともに、ビルごとに蓄積されたデータをビル間で比較・分析することにより、より多面的

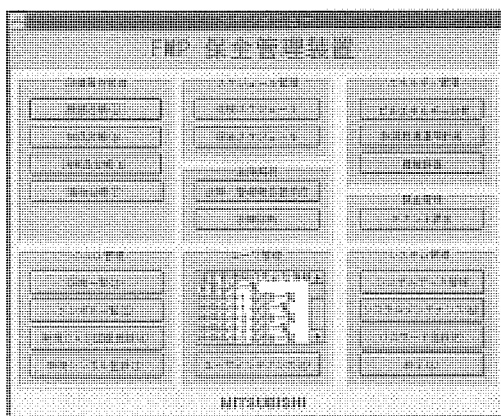


図2. FMPメニュー画面

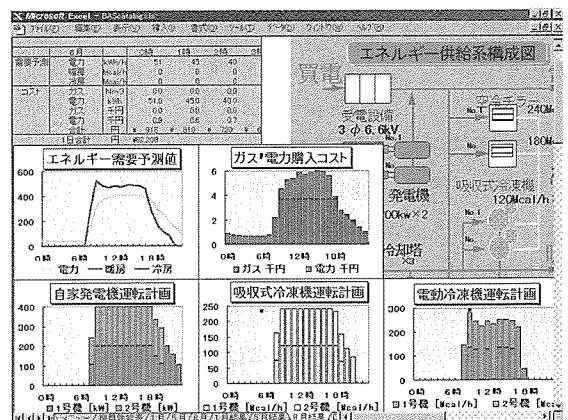


図3. エネルギー管理画面例

な評価を可能とした。

### (3) 群管理システム

管理コストの低減を目的として複数のビルを1か所で管理する群管理システムは、従来“センター(ビル)”と“子ビル”間を固定的に接続していたため、センター以外の場所や、センター装置のダウン時には群管理できなかった。イントラネット群管理では、個々のビルがネットワークを介して水平的に接続され、任意の地点(ビル)からパソコンとブラウザで情報を収集できるため、柔軟性の高いシステムとなっている。

#### 3.4.2 テナント向けサービス

##### (1) テナントユーザーオペレーション

電話や専用端末で行われていた“空調の残業延長リクエスト”や“温度設定”等をテナントユーザー所有のパソコンから直接MELBAS-ADにアクセスして行うこと(オペレーション)を可能とした(図4)。これにより、従来方式に比べて操作面やコスト面での改善が期待できる。

##### (2) 管理情報提供/受付サービス

停電やエレベーターの定期メンテナンス等のビル管理者からテナントへのお知らせなどを、インターネット経由でテナントユーザーに送信する。逆に、機械の異音などテナントからのクレームを受け付ける。テナントからのクレームは、現地作業に当たるビル管理者のモバイル端末に転送され、部品や器材の保管場所、処置方法、履歴等の関連情報を必要に応じてMELBAS-ADからダウンロードして作業に当たる。また、完了した作業内容は、FMPに送信され、作業実績として蓄積される。

## 4. リニューアルへの対応

MELBAS-ADは、大きく分けてセンター機器(HIP等)、ネットワーク機器(NCP)、ローカル機器(LCP)の3階層構成となっている。各々の実質的な耐用年数は、技術面での陳腐化や保守部品の供給制約を考慮すると、センター機器は5年前後、ネットワーク機器とローカル機器は10~15年となっている。そこで、MELBAS-ADは、EWSやパソコン等汎用機器で構成されるセンター機器と専用コントローラで構成されるローカル機器とのバージョン(世代)の差をネットワーク機器で吸収し、センター機器のみを更新するというバージョンフリーコンセプトを導入した。これにより、既設ローカル機器の継続利用を図りながら、センター機器についてはコンピュータ技術の進歩に合わせて短い周期でバージョンアップ可能なシステムとしている。

## 5. 今後の取組

MELBAS-ADは、ビル管理とビル運営管理の融合を目指したシステムであるが、より効率的なビル運営(省人化/省エネルギー化)を実現するためには、設備との連携

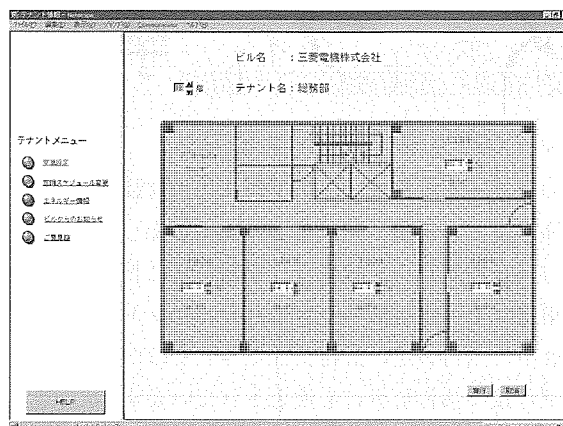


図4. テナントユーザーサービス画面例

強化によるきめ細かな管理が必要である。そのポイントとなるのは以下の項目と考えている。

##### (1) 設備インタフェースの標準化と高度化

ビル業界では、BACnet, LONWORKS等ビル管理システム-設備間のプロトコル標準化に向けての取組がなされている。上記標準化を実施するとともに、設備の自律性を高めながら必要に応じて詳細な情報を管理する設備インタフェースの高度化に取り組んでいる。

##### (2) 設備定義データのシームレス化

過去、設備、ビル管理システム、運営管理システムで重複して作成されていた各種定義データを一元化し、機種と製造メーカーの違いを吸収した“仮想設備オブジェクト”として設備側に実装する。監視制御の際には仮想設備オブジェクトを参照することにより、データの重複作成をなくすことが可能である。

## 6. むすび

三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD”シリーズについて、その概要と特長、今後の取組を説明した。21世紀に向け、より効率的なビル運営のために、システムの枠組みはどんどん変化していくであろう。当社は、総合電機メーカーとしてビル管理システムだけでなくビルの諸設備やネットワーク機器も数多く製作しており、システムの融合と連携強化にも積極的に取り組んでいく所存である。

## 参考文献

- (1) 上田隆美, 木川 弘, 中島圭吾, 宮住康一: ビルエネルギーシステムの需要予測と運用計画の一方法, 第40回システム制御情報学会研究発表講演会, 495~496 (1996)
- (2) 上田隆美, 木川 弘: エネルギーシステムの最適運用計画の一方法, 日本機械学会講演論文集, No.96-6, 83~84 (1996)

このたび三菱電機では、全半導体化送信装置を宇宙開発事業団宇宙ヶ丘精測レーダ設備に納入しました。

宇宙ヶ丘精測レーダ設備は、昭和51年に整備され、種子島宇宙センターから打ち上げられたロケットの追尾を行い、ロケットの飛行軌道の監視に使用されるほか、取得データは打上げ後の飛行解析にも使用されています。

この設備の送信装置は最大1MWのC帯マイクロ波を出力する大電力送信機で、既設置装置は、ハードチューブを用いて高電圧を直接駆動(ダイレクトスイッチング)し、マグネトロンが発振動作をパルス的に行わせていました。このたび先端技術総合研究所・生産技術センターの協力を得て

複数の半導体で構成した高圧スイッチ回路を開発し、既設置装置に比べて良好な結果が得られました。

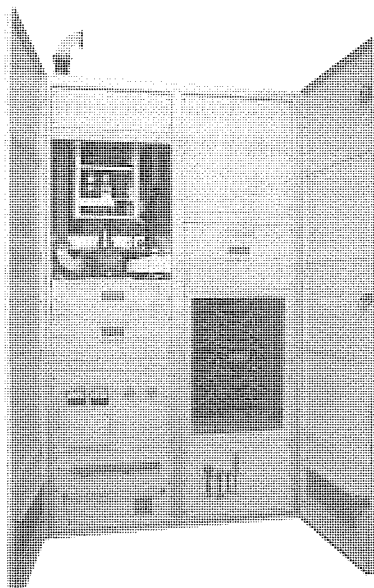
ハードチューブを半導体化する場合、要求仕様が高電圧・高速(数百ns, 数十kV, 数十A)であるため、単一の半導体素子で対応することは困難であり、高速半導体を多段直並列化する技術が必要になります。また、マグネトロンのカットオフ電圧以下ではマグネトロンの不安定現象誘発の原因である高い電圧立ち上がりを抑制しながら、カットオフ電圧以上ではマイクロ波電力を急しゅん(峻)化するため高い電圧立ち上がりを得る、互いに相反する機能を同時に実現するスイッチ構成とその制御方法に工夫をして、以下の性能を達成しました。

- 電圧立ち上がり時間 : 100kV/μs以下
- マグネトロンRF出力 : 1 MW
- マイクロ波立ち上がり時間 : 200ns以下

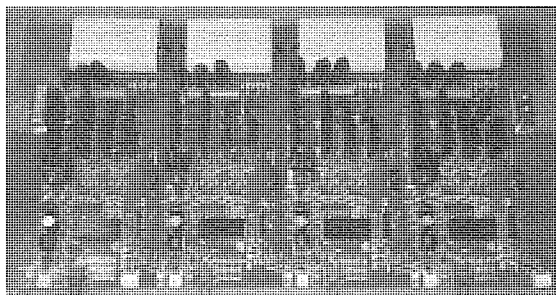
(参考)

マグネトロンの仕様

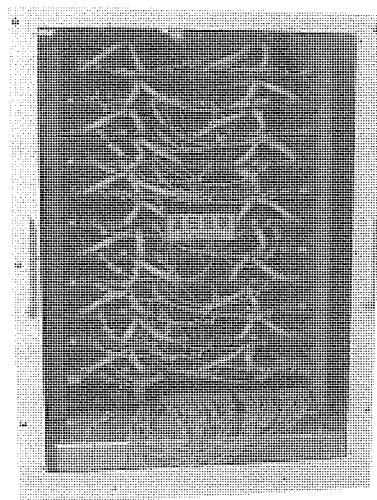
- アノード電圧 : 36.5kV
- アノード電流 : 60A



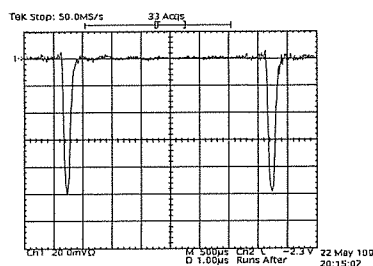
送信装置発振部外観



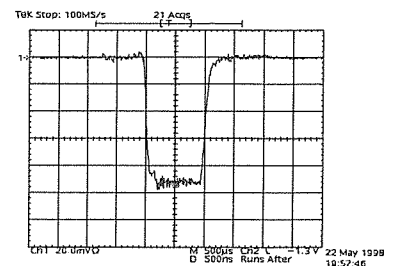
スイッチ基板外観



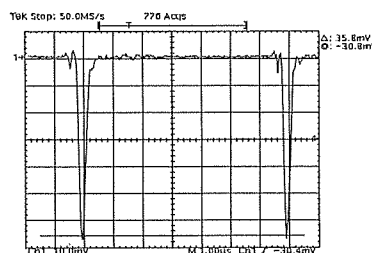
高圧スイッチ部外観



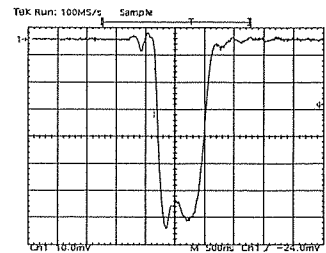
BEACONモード(更新後)



SKINモード(更新後)



BEACONモード(既設)



SKINモード(既設)

マグネトロンRF出力波形(参考データ)



# 特許と新案\*\*\*

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
電話 (03) 3218-9192(ダイヤルイン)

## 点字板およびその製造方法 (特許 第1918810号, 特公平6-42118号)

発明者 池田紀吉

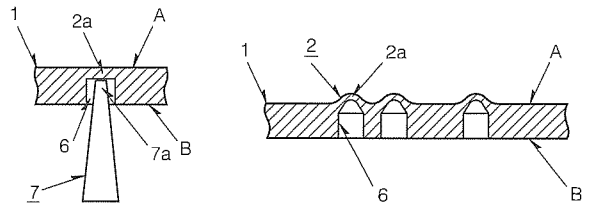
この発明は、板、特に厚板に点字が圧出して形成された点字板及びその製造方法に関するものである。

従来の点字板は、押し出し加工によって、アルミニウム、ステンレス等の板の裏面から表面に向かって突起を形成し、これを点字形状に配列したものである。しかしながら、こうした押し出し加工では、点字板が厚くなると加工が困難になるという問題点があった。

この発明は上記の問題点を解消するためなされたもので、図はその断面図である。まず、板(1)の裏面Bから表面Aに向かって突起(2)とほぼ同径の非貫通穴(6)を点字形状(ただし裏文字)にあけ、板厚よりも薄い薄肉部(2a)を形成する。次いで、この非貫通穴(6)の底部に棒状の工具(7)の先端(7a)を当て、押し出し加工すると、薄肉部(2a)が表面Aから突出

し、突起(2)が形成される。

すなわち、この発明によれば、板(1)の厚さが厚い場合でも、非貫通穴(6)をあけて薄肉部(2a)を形成し、この薄肉部(2a)に押し出し加工によって突起(2)を形成することができる。したがって、点字板を容易に、かつ見栄え良く製造することができる。



## 車椅子乗用踏段付きエスカレータ (特許 第2581175号, 特開平2-13592号)

発明者 北村茂治, 中村春彦, 真田 勝

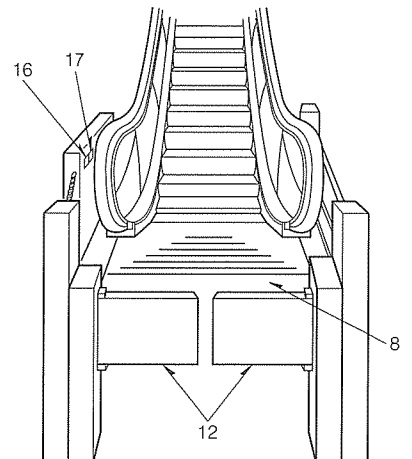
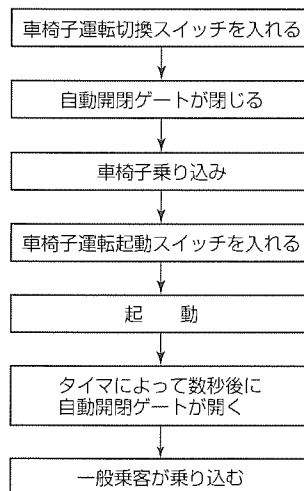
この発明は、身体障害者用の車いす(椅子)を一般乗客とともに搬送する車椅子乗用踏段付きエスカレータに関するものである。

従来、この構造のエスカレータは、車椅子を身体障害者が乗ったまま車椅子乗用踏段によって搬送し、同時に一般乗客を通常踏段によって搬送していた。しかしながら、一般乗客が車椅子乗用踏段に乗りたり近づいたりすると、安全上好ましくない場合があった。

この発明は上記を解決したもので、まず車椅子に乗った身体障害者が乗降口(8)に入り、車椅子運転切換スイッチ(16)を入れると、自動開閉ゲート(12)が閉じる。この後、身体障害者が車椅子とともに車椅子乗用踏段に乗り込み、車椅子起動スイッチ(17)を入れると、エスカレータが起動する。そして起動後、踏段が数個分だけ移動すると、例えばタイマの指令によって自動開閉ゲート(12)が開き、一般乗客の乗り込みを可能としたものである。

すなわち、この発明では、乗降口(8)に設けた自動開閉ゲート(12)を、車椅子運転切換

スイッチ(16)の操作によって車椅子運転の開始と連動して閉じ、続いて車椅子起動スイッチ(17)の操作によって、車椅子乗用踏段が若干走行した後に、自動開閉ゲート(12)が開くようにしてある。したがって、車椅子を一般乗客とともに搬送する車椅子運転時に、一般乗客が自動開閉ゲート(12)の開閉によって、車椅子乗用踏段と数段離れた通常踏段に乗ることになるので、一般乗客の安全性を高めることができる。





# 特許と新案

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

## ロープ留金具 (特許 第2038713号, 特公平7-76578号)

発明者 本田武信

この発明は、ウェッジを介してロープを保持するロープ留金具に関するものである。

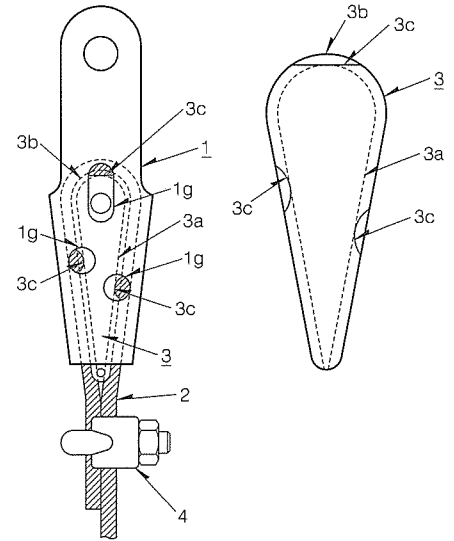
従来のロープ留金具は、ロープ(2)をソケット(1)の中空内部で折り返し、この折り返し部にウェッジ(3)を挟み込むとともに、ロープ(1)の端部側をクリップ(4)で連結挟持したものである。このようなロープ留金具では、ロープ緊締時に、ロープ(2)とウェッジ(3)との間にすき(隙)間があっても容易に確認できないという問題点があった。

この発明は上記の問題点を解消するためなされたもので、図に示すように、ウェッジ(3)の外周部にはロープ(2)が当接する断面半円状の凹溝(3a)を、また凹溝(3a)の側縁には切欠き(3c)を設け、さらにソケット(1)にはこの切欠き(3c)対応部分に点検孔(1g)を設けたものである。

これにより、ロープ(2)とウェッジ(3)との密着度を、凹溝(3a)に設けた切欠き(3c)を介して、点検孔(1g)から容易

に確認できるので、ロープ緊締時における作業を確実に行うことができ

き、ロープ(2)の締結効率を上げることができ



〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.72 No.11 特集“人と地球に優しい住環境機器/製造業を革新するCALSとPPDM/データウェアハウスソリューション”

### 特集論文

- “人と地球に優しい住環境機器・システム”特集に寄せて
- 環境共生を配慮する住環境機器・システムの現状と展開
- 環境共生住宅を支える住環境機器・システム
- 本格リビング対応エアコン霧ヶ峰“LXシリーズ”
- 三面マルチフロー冷蔵庫“前から冷やそ”
- 省エネルギー照明制御システム“メルセーブベーシックⅡ”
- 水蓄熱利用空調システム
- CALS/PPDM特集に寄せて
- CALS/PPDMによる設計革新
- コーポレートPPDM

- 三次元モデルとPPDM
- 次世代型無人宇宙実験システム“USERS”の三次元設計
- 発電機における設計統合化システム
- 電気系CADツール“Rschemer”
- 超高性能データベースシステムへの期待
- データウェアハウスの動向と三菱“DIAPRISM”のコンセプト
- 三菱“DIAPRISM”の高速化技術
- 三菱“DIAPRISM”のソリューション
- 凸版印刷㈱向けデータベースマーケティングシステム
- 当社製作所におけるエンドユーザー主導の経営情報管理システム
- ㈱フレール館納め販売データ分析システム

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 鈴木 新</p> <p>委員 永田 謙蔵 河内 浩明</p> <p>宇治 資正 永 峰 隆</p> <p>植木 恵介 内藤 明彦</p> <p>奥山 雅和 石川 孝治</p> <p>小林 保雄 前田 信吾</p> <p>畑谷 正雄 才田 敏和</p> <p>野沢 俊治 猪熊 章</p> <p>井上 誠也</p> <p>幹事 鈴木 隆二</p> <p>10月号特集担当 池島 宏行</p>	<p>三菱電機技報 72巻10号 1998年10月22日 印刷</p> <p>(無断転載・複製を禁ず) 1998年10月25日 発行</p>
	<p>編 集 人 鈴木 新</p> <p>発 行 人 鈴木 隆二</p> <p>発 行 所 三菱電機エンジニアリング株式会社</p> <p>ドキュメント事業部</p> <p>〒105-0004</p> <p>東京都港区新橋六丁目4番地9号 北海ビル新橋</p> <p>電話 (03) 3437局2692</p> <p>印 刷 所 菱電印刷株式会社</p> <p>発 売 元 株式会社 オーム社</p> <p>〒101-0054</p> <p>東京都千代田区神田錦町三丁目1番地</p> <p>電話 (03) 3233局0641</p> <p>定 価 1部735円(本体700円) 送料別</p>
<p>お問い合わせ先 giho@hon.melco.co.jp</p>	

## 複合形発電主回路用開閉装置

### (複合形GMCB)“20-SFMG-100”

近年、発電主回路(発電機と変圧器を結ぶ大電流回路)に遮断器、断路器などの開閉装置を適用するケースが増えています。これは、発電機起動後の系統への接続を発電主回路の開閉装置で行う低圧同期方式の採用が増えているためで、この方式には、発電所の所内電源を確保するための起動変圧器及びその関連装置を省略できる、起動/停止時の所内電源の切換えが不要となるなどの利点があります。低圧同期方式の採用増加とあわせて、発電所合理化のための開閉装置の小型化、保守・点検性の向上のニーズが高くなっています。

三菱電機では、こうした動向に対応するため、ガス遮断器を始めとする断路器や接地装置などの開閉装置を一体・複合化した複合形発電主回路用開閉装置(複合形GMCB)を開発しました。この複合形GMCBは、当社従来形機器で構成した場合と比較して、据付け面積30%と大幅な小型・縮小化を実現し、発電所全体の合理的形成に大きく寄与するものとなっています。

#### 特長

##### ●大幅な小型・縮小化

当社従来形機器構成と比較して、据付け面積で30%、質量で65%と大幅な縮小化を達成し、限られたスペースでも配置構成がしやすくなりました。

##### ●保守・点検性の向上

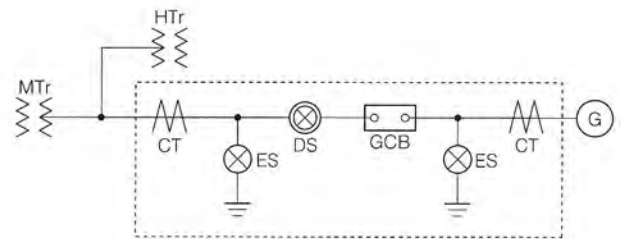
最新の遮断技術の適用によるガス遮断器の消弧室の小型・高性能化などにより、全機器の三相一括操作化が可能となったため、操作装置と制御部を前面に集中配置することができ、保守・点検性が向上しています。

##### ●据付け工事の省力化

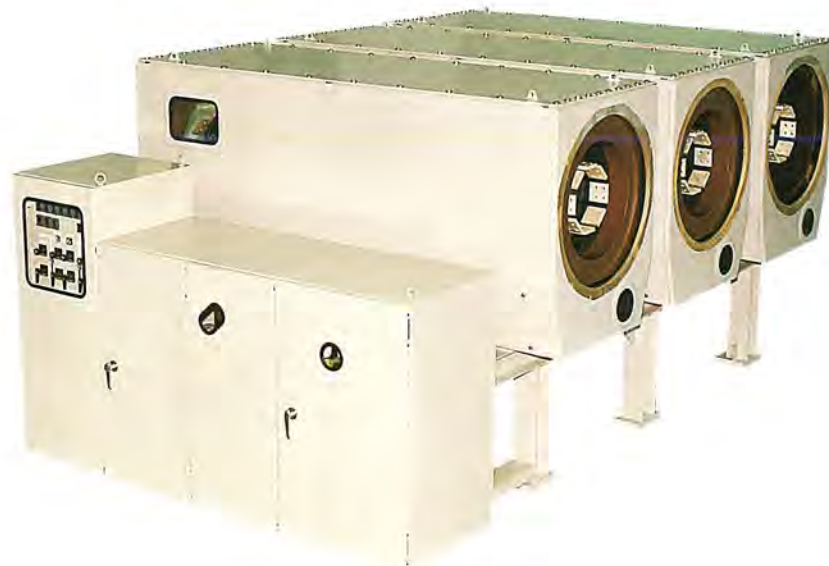
縮小・軽量化によって三相一体構造、全装可搬を達成し、輸送・据付け時の取扱性が向上するとともに、据付け工期が1/5に短縮できました。

#### 20-SFMG-100の主な定格事項

定格電圧	24kV
定格電流	11kV(自冷)/20kA(風冷)
定格短時間耐電流	200kA(2秒)
定格遮断電流	100kA
絶縁階級	20号B



内部構成機器(破線枠部が複合形GMCB)



複合形GMCBの外観