

MITSUBISHI DENKI

三菱電機

建築と電気特集



山王国際会館全景

9 臨時増刊

VOL 32 1958



表紙説明

山王国際会館は東京都千代田区永田町2丁目、国会議事堂に近く、地下2階、地上10階延約1万3千坪の鉄筋鉄骨コンクリート造りで、日本で初めての試みによる六層多角放射形の特異な建物であります。全館最新式の冷暖房をはじめ近代生活に必要なあらゆる設備をもった豪華なホテルおよび高級アパートメントビルディングを建設するもので、三菱電機はこの工事の建築設備工事いっさい、すなわちエレベータ、冷暖房、換気、衛生給排水、変電、動力、照明、電話、テレビアンテナ、消火栓、火災報知機など総合設備工事を施行中であります。なお建築主は(株)山王国際会館、設計監理は佐藤武夫設計事務所、建築主体工事は大成建設(株)が担当しており、会館の完成は明年10月の予定であります。

三菱電機株式会社

本社 東京都千代田区丸の内(東京ビル)
(電) 和田倉(20)代表 1631・2331
研究所 兵庫県尼崎市南清水
神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町
名古屋製作所 名古屋市東区矢田町
伊丹製作所 兵庫県尼崎市南清水
長崎製作所 長崎市平戸小屋町
無線機製作所 兵庫県尼崎市南清水
大船工場 神奈川県鎌倉市大船
世田谷工場 東京都世田谷区池尻町
郡山工場 福島県郡山市字境橋町
姫路工場 兵庫県姫路市千代田町
福山工場 福山市沖野上
中津川工場 岐阜県中津川市駒場
和歌山工場 和歌山市岡町
福岡工場 福岡市今宿青木
静岡工場 静岡市小鹿 110
家庭電器工場 名古屋市東区矢田町
無線機製作所 東京都世田谷区池尻町
東京工場 札幌市北二条東 12
札幌修理工場 大阪市北区堂島北町8番地1
大阪営業所 (電) 大阪(34)代表 5251
名古屋営業所 名古屋市中区広小路通
(電) 本局(23)代表 6231
福岡営業所 福岡市渡辺通り2丁目(電気ビル内)(電)福岡(2)代表 6031
札幌営業所 札幌市大通り西1丁目(大通ビル)(電)札幌(2)代表 7236
仙台営業所 仙台市東一番丁 63
(電) 仙台(2)代表 6101
富山営業所 富山市安住町23の2
(電) 富山 4692・5273・2550
広島営業所 広島市袋町6(富国生命ビル)
(電) 中(2) 2211
高松営業所 高松市寿町1丁目4(第一生命ビル)(電) 本局代表 2-5021
直通代表 2-4416
小倉出張所 小倉市京町10丁目(五十鈴ビル)(電) 小倉(5) 8234

MITSUBISHI DENKI

三菱電機

昭和33年第32巻第9号臨時増刊

(建築と電気特集)

目次

建築と電気機器との融合	鬼丸勝之	3
名鉄ビルのオートセレクトボタンオートエレベータの実態調査	木村武夫・宮城晃・板垣晃平	4
エレベータの塗装とその品質管理	森光幸次	12
最近の三菱エレベータの標準とその適用	宮城晃・外野範吾・白村義郎	19
非常用小形交流発電機と制御装置	杉山昌司・町野康男	42
三菱トラベータ	河合武彦	50
新構想のビル用変電設備	井上八郎	55
MC形高速多気筒冷凍機および凝縮装置	中村長一	59
ビルの空気調和	志波東一	64
ウインデヤ(窓掛式冷房装置)	牛田善和	72
自動扉	瀬原田三郎	74
洗浄管走行形クリネヤ	斎藤寛・武藤哲	78

技術解説

火力発電シリーズ：発電所全般(3) 母線保護方式	87
--------------------------	----

W社文献抄訳

ショッピングポート発電所・遊星空間における通信と航法	110
----------------------------	-----

ニュースフラッシュ

豪華な名古屋城のエレベータ・250VA 逆用回転変流機 (Inverted Rotary Converter)・JRR-II 原子炉の熱中性子柱 (Thermal Column)・開西電力 20kV ケーブル系統に使用される開閉サージ処理用避雷器 93 相を納入・耐薬品形蛍光灯器具	112
---	-----

特許と新案

(新) 昇降機制御装置 (新) 密閉形冷凍機	115
------------------------	-----

最近登録された当社の特許および実用新案

最近登録された当社の特許および実用新案	116
---------------------	-----

次号予定

次号予定	73
------	----

完成近い東京タワーの偉容

パリ、エッフェル塔をしのぐ、322.66 m の高さを誇る世界最高のテレビ鉄塔は、本年末処女電波発信を目指し、わが国科学技術の粋を結集して、着々と建設が進められ、いまは塔先端にアンテナの装置を待つばかりであります。

三菱電機ではこの世界一のテレビ塔の観光客誘致に役買って客用エレベータ5台（うち3台は地上125 m展望台まで）およびアンテナ保守用エレベータ1台（展望台の上から地上223 mの作業台まで）のすえ付工事に着手しており、本年末完工の運びであります。

エレベータの仕様

- ① 客用（館内用） 2 台（科学館1階から屋上まで）
速度 105 m/min 定員 16 名
方式 直流可変電圧歯車なし式 ロートコントロール付 カゴスイッチ制御
- ② 客用（展望台用） 3 台（科学館1階から展望台（地上125 m）まで）
速度 120 m/min, 90 m/min 二重速度切替式
定員 22 名
方式 直流可変電圧歯車なし式 ロートコントロール付 カゴスイッチ制御
- ③ アンテナ保守用（展望台機械室屋根から作業台（地上223 m）まで）
速度 60 m/min 容量 1,000 kg
方式 直流可変電圧歯車式 カゴボタン制御

（写真は10月8日撮影）

工事中の科学館屋上エレベータ乗場

建 築 と 電 気 機 器 と の 融 合

建設省住宅局長 鬼 丸 勝 之

われわれが社会活動をするためには、まず活動すべき場所としての建物、たとえば事務所、官公庁、百貨店、銀行、倉庫、工場、商店などが必要であり、つぎに休息、睡眠する場所としての住宅、ホテル、アパートなどが必要であろう。また教育、文化、厚生建物として学校、図書館、放送局、病院、映画館、劇場なども欠くことのできないものである。これらの建物には、それぞれの規模や形式にしたがって電気機器の設備が必要であることはいふまでもない。

従来は、建物用電気設備については、建築設計者は主として勘で決め、設備メーカーは建築設計者の意のままにしたがうありさまであったようである。したがって時には建物の規模に不相応な貧弱な設備であったり、逆に過大な設備になったりすることもあった。

最近では建築と電気機器設備との融合がとくに重んじられる傾向となり、一つの建物を計画するにあたり設備容量の検討は深く行われ建築設計事務所ならびに建築請負会社には設備担当の専門技術者を多数配して電気機器メーカーとよく連絡の上決定するようになったことは誠に喜ぶべき趨勢である。

一例をいえば、高層建物にはエレベータが必須な設備であるが、エレベータのカゴの大きさ、速度、制御方式、操作方式、すえ付位置、設備台数

などは建物の種類、利用人員の密度、占有位置などによる交通計算や交通測定を行って決めるようになってきた。さらに最近は大規模の事務所ビルに高速度自動管理運転の operatorless elevators を用いて、輸送能率の増大とともに運転手の人件費と消費電力の節約を考慮することや、エレベータとエスカレータを併用することによって設備の占有面積の縮少を図り、逆に貸室面積を増加することに具体的に考慮されるようになった。また冷暖房についても床面積はもちろん、部屋の間取、天井高さなどを勘案して年間の経常費を予測して経済設計を行うようになってきた。これには前述のように建築関係者と電気機器メーカーとの緊密なタイアップによって初めて成し遂げられるものである。

この際、建築家の方としても建物における電気設備の重要性を設計などの上に十分反映することに努めなければならないことはもちろんであるが、とくに各メーカーに願いたいことは、建築の実体をいま以上に把握されて、もっとも適切な設備計画を進言教示願いたいものである。

なお、ご承知のとおり建築は美術の一つであるから、少なくとも建物内で目に見える設備については性能以外に形状、色彩などにおいて建物によくマッチしたものを製作されるよう今後とも格段のご工夫を切望する次第である。

名鉄ビルのオート セレクトボタン オート エレベータの実態調査

本 社 木 村 武 雄*

名古屋製作所 宮 城 晃**・板 垣 晃 平**

Investigations on Actual Conditions of Auto Select-O-Pattern Auto Elevators in Meitetsu Building

Head Office Takeo KIMURA

Nagoya Works Akira MIYAGI・Kōhei ITAGAKI

An Auto Select-O-Pattern Auto system—a typical automatic group control of operatorless elevators—was developed, for the first time in Japan, by Mitsubishi last year and Nos. 9, 10 and 11 units of it were supplied to Meitetsu Bldg. in Nagoya. Since they have been operating with success and acclamation of parties concerned. Recently investigations on actual conditions of this system were made in connection with traffic amount of elevators to confirm its excellent performance for the passenger service in crowded office buildings.

1. ま え が き

昨年、当社ではわが国最初の本格的な全自動群管理運転手なしエレベータであるオート セレクトボタン オートシステムを開発し、名古屋駅前の名鉄ビルに事務所ならびに会館用として 9, 10, 11 号機を納入し、昭和 32 年 8 月より実用運転にはいり、江湖の好評を得ている。これはこの方式の運転手なしエレベータが、使用上非常に便利でありさらに交通需要の変動に追従して、自動的に交通状況に適合した運転方法をとるために待時間も少なく、すべての階に対してむだもむらもない良好なサービスを行うとともに輸送能率も高く混雑する事務所の客用エレベータとしてとくに好適であるからである。

今回、名鉄ビルエレベータの交通量と全自動群管理運転の実態調査を行いこの方式のすぐれている確証を得ることができたので、その結果の一部を紹介し参考にする。



図 1.1 名鉄ビル 9, 10, 11 号ギヤレスエレベータ
Fig. 1.1 Nos. 9, 10 and 11 gearless elevators.

2. オート セレクトボタン オート システムの概要

実測結果を紹介する前に、オート セレクトボタン オート システムの概略を参考までに述べよう。

交通の混雑する建物の縦の交通を円滑にし、建物の経

済効率を向上するには数台のエレベータを一組にして、時々刻々に変動する交通需要に即応して総合的に機敏適切に管理運用する必要がある。とくに多数の運転手なしエレベータを管理運用するには優秀な自動群管理装置が不可欠となる。オート セレクトボタン オート システムはこの要求を完全に満足する理想的な自動群管理装置を内蔵した運転手なしエレベータ群である。

1 バンクのエレベータの数が 2 台、あるいは 3 台の場合と 4~8 台の場合で多少方式が異なっているが、以下名鉄ビルの 3 カー・オート セレクトボタン オート を主として説明する。

2.1 オート セレクトボタン

建物内の交通需要は絶えず変動していて不規則に見えるが下記の四つの基本的な輸送形式すなわちパターンに分類することができる。

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) 昇りピーク | Up peak |
| (2) 平常時 | Off peak |
| (3) 降りピーク | Down peak |
| (4) 閑散時 | Off hours |

オート セレクトボタンは時々刻々の乗場の呼の方向、数、分布、継続時間、カゴ内の乗客数、カゴの運行方向および位置、停止の数と通過の数などあらゆる交通状況より総合的に判断を下し、つねにその時の交通需要にもっとも適するボタンを自動的に選択する。各ボタン間を移行させるための条件には、交通状況がある条件に達するとサンプリングサイクルが始まり交通状況の変化の緩急に応じてゆっくり、あるいは早くボタンが切り替わる 1 分以内サンプリング、交通状況がある条件に達するとサンプリングサイクルが開始され 1 分間、あるいは 1.5 分間交通状況が連続的に所定の条件を満たしておれば 1 分間、あるいは 1.5 分間の終りにボタンの変換が行われる 1 分間サンプリング、あるいは 1.5 分間サンプリング、および交通状況の大きな変化に即応して切り替わる瞬時条件などがある。また、監督者が交通状況を判断し手動



図 2.1 3 カーオートセレクトパターンブロック図

Fig. 2.1 3 Car Auto Select-O-pattern block diagram.

でボタンを切り替えることも可能である。図 2.1 はオートセレクトパタンのブロック図である。

2.2 運転手なし運転

1 階にあるカゴは到着順に先発の指定を受ける。乗場には先発灯(上にまいます)がととも乗客の乗り込みを促進する。カゴ内の操作盤には“行先階ボタンを押してお待ち下さい”の表示が出る。行先階ボタンを押すとボタンが輝いてその階に止まることを示す。基準階にあって先発でないカゴの操作盤には“他のエレベータが先に出ます”の表示が出て誤って乗った客に乗り替えを求める。先発のカゴは各ボタン特有の出発条件が整うと出発指令を受け、出発ゴングが鳴って戸が閉り始め、同時に先発灯は他のカゴに移される。戸が閉り切ってカゴが出発すると、カゴボタンの押してある階および運行方向と同方向の乗場ボタンの押してある階に停止しつつ上昇を続ける。途中階では戸開き後 3~5 秒でブザーが鳴り戸はゆっくり閉る。この時カゴに乗り込む客がいる場合には 5 秒であるが、カゴから出る客ばかりの時は短縮される。上の基準階でも 1 階の場合と同様に到着順に先発指定を受け、出発条件が整うと出発指令を受けて下降に移る。

2.3 各パタンの特長

(1) 昇りピーク

昇りピークの時の 1 階からの出発は、前のカゴが出発してから時間と乗客の乗り込み時間で決まる。満員になれば当然ただちに出发指令が与えられる。上昇中のカゴは最高のカゴ呼と最高の乗場降り呼に答えた後、ただちに下降に移りできるだけ早く 1 階にもどり輸送能力を向上する。また輸送能力を高めるために地下からの呼に必ずのカゴは 1 台に制限される。

(2) 平常時

出発指令は、前のカゴが出発してから時間による時隔出発と、カゴと呼の関係位置と混雑の程度によるスペースング方式との組合せによる。交通量の多少に応じて出発間隔を自動的に調整し絶えず時間的に平均にカゴを分布させ乗客の待時間を均等にかつ短かくする。上の基準階からの出発時期がきてもまだカゴが上の基準階に到着しない場合には、先頭を上昇中のカゴが最高呼で自動反転して遅れを取りもどしカゴの運行間隔を適正に保つ。交通が激増すると自動的に平常の混雑状態となり時隔出発の間隔を自動的に 3/4 に短縮し輸送力を向上する。

(3) 降りピーク

バンクを上層行と下層行に二分することにより上層および下層に均等なサービスを提供する。同時に平均停止数は減少し一周時間も短縮されるから輸送能力は増大する。上層行カゴに余力があれば下層の呼にも応答し、また下層行カゴに余力があれば上層の呼にも応答する。名鉄ビルは後述のように事務所と百貨店が共存している特殊性のために上層行、下層行に分けていないが、降りピーク時には上方の階で満員になり下方の階ほど長く待たされサービスが低下するので、乗場降り呼が一定時間継続してあれば先頭を上昇中のカゴはこの呼に答えて途中から下降に移りサービスの均等化をはかる。1 階では客を降ろし次第上昇に移る。乗場の昇り呼、ならびに地下の呼に必ずのカゴは 1 台に制限され輸送力を向上する。

(4) 閑散時

閑散時は呼がなければすべてのカゴは 1 階で待機する。先発以外のカゴは戸を閉めておく。出発指令は前のカゴが出発してから時間によるが、カゴボタンを押すこの時間が短縮され、カゴ内の客の待遠しさを軽減する。閑散時には実際に運転する必要のないカゴは運転後一定時間で電動発電機を自動的に休止する。運転の必要が起れば必要なだけ順次起動しむだ運転を防ぐ。

2.4 オートセレクトパタンのその他の特長

(1) 地下動作

地下の乗場ボタンあるいは 1 階乗場の降りボタンを押すと 3 台のうち一番適当な状態にあるカゴが地下行に自動選択される。1 階乗場の降りボタンは応々にして誤って押されるので、一定時間の間に客が乗り込んで地下行のボタンを押さなければリセットしむだ運転を防ぐ。地下から 2 階以上の階に行く客を乗せて 1 階にもどった場合に 1 階に他のカゴがいればただちに出发させる。1 階に他のカゴがいなくて先発の指定を受ければ出发指令を待つ。

(2) 戸の制御

戸の開閉はまったく自動的に行われる。カゴ内の乗客数に応じて着床の際の戸開き開始時期を変える。すなわち、乗客の少ない場合には早目に開き始め停止の時には気の早い客はすでに乗降できる程度に開いているが、混んでくると着床と同時に開き、後から押されてつまずくのを防いでいる。戸の前縁には、扉安全装置が設けられ、閉りつつある戸の前縁に触れればただちに再開する。また扉安全装置を無用に押さえてカゴの運行を妨げたり、あるいは満員なのにさらに乗り込もうとするのを防ぐために強制戸閉を行い乗り過ぎを防ぐとともに管理運転の乱されるのを防いでいる。

(3) 自動応急処置

オートセレクトパターン オート方式では異常があった場合にはエレベータ群の機能がなるべく低下しないようにするために種々の応急処置をとると同時に警報を出し、あわせて異常の種類を表示して復旧を促進する。異常の種類には、バンクとしてセレン電源の故障、管理上の異

表 3.1 名鉄ビル各階の構成と運転系統

階 床	構 成	運転系統 (9, 10, 11 号機とも同じ)
10 階	ホ ー ル	24 時間サービス
9	事 務 所	"
8	"	"
7	百貨店および食堂	10 時~20 時 30 分までサービス
3~6	百 貨 店	24 時間非サービス
2	"	10 時~18 時までサービス
1	エレベータ乗場	24 時間サービス
B	地下街通路	7 時~20 時 30 分までサービス

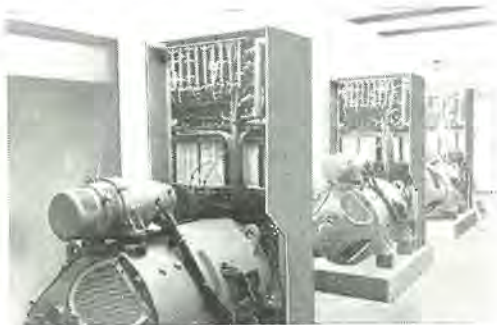


図 3.1 名鉄ビル 9, 10, 11 号エレベータ電動発電機および起動盤

Fig. 3.1 Nos. 9, 10 and 11 elevator motor generator sets and starting panels.

常などがあり各個のエレベータについてはセレン電源の故障, 出発の遅れ, 戸の開かない場合, 調速器の動作した場合, 電動発電機が過負荷になった場合などがある。

3. 名鉄ビルエレベータの運転系統および仕様

名鉄ビルの各階の構成および運転系統を表 3.1 に示す。エレベータの仕様要項は 9, 10, 11 号機ともに下記のとおりである。

駆動方式	可変電圧歯車なし	ロートロール制御
操作方式	3 カー	オート セレクトボタン オート
容 量	1,800 kg	定員 24 名
有効床面積	3.9 m ²	出入口巾 1,400 mm
速 度	150 m/min	停止箇所 B ₁ ~10 階 11 箇所

4. エレベータの交通量および全自動群管理運転の実測要領

実測日 昭和 33 年 3 月 21 日 (金) 祭日

名鉄事務所は休み。10 階ホールで催物(上方演芸会)あり。百貨店は営業。

昭和 33 年 3 月 22 日 (土)

名鉄事務所は午後は休み。10 階ホールで催物(上方演芸会)あり。百貨店は営業。

時間 21 日は催物の開始前後および終了時のピーク, およびホール閉館後のオフアワーを目標に
12.15~13.15, 15.30~16.00
20.15~20.35

の計 3 回, 延べ 1 時間 50 分行った。

22 日は朝の出勤時, 午後の退勤時, 催物の開始時, 終了時などのピークおよび午前午後のオフ



図 4.1 名鉄ビルエレベータの実測状況

Fig. 4.1 Actual measurement in elevator



図 4.2 各カゴ内に電気時計を仮設して時刻の同期を保たす

Fig. 4.2 With temporary installation of electric clock in the car to maintain synchronism of tense.

ピーク, などを目標に

8.20~ 9.10 13.30~14.30

10.20~11.00 15.30~16.00

12.00~12.30 17.00~18.00

の計 6 回, 延べ 4 時間 30 分行った。

実測日として 10 階ホールで催物のある日をとくに選んだのは, 名鉄ビルの職員だけがエレベータを利用する普通の日ではエレベータに相当の余力があってピーク時の十分なデータがとれないのではないかと推測されたためである。したがって当日は, 上方演芸会に見に来る一般の乗客が非常に多数あるので, 実測は 9, 10, 11 号機ともに全自動群管理運転手なしの状態にしておいて, 乗客に代って行先ボタンを押させるだけのために付添いとして運転手をつけておく方法をとった。ただし 9 時 30 分までと 20 時以後は運転手はつかない。

実測は各エレベータに 3 名の調査員が乗って, 各階の乗降者数, 各階においてカゴがスタートする時刻(分秒), および停止した時刻(分秒), さらに 1 階ならびに 10 階では出発指令を受けた時刻(分秒)の 4 項目を記録する。1 階乗場では 2 名の調査員がパタンの移行した時刻(分秒)とその時のパタンの種類を記録する。上記時刻は電気時計を各エレベータ内および 1 階乗場に設けてお互いの間の同期を保たせた。

以後の実測結果に表われる乗降者数，カゴ内人数の中には運転手および調査員の計4名は含んでいない。

5. 交通需要とパタンの選択

絶えず変化する交通需要に追従して自動的にボタンが切り替わる。図5.1は22日の17時15分より17時30分までの15分間におけるカゴ内の人数とパタンの切り替わりの関係を示す。交通需要は乗場の待客も含めて表わされるものであるが，カゴ内の乗客数で表わしても交通需要の大勢はわかる。交通需要が急激に増加するとただちに平常の混雑に切替わる。それから1分以内サンプリングにより交通需要の変化の度合いに応じて，この場合は約30秒後に降りピークが選択される。その後絶えず交通需要をあらゆるデータから監視しているが18分24秒

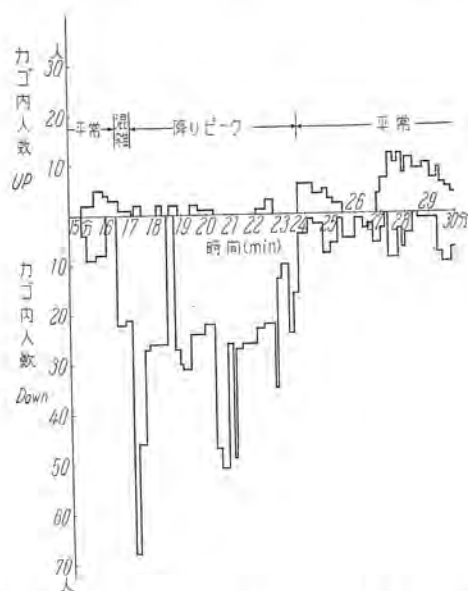


図 5.1 カゴ内人数とパタンの関係(17時15分～17時30分)

Fig. 5.1 Relation between the number of passengers in a car and pattern.

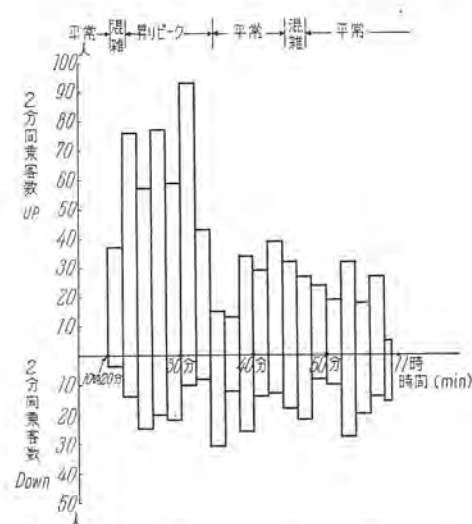


図 5.2 2分間乗客数とボタン関係(10時20分～11時)

Fig. 5.2 Relation between the number of passengers for 2 min. and pattern.

～18分42秒の間に見られる一時的なカゴ内人数の途絶えには応動せずに降りピークを維持する。降りピークを解消して平常に移るのは1.5分間サンプリングによる。降りピークの選択，ならびに解消はほぼ理想的に行われている。図5.2は22日の10時20分より11時0分までの40分間における2分間乗客数とパタンの移行関係を示す。昇りピークの選択ならびに解消は1分以内サンプリングならびに1.5分間サンプリングよりその時間内の交通需要の平均値でボタンを移行させているが，この方法が適切でありパタンの切替わりがうまく行われていることがわかる。

6. 全自動群管理運転手なし運転

図6.1は朝の出勤時の昇りピークの一部を示す。この

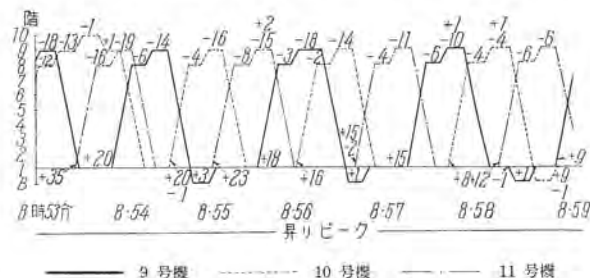


図 6.1 8時53分から8時59分までの運行図

Fig. 6.1 Operating diagram.

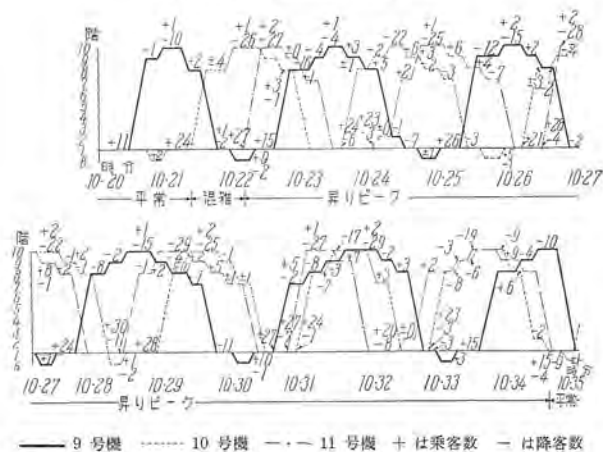


図 6.2 (その1) 10時20分から10時50分までの運行図

Fig. 6.2 Number 1. operating diagram.

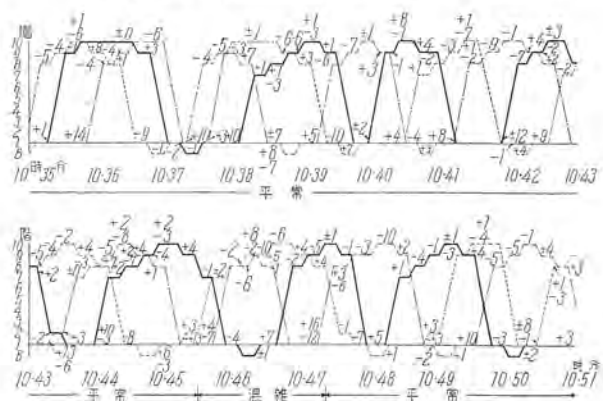


図 6.2 (その2)

Fig. 6.2 Number 2.



図 6.3 朝の昇りピークが始まる前の平常時
Fig. 6.3 Before the up peak begins in the morning.



図 6.4 1 階乗場、朝の出勤時の昇りピーク
Fig. 6.4 U peak in the office-going-hour on the first floor landing place.

時間内は運転手がついていない。カゴは最高の呼に答えて客が降り次第1階にもどり輸送力の向上をはかっている。出勤時の昇りピークは8時52分50秒から9時2分10秒までの9分20秒間でこの間の平均一周時間(1階の停止時間を除く)は約72秒である。朝の出勤時の昇りピークでは客はあまり集中せずカゴには非常に余力が認められる。1階に客が集中し、さらに混んでくれば1階での停止時間は自動的に短縮されカゴの回転はよくなり輸送量は増大する。図6.2 その1、その2は10時20分から10時50分までの10階ホール開館前後の30分間の昇りピークと平常時を主とした運行図である。昇りピークはカゴの間隔を均等に保つことはさほど重要ではなく、むしろできるだけ多数の客をできるだけ短時間で1階から上方階に運び、輸送能率を高めるべきでこの点でもほぼ満足な結果が得られている。一周時間にかなり多くの時間を要しているが、これは観劇のためにホールへ行こうとする一般大衆客、および団体客が多く、乗降にとくに時間がかかっていることと、さらに名鉄ビルの職員による下降や各階相互間の交通が重なって平均停止数が多かったためである。平常時は時隔出発とスペーシング方式の組合せによって出発指令が与えられる。昇りピークから平常に移ればそれまでのカゴの間隔の不均一は間もなく適正な間隔に自動的にもどる。また10階での出発時間隔が経過しても10階にカゴがない場合には37分50秒、あるいは46分10秒に見られるように最高の呼に

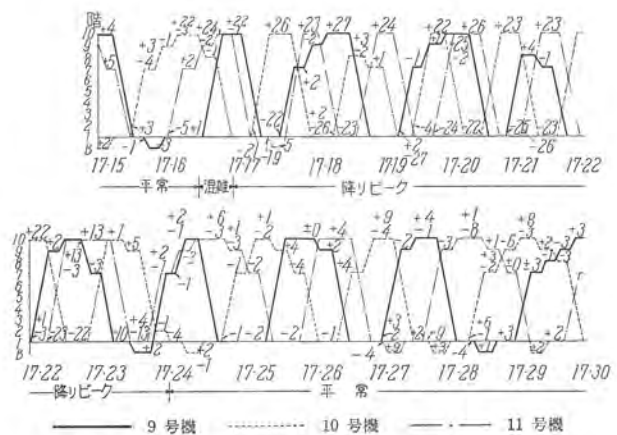


図 6.5 17時15分から17時30分までの運行図
Fig. 6.5 Operating diagram.

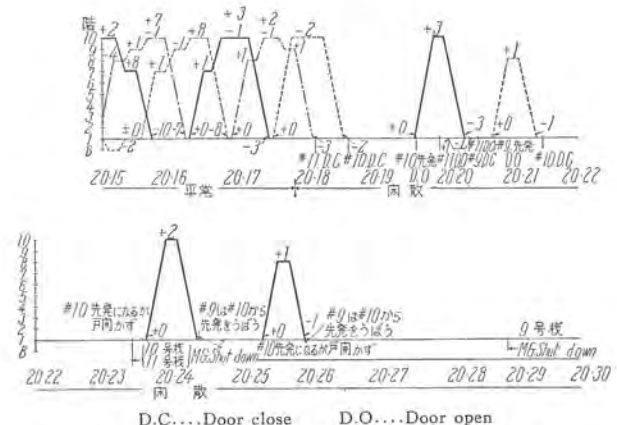


図 6.6 20時15分から20時30分までの運行図
Fig. 6.6 Operating diagram.

答えて下降に移り運行の遅れを取りもどし均等な間隔を保つ。したがって一時的な運行の乱れやかたよりはただちに自動的に修正されるからダンゴ運転は避けることができ、すべての階の待時間を均等にかつ短縮する。出発間隔もほぼ適当と認められるが、5秒程度短縮すればさらにサービスが向上すると推定される。

図6.5は17時15分から17時30分までの15分間の降りピークを主とした運行図である。1階では客が降り終るとただちに出発し上方階に向っている。乗場の昇り呼ならびに地下からの呼に対しては9号機だけが答える。また地下から上昇する場合に1階のカゴ呼あるいは乗場昇り呼がなければ一階を通過し輸送能率を高めていることがわかる。17分から22分までの5分間に3台で10階から248人の客を運んでいる。これは運転手つきエレベータに比べてまさるとも劣らない輸送量である。しかもカゴにはまだかなりの余裕があり輸送能力としては上記値の2倍以上の輸送力を持っている。

名鉄ビルは前述のようにエレベータのサービス階は2階ならびに7~10階であるためにバンクを上層行、下層行に分けることはしていないが、降リピークには10階、あるいは9階で満員になり途中階の客は相当長時間待たされサービスの低下を招くおそれがある。これを救うた



図 6.7 1 階乗場降りピーク（催物終了時）

Fig. 6.7 Down peak on the first floor landing place (after the theater is over).



図 6.8 1 階乗場降りピーク（催物終了時）

Fig. 6.8 Down peak on the first floor landing place (after the theater is over).

めに途中階の乗場降り呼が一定時間継続すると、上層中の先頭のカゴがその呼に応じて反転しサービスの均等化をはかる。図 6.5 の 18 分 50 秒、あるいは 21 分 18 秒にその例が見られる。降りピークの運行はほぼ理想的に行われている。図 6.6 は閑散時の状態を示す。この場合は運転手は乗っていない。1 階にあって先発指定を受けていないカゴは戸を閉じて待機する。先発のカゴは出発条件が整うとただちに出発する。先発は他のカゴに移るが先発の指定を受けたカゴは戸を開いて待機する。1 階に到着後 3 分間呼がなければ先発でない 2 台の電動発電機が自動的に休止する。その後に呼ができれば先発のカゴは出発指令を受けてスタートし先発は他のカゴに移るが電動発電機が休止しているので戸は閉ったままである。呼に答え終ったカゴが 1 階にもどってくるともどって来たカゴに先発が移る。その後 3 分間呼がなかったので 9 号機の電動発電機も自動的に休止しむだな電力消費を防いでいる。

7. 一周時間（1 階の停止時間を含めない）

エレベータが 1 階を出発してから 1 階にもどり戸が開くまでの時間は同一速度のエレベータでもカゴの容量とその時の客の混雑状況や待客の分布あるいは客種などによって非常に異なってくる。図 7.1 はエレベータを利用する客の大部分が名鉄ビルの住人である場合の平常と昇りピークの一週時間の内訳を示す。図 7.2 はエレベータを利用する客のほとんどが観劇に来た人や百貨店あるいは

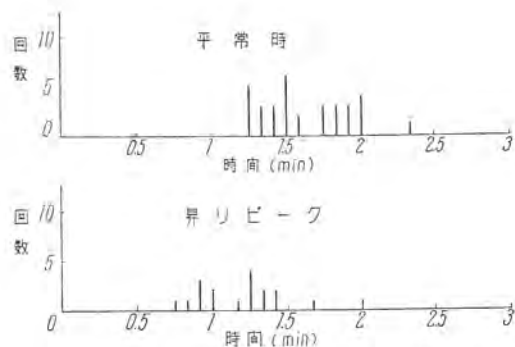


図 7.1 名鉄ビル住人による平常時および昇りピークの場合の一週時間の分布

Fig. 7.1 Distribution of one round trip period of off peak and up peak by Meitetsu Bldg. dwellers.

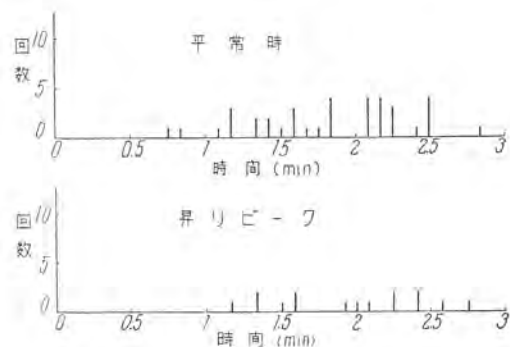


図 7.2 一般大衆客による平常時および昇りピークの場合の一週時間の分布

Fig. 7.2 Distribution one round trip period of off peak and up peak by general public.

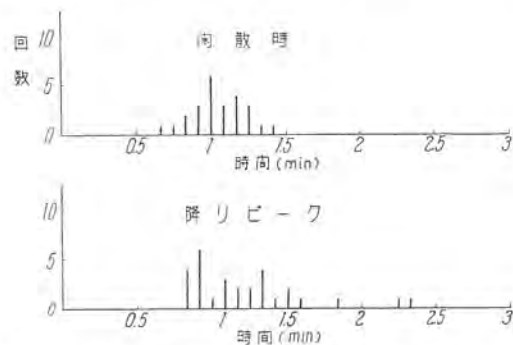


図 7.3 閑散時および降りピークの場合の一週時間の分布

Fig. 7.3 Distribution of one round trip period of off-hour and descending peak.

は食堂などに行く人である場合の平常と昇りピークの一週時間の内訳を示す。一周時間がこのように客種によって異なるのは、百貨店やホールへ行く一般大衆は乗降にとくに時間がかかるためである。昇りピークでは前にも述べたようにホールへ行く一般の客のほか、名鉄ビルの住人による下降や各階相互の交通が重なったために一周時間にとくに長時間を要している。また一周に非常に長い時間を要している場合があるが、これはエレベータが地下へ行った時である。地下乗場は地下街通路に面していてエレベータが地下に呼び寄せられる機会が非常に多い。以上の点だけからいってもエレベータを利用する

表 7.1 バタン別の平均一周時間

バ タ ン	平均一周時間(秒)	備 考
閑 散 時	63	
平 常 時	97	名鉄ビル住人の場合
	109	一般大衆客の #
昇 り ビ ー ク	72	名鉄ビル住人の #
	115	一般大衆客の #
降 り ビ ー ク	74	

客の大部分が事務所に出入する人である場合にはほぼうまく運行されていることがわかり、この方式はとくに事務所専用ビルに好適であることが確認された。

図 7.3 は 22 日の 6 回の実測における閑散時と降りピークの一周時間の内訳を示す。また表 7.1 はバタン別の平均一周時間を示す。

8. 1 階にカゴが 1 台もない時間

1 階からカゴが上方にスタートしてからつぎのカゴが 1 階に停止するまで(地下行のカゴは除く)の時間、いいかえると昇り方向のカゴが 1 階に 1 台もない時間は、平常時の場合には平均 9 秒であり、閑散時にはほとんど 0 秒である。したがって、平常時には 1 階乗場に来た乗客がエレベータを待つ時間は平均 4.5 秒で済み、また閑散時にはほとんど待たずに乗ることができかなり良好なサービスをしていることがわかる。

9. 降りピークの 1 階における停止時間

降りピーク(15 時 57 分～16 時 5 分、および 17 時 17 分～17 時 24 分)においてカゴが 1 階に到着してから出発するまでの時間、すなわちカゴが 1 階に停止している時間は図 9.1 に示すとおりである。また 1 階における平均停止時間は 16.5 秒であって、むだな停止時間はほとんどなく、1 階で客がおり次第上方階に向ってスタートし輸送力を高めていることがわかる。またこの降りピーク中に 1 階でおりた人数は、407 人であり乗り込んだ客は 33 人で計 440 人の客が出入りしている。したがって 1 階における 1 停止ごとの乗降者数は平均 15.2 人である。またカゴに乗客が出入りできる時間は前述の平均停止時間から戸の開閉時間(約 5 秒)を差し引いた時間、すなわち 11.5 秒であるから、客がカゴに出入りするに要する時間は 1 人あたり 0.76 秒である。この値は戸開き中の同じ運転手つきエレベータにくらべて相当短い時間である。これは

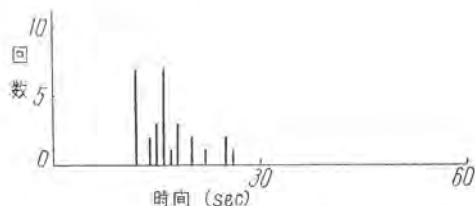


図 9.1 降りピークにおける 1 階の滞留時間
(15 時 57 分～16 時 5 分および 17 時 17 分～17 時 24 分)
Fig. 9.1 Waiting time on the first floor at down peak

表 10.1 9 号機電力消費量の実測

測 定 時 刻	9 号機電力 (kWh)
8.20	0
9.00	3.6
10.00	8.6
11.00	13.4
12.00	18.1
13.00	22.5
14.00	28.2
15.00	32.5
16.00	37.2
17.00	42.2
18.00	47.0

運転手つきエレベータの出発や戸閉めが運転手まかせであり、客もこのことを見越してゆうぜんと出入りするためである。

10. 電力消費

交通需要と全自動群管理運転手なし運転の実測の付随として電力消費をワットアワーメータで測定した。その結果を参考までに表 10.1 および図 10.1 で示す。



図 10.1 電力消費の実測

Fig. 10.1 Measurement of power consumption.

11. 実測結果の総まとめと問題点

11.1 オート セレクトバタン

監督者が手動でバタンを選択する場合には、多くの場合、1 階の交通状況からビル全体の交通需要を推測判断して、バタンを切替えるために時にはきわめて適切なバタンを選ぶが、交通需要からかなりかけはなれたバタンを選ぶこともある。ことに実測当日のように交通需要の変化のはげしい場合には適切にバタンを切替えることはむずかしい。一方オート セレクトバタンはあらゆる交通状況のデータから総合的に判断するために実測結果に示すように交通需要に応じてほぼ理想的にバタンが選択されていることが確認できた。

11.2 全自動群管理運転手なし運転と輸送能力

各バタンともに出発間隔はほぼ満足し得る結果を得た。乗客や待客の分布状態によって一時的なカゴのかたよりや運行の遅れはただちに自動修正され正常に復することはオート セレクトバタン オート方式の最大の特色の一つであり運転手つきエレベータの及ばない点でもある。この実測においては、エレベータを運転手なしで運転できる状態にしておいて、運転手は上方演芸会を見にホー

ルに行く一般の乗客を誘導するために付添としてついていた。運転手には無用に戸開きボタンなどを押さないように要望しておいたが、連れを呼び込もうとする客の頼みや、ビルの顔見知りの人が来るのが見えると戸開ボタンを押して不当にカゴの運行を遅らせることがしばしば見受けられた。運転手が見つからない場合にはこのような人情味には欠けるが、すべて機械の判断、指令によってエレベータは管理され、運転されるので大多数の客に公平なかつ良好なサービスを提供することができ、かつ実際に輸送力が増すことが確認された。またカゴの荷重が80%になれば戸を閉めて出発を促進するので運転手つきにくらべて少しの人しか乗れないのではないかと心配されたが、事實は、ピーク時には定格のほぼ100%近く、最大時には当日の例でも39名も乗る場合があった。しかもビルの住人は出発条件が整うとただちに戸を閉めて出発することを知っているので客の乗降は運転手つきの場合よりも早く、戸閉速度が遅いにもかかわらず輸送能力は運転手つきにくらべていささかも劣らないこともわかった。

この実測の結果、国産第一号機としては、全般的にわれわれの予期以上の好成績を得、この方式が外来者の比較的少ない事務所専用ビルにとくに適しているという実証が得られた。一方、実測の結果、今後改良しなければならぬ多くの点を発見することができ、今後の工事にはこれらの点はすべて改良、対策が施されている。この結果、一周時間は短縮され、カゴの間隔もより適切になり、輸送能率も相当に高まり、よりよいサービスがなされるものと期待している。

またこの方式にトラフィックセンチネル方式を付け加えれば、エレベータが停止ごとに戸を開いている時間が、出入りの人数に比例して変化するので、むだに戸を開いている時間がなくなり、輸送能率ならびにサービスとも一段と向上することができる。

11.3 運転手と調査員の实測結果に及ぼす影響

運転手と調査員3名の計4名がカゴに乗って実測を行ったが、これはカゴの定格容量の12%に相当するが平常と閑散の移行時に若干その影響が見られるが輸送力に余裕があるので大勢にはさほど重要な影響は及ぼしていないものと思う。

11.4 表示装置

もっとも問題になるのは先発灯である。これについてはすえ付当時からわれわれが気にしていたことであるが、実測をしている間にもわれわれの懸念している状態がしばしば見受けられた。それは先発灯がとまっているのに、先発灯が小さすぎるために気がつかないで別のカゴが1階に到着するのを待っていたり、先発灯がすでに他のカゴに移され、あいたカゴがいるのに前のカゴに乗ろうと

して出発をおくらせることが起りやすい。先発灯は1階ならびに上の基準階の待客に乗るべきカゴを示すものであるから、思い切って大きくし乗場のどの位置からも目をひくものでなければ用をなさないことが痛感された。

カゴ内の表示灯が多数あると非常に便利に思われがちであるが、事實は客が乗りやすいまた使いやすいエレベータであるためには、カゴ内の表示灯はほんとうに必要な最少限にとどめるほうが望ましいことがわかった。この点名鉄ビルは成功だったと思う。

先発灯の問題は乗場の意匠と関連があるのでとくに建築計画者のご指導とご協力をお願いする。

11.5 障害ならびに故障

障害の種類によっては自動繰り返しによって障害は自動的に排除され、また安全性についてはとくに十分な対策が施されているので、非常に複雑な装置であるにもかかわらず、異常や故障は幸に非常に少なく、実用運転にはいつてから約11ヵ月を経過した現在までに、(1) 出発時隔を計測するタイマが実用運転にはいつて間もなく急激に時限が延びたこと。これはただちに原因を探究して対策を施してからは現在に至るまで時限の変化はなく安定に動作しており、並行して行った工場試験の結果でも推定寿命は問題なく長くなった。(2) 運転手が管理指令を無視して不当に運行を乱したために警報が出たことが2回。これに対しては現在は運転手なしの状態において、ホールで催物のある場合には運転手を付添として付ける方法をとっている。(3) 乗客が間違って非常停止ボタンを押したことが1回。以上のほかは乗場やカゴ内の表示灯の球切れが故障の全部である。このことから表示は必要最少限にしたほうがよい。以上のようにこの方式は非常に故障が少なくかつ安全性も高いことが実証された。

12. む す び

オート セレクトボタン オート方式の概要とこの方式のエレベータについて名鉄ビルでの実測結果を報告したが、エレベータ設置計画の場合、建築計画者やエレベータ関係者に多少のご参考になれば幸甚の至りである。

終りに名鉄ビル実測にあたって種々ご便宜をはかっていたくださるとともに、われわれに貴重な経験を与えていただいた名古屋鉄道株式会社安達貞嘉顧問、山口裕氏、および関係者の方々ならびに実測にご協力いただいた当社名古屋営業所垣見課長代理、安部技師、名古屋製作所、菱電サービス株式会社の方々に対して深く感謝する。

参 考 文 献

- (1) オート セレクトボタン オート
全自動群管理運転手なしエレベータ 宮城 三菱電機
Vol. 31, No. 11, 1957.

エレベータ塗装とその品質管理

名古屋製作所 森 光 幸 次*

Painting of Elevators and Its Quality Control

Nagoya Works Kōji MORIMITSU

The latest elevators are taken care of their decorative quality as well as their technical function. Their artistic design is carefully made to match the surroundings of buildings. The painting of the car and doors is particularly important to bring about desired effect. The secret of painting consists in to apply the paint, to dry it, and to make the surface smooth. The process involving these three elements are repeated a number of times with careful attention to each step. This calls for strict control based on scientific studies, thus arriving at the final goal of perfect products.

1. ま え が き

最近のエレベータは、高度な制御方式と高速円滑な運転性能を要求されるばかりでなく、斬新であって高級な意匠をもあわせて要求されるようになった。とくに三方わく、乗場戸、カゴ室などは、室内装飾の一環とみなされ、これが形状ならびに塗装には万全の注意が払われている。製品の最終仕上げ工程としての塗装はますます重要性を増してきた。金属の塗装は、これが製品の耐久性付与と美観を目的とするので、塗装を科学的管理のもとにおいて行くと同時に、使用する塗料自体をよく知らなければならない。

2. 被塗物の概要

建物でのエレベータの設置位置は昇降に便利な室の中央あるいは玄関正面、または玄関付近にあるため、これが意匠は建物のデザインに大きな役割をはたしている。近時デザインの近代化に伴い、これらエレベータの、三方わく、乗場の戸、カゴ室などの仕上塗装面は、色彩、模様、平滑性などはむろんのこと、ゆがみのない、いわゆる鏡面光沢を要求されている。



図 2.1 乗場戸および三方わく
Fig. 2.1 Landing place door and three sided frame.



図 2.2 カゴ室
Fig. 2.2 Car.

表 2.1 塗装仕様基準

種 別	振付場所	用 途	塗 装 仕 様
直流エレベータ	大建物 デパート ホテル	乗 用	6 F (最高級)
直流エレベータ 交流エレベータ	小建物 病 院	乗 用	5 F (高級)
交流エレベータ	病院、デパート 小建物	人 貨 用	4 F (普通)
交流エレベータ	倉 庫	貨 物 用	3 F (並)
リフト		厨 房 用	2 F

これら、エレベータ意匠部品の構造はいずれも、板厚 1.6~2.3 mm の高級仕上鋼板を使用し、溶接、あるいはボルトじめにより組み立てられ、その形状は建築物との関係で顧客の要求によることが多い。塗装仕様はエレベータの用途により決定されるが、塗料の種類および塗色は顧客が指定する。塗料は主としてメラミンあるいはラッカ系統が使われるが、用途によっては耐薬品性の場合もある。いずれにしても設置場所、用途および構造などによりこれが仕様を決定しなければならない。表 2.1 は用途による塗装仕様の基準である。

3. 塗料の選択

化学工業の飛躍的な発展は塗料の分野においても種類およびその適用が広範囲にわたり細分化され、とくに合成樹脂塗料のいちじるしい進歩は、つぎつぎに新しい塗料の進出を促してすぐれた性能を示す結果となり、これが塗装効果を最大限に発揮させるには、使用する塗料の化学的組成ならびに性質を十分に把握しなければならない。

エレベータ用塗料としては、つぎのような性質を持ったものが望まれる。

- (1) 塗膜が強く密着性がよいこと。
- (2) 不粘性であること。
- (3) 退色堅牢度がよく安定性のよいこと。
- (4) 耐油性のよいこと (ポマードまたは髪油類)

(5) 作業性がよいこと。

(6) 補修塗りが容易であること。

以上のような性質を比較的満たしたニトロセルローズを主成分としたラッカおよびホルマリンとの縮合物を基体としたメラミン樹脂とを顧客に推奨し使用しているが、要求によってはビニル樹脂、エポキシ樹脂系の塗料を使う場合もある。表 3.1 は比較的多く使用される塗料の性質を示す。

表 3.1 各種塗料の性能

塗料の種類	の塗膜形成	乾燥時間	耐屈曲性	耐腐蝕性	耐熱性	耐油性	耐水性	耐塩性	耐酸性	耐アルカリ性	耐薬品性	作業性	補修性	適用箇所
ラッカ	揮発	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ハイソリッドラッカ	＃	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
メラミン樹脂塗料	重合	0.5	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ブタジエン樹脂塗料	酸化	15	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
エポキシ樹脂塗料	重合	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ビニル樹脂塗料	揮発	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
調合ペイント	酸化	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
油ワニス	＃	10	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：乾燥時間は温度 20℃、湿度 75 % のときの数字を示す。
 ◎—最良 ○—良 △—可 △—やや下可 ×—不良

表 4.1 塗装中間検査チェックシート

検→企→工二→検

品質課長 企画係長 工二課長		作成	
No.			
工程	検査およびチェック項目	+	巡回検査成績
ボンド C	測定時		
	処理温度時間		
	膜厚		
	表面(さび、密着)		
	結晶大きさ(変色カス)		
ブライマ	吹付圧力		
	粘度		
	焼付温度時間		
	膜厚		
	硬度		
パテ	表面(水、油、密着、塗ムラ)		
	焼付温度時間		
	膜厚		
	硬度		
	表面(平面度、ペーパー足)		
ギバテ	水切乾燥		
	吹付圧力		
	粘度		
	焼付温度時間		
	硬度		
サーフェ	水切乾燥		
	吹付圧力		
	粘度		
	焼付温度時間		
	硬度		
トサフ	水切乾燥		
	吹付圧力		
	粘度		
	焼付温度時間		
	硬度		
上塗り	メラミン		
	ラッカ		
	色調色ムラ		
	表面(塗肌、ピンホール)		
	表面(スケーパー足、トギ、肌、ピンホール)		
ミヤ	吹付圧力		
	粘度		
	焼付温度時間		
	膜厚		
	硬度		
リヤ	ラッカ		
	色調色ムラ		
	表面(塗肌、ピンホール)		
	検査月日		
	天候		
室温			
湿度			

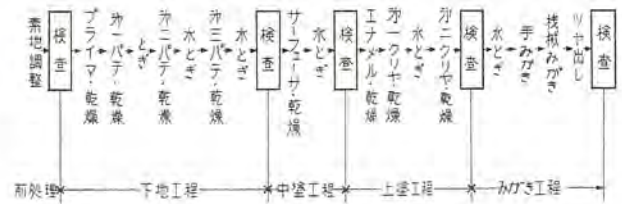


図 4.1 6F 級ラッカ塗装工程

Fig. 4.1 Painting order 6F class lacquer.

表 4.2 塗面の平面度

級別	凹凹の場合(mm)	中凸の場合(mm)
6 F	0.1/600	0.2/600
5 F	＃	＃
4 F	0.2/600	0.4/600

表 4.3 塗膜鉛筆硬度 (完全乾燥後)

ブライマ	パテ	サーフェーサ	エナメル	クリヤ
4~5 H	5~6 H	5~6 H	6 H 以上	6 H 以上

4. 塗装工程

金属表面に安定な塗膜を形成させ、耐食性の向上と、色彩、光沢、平滑性を与えて美化することが塗装の主目的である。エレベータ塗装はとくに表面の平滑度が要求される。高級品では塗面に映る像のゆがみのあるものは不良とされている。平面度を出すために、パテ工程が多くなりがちであるが、これは塗膜の強度を低下させるので、できるだけ少ないほうが望ましい。したがって板金工作の精度を上げ、よい塗膜を得るよう注意が肝要である。塗装工程を大別すると図 4.1 に示すように、前処理および下塗り、中塗り、上塗り、みがきの各工程に分けられる。これらの工程のいずれもが完全であって、はじめて満足した塗膜が得られるのであるから厳密な管理を行わなければならない。

検査は図 4.1 に示すように各工程ごとに中間検査を行うとともに巡回検査によりプロセスチェックを行い、作業指導ならびに不良の早期発見と防止につとめている。

プロセスチェックには表 4.1 に示すチェックシートを使用し、定められた基準にしたがって専任の検査員がチェックし各工程を十分に管理している。

プロセスチェックおよび中間検査における基準のおもなものを示すと、表 4.2、4.3 のとおりである。

4.1 前処理

塗装による外観の美化と腐食を防止するためには連続した塗膜を作らなければならない。塗膜の性能は塗料の耐久性と被塗面への密着性ならびに金属表面の化学的、物理的性質に関係するばかりでなく、塗装前処理にも大きく影響する。

満足な塗装を行うためには化学的な表面処理により、金属表面を十分に洗浄し不純物を除くとともに、適度に荒して塗膜との密着をよくすることが必要である。

塗膜の損傷によるさびの伝播を阻害し、塗膜のふくれを最小限度にとどめ、かつ塗膜の密着をよくするために磷酸塩被膜処理を行っている。

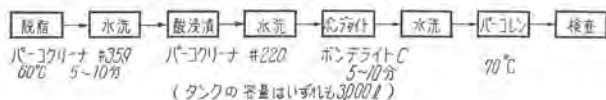


図 4.2 塗装前処理工程

Fig. 4.2 Treatment before coating.

この処理には種々の方法があるが、エレベータ塗装では脱脂洗浄の簡便化のために高温処理のボンデライト C を使用している。図 4.2 はその前処理工程を示す。金属面上に付着している油脂類には鹸化性と不鹸化性があり、これらの油類を除去する方法に溶剤洗浄法、エマルジョン洗浄法、アルカリ洗浄法などがあるが、品物の形状および作業性からアルカリ洗浄法を採用している。さびおよびスケールの除去には、これが作業性とボンデライト液の保守面から磷酸系統のパーコリーナ #220 を使用することにした。

さきにも述べたように磷酸塩被膜処理には、形状と大きさから低温処理が望ましいのであるが、脱脂洗浄の簡便化と塗装までの時間的制限からボンデライト C を採用した。

処理面の状態および液の保守には中間検査ならびにプロセスチェックにより、ポイント測定しこれが維持につとめている。ポイントの変化は液量によって異なるが、7,000dm³ の処理量で約 2 ポイントである。

ボンデライト処理面の状態は細かなめらかなものが良い。粒子の大きさは塗装の密着性に影響するところが大きいから、荒いものは必ずブラッシングを行わなければならない。普通 5~8 ミクロン程度の厚さを標準としている。

4.2 下塗り工程

下塗り工程は大別してプライマとパテ付けとに分けられる。プライマは素地金属との密着と防錆を主目的とし、パテは凹部を埋めて塗面を平滑にするためのものである。エレベータ塗装は塗面の平滑度を極端に要求されるために、パテの厚みが一般の塗装に比べて比較的厚く、したがってパテ工程が多い。このことは板金加工精度を高くとることにより避け得るのであるが、構造、形状などよりむやみに高くとことはできない。

エレベータ塗装に使用するパテは十分な強度と耐熱性をもち、かつ作業性の良い特殊な組成のメラミンパテであり、1 回塗りの厚さは割れ、ふくれなどの原因になりやすいから 0.3 mm 程度にとどめパテ付け回数を増している。表 4.4 はこれが塗装工程を示す。

下塗り工程における膜厚、硬度および平面度は表 4.2、

表 4.4 下塗り工程表

工程順	作業工程	作業内容	6F	5F	4F	3F	2F
1	下塗り	プライマ、乾燥 120℃ 30分	○	○	○	○	○
2	第1パテ	全面パテ(捨いパテ)、焼付	○	○	○	○	○
3	空とぎ	サンドペーパー	○	○	○	○	○
4	第2パテ	全面パテ、焼付	○	○	○	○	○
5	水とぎ	サンドペーパー	○	○	○	○	○
6	第3パテ	全面パテ、焼付	○	○	○	○	○
7	水とぎ	ペーパー	○	○	○	○	○
8	検査		○	○	○	○	○

表 4.5 中塗り工程表

工程順	作業工程	作業内容	6F	5F	4F	3F	2F
1	中塗り	サーフェーサ塗り	○	○	○	○	○
2	焼付	120℃ 30分	○	○	○	○	○
3	水とぎ	ペーパー	○	○	○	○	○

表 4.6 上塗り工程表 (メラミン)

工程順	作業工程	作業内容	6F	5F	4F	3F	2F
1	上塗り	メラミンエナメル	○	○	○	○	○
2	焼付	120℃ 30分	○	○	○	○	○
3	水とぎ	ペーパー	○	○	○	○	○
4	仕上塗り	メラミンシリヤ	○	○	○	○	○
5	焼付	120℃ 30分	○	○	○	○	○

表 4.7 上塗り工程表 (ラッカ)

工程順	作業工程	作業内容	6F	5F	4F	3F	2F
1	上塗り	ラッカエナメル	○	○	○	○	○
2	乾燥	強制乾燥または自然乾燥	○	○	○	○	○
3	塗り	ラッカシリヤ	○	○	○	○	○
4	乾燥	強制乾燥または自然乾燥	○	○	○	○	○
5	水とぎ	ペーパー	○	○	○	○	○
6	仕上塗り	ラッカシリヤ	○	○	○	○	○
7	焼付	強制乾燥 50℃ 5時間	○	○	○	○	○

4.3 の基準に従う。中間検査はこれらをチェックするとともに割れ、ふくれ、ごみ、ピンホールなどの有無を調べる。ペーパー傷の深いものは修正を要する。

4.3 中塗り工程

パテ工程における塗面の微細な凹凸を修正し、上塗り塗膜の表面粗度を細かくかつ密着を良くするために、サーフェーサ塗装を行う。塗料の組成も幾分樹脂分の多いものを使用している。

エレベータの標準塗装工程は、中塗りまでは主としてメラミン樹脂塗料を使用し、上塗りは客先の要求に従ってメラミンあるいはラッカを選択して使用している。塗装工程を表示すれば表 4.5 のようになる。

中塗りはそれ自体特別むずかしいものではないが、つぎのような点に注意が払われている。

- (1) 塗膜の割れ、ふくれ、はがれ、ごみやペーパー目のないことはもちろん、とくに水とぎにおけるサフ切れ(スケ)や巣穴があると上塗り後に、ピンホールや肌むらの原因となりやすいから十分な点検を行わなければならない。
- (2) 水とぎ後の水分が残っていると、上塗り塗膜に種々の欠陥を生ずるので水切乾燥を十分に行うこと。
- (3) 硬度が十分であること (5H の鉛筆で傷がつかない程度)

4.4 上塗り工程

最終みがき後における表面粗度は塗膜の塗肌の良否に影響するところが大きい。このことはとりもなおさず吹付作業の巧拙によるものであるから作業者の注意はもちろんのこと、ふだんの管理が問題となってくる。

塗料の吹き付けに対する諸条件は、塗料の濃度、吹付圧力、距離、速度、角度、スプレーガンの口径などで、これらがそれぞれ正しく操作されてはじめて満足な塗面が得られるのである。

メラミン塗装における吹付作業条件は次のとおりである。

スプレーガン（ビックス製） 口径 1.7 mm
 吹付圧力 4~4.5 (kg/cm²)
 吹付距離 200~300 (mm)
 塗料のコンシステンシ (20°C)
 13~18 (フォードカップ)

図 4.3 から知れるように塗料のコンシステンシは温度によって大きく変化するから、濃度を均一にするためこれが調合は 20°C の恒温室内で行っている。また吹き付け時の塗料の温度もできるだけ一定となるよう注意し管理されている。

つぎに塗膜硬度であるが、これは塗料により左右される場合と乾燥による場合とがある。したがって正しい乾燥条件をつねに維持することは絶対に必要である。塗料の加熱乾燥には、或る程度の許容範囲は認められているが、加熱温度、時間にはなほだしい変化があったり、炉内の温度分布の差が大きいとつぎのような欠陥が生じやすい。

乾燥過度

- (1) 塗膜がもろくなりはげやすくなる。
- (2) 塗装後しばらくすると剥離する。
- (3) 変色する。
- (4) 光沢がなくなる。
- (5) 塗膜の弾性が失われ割れやすくなる。

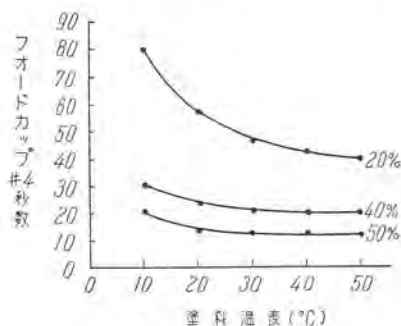


図 4.3 温度による粘度変化。メラミン樹脂塗料の例
 (% は塗料 100 に対する加えたシenn の量)
 Fig. 4.3 Change of viscosity depending on density.

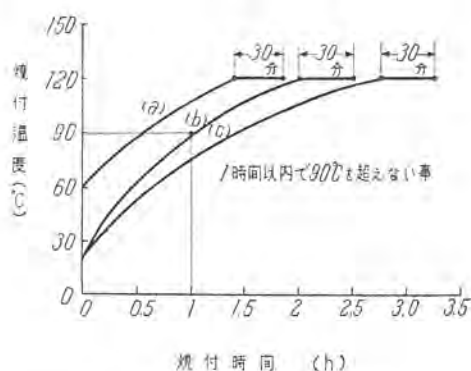


図 4.4 メラミン焼付温度曲線
 Fig. 4.4 Curves for melamine baking temperature

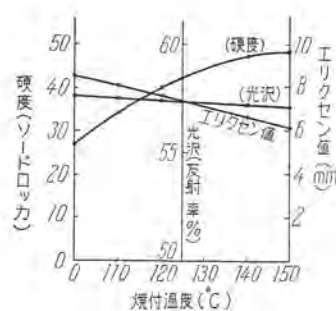


図 4.5 メラミンエナメル
 の焼付温度と物理的
 性質の関係
 Fig. 4.5 Relation between
 the baking temperature of melamine enamel and physical property.

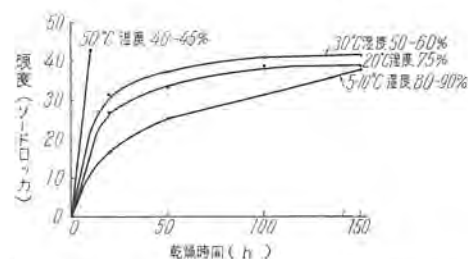


図 4.6 各種乾燥条件によるラッカ塗膜の硬度と乾燥時間の関係 (備考 塗膜構成 プライマ+パテ+サーフェーサ+エナメル+クリヤ 合計膜厚 0.8 mm)
 Fig. 4.6 Relation between the hardness of lacquer film under varied condition and drying time.

乾燥不足

- (1) 光沢が悪い。
- (2) 硬度が低い。
- (3) 上に塗った塗料の溶剤が下の塗膜を侵し塗面が悪くなる。
- (4) 耐湿性が劣りブリストが生じる。

このように塗膜の乾燥の不適當な場合にはいろいろの事故の原因となるから、厳密な温度管理が必要である。図 4.4 はメラミン樹脂塗料を使用した場合の乾燥温度とこれが条件を示したものである。

一般にメラミン樹脂塗料は焼付条件によって、物理的、機械的、性質が異なってくる。

図 4.4 において、(a) のように一度加熱された炉を使用するような場合と、(c) のように熱源が小さいような場合とでは明らかに異なった値を示す。

とくに乗場戸やカゴ室のように大きな平面を有するものでは変ってくる。

現在行っている管理方法は予備乾燥方式を取り入れた (b) のものである。

(b) において規定焼付温度だけを変えたときの塗膜の物理的性質を示したのが、図 4.5 である。

つぎにラッカの乾燥過程を調べると、図 4.6 のようになる。

自然乾燥の場合塗膜の形成が完了するのは、20°C の場合 100 時間 30°C の付近で 90 時間は最小必要である。

実際作業は作業工程上から低温で強制乾燥を行い、作業能率を上げている。

この場合 60°C 以上になると変色のおそれがあるから注意を要する。

つぎに塗装作業において比較的なおざりにされがちな



Fig. 4.7 Arrangement of omite met and oil.

表 4.8 メラミンみがき工程

工程順	作業工程	6F	5F	4F	3F	2F
1	全面修正			□		
2	段とぎ	○	○			
3	手みがき	○	○			
4	サンダみがき	○	○	○		
5	羊毛羽布みがき	○		□		
6	つや出し	○				

表 4.9 ラックみかき工程

工程順	作業工程	6F	5F	4F	3F	2F
1	水とぎ	○		○		
2	手みがき	○	○	○		
3	ザンダみがき	○	○	○		
4	羊毛羽布みがき	○	○			
5	つや出し	○	○			

ものは吹付用エアである。エアに水、油が混入すると塗面にハジキその他の欠陥を生ずるから空気配管にこれらの除去装置を設けることが望ましい。エレベータ塗装には図 4.7 に示すものを装置している。

最後に上塗工程の検査であるが塗面の状態は平滑で塗肌は細かく、色調は指定されたものと合致しなければならない。メラミン塗装については、焼付によって変色したり、あるいは部品相互の間に差が生ずることがあるから、必ず組合わせてチェックしなければならない。

色調の検査はできるだけ明るい光線の下で行うが、直射光線や白色電球、蛍光灯は避けたほうがよい。

4.5 みがき工程

みがき工程は塗装作業の最終工程で、塗装のできばえを直接左右するものであるから細心の注意が必要である。エレベータ塗装のように鏡面光沢を要求されるものでは必然的にみがき作業が多く、したがってこれが研磨剤の選択と作業には苦心が払われている。

工程順序を示すと表4.8と4.9のようである.

5. 塗裝完成品検査

塗装の外観検査は機械加工のように、その良否を測定器具で数字にあらわすことができず、検査員の主観と天候、時刻、照明具合などの客観状態に左右されがちである。

完成品の検査は主として外観検査で、塗膜の強度を直接調べることは困難であり、わずかに外観を通じてその欠陥を推察することができるだけである。エレベータ塗装のように複雑な工程をもつものについては、各工程におけるチェックはむろんのこと作業管理を十分に行うことにより完成品検査の完璧が期せられるのである。つぎに検査員であるが、同一人が長期にわたり検査を続けると、判定の基準が知らず知らずのうちに高くなり、変わってくる恐れがあるので 2F~6F までの標準を作り、と

表 5.1 塗裝採點基準

仕上程度 欠陥項目	6F	5F	4F	3F	2F
映像のゆがみ	1	2	4	6	10
ユズ肌	0	0	1	7	8
みがき肌	1	2	4	10	10
傷	1	2	3	4	5
色スケ	0	1	1	2	3
ピンホール	1	1	2	3	5
光 沢	1	2	4	6	9
ペーパー傷	0	1	2	10	10
バツ傷	2	2	4	10	10
ふくれ	0	0	0	0	0
開れ、はがれ	0	0	0	0	0
その他外觀上の欠陥	1	2	4	5	8
合 計	5	10	20	45	60

表中の項目ごとの点数および合計点数のいずれもこえてはならない。たとえば 5F 級では項目ごとでは映像のみがみ、みがき肌などは 2 以下であり、合計が 10 以下のものであれば合格とする。

表 5.2 エレベータ意匠部品塗装検査採点表

工事 番号	偶数	納期	塗装 場所	検印
注文先	訪手	塗料 番号	検査者	
品名	機種		日付	

検査は日本と照合して欠陥の程度により1~10の間にて採点する。総合点数および個別点数の最大は下記のごとくとしこの点数のいずれかこえたときは不良とす

[illegible]

きどき照し合わせ規正させている。

5.1 外觀檢查

さきにも述べたように外観の判定は検査する人の主観がはいりやすく、したがって判定はなかなか困難であるからできるだけ客観的に、また計数的に結果を表わすことのできる検査を目的とし、つぎに述べるような採点式検査方法を採用している。この方法は完全とはいえないまでも、前に述べた目的に相当近づいたものであり、また少ない経験によって確実にかつ簡単に検査できるので、この検査方法を採用し実施している。採点方法は表 5.1 に示す検査項目について、欠陥のないものを 0 とし、もっとも多いものを 10 とし、採点する。

判定基準は各項目の許容点以内であり、かつ各項目の合計点以下であれば合格とする。採点にあたっては、あらかじめ用意された各級（2F～6F）の塗装見本と比較対照して行うとともに、表5.2に示す様式の採点用紙に記入する。表5.1はこれが判定基準を示す。

5.2 色調検査

色調検査は上塗工程終了後に行っているはかりでなく、塗料購入時にも十分に調べてあるから、本質的な違いは生じ得ないのであるが、ややもするとクリア層の厚さにより異なってくる場合があり、またメラミン塗装では焼付温度により色調が変わってくることもあるから、カゴ室では必ず部品を組み合わせて相互の差異を調べるこ

とが大切である。扉は2枚あるいは3枚を組にして取り付けられるから、色調検査も必ず対になるよう並べて行う。なおこの検査を行う際は、照明採光に十分の注意を払わねばならない。さきにも述べたように直射光線や、白色電球、蛍光灯下では色調の差が不明確の場合があるから、なるべく避けたほうが良い。

5.3 製品別検査要領

エレベータ塗装のできばえは、意匠的な観点により左右される場合が多いので、全面を同一仕上基準とする必要もない。すなわち人目につきやすいところは美しく仕上げ、そうでない箇所は仕上程度を一級下げてより効果を上げていく。これが基準を示す次のとおりである。

- a 部： 規定の級別の仕上りを要求する。
- b 部： 規定の級別の仕上りとするが若干の欠陥を認める。6F~5F については級を一級下げる程度とする。
- c 部： 規定級別の 4F~3F の仕上り程度でよい。
- d 部： 規定級別の 2F の仕上り程度でよい。

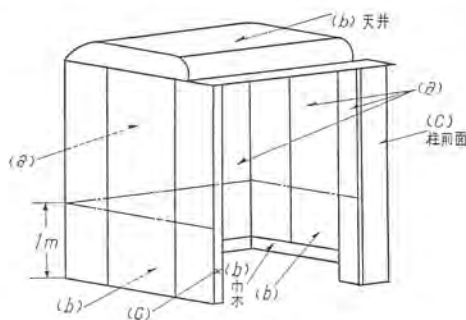


図 5.1 カゴ仕上基準

遮光板=4F, 正面壁は全面 (a) とする 指定外の部分は (d) とする。

Fig. 5.1 Car finishing standard.

図 5.2 乗場戸仕上基準

Fig. 5.2 Car door finishing standard.

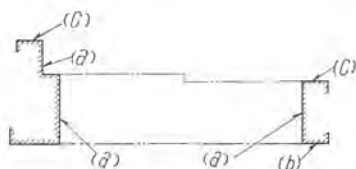
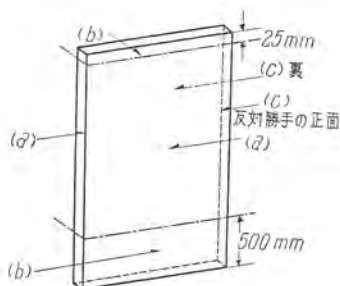


図 5.3 三方わく仕上基準

Fig. 5.3 Three sided frame finishing standard.

5.4 完成塗膜の強度

完成塗膜の強度は塗膜を構成している各塗料の性質と、相互の適合性によってきまるもので、エレベータ塗装は前述のように表面の平滑性の要求度が高いため、パテの厚みが一般塗装に比べて厚く、したがって塗膜の脆性については若干の低下は避けられない。

エレベータ塗装とその品質管理・森光

表 5.3 完成塗膜強度

項目	試験要領	塗料	6F	5F	4F	3F	2F
硬 度	ゾードロックによる硬度	メラミン	35~45	35~45	35~45	45~55	45~55
		ラ ッ カ	30~40	30~40	30~40	40~50	40~50
打 撃	デュボン打撃試験機先端 6R 荷重 500gr	メラミン	200H	200H	200H	400H	400H
		ラ ッ カ	400H	400H	400H	500H	500H
付着分	ケガキ針による着目試験 (mm 平方)	メラミン	3	2	2	1	1
		ラ ッ カ	3	2	2	1	1
摩 耗	ピアノ線による摩耗 (0.1 mm 摩耗)	メラミン	3000回	3000回	3000回	2000回	2000回
		ラ ッ カ	2000回	2000回	2000回	1000回	1000回
屈 曲	屈曲試験器	メラミン	—	—	—	10φ	10φ
		ラ ッ カ	—	—	—	6φ	6φ

試験片素地はいずれも高級仕上鋼板 1.2t, 試験は温度 20°C, 湿度 75% において行った。

実験により求めた完成塗膜の機械的強度を標準とし、製品といっしょに作成した試験片により完成塗膜の強度を推定している。表 5.3 はこれが試験結果の一例である。

6. 塗料の試験

エレベータ用塗料として具備すべき性質については、塗料の選択の項で述べたが、これらの性質の有無を購入時において調べることは、塗装の前後に生じる欠陥を防止する上からも重要なことである。塗装の良否を調べるためには、塗膜を損傷しないで、塗膜の性状を調べることを理想とするが、すべての性能を検討することは容易でない。しかしながら塗料の性質を知ることにより或る程度の範囲が可能である。塗料の試験は、すべて JIS に準拠して行うが、その試験項目については使用目的に適合したものだけに留める。表 6.1 はエレベータ用塗料の試験項目とこれの装置の概要である。また塗料の一般的特性から試験条件を一定とする必要があるため、JIS にも指定されてある室温 20°C 湿度 75% の恒温恒湿の試

表 6.1 塗料の試験と装置

区分	試験項目	下 地 塗 料					器具ならびに装置
		プライマ	パテ	サーフエーサル	エナメル	クリヤ	
作業性試験	流動性	○	◎	○	○	○	ガードナ流動度計
	伸縮性	○	○	○	○	○	
	乾燥性	○	○	○	○	○	塗料乾燥時間測定器
	研摩性	○	◎	◎	◎	◎	
	粘度、稠度	○	○	○	◎	◎	フォードカップ No. 4, B 形粘度計
物理的試験	隠蔽力	○	○	◎	◎	◎	クリプトメータ
	衝撃	○	○	○	◎	◎	デュボン打撃試験器
	屈曲	○	○	○	○	○	屈曲試験器
	エリクセン	○	○	○	◎	◎	エリクセンテスト
	硬度	○	○	○	◎	◎	ゾードロック, ワークスチール硬度計, 引張硬度計
化学的試験	描画試験	◎	◎	○	○	○	描画試験器
	摩擦	○	○	○	○	○	摩擦試験機
	抗張力	○	○	○	○	○	ショッパ形引張試験機
その他	耐酸	○	○	◎	◎	◎	
	耐アルカリ	○	○	◎	◎	◎	
	耐水	○	○	◎	◎	◎	
	耐油	○	○	◎	◎	◎	
	耐溶剤	◎	○	○	○	○	
その他	色調	○	○	○	◎	◎	グロスメータ, 標準光源
	白化、クモリ	○	○	○	○	○	グロスメータ
	ピンホール	○	○	○	○	○	ピンホールテスト
	色 褪	○	○	○	○	○	フェードメータ

◎ 印はとくに重要なものを示す

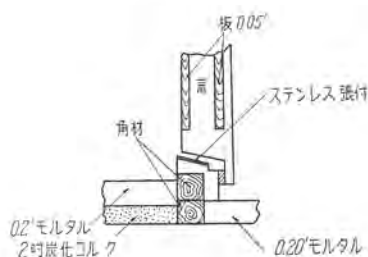
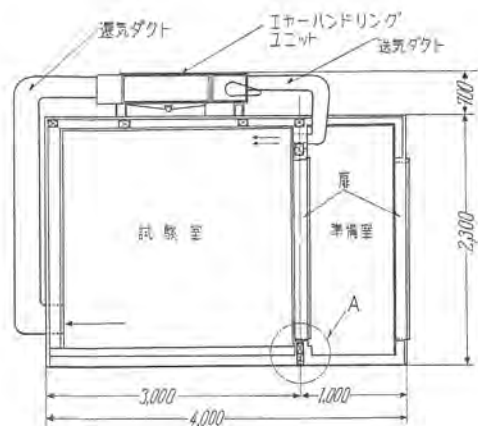


図 6.1 塗料試験室 (A 部詳細)
Fig. 6.1 Paint laboratory.

験室で行う。図 6.1 はこれの概略を示す。試験片の膜厚は試験結果に大きな影響を及ぼすのでできるだけ正確で、バラつきの少ないものでなければならない。通常つぎの基準で行っている。

クリヤ	$30 \mu \pm 5 \mu$
エナメル	"
サーフェーリ	"
ブライマ	"
パテ	$200 \mu \pm 20 \mu$

色調はエレベータ用塗料では重要な項目の一つであ

表 6.2 マンセル表示に対する許容誤差

項 目	級 別	6 F	5 F	4 F	3 F	2 F
明 彩 色	度	± 0.02	± 0.02	± 0.03	± 0.05	± 0.05
	度	± 0.01	± 0.2	± 0.3	± 0.3	± 0.3
	相	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.3	± 0.3

る。色採調節が行われるようになってから、塗料の色を指定するのに、マンセル表色系に基く記号が用いられるようになったが、エレベータでは色または模様構成が複雑なため顧客に承認された色見本で処理し記号は用いない。塗料で色を合わすということは簡単なようであってなかなかむずかしいことである。色彩学のかなり発達した現在でも、調色という仕事は相当に骨の折れる仕事で、したがってこれが受入試験も細心の注意が必要である。色調の試験は標準光源の下で塗色の照合を基本として行うが、必要に応じ精密形グロスメータによって色の測定を行っている。マンセル表示に対し現在許容している誤差を、或る色系を例にとって示せば表 6.2 のようである。

7. む す び

塗装とは塗ること、乾燥すること、平滑面にすることの三つの要素の作業を何回か組み合わせて繰り返していく仕事である。したがってどの作業も一つ一つがみな正確に積み重ねられてゆかなければならない。最後の外観だけをうまく見せようというような科学性を無視した作業であってはならない。そのためには作業管理を十分にを行い作業を標準化してゆくことである。エレベータ塗装は塗装技術だけでは解決できない幾多の問題が残されているので、板金加工技術と併行してパテ工程を極力減らし品質の向上、能率の増進、コストの低減を目標に進んでいるものである。

最近の三菱エレベータの標準とその適用

名古屋製作所 宮 城 晃*・外 野 範 吾*・白 村 義 郎*

The Standard of the Latest Mitsubishi Elevators and Their Application

Nagoya Works Akira MIYAGI・Hango SOTONO・Yoshirō HAKUMURA

Elevators are indispensable elements to govern the economic value of buildings and their proper selection has a great bearing on success in their management. With its profound experience Mitsubishi has earned a wide recognition as a most dependable builder of their apparatus. Establishing a standard system so as to be adaptable to any building, the company has been contributing to the world in the most efficient installation of elevators. To accomplish this aim thorough information regarding the traffic requirements as well as the details of buildings is to be provided to engineers.

1. ま え が き

建物の中の縦の交通の大半を受け持つエレベータ設備の適不適はその建物の経済性を大きく左右する要素となっている。三菱電機では安全で、経済的で、信頼度が高く、高能率で、しかも外観が周囲と良く調和するようなエレベータを設置願うために、長年の経験とたゆみない研究改良に基き以下に述べるようにあらゆる建物に適用できるような標準方式を設定し、推奨している次第である。

今日の乗用エレベータはそのエレベータが使用される目的により一般用（事務所、ホテル、一般産業用建物などに適用できる）、百貨店客用、アパート用、病院（寝台車）用の4種類に大別され、別に人貨用と貨物用がある。

しかしながら適切なエレベータを選択するにはまず実際の建物について建物の種類と位置、階高、階数、予想される交通の量と性質などについて慎重な研究をする必要がある。この方法によって初めてその建物にもっとも適するエレベータの大きさ、方式、台数ならびに設備位置を決めることができる。

2. 最近の三菱エレベータ標準方式

2.1 駆動と着床の方式

(1) 交流エレベータ

ウォーム歯車付巻上機を誘導電動機で駆動する方式で、設置に要する費用が低廉なことが特長で速度 60 m/min 以下、使用頻度が中程度以下のエレベータに使用される。

三菱の交流エレベータの制御電源にはセレン整流器による直流を採用し、継電器類はすべて小形の高級継電器を採用しているので動作が確実で信頼度が高く、複雑な自動操作も安心して採用できる。交流エレベータでは、従来主接触の保守に手がかかる欠点があったが接触器を根本的に改良した結果接触子の寿命が長くなり、保守が

容易となった。

a. 交流一段速度

単速度のカゴ形誘導電動機を使用し、乗用では速度 30 m/min 以下、貨物用では速度 20 m/min 以下に使用され、最も簡単で安価である。一段速度で単純な自動着床のままでは着床誤差が大きくなるので直流電磁制動機を負荷の大きさに応じて制御する EBS 方式を開発した。この方式は従来の一段速度の床合せ方式に比べて乗客が出入の際につまづく恐れが少なく、制動機、接触器などの動作回数が減り保守が容易となり、電力消費が少なくなり、電動機の溫度上昇が下がる。また着床誤差が小さくなるので乗場の戸を、カゴの戸と連動して電動で開閉することが容易となるなどの利点があるので、乗用運転手なしエレベータの標準方式として推奨する。

われわれは EBS 方式の採用によりローコストの自動エレベータの実用範囲が拡大するものと期待している。

なお車運搬を主とする貨物エレベータでは従来どおりインチングボタン付を標準として推奨する。

b. 交流二段速度

速度比が 4:1 の二段速度誘導電動機を使用する方式で速度 60 m/min、起動頻度 180 ~ 240 回/時までに適用され、交流一段速度について廉価である。電動機の特性が改善され、制御装置、とくに床合せ装置が改良された結果乗心地と着床精度が

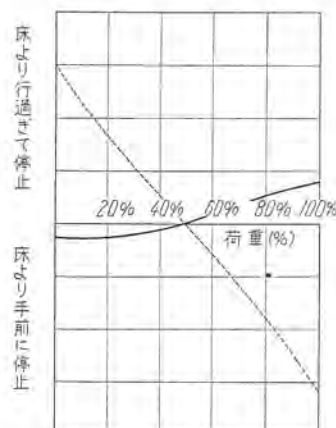


図 2.1 交流一段EBS方式の着床誤差

— EBS方式 ——— 従来の自動着床

Fig. 2.1 Landing errors of AC one speed type EBS system.

* 技術部



図 2.2 交流二段速度エレベータ用巻上機
Fig. 2.2 AC two speeds elevator traction machine.

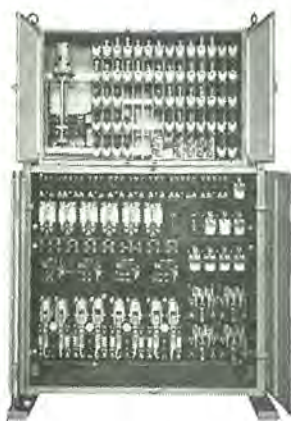


図 2.3 交流二段速度エレベータ用総制御盤
Fig. 2.3 Unit control panel for AC two speeds elevator.

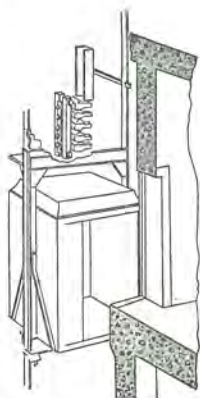


図 2.4(a) LI 形多段誘導
継電器と誘導板
Fig. 2.4(a) Type LI multi-
step inductor relay and
inductor plate.



図 2.4(b) LI 形多段誘導
継電器
Fig. 2.4(b) Type LI multi-
step inductor relay.



図 2.4(c) SI 形誘導継電器
Fig. 2.4(c) Type SI induc-
tor relay.

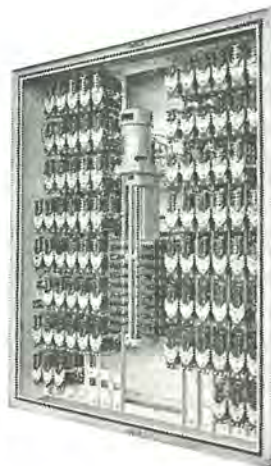


図 2.4(d) KN 形セレクト
Fig. 2.4(d) Type KN
selector.

向上し、床から床までの時間が短縮し、旧式の変圧エレベータと大差のない程度まで進歩した。

(2) 可変電圧エレベータ

可変電圧エレベータは、各個に電動発電機を設け、速度制御に発電機の界磁制御と、巻上電動機の界磁制御を併用する、いわゆる「ワードレオナード」方式で、三菱独特の電氣的セレクトと誘導継電器による多段制御によって加速、減速は負荷の変動にかかわらず、一定の理想的曲線に従って円滑、かつ迅速に行われ、乗心地が快適で、着床が正確であるうえに、輸送能率が高く電力消費量が少なく、保守が容易なことなどの特長があり、高速度だけでなく、中速度、低速度の高級エレベータにも使用する。

誘導継電器は停止中も動作状態にあって、乗客の出入によって綱が伸縮し、床が狂った場合にも、自動的に床を補正することができる。

a. 可変電圧歯車つきエレベータ

可変電圧歯車付エレベータは、駆動にウォーム歯車付巻上機と直流電動機を使用するもので、速度は 45~105 m/min の範囲に使用する。

b. 可変電圧歯車なしエレベータ

可変電圧歯車なしエレベータは巻上げに直流電動機の軸に直接綱車を設けた、いわゆる歯車なし巻上機を使用するもので歯車がないために、運転はもっとも円滑、静粛ではげしい使用に耐え、かつ、保守が簡単で能率が高く、速度 105 m/min 以上の高速度エレベータに使用する。

三菱ロート・トロール制御歯車なしエレベータは、ロート・トロールによる閉ループ制御を採用し、これに三菱独得の研究と考案を加え、歯車なしエレベータの乗心地と輸送能率と安全度をさらに向上した最高級の方式で、つぎにその特長を述べる。

(i) ロート・トロールは、いわゆる回転形増巾機の一つで主発電機界磁に対し、ブリッジ接続されており、つねに巻上電動機速度、あるいは電流をその基準値と比較してそのわずかの差を増巾し急速、かつ安定に修正する。

(ii) 起動に先だちはかり装置によって負荷の不均衡回転力と電動機回転力がつりあうから、動き出しが負荷のいかににかかわらず円滑かつ迅速である。

(iii) 走行中のエレベータの速度は、電氣的セレクトと誘導継電器で与えられる各階停止、1 階飛び、2 階飛びなどの各理想速度曲線に従って、強制的に制御されるから乗心地がよく、しかも最短時間で走行する。

(iv) 電氣的にほとんど停止したあとに、電磁制動機をゆっくりとかけるから、停止の瞬間がほとんどわからないほど理想的に停止する。しかも十分強力な機械的制動力がかけられるから従来の歯車なしエレベータに比べ、過負荷に対する安全性はるかに増大した。

(v) 着床が迅速、かつ、正確だから戸開きを着床運動と理想的に同期することができる。したがって乗客がつまづくおそれがなく、安全で、しかも能率的である。

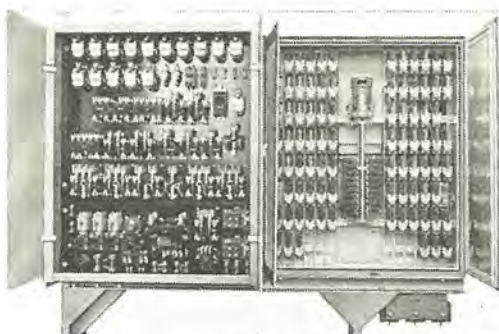


図 2.5 可変電圧歯車つきエレベータ用総制御盤
Fig. 2.5 Unit control panel for DC variable voltage geared elevator.

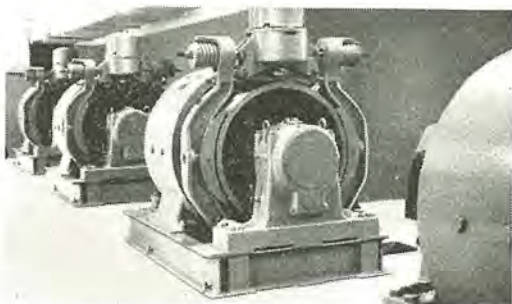


図 2.6 可変電圧歯車なし巻上機
Fig. 2.6 Variable voltage gearless machine.

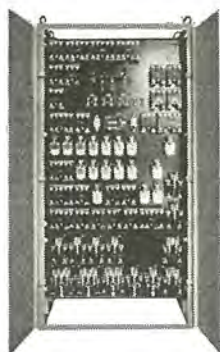


図 2.7 可変電圧歯車なしエレベータ制御盤
Fig. 2.7 Control panel for DC variable voltage gearless elevator.

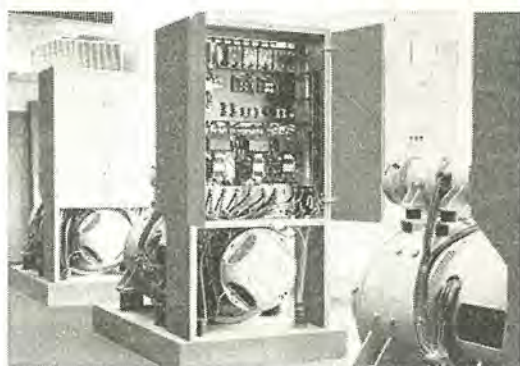


図 2.8 可変電圧歯車なしエレベータ起動盤
Fig. 2.8 Variable voltage gearless elevator starting panel.

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

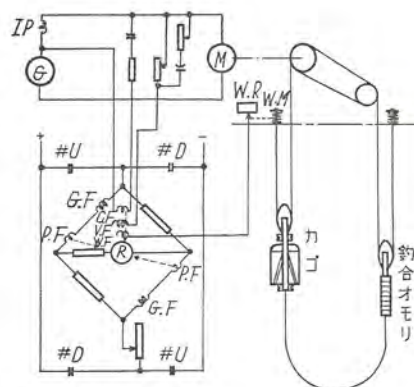


図 2.9 ロート・トロール制御装置原理図
Fig. 2.9 Schematic of variable voltage Rototrol equipment.

(vi) 輸送能力が従来の方式に比べ、6~20% 向上した。

(vii) ロート・トロールは、とくにヒステリシスループの巾の小さいハイパロイ製で、電源電圧、および周波数の変動にかかわらず同調が保たれるよう計画されている。また整流が良いので保守に手がかからない。

2.2 乗用、人貨用エレベータの操作と群管理の方式

(1) つねに運転手がつくエレベータ

a. カースイッチ 交流一段

もっとも簡単な方式でカースイッチで運転する。カースイッチを停止の位置にもどすとただちに減速し停止する。床が1度で合わないときはふたたび起動して床を合わせた後に手で戸を開く。信号装置としてフラッシュライト形呼かけ知らせを設ける。(ただし停止階が2個所の場合はブザーだけ)

b. カースイッチ自動着床 交流二段、可変電圧

中速度までの運転手付のエレベータとしてもっとも一般的な方式である。

カースイッチを運転方向に回すことによりカゴの戸と乗場の戸が同時に閉る、戸が閉って錠がかかるとカゴは起動する。

目的階の1階手前付近でカースイッチを停止の位置にもどすと、一定位置から減速し、目的階に自動的に着床し戸が開く。したがって減速ならびに着床は運転手の技術に無関係で運転が容易である。

信号装置はフラッシュライト形呼かけ知らせとブザーを設ける。

2台以上バンクの場合には他機方向知らせを要求に応じて設ける。他機方向知らせによりいわゆるダンゴ運転が避けられる。

c. シグナルまたはスーパーシグナル操作 可変電圧

シグナル操作は高速度の運転手付エレベータの基本的操作方式で、交通量の多いエレベータに適し通常上下の基準階の間を間断なく流し運転し、カゴ内行先ボタンとバンクに共通な乗場ボタンの押されている階に順次自動的に停止して行く。

運転手は乗客の行先をカゴ内行先ボタンに登録する。



図 2.10 カースイッチ
Fig. 2.10 Car switch.



図 2.11 呼かけ知らせ盤
Fig. 2.11 Annunciator panel.

行先ボタンは電磁ボタンで、軽く押すと引込んだ位置にとどまり登録されたことがはっきりわかる。なんらかの理由で登録を取消したい場合には引きもどせば各個に取消しができる。

運転手が乗客の行先を登録したのち運転バーを押し下げると、カゴの戸と乗場の戸が閉じ、戸が閉って錠がかかるとカゴは起動し、行先ボタンの押されている階に自動的に減速着床し戸が開く。

中間階には昇ボタンと降ボタンの2個を備えた乗場ボタンがあり、最上階最下階の乗場ボタンには1個のボタンがある。

乗場の待客は乗場ボタンの自分の行きたい方向のボタンを押す。乗場ボタンが応答ボタンであれば押すと同時にボタン自身が輝き呼が登録されたことを示す。間もなく指定運転方向で最初にその階へ接近したカゴが停止し戸が開く。以上の動作はなんら運転手の操作を必要としない。乗場の呼に答えて最初のカゴが減速を開始すると乗場の呼を自動的に打消し後続のカゴが無駄に停止するのを防ぐ。カゴが満員になった場合には運転手は「Pass」ボタンを押す。「Pass」ボタンを押すと乗場の呼は後続

のカゴにゆずられるが、カゴが停止して乗客が降りると通過継電器が自動復帰するから乗客を乗せる余裕があるのに通過するようなことが避けられる。

上昇中のカゴは通常上端階に達し自動的に下降に移るが、「H. C. R.」ボタン（最高呼反転ボタン）を押しておけば最高の呼に答えた後自動的に運転方向が反転し下降に移る。朝

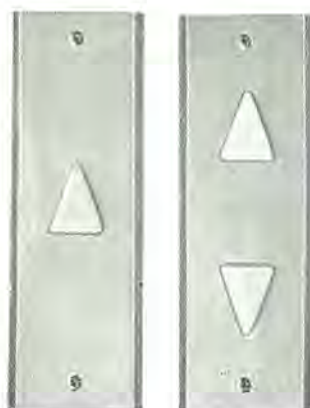


図 2.12 応答ボタン
Fig. 2.12 Pushbutton fixture of indicating type.

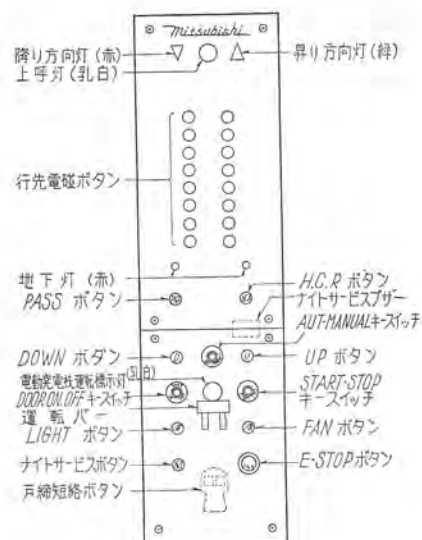


図 2.13 シグナルカゴ操作盤
Fig. 2.13 Signal car operating station.

のラッシュ時などに「H. C. R.」ボタンを押しておくが無駄に上端階まで行くことが防がれ輸送力が増大する。

下降中のカゴは通常1階で自動的に上昇に切り替る。以上のように運転方向の反転は自動的であるがなんらかの都合で運転方向を変えたい場合には「U」（上）ボタンまたは「D」（下）ボタンを押して強制的に反転する。

地下から呼のあった場合には地下呼灯が点ずるから1階で運転手が「D」ボタンを押すと地下まで運転する。下降中に乗客の要求により行先ボタンの地下階を押した場合にも地下まで運転する。

地下では最低呼で自動反転し無駄に最下階まで行くことはない。

上呼灯は1階で待機中または昇り運転中に、カゴより上方に乗場呼がある場合に点灯する。

夜間または休日などでエレベータの使用が閑散なときは操作盤の「N. S.」（ナイトサービス）ボタンを押しておけば乗場から呼があるとブザーが鳴り同時に上呼灯または地下呼灯が灯る。

シグナル操作はエレベータの速度が早い場合にも運転がはなはだ容易で、運転手の疲労が少なく、したがって運転手が乗客にサービスするゆとりが生ずる。また1台だけ運転する場合には呼の不当な無視や無駄な運転停止が最小となり、理想的な方式といえることができる。

2台以上並列で使用する場合にはダンゴ運転を避けるために1階にスタートをおく必要が生じるが、百貨店以外では常時スタートをおくのは不経済で、この場合にはわれわれは次に説明するスーパーシグナル方式を推奨する。

スーパーシグナル方式はシグナル操作に簡単なスペーシング形デスバッチャを付加したもので一群のエレベータを手軽に、能率よく、サービス良く管理運転することができる。基本動作は前述のシグナル操作と同じであるが、この方式にはつぎの特長がある。

2 台バンクの場合には上昇中のカゴが下降に移る際に 1 階のカゴに出発信号を出す。

3 台以上バンクの場合には 1 階の乗場付近に出発管理盤を設け監督者が交通状況に応じてダイヤルを回して出発間隔を選択する。

1 階にあるカゴのうち先に到着したカゴに先発灯がつき、運転手に客をカゴに迎え入れ出発信号を待つべきことを指示する。

乗客は乗場先発灯により先発のカゴを知る。前に出発したカゴが指定の階に達すると、1 階の先発のカゴの先発灯が消えゴングが鳴って出発灯がつく。運転手が運転バーを押下げれば戸は自動的に閉って出発する。同時に 1 階に帰った他のカゴに先発灯がついて同じ動作を繰り返す。カゴが上昇から下降に移る場合には、即時出発信号が出てすぐ 1 階にもどるように指示する。このようにして等間隔で出発させるから、ダンゴ運転がなくなり乗客の待時間が短くなり、サービスが向上する。

前のカゴとの間隔が所定間隔になっても、カゴ呼または乗場呼がなければ出発信号が出ないから、無駄運転が防げる。

前のカゴとの間隔が所定間隔に達しなくてもカゴが満員になれば出発可能で、そのカゴが出発すると先発灯は他に移され所定間隔になると、つぎのカゴに出発信号が出るから、混雑時にも効果的に動作する。中間階の乗場には到着予報ゴングを備え、乗客の乗込みを促進する。

夕方の降りピークの場合には一部のカゴを途中階から折返し運転し、中間階の人乗れるようにすることもできる。

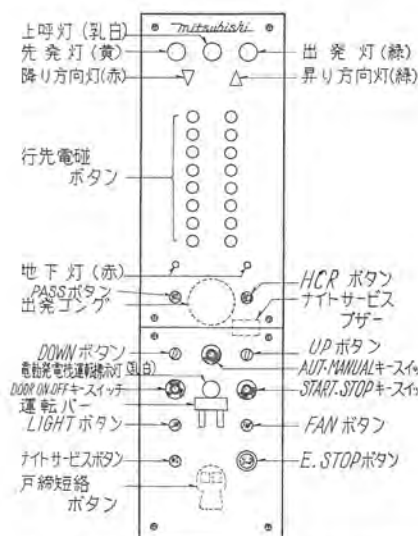


図 2.14 スーパーシグナルカゴ操作盤
Fig. 2.14 Super signal car operating station.

d. セレクトボタンおよび

オートセレクトボタン方式^{(1), (2)}

セレクトボタン方式は交通量の多い 2~8 台バンクのエレベータ群をもっとも合理的に運営するための群管理方式で個々のエレベータの操作はスーパーシグナル操作

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村



図 2.15 MD-3 形出発管理盤
Fig. 2.15 Type MD-3 dispatcher board.

と同じである。

セレクトボタンはエレベータによる交通の状況を昇りピーク、平常時(平常混雑)、降りピーク、閑散時などの基本的輸送形式すなわちボタンに分類し、その時期にもっとも適したボタンをダイヤルで選んでエレベータ群を管理する方式である。各ボタンにおける群管理は時々刻々の交通需要そのものによって自動調整される出発信号装置によっ

てもっとも合理的にかつ能率的に行われるから、ピーク時の輸送力が増大しとくに降りピーク時に下層の人乗エレベータを利用できるようになり、平常時にはカゴの分布が乗客の流れにマッチしてサービスが向上し、閑散時には無駄運転が防止される。

オートセレクトボタン方式はセレクトボタン方式におけるボタンの選択を電気的頭脳を利用して交通需要その物により自動的に行うようにしたもので、エレベータ監督をスタータの任務から完全に解放しビルの玄関における代表者に昇格させる。

オートセレクトボタンは運転手つき、運転手なしいずれ

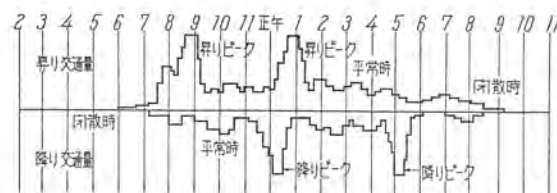


図 2.16 事務所ビルにおける交通状態の一例
Fig. 2.16 Example of traffic condition in office building.

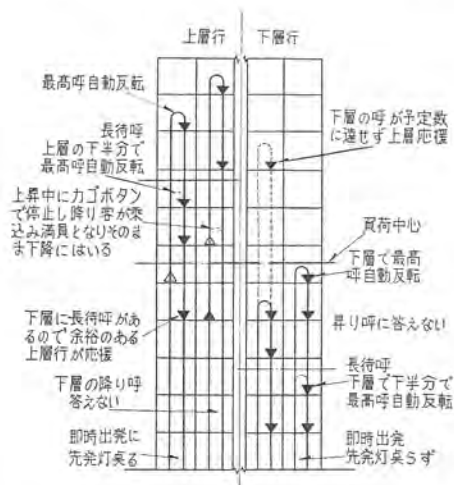


図 2.17 セレクトボタン方式降りピーク
Fig. 2.17 Down peak of select-o-pattern system.

れ的方式にも適用できるが、ラッシュアワーだけ監督をおくビルや、交通状況の変動が激しくときどきボタンを切り替える必要のあるビルにとくにすすめたい。

(2) 通常運転手がつき閑散時だけ乗客が運転するエレベータ

a. カースイッチ オートオフアワサースervice

交流二段エレベータ

通常は運転手がついてカースイッチ自動着床として使用し閑散時には運転手なしでセレクトブ コレクティブ 操作(後に説明がある)となる。

b. シグナルまたはスーパーシグナル

オートオフアワサースervice

可変電圧エレベータ

通常は運転手がついてシグナルまたはスーパーシグナル操作で使用する。閑散時には運転手なしでセレクトブ コレクティブ 操作で使用する。2 台以上のカゴを運転手なしに切り替えられるようにできるが運転手なしと運転手つきとを同時に使用したり、2 台同時に運転手なしで使用することはできない。

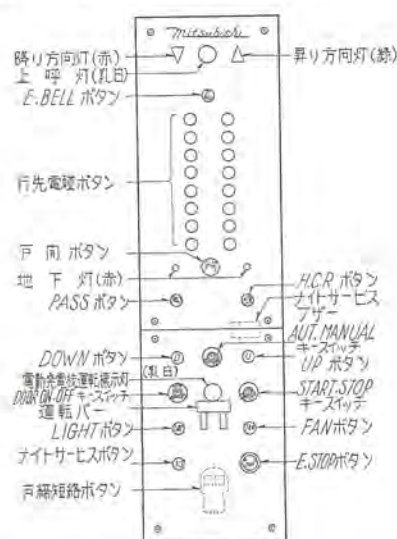


図 2.18 シグナル オートオフアワサースerviceカゴ操作盤
Fig. 2.18 Signal auto off hour service car operating station.

c. シグナルまたはスーパーシグナル

2 カー オートオフアワサースervice

3 台以上バンクの可変電圧歯車なし

通常は運転手がついてシグナルまたはスーパーシグナル操作で使用する。閑散時には特定の 2 台を運転手なしで同時に使用できる方式である。またその 2 台を運転手つきと運転手なしで同時に運用することもできる。

(3) 繁閑にかかわらず乗客または運転手が運転する比較的外来者の少ない事務所の混雑するエレベータ

a. セレクトボタン オート

前述のセレクトボタン方式のエレベータを運転手なしにしたもので、任意の台数を運転手なしあるいは運転手つきで組み合わせて使用したり群管理から切放して使用することもできる。2 カー セレクトブ コレクティブ ジュエアルあるいは 3 カー セレクトブ コレクティブ ジュ

アルなどに比べ交通量が多い建物に適する高級な方式で、詳細は文献 (1), (2) を参照願う。

b. オートセレクトボタン オート

前述のセレクトボタン オートにオートセレクトボタンを加えた最高級的方式で交通量の多い 2~8 台バンクのエレベータを運転手も監督もなしで高能率で運用することができる。詳細は本誌「名鉄ビル オートセレクトボタン オートエレベータの実態調査」あるいは文献 (2) を参照願う。

(4) 乗客が運転するエレベータ

a. シングル オートマチック

交流一段、二段

もっとも簡単な運転手なし自動エレベータで 4 停止以下のきわめて閑散なエレベータに適する。

手動戸閉の場合

乗場ボタンは一つボタンで昇降の区別がない。乗客が乗場ボタンを押せばカゴが使用中でない限りカゴはただちにその階へ来て停止する。乗客は戸を開けてカゴに乗り乗場およびカゴの戸を閉めカゴ操作盤の行先ボタンを押すとカゴは目的階に行き自動着床する。

この時行先ボタンは 2 個以上押してもさきに押したものの以外は無効である。またカゴボタンと乗場ボタンが同時に押された場合にはカゴボタンが優先となる。すなわち乗客がカゴに乗り込んで戸を閉めてもしばらくは乗場の呼がきかないからその間に行先ボタンを押す。

呼は一つしか登録されない。乗場ボタンの使用中灯がともっておればエレベータは使用中であって乗場ボタンを押しても無効である。

カゴが階に到着してからしばらくの間は他の呼には応じないからこの間に戸を開く。使用後は必ず戸を閉めておかなければならない。

電動戸閉の場合

基本動作は前記と同じである。

カゴ操作盤内の行先ボタンを押すと自動的に戸が開き、エレベータは起動し目的階にいたって自動着床し戸が開く。乗場呼で呼びよせた場合も同様である。戸が開いてしばらくして戸は自動的に閉って待機する。戸が閉りつつあるとき扉セーフティエッジに触れると戸はただちに逆行し開き終ってからふたたび閉り始める。

病院用ならびに人貨用ではカゴ操作盤に戸の開き放しボタンを設け車の出し入れ中に戸が閉ってくるのを防ぐ。

b. セレクトブ コレクティブ

交流、可変電圧歯車つき

アパート、病院、小事務所などの混雑しないエレベータとして適する運転手なしエレベータである。

カゴは呼に応じて自動的に運転方向を選択して起動する。乗場ボタンには昇ボタンと降ボタンがあって昇り運転中はカゴ内行先ボタンと乗場の昇ボタンの押されている階に順次停止し、最高のカゴ呼または乗場呼に答えた後自動的に反転し下降に移る。カゴボタン、乗場ボタン

とも呼は同時に多数登録され、押した順序に無関係に順次停止し着床と同時に戸が開き一定時間後戸が閉る。乗客はこの間に乗り込みカゴボタンを押して行先を登録する。カゴの戸の先端に扉セーフティエッジが設けてあり、乗客が戸にはさまれるのを防ぐ。

下降中はカゴ内行先ボタンと乗場降ボタンの押されている階に順次停止して行き最低の呼に答えた後自動的に上昇に移る。

呼の全部に答え終るとカゴは最後に呼のあった階に戸が閉ったまま留まる。カゴが停止している階の乗場ボタンを押せば戸は開く。カゴ操作盤内の「Park」スイッチを入れておけばカゴは用済後指定階（一般に基準階）に戻る。ただし交流二段エレベータではとくに要求のあった場合だけ追加する。

直流可変電圧の場合には呼に答え終った後 3~6 分間以内に新しい呼がなければ電動発電機は自動的に休止する。新たに乗場ボタンが押されれば電動発電機はただちに起動する。

病院用ならびにとくに要求があれば専用運転つきとする。

専用とするにはカゴが到着したらただちにカゴ操作盤内の専用運転用かぎスイッチを ON にする。戸は開いたままになり、カゴ呼は全部取り消され乗場呼は通過になる。望みの行先ボタンを押し所要方向のボタン（上または下ボタン）をカゴが動き出すまで押し続ける。カゴは戸が閉り所要方向に起動し目的階に着床戸が開く。戸が閉りつつある時上または下ボタンから手を放すと反転して開く。用済後専用運転用かぎスイッチを OFF にする。戸は自動的に閉り運転手なし運転に復帰する。

c. 2 カー セレクトブ コレクティブ

交流二段、可変電圧歯車つき

高級アパート、病院、中事務所などの混雑しない 2 台並設のエレベータとし適する運転手なし全自動方式であ

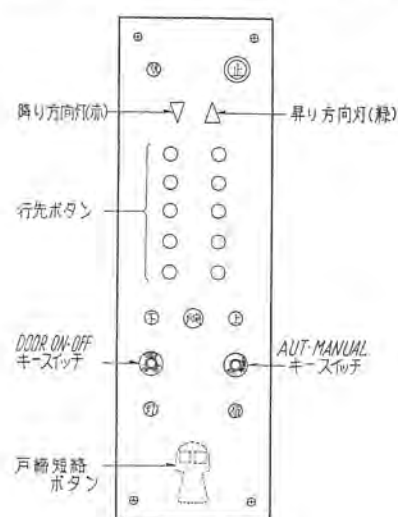


図 2.19 2カー セレクトブ コレクティブ カゴ操作盤

Fig. 2.19 Two car selective collective car operating station.

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

る。

2 台のカゴが協同してカゴ呼と乗場呼に応じて運転手なしで全然自動的に運転する。乗場の呼はいずれのカゴに受け持たせたら合理的であるかを自動的に判断して分担させるから同じ乗場呼に対して 2 台が出発することはない。

一つのカゴを“待機のカゴ”と名付け 1 階におき戸を開いておく。他のカゴを“自由なカゴ”と名付け、最後に呼ばれた階に戸を閉めておく。

カゴの止まっている中間階の乗場ボタンを押すと戸が開く（1 階では戸が開いている）。乗客がカゴに乗り込みカゴ内行先ボタンを押すと戸が閉り目的方向に出発する。カゴがない階の乗場ボタンを押すと受け持ちのカゴがその階に来て戸が開く。

“自由なカゴ”が上昇中“自由なカゴ”から下方で昇呼があれば“待機のカゴ”が出発する。“自由なカゴ”が下降中“自由なカゴ”の上方で昇または降呼であれば“待機のカゴ”が出発する。

“待機のカゴ”が呼に応じて上昇に移ると“自由なカゴ”となる。他のカゴは途中の呼に答え終り次第 1 階に返り“待機のカゴ”となる。すなわち原則としてお互に他のカゴの背面側（通過した後）の乗場呼を受け持って運転し最初に 1 階に返ったカゴが“待機のカゴ”となる。

呼に応じて上昇中のカゴはカゴボタンと乗場ボタンの押されている階にボタンを押した順序とは無関係に順次停止して行き、最高のカゴ呼または乗場呼に答えた後自動的に下降に移る。

下降中のカゴはカゴボタンと乗場降ボタンの押されている階に順次停止して行き、乗場昇呼には他のカゴが応ずる。

両方のカゴが呼に答え終った後予定時間以内に新しく呼ばれなければ電動発電機は自動的に休止する。その後呼ができるとその呼を受け持つカゴの電動発電機ただちに起動する。

乗場ボタンが押されてから一定時間内になんらかの原因により受け持ちのカゴが出発しない場合には、他のカゴが自動的に応援する。またなんらかの理由により 1 台がサービスからはずされた場合には他の 1 台が単独のセレクトブ コレクティブ方式で運転する。

病院用ならびにとくに要求があれば専用運転つきとする。

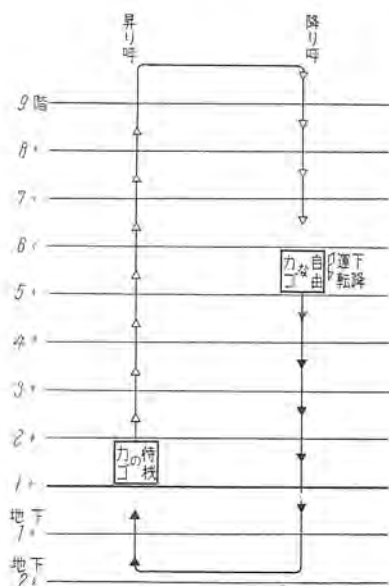


図 2.20 2カー セレクトブ コレクティブ方式 乗場呼の基本的分担

△印は待機のカゴが受け持つ乗場呼
●印は自由な “ ”
Fig. 2.20 Two car selective collective system.

(5) 通常乗客が運転し混雑時だけ運転手がつくエレベータ

病院、事務所ビルなどであまり混雑せず専任の運転手をおくのが不経済な場合に適する。

a. セレクティブ コレクティブ ジュール

交流二段，可変電圧歯車つき

運転手なしの場合

前に説明したセレクティブ コレクティブのとおりである。

運転手つきの場合

キースイッチを運転手の側に回せば戸は自動的に閉らなくなる。運転手は乗客の行先を聞いて行先ボタンを押して乗客の出入が終了後「U」または「D」ボタンを押して戸を閉めると自動的に起動し、行先ボタンまたは昇り運転中は乗場昇ボタン降り運転中は乗場降ボタンの押されている階に停止し戸が開く。戸の開る速度は運転手なしの場合より速くなる。

昇り運転中には最高の降呼に答えて自動停止し、降り運転中には最低の昇呼に答えて自動停止するから最高呼、最低呼で反転することができる。

カゴが停止中に乗場から呼があればブザーが鳴って方向矢印灯がつくから普通の呼かけ知らせは不要である。

病院用ならびにとくに要求があれば専用運転つきとする。

人貨用ではカゴ操作盤に戸の開き放しボタンを設け車の出し入れ中に戸が閉って来るのを防ぐ。

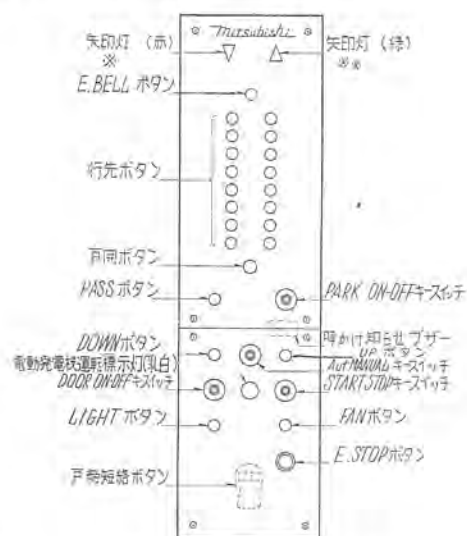


図 2.21 セレクティブ コレクティブ ジュール カゴ操作盤

※ 矢印灯 (赤) は 2BC 操作のとき降り方向灯。
AS 操作のとき下呼かけ知らせ灯となる。
※※ 矢印灯 (緑) は 2BC 操作のとき昇り方向灯。
AS 操作のとき上呼かけ知らせ灯となる。

Fig. 2.21 Selective collective dual operating station.

b. 2 カー セレクティブ コレクティブ ジュール

交流二段，可変電圧

運転手なしの場合

前に説明した2カー セレクティブ コレクティブのとおりである。

運転手つきの場合

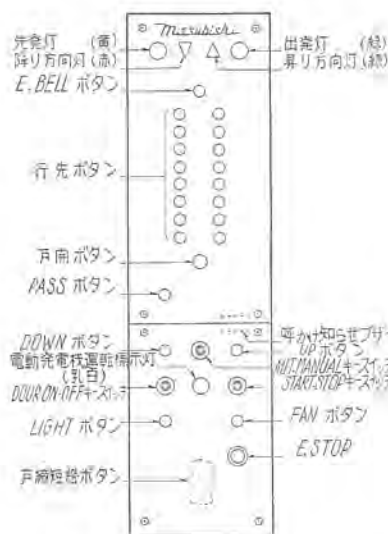


図 2.22 2カー セレクティブ コレクティブ ジュール カゴ操作盤

Fig. 2.22 Two car selective collective dual car operating station

キースイッチを運転手の側に回せば戸は自動的に閉らなくなる。運転手はカゴ操作盤内の先発灯，出発灯ならびに昇りおよび降り方向灯の指令に従って運転する。

さきに1階に到着したカゴが先発のカゴとなり乗場および操作盤内の先発灯がつくから運転手は乗場の客を迎え入れる。

乗客の行先を聞いて行先ボタンを押すかまたは受け持ちの乗場呼ができてブザーが鳴ると、先発灯が消えて出発灯と運転方向灯がつくからただちに方向灯と同方向の「U」または「D」ボタンを押して戸を閉めて出発する。この時に他のカゴも1階に待機しておればそのカゴに先発灯が移る。

走行中のカゴはカゴ呼および受け持ち乗場呼に順次応答して自動着床し戸が開く。乗客の出入りが済み次第方向灯と同じ「U」または「D」ボタンを押して戸を閉め運転を続ける。

最上階では自動的に降り運転に移る。降り運転は昇り運転と同様に順次呼の登録されている階に自動着床しながら1階にもどる。1階では地下呼がなければ先発出発の指令を待つ。地下では最低呼で自動方向反転をする。

出発灯がついてから一定時間出発できない場合には他のカゴに応援指令が出る。

H・C・R スイッチを ON にしておくと最高呼で自動的に反転しむだに最上階まで行かなくなる。

病院用ならびにとくに要求があれば専用運転つきとする。

c. 3 カー セレクティブ コレクティブ ジュール

可変電圧歯車つき

運転手なしの場合

3 台のカゴが協同してカゴ呼と乗場呼に応じて運転手なしで全然自動的に運転する。乗場の呼はいずれのカゴに受け持たせたら合理的であるかを自動的に判断して分

担させるから同じ呼に対して2台以上のカゴが発出することはない。

3台のカゴは原則としてお互に先行のカゴの背面側(通過した後)の乗場呼を受け持つ。

各カゴはカゴ内の乗客の行先と受け持ちの乗場呼に従って自動的に運転する。

先に1階に着いたカゴが先発となり戸を開いて待機する。つぎに1階に着いたカゴは戸を閉めて待機する。先発のカゴが1階を出発すれば次のカゴが先発となり戸が開く。1階を離れているカゴを“自由なカゴ”と名付ける。

呼に応じて上昇中のカゴはカゴボタンと乗場昇ボタンの押されている階にボタンを押した順序とは無関係に順次停止して行き、最高のカゴ呼または乗場呼に答えた後自動的に下降に移る。

下降中のカゴはカゴボタンと乗場降ボタンの押されている階に順次停止して行き1階にもどる。

受け持ち呼のなくなったカゴは初めの2台が1階にもどり、残りの1台は“自由なカゴ”として最後に呼ばれた階に戸を閉めて留まる。一定時間受け持ち呼が絶えたカゴから順次電動発電機を休止する。新しく受け持ちの呼ができたカゴの電動発電機はただちに起動する。すなわち閑散時には運転台数が自動的に増減する。

乗場ボタンが押されてから一定時間内になんらかの原因により受け持ちのカゴが発出しない場合には、他のカゴが応援する。

到着予告ゴングを設け乗客の乗込みを容易にする。

運転手つきの場合

運転手はカゴ操作盤の先発灯、出発灯ならびに昇りお

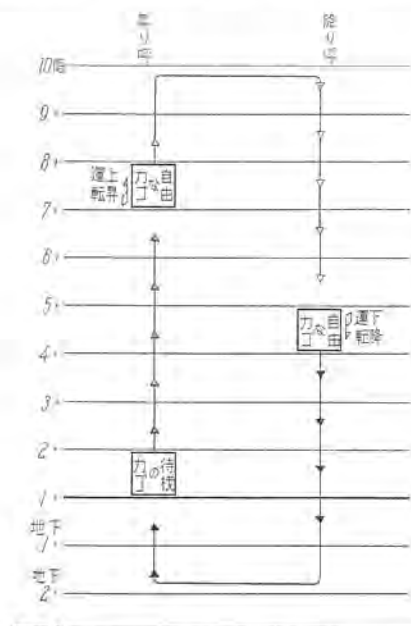


図 2.23 3カー セレクティブ コレクティブ ジュアル方式 乗場呼の基本的分担

- ▲ 印は待機のカゴが受け持つ乗場呼
- △ 印は自由なカゴ " "
- ▲ 印は自由なカゴ " "

Fig. 2.23 Three car selective collective dual system.

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

よび降り方向灯の指令に従って運転する。その方法は2カー セレクティブ コレクティブ ジュアルと同様である。

とくに要求があれば専用運転つきとする。

2.3 貨物エレベータの操作方式

(1) つねに運転手がつくエレベータ

a. カースイッチ 交流一段

もっとも簡単な方式でカースイッチで運転する。操作は乗用の場合とまったく同じであるが、着床誤差を小さくするため速度は20 m/min 以下で使用する。

b. カースイッチ自動着床 交流二段

運転手つきの貨物エレベータとしてもっとも一般的な方式で操作は乗用とまったく同じである。

(2) つねに荷扱者が運転するエレベータ

シングル オートマチック

交流一段、二段

もっとも簡単な運転手なし貨物エレベータで、4個所停止以下の閑散なエレベータに適する。

手動戸閉の場合

操作は乗用の手動戸閉の場合と同じにつき省略する。

電動戸閉の場合 交流二段だけ

基本動作は前記乗用の手動戸閉の場合と同じである。

カゴ操作盤および乗場ボタンに「戸閉」ボタンがあり、カゴ操作盤の行先ボタンを押してから「戸閉」ボタンを戸が閉りカゴが動き出すまで押し続ける。

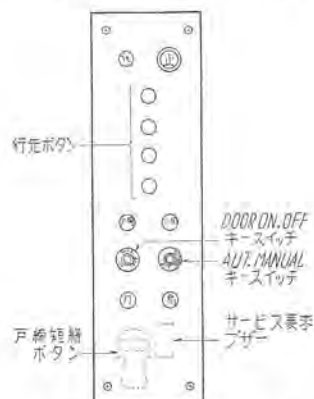


図 2.24 シングル オートマチック F カゴ操作盤

Fig. 2.24 Single automatic F car operating station.

カゴは戸閉後目的階にいたって自動着床し戸が開く。戸が閉り切る前に戸閉ボタンから手を放せば戸は反転して開く。用済後は乗場の戸閉ボタンで必ず戸を閉めておかねばならない。また使用中灯が消えているときに乗場の呼ボタンを押すとカゴがその階におればただちに戸が開き、いなければ呼に応じて起動しその階にいたっ

て自動着床し戸が開く。

(3) 荷扱者ならびに運転手が運転するエレベータ

セレクティブ コレクティブ ジュアル

交流二段

運転手なしの場合

カゴは呼に応じて自動的に運転方向を選択して起動する。カゴボタンおよび乗場ボタンによる呼は同時に多数登録され、押した順序に無関係に一方に運転中は同方向の呼に答えて順次停止し、着床と同時に戸が開く。カゴあるいは乗場の「戸閉」ボタンを戸が閉り切るまで押し続けると、前方に呼のある限り同一方向に起動する。そして最高呼に答えた後自動的に反転し下降に移る。全

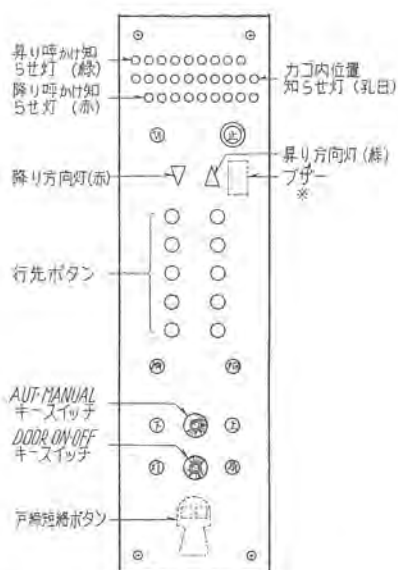


図 2.25 セレクティブ コレクティブ ジュール F カゴ操作盤

Fig. 2.25 Selective collective dual F car operating station.

部の呼に答え終るとカゴはその階で待機する。使用後は必ず乗場の戸閉ボタンで戸を閉めておかなければならない。戸の閉る途中で戸閉ボタンから手を放せば戸は反転して開く。

運転手つきの場合

乗場呼では起動ならびに停止しなくなり運転手が呼かけ知らせを見ながらカゴボタンにより運転する。乗場ボタンが押されると呼かけ知らせがつきブザーが鳴る。運転手が行先ボタンを押した後、所要の方向ボタン「上」または「下」ボタンを押すと戸が閉り始め、閉り切ると目的階に向かって起動する。カゴ呼は同時に多数登録され行先ボタンの押された順序には無関係に順次自動着床し戸を開く。戸が閉り切る前に方向ボタンから手を放せば戸は反転して開く。

3. エレベータの用途と分類

三菱エレベータはその用途によって次のように大きく分類されている。

- 一般用
- 百貨店用（公衆用）
- アパート用
- 病院用（寝台車を運ぶもの）
- 乗用を主とする人貨用
- 貨物用（車運搬を主とする人貨用を含む）

3.1 一般用エレベータ

ごく普通のエレベータであり分類上各種建物に対して共通な多目的に使える汎用のエレベータのことである。事務所ビル、官公庁ビル、学校、病院、会社、ホテルなど広範囲に適用される。病院用でも寝台車用以外の勤務者、患者、見舞客用にはこの一般用が適用される。

3.2 百貨店用エレベータ

ここで百貨店ととくに分類してある意味は何も百貨店だけに限るエレベータのことではなく、必ず運転手がついて老若男女を問わず混雑する一般公衆にサービスするのが目的としたエレベータのことである。したがってこの分類では百貨店はもちろん、劇場用、観光用、その他大商店、ターミナルビルなどに多くはエスカレータと併用して適用されるものである。

3.3 アパート用エレベータ

最近公営たると民営たるとを問わず住の問題の解決のために高層アパート建設はめざましい。ここでアパート用エレとは、居住家族自身セルフサービスするローコストエレベータをさし、ごく高級なアパートで運転手をつけるようなエレベータは除外することにする。そのようなエレベータは一般用として取り扱われる。

3.4 病院用エレベータ

寝台車用ともいわれているエレベータである。患者、付添人、看護婦を含め、寝台車、食事運搬車、洗濯物運搬車などを運ぶのが主たる目的であるがもちろん一般乗客にもサービスする。したがって比較的奥行が大きく出入口も大きいことが特長である。

3.5 人貨用エレベータ（乗用を主とする）

一般乗客用であるが貨物も積載される。したがって形式は上記項目の病院用エレベータに酷似している。用途は広く一般事務所ビル、百貨店、ホテルなどに設置される。

4. エレベータの設備計画

どんなエレベータを何台どんな位置に配置したらもっとも良いかということを決めるには必ずまずその建物について交通調査および交通計画をしなければならない。

4.1 調査すべき項目

- (1) 建物の階数、階間の高さ
- (2) エレベータの昇降行程
- (3) 建物内の人数およびその分布状態、外部交通機関の状況、エレベータの配置などから推定される人の流れ、ピーク時における集中の程度、基準階以外の階間交通の多少。

(3) はもっとも基礎になる資料で必ず確めておかなければならない。

4.2 検討すべき項目

もっとも適したエレベータを選ぶに先だって次の3項目について検討しなければならない。

- (1) 平均1周時間 (Round Trip Time)
- (2) 運転間隔
- (3) エレベータの所要輸送能力

4.3 平均1周時間

エレベータの平均1周時間を決めることがどんな交通計画でもまず問題となる。それにはその特定の建物に対してエレベータ容量、速度、制御方式などをかりに選んで入念に計算してみるのである。

- (1) 用語の説明

a. 平均 1 周時間の意味 (Average Round Trip Time)

1 台のエレベータが 1 周運転するに要する時間の平均で、乗客の出入時間とエレベータの走行時間と戸の開閉時間などの集計である。これは実際には本章の (2) 項で説明する図表によっていただくと簡単に出来る値であるが説明のためにこの算出過程を示すと次のようになる。

$$1 \text{ 周時間 } T = \frac{S}{V} + nt_L + rt_P + t_D \dots \dots (4.1)$$

ただし t_P = 乗客出入時間 (乗客 1 人あたり出入合計) (sec)

r = 1 周運転ごとの乗客数

V = エレベータ定格速度 (m/sec)

t_L = 1 停止ごとの平均損失時間 (sec)

S = 1 周運転距離 = 昇降行程 $\times 2$ (m)

n = 1 周運転の予想停止数

t_D = 基準階で出発間隔を調整するための時間 (sec)

さらに上記の内容を説明しよう。

b. 乗客出入時間

乗客の種類、人数の多少、出入口の大きさ、運転手のすばしこさなどに関係するが事務所ビルで測定した結果では表 4.1 の程度である。

表 4.1 乗客出入時間 (t)

出入口寸法 (mm)	乗客出入時間 (sec/passenger)
900	2.5
1,050	2.3
1,400	2.0
1,500	1.9

実際には出入人数が少ないときには人の流れが連続する場合に比べ 1 人あたりの出入時間が長くなる傾向があり、また戸を閉めかけてからもう 1 度開くことも時々あるので乗客出入時間は表 4.1 の値より 1 停止ごとに平均 1 秒程度延びるがこの時間は計算の都合上 1 停止ごとの損失時間に加える。

百貨店のように乗り慣れない人が多い場合とか、運転手がゆっくりした客を待ち受けたりすると意外に長時間かかる場合がある。

c. エレベータのカゴ室面積と容量、定員の関係

東京都安全条例によれば定員の算定規準は 1 m^2 あたり 5 人以下となっているが、この値は百貨店などの実情をみればわかるようにやや実際のでないようである。たとえば条例どおりでゆくと 3.2 m^2 のカゴ面積のエレベータは定員 16 名で容量は $1,200 \text{ kg}$ となり得るが、実はこの程度のエレベータは 25 人位は十分乗り得る広さがあり最大 30 人くらいつめ込むことができる。この点 ASA の規格によった方がより実情に則し得ると思われるので表 4.2 にその値を示す。

d. 1 周運転ごとの乗客数

1 周運転ごとの乗客数はラッシュ アワーの交通計画には普通表 4.2 の定員の 80 % (都条例の定員のほぼ 100

表 4.2 エレベータの容量、定員

一周運転乗客数、カゴ面積表

エレベータ容量 (kg)	定 員 (人)	1 周運転ごとの乗客 (人)	最大カゴ室面積 (m^2)
600	8	7	1.60
900	13	11	2.25
1,150	16	13	2.80
1,400	20	16	3.20
1,600	23	19	3.55
1,800	26	21	3.9

注：1 周運転ごとの乗客は定員 (人) の 80 % とした。

% に等しい) と仮定する。昼間の平常時には定員の 30 ~ 120 % の範囲を変動する。

e. 1 停止ごとの平均損失時間

1 停止ごとの平均損失時間 t_L は、目的の階間を全速で通過した場合に比べ実際の運転のように戸閉、加速、全速、減速、戸開きの運転過程を取った場合に 1 停止につき余分にかかる時間である。この値はエレベータの制御方式、定格速度、戸の形式、出入口巾などにより異なるが、前記の条件が同じでも製作者により大巾の差異があるから、交通計画には必ず実測により定められた値を使用する必要がある。

表 4.3 一停止ごとの平均損失時間 (t_L)

容 量	t_L		
	90 m/min	120 m/min	150 m/min
900	4.7	4.5	5.0
1,150	5.2	5.1	5.6
1,400	5.8	5.7	6.2
1,600	6.3	6.2	6.7
1,800	6.9	6.7	7.2

表 4.3 は最近の三菱エレベータにおける値でこの損失時間が短いのが当社エレベータの最大の特長である。

f. 予想停止数

基準階と途中の予想停止数との和である。片道の予想停止数は片道の乗客数とエレベータがサービスする階床数によって推定される。朝の昇りピークと夕方の降りピークには普通片道は通過と考えられるがビルの状況によっては逆方向の停止も計算に入れる必要が生ずる。

平常時には乗客数が大巾に変動するので停止数も毎回相当に変動する。予想停止数を実際に近づけるには各階床の特質によりウエイトをつけるなどの工夫が必要である。

g. 基準階で出発間隔を調整するための時間

3 台以上バンクの場合には基準階で出発時間を調整するために、昇りピークで約 5 秒、平常時には 15 秒程度 1 周時間が長くなるが、降りピークでこの時間はほとんどなくなる。

(2) 1 周時間の図表

1 周時間は以上のように相当複雑な要素からなりたっているためにその推定は普通やっかいである。たとえば加減速時間などはエレベータの速度が同一でも製作者によって大きく巾があり 1 周時間に大きな差となって表われる。

この困難を除き簡単にラッシュ アワーの 1 周時間を

推定するためにわれわれが最近の三菱エレベータの実測性能と当社の交通実測の経験に基づいて計算作成したのが図 4.1~4.5 の曲線図表である。この図表からエレベータの容量と速度が与えられればラッシュアワーの1周時間がただちに推定される。

注意 a. この図表は百貨店向にはそのまま適用できない。百貨店ではエスカレータなどの併用と、店内の売場の配置上独自の配慮を必要とする。5.2 項を参照されたい。

注意 b. この図表はすべて運転手つきスーパーシグナル操作の場合を示す。セレクトパタンの場合にはこの図表の値より1周時間はさらに短くなる。

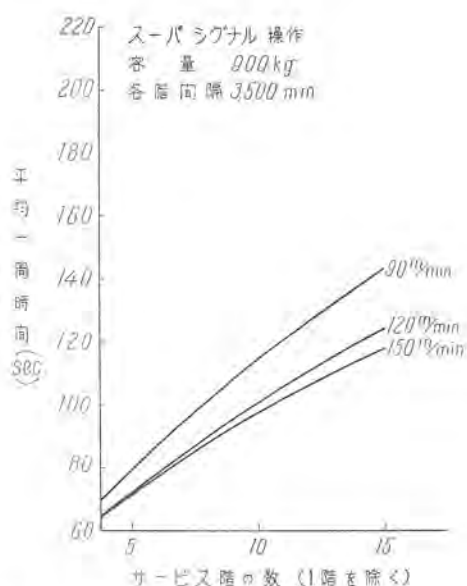


図 4.1 三菱エレベータの平均1周時間（ピーク時）
Fig. 4.1 Average one round trip time of Mitsubishi elevator (peak hour).

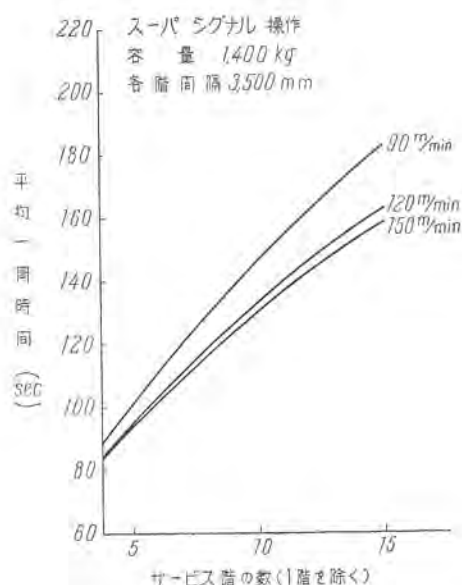


図 4.3 三菱エレベータの平均1周時間（ピーク時）
Fig. 4.3 Average one round trip time of Mitsubishi elevator (peak hour).

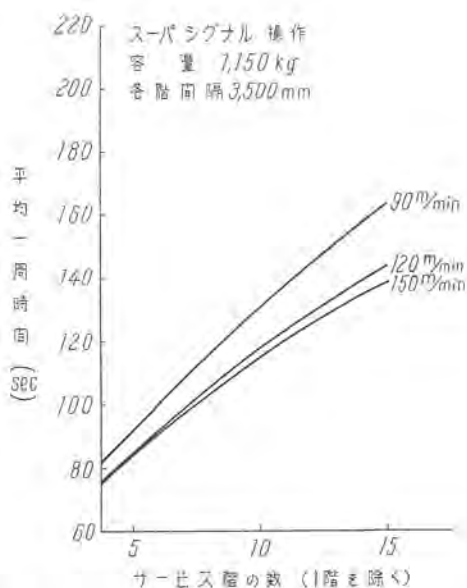


図 4.2 三菱エレベータの平均1周時間（ピーク時）
Fig. 4.2 Average one round trip time of Mitsubishi elevator (peak hour).

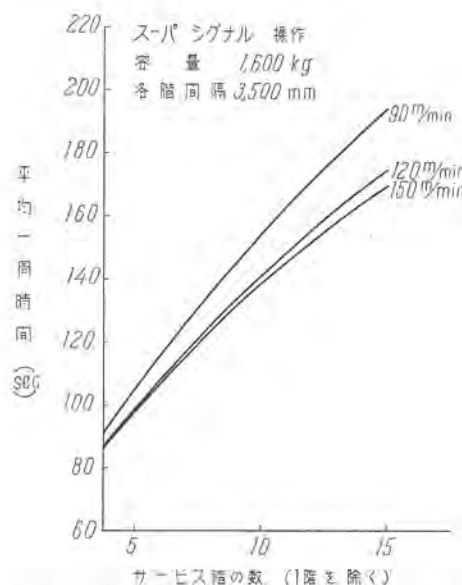


図 4.4 三菱エレベータの平均1周時間（ピーク時）
Fig. 4.4 Average one round trip time of Mitsubishi elevator (peak hour).

注意 c. この図表によって急行運転もローカル運転もともに1周時間を求めることができる。またこの図表は走行時間、戸開閉時間、乗客出入時間を含んでいるが出発間隔調整時間を含んでいない。戸開閉時間はおのの適用されるエレベータの当社標準電動戸閉を基礎にしてある。

注意 d. この図表はエレベータの所要台数の概算に使われる。正確を期する場合には当社に相談願いたい。

4.4 運転間隔 (Interval)

(1) 乗客がエレベータを待たなければならない最大時間の平均で、いかえると基準階をエレベータが出発する時間的間隔である。

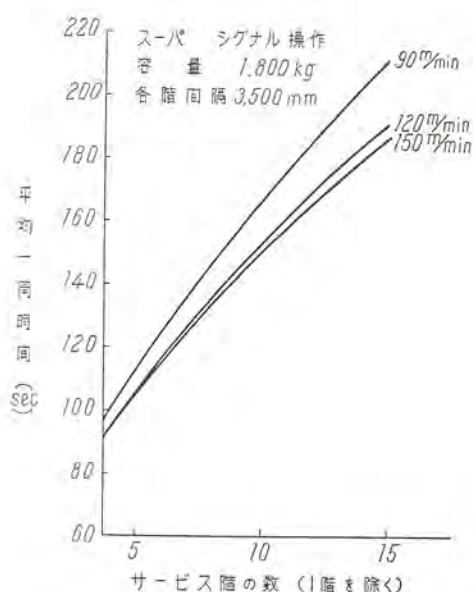


図 4.5 三菱エレベータの平均1周時間（ピーク時）

Fig. 4.5 Average one round trip time of Mitsubishi elevator (peak hour)

これは次のようにも表わすことができる。

運転間隔 (sec)

$$= \frac{\text{平均1周時間 (sec)}}{\text{そのバンクの中でのエレベータの台数}} \dots (4.2)$$

(2) 運転間隔の選び方

その建物に適應したサービスを行うためのエレベータの運転間隔は建物の種類、特質、場所によって決まってくる。普通の場合基準階において1台のエレベータに乘客が乗り込む時間と戸閉時間の和より短いのは實際的でない。たとえば非常に混雑する場合 20 秒程度で普通 25～30 秒程度、比較的閑散な交通条件すなわちアパート、病院、その他 1 台もしくは 2 台で足りる中小建物では 40 秒またはそれ以上でよい。各種エレベータの最小運転間隔は表 4.4 のようになる。

表 4.4 最小運転間隔表

容量 (kg)	定員 (人)	運転間隔 (秒)
1,100 まで	16	15
1,350 まで	19	18
1,600 まで	23	20
1,800 まで	26	23

(3) 輸送能力

エレベータの乘客輸送能力は普通 5 分間の片道での輸送可能人員と建物の総人口との % で表わす。ただし百貨店用などにおいては一般に 1 時間の輸送能力 (人) としている。

以上述べたところで 1 周時間がわかりまた表 4.2 からエレベータの定員が決まれば輸送能力の算定は次のようにして見出す。1 台のエレベータの 5 分間の輸送能力は輸送能力 人/(5 分間)

$$= \frac{60 \times 5 \times (\text{エレベータの1周運転の乗客数})}{\text{平均1周時間 (秒)}} \dots (4.3)$$

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

5. エレベータの選択

4 章で述べた建物における調査事項、検討すべき項目などの交通計画上の要素は概して一般的ビルについて述べたもので、個々の建物についてはその特質上次の諸点を勘案して十分慎重に検討する必要がある。

5.1 一般用エレベータの適用



図 5.1 一般用エレベータ

Fig. 5.1 Office elevator

(1) 交通計画上の特殊性

a. 建物内の人口

4 章で述べた交通計画のための建物内の人口がもし不明のとき次のように推測する。

(i) ビル全体を一つの事業体が占有して

いるとき..... 6 m²/人

(ii) 大都市の混雑するビルで..... 8 m²/人

(iii) 中都市の商業地区のビルで..... 9 m²/人

(iv) 比較的閑散な建物で..... 11 m²/人

b. 朝のラッシュアワーには、建物の人口に対して次の割合だけ 5 分間に運ばなければならないものと仮定する。

(i) 閑散なビルで..... 12 %

(ii) 中程度のビルで..... 14 %

(iii) 混雑する大ビルで..... 16 %

(iv) 専用事務所または同時出勤の貸事務所

..... 20～30 %

c. 混雑する建物では運転間隔は 25 秒以下とすべきである。また事務所、官公庁などの昼食用食堂は地下にすべきである。エレベータの交通状況はこの場合影響されるところが比較的少ない。

(2) 一般用エレベータの特質

百貨店などの一般公衆用と異なり、普通時間によって交通量がはなはだしく変りその変動状態は毎日おおむね一定していることである。また比較的エレベータに対して不慣れの客は少なく、出入の動作は敏速で乘客は皆あらかじめ自分の行先階を定めており別に案内の必要はない。時間によって交通量の変動するため、公衆用エレベータに比べ比較的小容量のエレベータに区分し台数を多くして、混雑の程度によって運転間隔を変更する。高層な建物には高速度エレベータが要求され、戸閉開時間もできるだけ短縮の要があるので普通センタオープングドア (CO) が推奨される。

(3) 一般用エレベータの標準寸付寸法図 (図 5.2

および図 5.3 を参照)

a. 図 5.2 は一般用エレベータの当社標準を示す。この図に指定されたカゴ容量、速度の簡図では第 2 機械室の必要はないので建物の機械室の床面と最上階との距離 (Over Head Clearance) は図示のように少なく済む。

b. 速度 120m, 150m のエレベータにおけるピットの深さは東京都安全条例に指定してある最小寸法では理論上不足するのでこの表の寸法を採られることを推奨する。

c. カゴ高さ 3,350mm はカゴ室の天井高さ 250mm としたとき、天井中央にディヒューザ付の場合の最小寸法を示す。

d. 2 台もしくはそれ以上のエレベータを並べて配置するときはエレベータの中間に壁を設けることなく中間ビームを 1.5~2.5m おきに配置する。中間ビームは I 形鋼もしくはみぞ形鋼を使用し強固に建物に固定され、ま

たエレベータレールの取付上十分心出に注意されたい。

e. 機械室の広さは普通この図指定寸法で十分であるが、セレクトボタン方式をご要望の場合は当社に相談ありたい。

f. 昇降路にはエレベータ関係外のいっさいの配線、ダクト、または建築の張出などのないのを原則とする。これはピットにおいても同様に底面は平面であることが必要とされる。

5.2 百貨店用エレベータの適用

(1) 交通計画上の特殊性

さきに交通計画上の簡便法として平均 1 周時間の図表を示してあるけれどもこの種のエレベータには適用することができない。この場合に計画上の基礎となる法はもちろん個々の特殊性を十分吟味して算定し判断しなければならぬのであるが、つぎに百貨店における交通計算

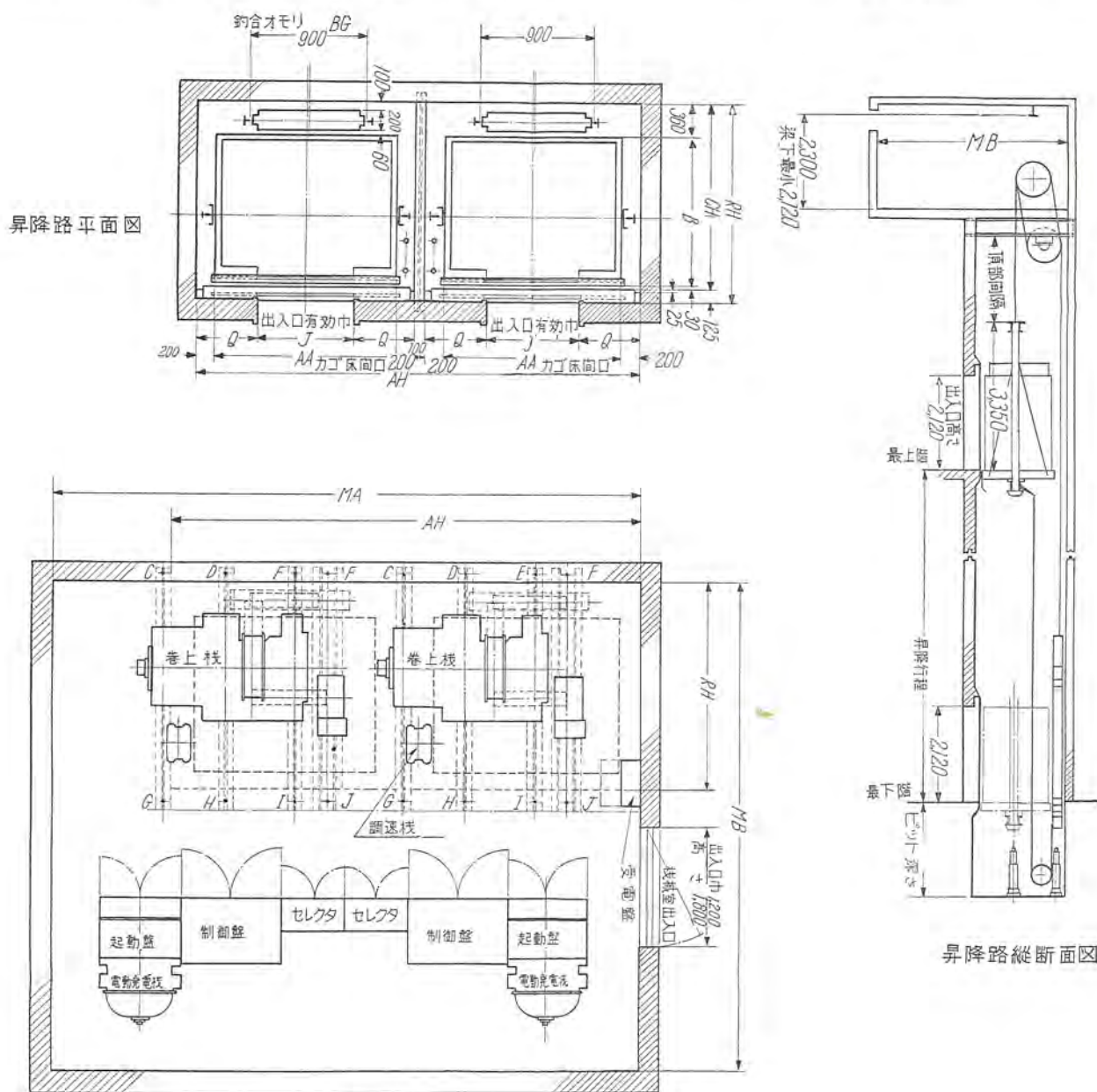
表 5.1 一般用エレベータ選択表

運転者	操作方式	駆動方式	速度 (m/min)	消床差士 (mm)	建物の種類と適用例
運 転 手	カーソスイッチ	交流一段	30	30~40	4 階までの小建物一般
	カーソスイッチ自動前束	交流二段	45 60	10 15	5 } 階までの小建物一般
		可変電圧歯車つき	75 90	10 12.5	6 } 階までの中建物一般
	シグナルまたはスーパーシグナル	可変電圧歯車つき	90 105	12.5 12.5	8 階まで } の中建物一般
		可変電圧歯車なし	120 150	12.5 12.5	7 階以上の大建物一般 8 階以上の大建物 (急行用)
通常運転手 閑散時だけ 乗 客	カーソスイッチ オート オフ アワー サービス	交流二段	45 60	10 15	5 } 階までの小建物一般
	シグナルまたはスーパーシグナル オート オフ アワー サービス	可変電圧歯車つき	90 105	12.5 12.5	8 階まで } の中建物一般
		可変電圧歯車なし	120 150	12.5 12.5	7 階以上の大建物一般 8 階以上の大建物 (急行用)
	シグナルまたはスーパーシグナル 2 カー オート オフ アワーサービス	可変電圧歯車なし	120 150	12.5 12.5	7 階以上の大建物一般 } 8 階以上の大建物 (急行用) } 3 台以上バンク
乗 客	シングル オートマチック	可変電圧歯車つき	90 105	12.5 12.5	8 階まで } の中建物一般 2~3 台バンク
		可変電圧歯車なし	120 150	12.5 12.5	8 階まで } の大建物一般 2~8 台バンク
	セレクトチブ コレクタチブ	交流一段	20 30	17.5 30	4 階までのホテルの事務員用 4 階までのきわめて閑散なエレベータ
		交流二段	45 60	10 15	4 階までのホテルの事務員用 4 階までのきわめて閑散なエレベータ
		交流一段	20 30	17.5 30	4 階までの小事務所のようなあまり混雑しないエレベータ
		交流二段	45 60	10 15	5 階まで } の病院、小事務所、高級アパートのようなあまり混雑しないエレベータ
通常乗客 混雑時だけ 運 転 手	2 カー セレクトチブ コレクタチブ	可変電圧歯車つき	75 90 105	10 12.5 12.5	6 階まで } の病院、小事務所、高級アパートのような混雑しないエレベータ
		交流二段	45 60	10 15	5 階まで } の病院、中事務所、高級アパートのような混雑しないエレベータ
		可変電圧歯車つき	75 90 105	10 12.5 12.5	6 } 階まで } の病院、中事務所、高級アパートのような混雑しない 2 台バンクのエレベータ
					8 階以上
	セレクトチブ コレクタチブ ジュール	交流二段	45 60	10 15	5 階まで } の病院、小事務所、高級アパートのようなあまり混雑しないエレベータ
		可変電圧歯車つき	75 90 105	10 12.5 12.5	6 } 階まで } の病院、小事務所、高級アパートのようなあまり混雑しないエレベータ
		交流二段	45 60	10 15	5 階まで } の病院、中事務所、高級アパートのようなあまり混雑しないエレベータ
		可変電圧歯車つき	75 90 105	10 12.5 12.5	6 } 階まで } の病院、中事務所、高級アパートのようなあまり混雑しない 2 台のエレベータ
	3 カー セレクトチブ コレクタチブ ジュール	可変電圧歯車つき	75 90 105	10 12.5 12.5	6 } 階まで } の病院、中事務所のようなあまり混雑しない 3 台のエレベータ
					8 階以上

ここで売場面積とは顧客の利用するすべての売場を意味し、したがって通路、装飾、造作などのスペースもすべて含む。ただし店内の事務室、物置、倉庫などは除外する。

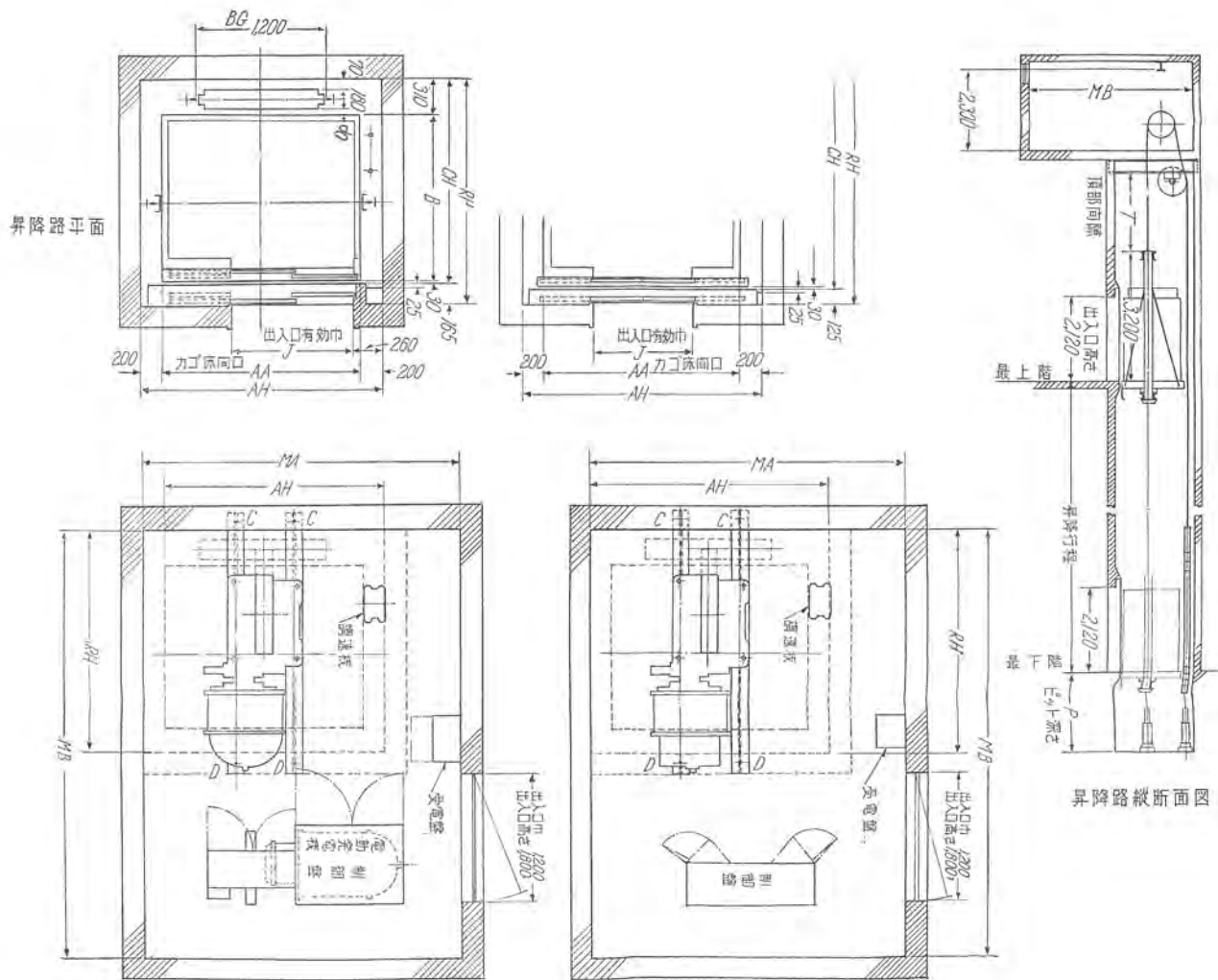
所要輸送能力 (人/時)

$$= \frac{\text{2階以上の総売場面積 (m}^2\text{)}}{1.4 \sim 2.3 \text{ m}^2} \dots (5.1)$$

 (mm)

一般用	容量 (kg)	定員 (人)	速度 (m/min)	カゴ床		出入口 口巾 J	昇 降				機 械 室		は り に 掛 る 荷 重 (t)									
				AA	B		P	AH	CH	RH	頂部 間隙	ビット 深さ	MA	MB	C	D	E	F	G	H	I	J
	1,000	14	120 150	1,930	1,350	900	715	4,760	1,740	1,885	1,700 2,160	2,200 2,400	4,800	4,500	590 0	2,750 0	2,250 3,850	4,100 0	500 0	2,150 2,100	1,750 2,800	2,650 0
	1,150	16	120 150	2,100	1,500	1,050	725	5,100	1,890	2,015	1,700 2,160	2,200 2,400	5,200	5,500	590 0	3,000 0	2,350 3,850	4,500 0	500 0	2,400 2,100	1,900 2,800	2,900 0
	1,400	20	120	2,100	1,700	1,050	725	5,100	2,090	2,215	1,700 2,160	2,200 2,200	5,200	5,500	590 0	3,100 3,050	2,450 4,100	4,900 0	500 0	2,500 2,200	2,000 2,950	3,000 0

(1279) 33



機械室平面（直流式可変電圧エレベータ）

機械室平面（交流2段エレベータ）

図 5.3 一般用（人貨用）歯車つき式エレベータ標準すえ付図

Fig. 5.3 Layout of geared elevator for general use.

図 5.3 付表 一般用歯車つき乗用エレベータ標準すえ付寸法表

(mm)

容 量	※ 定員 (人)	速度 (m/min) 可変電圧 交流二段	出入口巾 J	カゴ床		機 械 室		昇 降 路						はりにかかる荷 重 (kg)		適 用
				AA	B	MA	MB	AH	2 枚戸片 開き (2S) RH	中央開き (CO) RH	T	P	CH の場合を 示す、CO は 40 小 さくなる	C 点	D 点	
900	13	75 90 105	30	900	1,900	1,350	3,400	2,300	1,855	1,815	1,500	1,000	1,680	3,600	2,000	一般用
			45								1,500	1,000		3,700	2,000	
			60								1,800	1,300		3,950	2,040	
											1,800	1,600		4,090	2,090	
											1,800	1,600		4,180	2,180	
1,150	16	75 90 105	30	1,050	2,100	1,500	3,400	2,500	2,005	1,965	1,500	1,100	1,840	3,630	2,500	一般用および 乗用を主とす る人貨用
			45								1,500	1,100		4,090	2,820	
			60								1,800	1,300		4,500	3,100	
											1,800	1,600		4,400	2,900	
											1,800	1,600		4,500	2,940	
1,350	19	75 90 105	30	1,050	2,100	1,700	3,400	2,500	2,205	2,165	1,500	1,200	2,040	4,150	2,820	一般用および 乗用を主とす る人貨用
			45								1,500	1,200		4,350	2,960	
			60								1,800	1,350		4,720	3,000	
											1,800	1,650		4,900	3,060	
											1,800	1,650		5,040	3,180	
1,600	23	75 90 105	30	1,050	2,100	1,900	3,700	2,500	2,405	2,365	1,500	1,200	2,240	4,310	3,130	一般用および 乗用を主とす る人貨用
			45								1,500	1,200		4,670	3,150	
			60								1,800	1,350		5,040	3,300	
											1,800	1,650		5,310	3,450	
											1,800	1,650		5,580	3,680	
											2,100	1,950		6,040	3,450	

※ ASA A17.2-1945 "Inspection of Elevators" による



図 5.4 百貨店用エレベータ

Fig. 5.4 Department-store elevator.

この値は逆にいえば密度比 (Density Ratio) と呼ばれる値である。店内の交通設備の能力判定として

密度比 (Density Ratio)

$$= \frac{2 \text{ 階以上の階の総売場面積 (m}^2\text{)}}{\text{上昇または下降輸送能力 (人/時)}} \dots (5.2)$$

この密度比の値が $1.4 \sim 2.3 \text{ m}^2$ であれば良い交通状態が保持されていると考えられ、もしそれ以上たとえば 2.5 m^2 以上であれば不十分な輸送設備でせつかくの売場が不経済であるだけでなく顧客に不便を与えていることになる。表 5.2 はわが国の代表的百貨店における密度比の実例を示す。

表 5.2

百貨店	地名	密度比 (m^2)	輸送能力の %	
			エレベータ	エスカレータ
A 百貨店	東京	1.3	16	84
B 百貨店	"	2.5	23	77
C 百貨店	"	2.56	17	83
D 百貨店	"	1.63	17	83
E 百貨店	大阪	1.4	42	58
F 百貨店	京都	2.2	23	77

(ii) 店内の地下階に対しては 1 時間あたりの所要輸送能力は地下階の全売場面積 (m^2) に対して 1 m^2 に 1 人の割と算出する。すなわち

地上階と地下階との間の所要輸送能力 (人/時)

$$= \frac{\text{地下階の総売場面積 (m}^2\text{)}}{1 (\text{m}^2)} \dots (5.3)$$

この場合地下階の売場面積 (m^2) の値がそのまま所要輸送能力 (人/時) となる。

(iii) 以上で輸送能力とはエレベータ、エスカレータの合計であってエレベータの輸送能力はごく概算で次のように仮定できる。7 ないし 8 階の建物で容量 $1,600 \text{ kg}$ 速度 105 m/min のエレベータは 500 人/時 の能力ありと考えて良い。またエスカレータの能力は 800 形 で $5,000 \text{ 人/時}$ 、 1200 形 で $8,000 \text{ 人/時}$ の輸送能力があるからエレベータと総合して検討しなければならない。

(iv) なお次の値は計画者にとって参考となろう。

i) 百貨店の交通ピーク時は正午と午後 4~5 時ごろである。おおよそ 20% 程度常時より増大すると見る。

ii) 顧客の 75% がエスカレータを利用しおおよそ最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

25% がエレベータを利用すると見込む。

iii) 各階間の乗客数は 1 階から上昇する客のさらに 10~25% あると仮定する。

以上 (i), (ii) により百貨店の必要とすべき輸送能力を算出し (iv) でピーク時の所要輸送量と、エレベータおよびエスカレータの輸送分担がほぼ定まり、(iii) でそれぞれの設置台数が計画される。

b. 交通計測法

或る百貨店の顧客の出入、或る階から他の階への流れをこまかく測定する方法でこの測定ができれば非常に正確な方法である。またこの計測資料は将来の増設計画のまちがいの少ない参考とすることができる。この法による場合のおもな測定資料は次の項目である。

(i) 顧客の建物への出入数、既設エレベータがあればその出発間隔、輸送人員。

(ii) はいった顧客の何 % が地階へ行き何 % が地上各階へ行くか。

(iii) 各階間の交通。

(iv) 宣伝、広告、装飾などのスペース。

(v) 年末、中元などの大売出しの顧客の増加率。

(2) 百貨店用エレベータの特質

この種のエレベータは日常相当の混雑を伴い、かつ不慣れの客も多いので十分サービスするよう考慮され普通出発管理者および専用運転手が建物内の案内役となる。エレベータのカゴは混雑を緩和するよう十分広くとりまた乗客の出入りを容易にするためにも出入口巾を極力広く採るべきである。この百貨店などに適用されるエレベータにおいてはこの乗客出入所要時間が相当大きな要素となってくるのでできるだけ出入りをやさしくする必要がある。また戸の開閉時間をできるだけ短くしてしかも乗客に危険のないようにするために普通 4 枚戸中央開き (2CO) を採用する。その他カゴ内には店内案内板兼用のカゴ室内インジケータを設け相当混雑するので設計に際しては必ず手すりを設けカゴ室内面積と容量との関係に留意する必要がある。

(3) その他類似のエレベータ

百貨店以外に公衆用として比較的混雑する場所に使用されるエレベータは、観光用、劇場、ホール付建物などがある。これらのエレベータの特長は百貨店と異なりサービス階が 2, 3 に限定されること、すなわちほとんど始発階と目的階との往復に使用されピーク時にはほとんど他の階のサービスは見込まなくてよい。したがって一般的に交通計画上は見込が狂うことが少ない。劇場、ホールなどにおいて全人員の幾 % を 5 分間に運ぶかは個々の建物について決めるべきである。また最近観光用エレベータとしてテレビ塔のような目的に使用に際しては輸送能力算定は容易であるが普通昇降行程が高く、すえ付条件も特殊な場合が多いのでエレベータ保守も十分に念頭において計画し無理なく余裕を見込んでおくことが大切である。この場合のカゴの大きさ、容量、速度、制御方式などはおおむね百貨店用に準じてよく、小規模の

場合は一般用エレベータに準じて良い。

(4) 百貨店用エレベータの標準操作方式 (表5.3 参照)

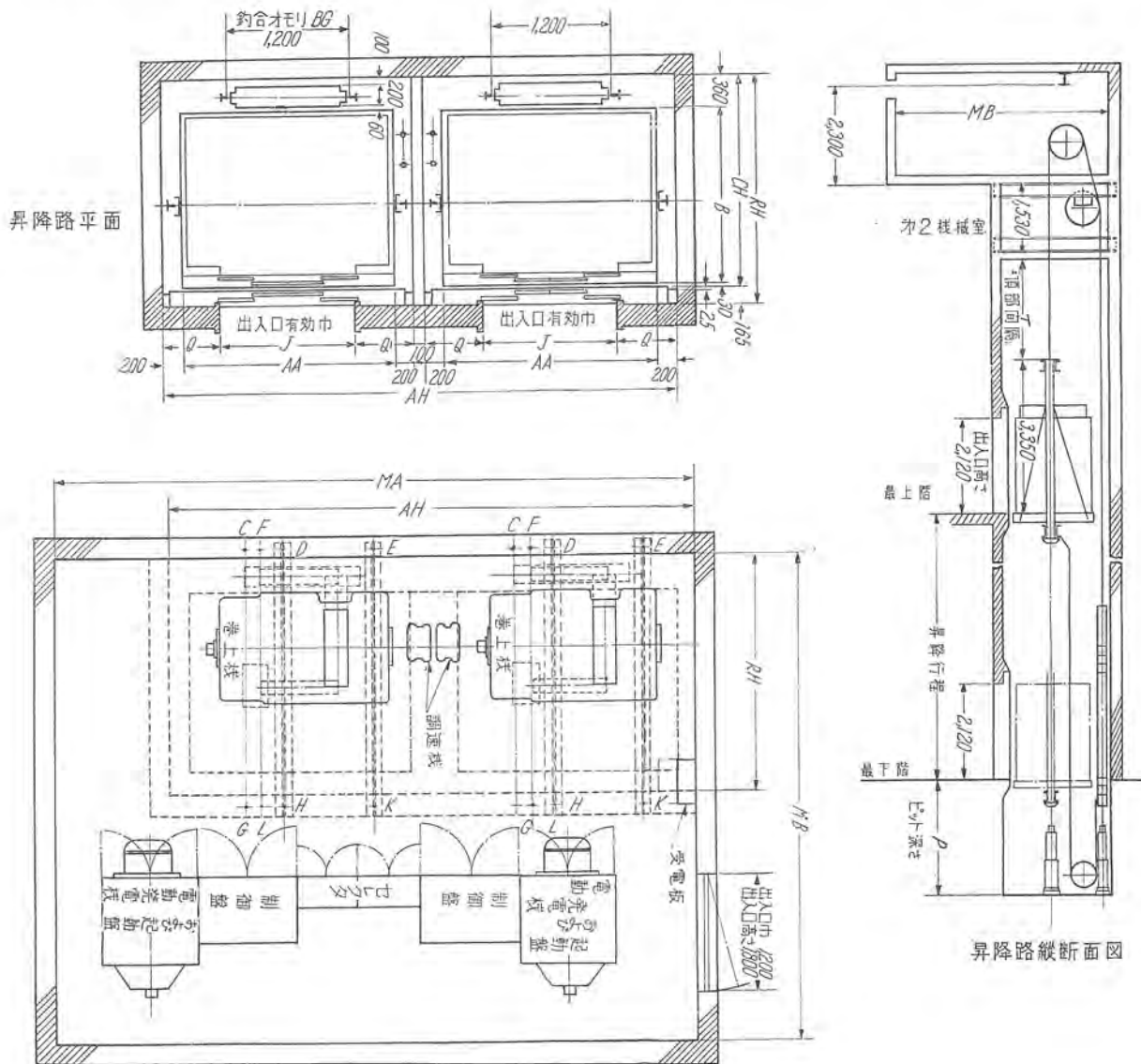
(5) 百貨店用エレベータ (他の公衆用エレベータを含む) の標準すえ付寸法図 (図5.5 参照)

5.3 アパート用エレベータの適用

わが国での住宅問題はまだ窮屈な状態にあり政策的に

表 5.3 百貨店用エレベータ選択表

運転者	操作方式	駆動方式	速度 (m/min)	府床差± (mm)	建物の種類と適用例
運 転 手	カースイッチ 自動着床	可変電圧歯 車付	75 90	10 12.5	6階までの小百貨店 8階までの中百貨店
		可動電圧歯 車なし	105	12.5	大百貨店
	シグナルまたは スーパーシ グナル	可変電圧歯 車なし	120 150	12.5 12.5	大百貨店 大百貨店 (急行用)



機械室平面

図 5.5 百貨店用エレベータ標準すえ付図

Fig. 5.5 Standard layout of department-store elevator.

図 5.5 付表 百貨店用歯車なし式直流可変電圧エレベータ標準すえ付寸法表

容 量 (kg)	定員 (人)	速 度 (m/min)	出入口 J	カゴ床		機 械 室		昇 降 路				は り に か か る 荷 重											
				AA	B	MA	MB	Q	AH	CH	RH	T	P	C点	D点	E点	F点	G点	H点	K点	L点		
1,400	20	1105 1120 150	1,400	2,200	1,650	5,300	4,500	600	5,300	2,040	2,205	2,100	2,200	590	3,130	2,450	5,210	500	2,590	2,050	3,040		
												2,250	2,400	0	3,040	4,180	"	0	2,230	3,000	"		
1,600	23	1105 120 150	1,500	2,300	1,750	5,500	4,500	600	5,500	2,140	2,305	2,100	2,200	0	3,220	4,400	5,450	"	2,360	3,160	3,360		
												2,250	2,400	0	"	"	"	"	"	"	"		
1,800	26	105 120 150	1,500	2,300	1,950	5,500	4,700	600	5,500	2,340	2,505	2,100	2,200	910	3,770	3,500	5,950	640	2,680	2,050	3,410		
												2,250	2,400	"	"	"	"	"	"	"	"		

* ASA A17.2-1945 "Inspection of Elevators" による
† 第2機械室不要

ももっともこのアパートの建設促進が要望されているので今後ますますアパート用エレベータの建設計画が推進されるものと思われる。しかしこれらのエレベータがアパート住居者の収入に見合う経済性、すなわち外観、乗心地などを或る程度犠牲にして最少限度の要求性能を満足し得るものとなると、25万円の国民車を製作するのと同様に研究の余地が多い。なおこのアパート用エレベータについては本誌 1956, 10 月号に英国の実例を骨子として述べられているので参照されたい。

(1) 交通上の特殊性

a. 国内ではおおむね4階までのアパートではエレベータがなくがまんできるとされているが5階以上では必需品であろう。ピーク時には3階までの人は階段を利用するものとして計画する。

b. 朝には出勤、子供の登校などにより降りピークが考えられ午後には学校から子供の帰宅、主婦の外出、帰宅よりする上下のバランスされた定常負荷、夕刻には勤務より帰宅する場合の昇りピークが予想される。しかし実際には建設省住宅局建設課の青山公営 RC アパートにおける実測資料によれば朝の降りピークはそれほどはなはだしいものではなく午後3時~5時の間の主婦や子供の日常的出入の方が一番ひんばんであり、居住者100人に付2時間に170人出入があったことが報告されている。これは1戸あたり出入人数は3.75人/2時間ですなわち出入おのおの1戸あたり30分に1人であった。

c. 中級以下のアパートではセレクトチブ コレクティブ操作のエレベータ1台で50~70戸までぐらい受持ち得る。6階以上のアパートでは2台設けることが望ましい。

d. 乳母車、家具などの積込のためにも出入口は広く採りかつカゴは奥行を深くしてカゴ面積は 1.5 m^2 以上とすべきである。戸は一枚戸片開きの電動戸閉を推奨する。

e. 老若男女とくに子供が使用することを考え戸閉ならびに三方わくは安全を主眼とし外観は二の次とすべきである。またイギリスなどの例では子供のいたずら防止を強調している点からカゴ操作盤などの取付位置、取付方法などに特別の配慮が必要と思われる。

(2) アパート用エレベータの標準すえ付図(図 5.7 参照)



図 5.6 アパート

Fig. 5.6 Apartment house.

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

図 5.7 付表(その 1)

容量(kg)	定員(人)	速度(m/min)	出入口巾J(mm)	操作方式	溜床誤差(mm)
750	10	30	800	セレクトチブ コレクティブ	±30

図 5.7 付表(その 2)

カゴ床		昇 降 路			
AA	B	BH	RH	U	P
1,300	1,825	1,900	2,100	6,000	1,550

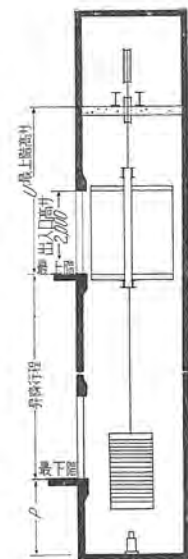
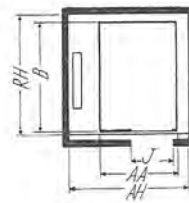


図 5.7 アパート用エレベータ標準すえ付図

Fig. 5.7 Standard layout of apartment house elevator.

5.4 病院用エレベータの適用

(1) 病院用(寝台用)エレベータの特質

a. このエレベータは乗用エレベータでありながら、寝台車、食器台などを考慮しなければならない。

b. 病院には最小限2台のエレベータが必要である。他の1台は人貨用もしくは貨物用でも良く、もし1台だけであればそれが故障すれば病人運搬にさしつかえる。

c. 普通エレベータ輸送は患者よりむしろ付添者、見舞客のほうが多く、或る例ではベットあたり1.5~2人を予定しなければならないとしている。ただし外来患者の診療は1階とすべきでかくすればエレベータサービスに無関係となるからである。

d. 病院車の形態のためにカゴ間口より奥行を深く採り(すえ付寸法図5.9参照)、また車種の出入のため出入口巾もカゴ室の間口に近くできるだけ広く採る。電動戸閉が望ましく扉方式は普通2Sとし、カゴがとくに大形のときは2COとする。

e. エレベータ容量はベットと数人の付添者、看護婦、医師を乗せることを考慮しベットよりそれだけのスぺー



図 5.8 病院用エレベータ

Fig. 5.8 Elevator for hospital use.

スを広く採る。しかしこの患者用ベットの乗せた場合よりもエレベータとしては乗客だけのほうが負荷が大となり、したがってエレベータ容量の基準算定は表 4.2 のようにカゴ室面積の相関関係により決定すべきである。

f. ダムウェータの併用

病院においては以上のほか、洗濯物、食事などのこまごました運搬物があるためダムウェータ (Dumbwaiter) との併用が望ましい。

(2) 病院用 (寝台用) エレベータの選択表 (表 5.4 参照)

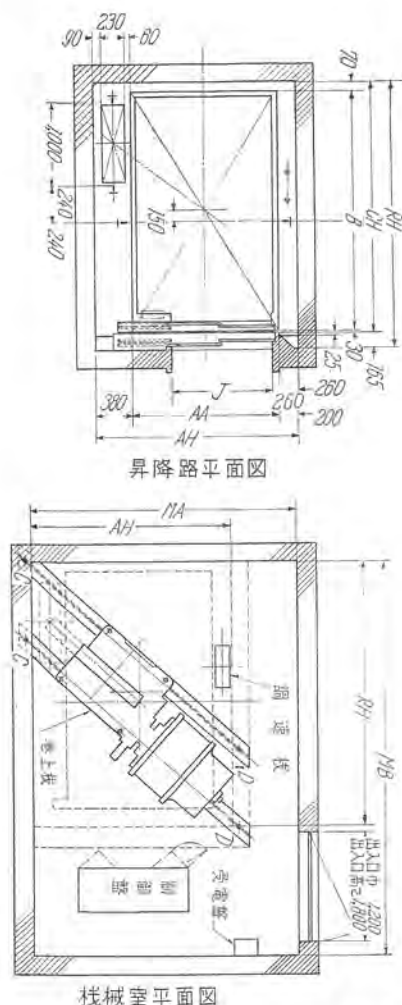


図 5.9 病院 (寝台) 用エレベータ標準すえ付図 (もしくは乗用を主とする人貨用)

Fig. 5.9 Layout of hospital elevator.

図 5.9 付表 病院用 (ベット運搬用) もしくは乗用を主とする (人貨用) 交流二段速度エレベータ標準すえ付寸法表 (mm)

容量 (kg)	速度 (m/min)	出入口 (J)	カゴ床		機械室		昇降路					はりに掛 る荷重	
			AA	B	MA	MB	AH	CH	RH	T	P	C	D
1,600	130	1,100	1,600	2,400	3,400	2800	2,180	2,500	2,665	1,500	1,200	3,900	3,220
	145									1,800	1,300		
	160									1,600	1,600		
	75									#	#		
1,800	130	1,150	1,700	2,550	3,400	3,800	2,280	2,650	2,815	1,500	1,200	4,900	3,400
	145									1,800	1,300		
	160									1,600	1,600		
	75									#	#		

(注) † 交流二段速度エレベータ。その他直流可変電圧歯車式エレベータ

(3) 病院用 (寝台用) ならびに人貨用 (乗用を主とする) エレベータの標準すえ付図 (図 5.9 参照)

5.5 人貨用エレベータ (乗用を主とする)

(1) 人貨用エレベータはその適用簡図が広く定まった形式はない。ただし扉操作方式とカゴ室内設備に注意する必要がある。意匠は二の次とする。普通このエレベータは乗用を主とするため安全上スライディングドア方式が採られ 2S もしくは特別の場合 3S が採用される。また運転手なしの場合は扉安全装置を必ず付加しさらに戸の開き放しボタンを設ける。カゴ室は普通意匠的に

乗用のエレベータよりも簡素なものとし、貨物に対する保護のため塗装よりもロンリウム、デコラなどのような別材料をはり付けるか、車止めなどを考慮して十分壁面保護を考えられている。

(2) 人貨用エレベータの操作方式 (表 5.4 参照)

(3) 人貨用エレベータのすえ付標準図 (図 5.3 ならびに図 5.9 参照)

5.6 貨物用エレベータ

(1) 貨物用エレベータの容量と大きさの選定法

a. 概要

(i) 貨物用エレベータの容量と大きさを決める最善の定まった形式はない。個々のものについて、多くの要素を検討して決めなければならない。

(ii) 基本的には次の項目を調査する必要がある。

ア. 建物の特長、すなわち

階数 (二方出入口の場合はおのおの出入口方向の数)

表 5.4 病院用 (寝台用)、乗用を主とする人貨用エレベータ選択表

運転者	操作方式	駆動方式	速度 (m/min)	前床差 ± (mm)	建物の種類と適用例
運 転 手	カースイッチ	交流一段	15	10~15	4 階までの小建物
			20	15~25	
	カースイッチ自動貯床	交流二段	30	10	5 階までの中建物
			45	10	
		可変電圧歯車つき	60	15	7 階以上の大建物
			75	10	
通 常 乗 客 運 転 手 無 手 取	カースイッチオートアワーサー	交流二段	45	10	8 階までの中建物
			60	15	
	シングルオートマチック	可変電圧歯車つき	90	12.5	8 階までの大建物
			105	12.5	
	シングルオートマチック	交流二段	30	10	4 階までの、小、中建物できわめて閑散な用途のものに限る
			45	10	
通 常 乗 客 運 転 手 無 手 取	セレクトアップコレクタブジェーアル	交流二段	45	10	6 階までの中建物
			60	15	
	セレクトアップコレクタブジェーアル	可変電圧歯車つき	75	10	6 階までの大建物
			90	12.5	
乗客手			105	12.5	8 階以上の大建物

階 高

昇降行程

建物のエレベータ昇降路の大きさ、構造

(ただし積荷から決まるエレベータの大きさの関係を上記についてまずチェックすること)

イ. エレベータの積載荷物の条件 (図 5.11~5.13 参照)

積荷のエレベータへの積込法

〔注意〕 この場合手押し車を用いるとか、トラック、フォークリフトなどによる場合はその積載車の荷



図 5.10 貨物用エレベータ
Fig. 5.10 Freight elevator

重, 大きさを知る必要がある. その建物独自の定まった積荷以外のまれにある特別な重量, 大きさの荷物までを考慮するのは必ずしも実際にそくした方法とはいえない. これらの特殊荷物のために定常の荷物運搬の便利さや有効さを阻害しないよう十分注意すべきである.

積荷の最大重量と大きさ

梱包の単位重量と大きさ

バラ積の荷物の条件

ウ. 輸送条件

荷物の輸送方法およびその量

エレベータの運転間隔

積荷と同時に乗る人員

b. 貨物エレベータの容量と大きさ

(i) 貨物エレベータの奥行長さは, カゴ床全長から戸のスペースを約 200 mm とし積荷より 400~600 mm 以上大きいことが望ましい. とくに二方出入口ではこの倍必要である.

(ii) 図 5.14 および図 5.15 のすえ付標準図のカゴ高さは積載する運搬車によっては変更も可能である. ただしカゴ床平面形状すなわち間口, 奥行は特殊な寸法に昇降路の大きさが与えられた場合以外は標準寸法とされるようおすすめする.

(iii) 軽重量の手押し式運搬車を重い動力付運搬車に改める場合にはたとえ積載荷重, 負荷に変わっても運搬車自体の重量増加に注意すべきである. カゴ床, レール, カゴわくにより集中荷重を与える結果となるからである. この場合たとえ運搬車はエレベータによって輸送

最近の三菱エレベータの標準とその適用・宮城・外野・白村

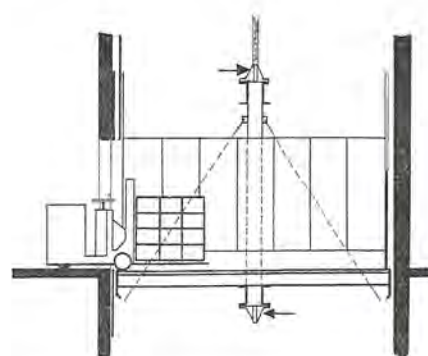


図 5.11 貨物と運搬車の合計荷重に近い集中荷重がカゴ床の端面に掛る. 矢印はレールのリアクションを示す.

Fig. 5.11 Most of the weight of the truck and the load is concentrated at the edge of the platform. The arrows indicate the reaction at the guides.

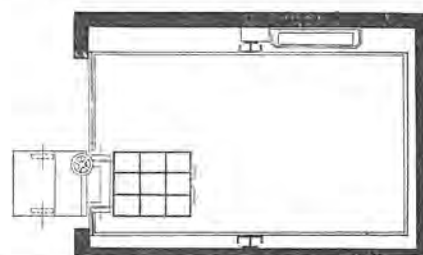


図 5.12 図 5.11 の平面図である. 図のようにカゴ床の端面のしかも側端であればさらにレールリアクションは不平衡となる.

Fig. 5.12 This is a plan view of the condition illustrated in Fig. 5.11. The load is not only concentrated on the edge of the platform but it is displaced sideways.

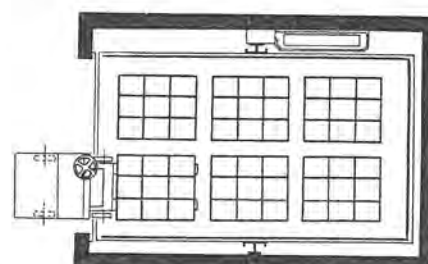


図 5.13 エレベータに最後の貨物が運搬車によって満載される場合を示す. この場合エレベータの合計荷重は貨物重量と運搬車重量の大部分との和である

Fig. 5.13 While the truck forks are still supporting the load, the total load on the elevator is its full load plus most of the weight of the truck.

しなくてもこの運搬車の重量は設計上最初から考えておかなければならない. 普通この場合図 5.15 付表においてその次の一段大形とすべきである. 積載による負荷の関係は図 5.11~5.13 を参照されたい.

c. 人員の考慮

(i) 人員だけ乗る場合もあるのでカゴ室面積はエレベータ容量に対して乗用エレベータと同様に制限する必要がある. 貨物エレベータのカゴ室面積に対して少なくとも表 5.5 の容量の関係を推奨する.

(ii) 普通カゴ室間口いっぱいに出入口を広げるためにはスライディングドアは戸袋寸法が必要となり不具合であるから上下扉が推奨される. この場合乗場は上下

2枚戸中央開き式とし扉は相互に重量をバランスさせる。カゴはつりあいオモリ付としてできるだけ軽いメッシュ戸を上方向開きとし、間口が2m以下では手動でがまんできる。間口が大きい時は運転手の扉操作による疲労を極力軽減し能率を向上させるためぜひとも電動上下戸とすべきで当社のC形パイパーティング電動戸閉がこれに適している。この形式の戸は必ず乗場にも戸閉ボタンが設置され操作者はこのボタンにより戸を閉める。

(2) 貨物用エレベータの速度、操作方式の選定

貨物エレベータの速度はおおむね階数によって決める。制御方式は速度60m/minまでは交流二段速度、20m/minまでは交流一段速度でも良い。普通大容量の場合2:1ローピングとし中以下の場合だけ1:1ローピング

表 5.5

カゴ床大きさ (mm/mm)	カゴ室面積 (m ²)	人員容量 (kg)	推奨貨物エレベータ 容量 (kg)
1,600×2,100	3.2	1,300	1,350
2,000×2,400	4.2	2,000	2,300
2,500×3,000	7.0	3,700	3,600
2,500×3,700	8.5	4,800	4,500
3,200×4,200	12.5	7,500	7,000

とする。貨物エレベータでは積載する運搬車の種類で床合せ誤差の許容範囲が決まる。一般に速度と床合せ誤差は表5.6のようになる。着床誤差が速度選択の重大な要素と考えられるので表から選定されたい。

(3) 貨物エレベータの推奨標準

a. 貨物エレベータの選択表 (表 5.6 参照)

b. 中形貨物エレベータの標準すえ付図 (図 5.14 参照)

c. 大形貨物エレベータの標準すえ付図 (図 5.15 参照)

図 5.15 図に大形貨物エレベータで容量 1,800 kg 以上 4,500 kg まで、2:1 ローピングとなっている。図 5.14 は中形で容量 1,800 kg まで、1:1 ローピングとなっている。また前者は電動戸閉 (C形パイパーティングドア) であり後者は手動戸閉としてあるが電動戸閉が望まれる場合はカゴと昇降路との間隔をより増すことにより簡単に可能となる。

表 5.6 貨物用エレベータ選択表

運転者	操作方式	駆動方式	速度 (m/min)	着床差 (mm)	建物の種類と適用例
運転手	カースイッチ	交流一段	15	10~15	4階までの小建物
			20	15~25	
	カースイッチ自動着床	交流二段	30	10	5階までの中建物
荷役者	シングルオートマチック	交流一段	45	10	8階までの中建物
			60	15	
		交流二段	15	25	4階までの閑散なエレベータ
通運常時乗降者	セレクトアップ・コネクティブ・ホール	交流二段	30	10	
			45	10	
乗客	セレクトアップ・コネクティブ・ホール	交流二段	45	10	8階までの中建物
			60	15	7階以上の大建物

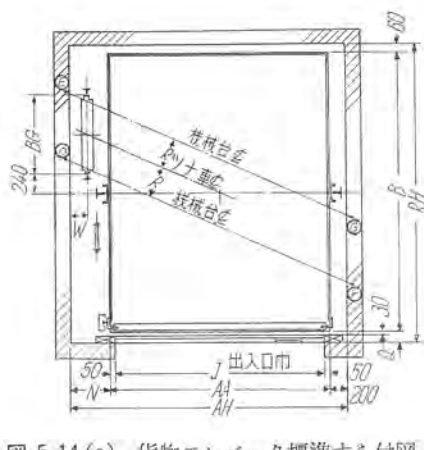


図 5.14 (a) 貨物エレベータ標準すえ付図
(手動戸閉一方出入口)

Fig. 5.14 (a) Standard layout of freight elevator.

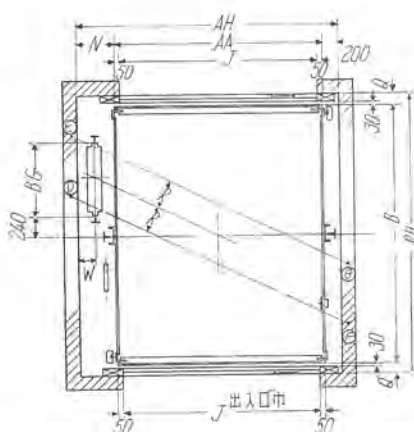


図 5.14 (b) 貨物エレベータ標準すえ付図
(手動戸閉二方出入口)

Fig. 5.14 (b) Standard layout of freight elevator.

図 5.14 付表

容量	速度	寸 法 表														はりに掛る荷重								
		AA	B	J	RA	RH 1 図	RH 2 図	N	P	R	U	W	BG	MB	TB	min								
						Q=	Q=									Q=	Q=	O. T. T. C	D	E	F	G		
						130	180	130	180															
1,350	20	1,650	2,150	1,550	2,210	2,340	2,390	2,410	2,460	360	1,370	335	5,360	145	700	300	200	760	1,020	4,040	3,130	2,230	3,180	
	30	1,900	2,450	1,800	2,460	2,640	2,690	2,710	2,760											4,130	2,140	2,450	2,820	
1,800	20	1,900	2,450	1,800	2,520	2,640	2,690	2,710	2,760	420	1,580	335	5,520	170	750	380	230	970	1,170	6,077	4,690	3,450	4,110	
	30	2,550	3,050	2,450	3,170	3,240	3,290	3,310	3,360											6,650	5,450	4,130	4,590	

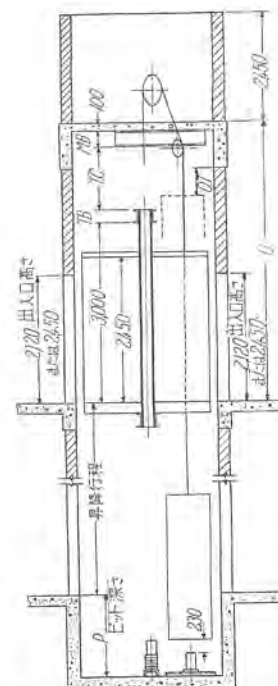


図 5.14 (c) 昇降路断面

Fig. 5.14 (c) Section of hoistway.

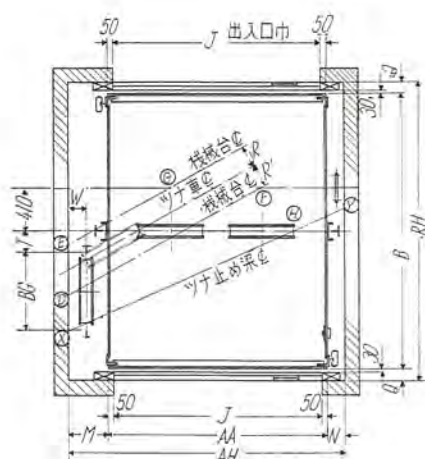


図 5.15(a) 貨物エレベータ (2:1 ローピング) 標準すえ付図二方出入口

Fig. 5.15 (a) Layout of freight elevator.

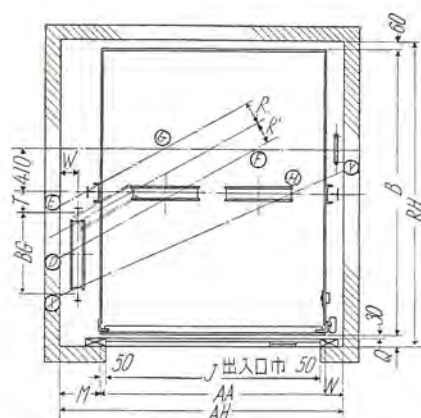


図 5.15 (b) 貨物エレベータ (2:1 ローピング) 標準すえ付図一方出入口

Fig. 5.15 (b) Layout of freight elevator.

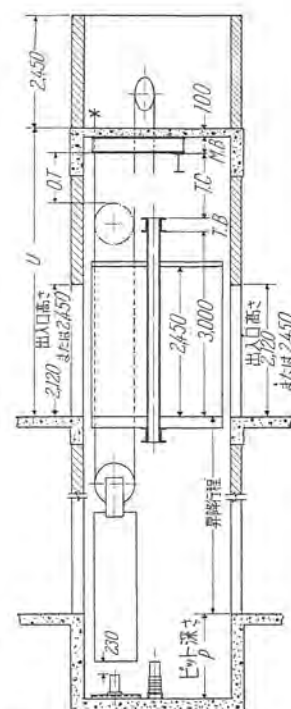


图 5.15 (c) 昇降路断面

Fig. 5.15 (c) Section of hoistway.

图 5.15 付表

容量	速度 (m/min)	寸 法 表																			min			は り に 掛 る 重 量 (kg)						
		AA	B	J	AH	RH 1 図		RH 2 図		M	N	P	R	R'	T	U	W	BG	MB	TB				D	E	F	G	H	X	Y
		Q=	Q=	Q=	Q=	130	180	130	180												O	T	T	C						
1,800	20 30	1,900 2,550	2,450 3,050	1,800 2,450	2,530 3,180	2,640 3,240	2,690 3,290	2,710 3,310	2,810 3,410	420	210	1,380	330	330	335 240	5,200	170	750 900	250	200	610	1,020	4,540	2,770	1,820	1,860	1,980	2,910	2,590	
2,300	20 30	2,550 3,650	3,050 3,650	2,450 3,180	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	420	210	1,380	330	330	240	5,200	170	900	250	250	690	1,150	5,050 5,100	3,130 3,270	2,000 2,230	2,090 2,180	2,230 3,320	3,220 3,360	3,000 3,130		
2,300	60	2,550	3,050 3,650	2,450	3,180	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	420	210	1,580	335	335	240	5,670	170	900	300	250	760	1,170	7,310 7,000	3,520 3,600	4,860 5,080	2,730 2,750	0	3,410 3,450	3,130 3,500	
2,700	15	2,550	3,050 3,650	2,450	3,180	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	420	210	1,380	330	330	240	5,300	170	900	250	250	600	1,020	5,400 5,600	3,290 3,420	2,210 2,180	2,230 2,290	2,450 2,520	3,380 3,560	3,180 3,270	
2,700	20 30	2,550	3,050 3,650	2,450	3,180	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	420	210	1,380	330	330	240	5,300	170	900	300	250	690	1,150	5,900 6,130	3,220 3,320	4,450 4,990	2,020 2,540	0	3,250 3,410	3,380 3,540	
2,700	60	2,550	3,050 3,650	2,450	3,180	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	420	210	1,580	335	335	240	5,670	170	900	300	250	760	1,170	7,580 7,310	3,720 3,810	5,180 5,400	2,860 2,910	0	3,540 3,630	3,360 3,720	
3,600	15 30	2,550	3,050 3,650	2,450	3,250	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	450	250	1,530	335	335	320	5,400	190	900	300	300	640	1,150	7,310 7,350	3,680 4,050	2,740 3,180	3,090 3,090	3,520 3,630	3,590 4,270	3,500 3,630	
3,600	60	2,550	3,050 3,650	2,450	3,280	3,240 3,840	3,290 3,890	3,310 3,910	3,410 4,010	480	250	1,680	290	395	320	5,820	190	900	300	300	760	1,170	7,850 8,170	4,950 5,130	7,260 7,260	3,860 3,990	0	4,040 4,270	2,590 3,180	
4,500	20		2,550 3,150	3,650 4,250	2,450 3,050	3,280 3,880	3,840 4,440	3,890 4,490	3,910 4,510	480	250	1,530	335	335	320	5,820	220	1,200	300	300	640	1,150	7,760 7,760	6,350 6,350	3,770 3,770	3,870 4,520	5,050 5,050	4,680 4,680		
4,500	45		2,550 3,150	3,650 4,250	2,450 3,050	3,360 3,960	3,840 4,440	3,890 4,490	3,910 4,510	560	250	1,530	290	395	320	5,820	220	1,200	350	350	740	1,150	8,620 10,440	5,950 6,400	5,880 4,950	4,990 5,360	0	5,220 5,604	4,980 4,880	

6. む す び

以上最近の三菱エレベータの標準とその適用について紹介するとともに若干の意見を述べて諸賢のご参考に供する次第である。

参考文献

- (1) セレクトボタン方式, 宮城, 三菱電機 1956/10.

- (2) オート セレクトボタン オート

全自動群管理運転手なしエレベータ，宮城，三菱電機
1957/11.

- (3) 乗用エレベータの設備台数の計画. 木村, 三菱電機 1952/
11.

- (4) 高性能エレベータについて. 木村その他, 三菱電機 1953/2.

- (5) そごう百貨店におけるエレベータ エスカレータのコンビネーション システム。木村, 三菱電機 1956/11.

- (6) アパート用エレベータ. 石川, 三菱電機 1956/10.

非常用小形交流発電機と制御装置

名古屋製作所 杉山昌司*・町野康男*

Emergency Small AC Generators and Control Equipment

Shōji SUGIYAMA・Yasuo MACHINO

Present-day buildings are all equipped with electric apparatus to the fullest extent, which makes it vital to have a power source for emergency use according to the law. Besides this provision for power failure, standby power equipment is applicable to adjust the power consumption when the demand of the building exceeds the limit of contract with the power company. The number of installations of standby machines—mostly diesel generators—is increasing year after year. They involve many problems different from ordinary land machines according to the nature operation called for.

1. ま え が き

文化の原動力たる電気の恩恵はわれわれの生活の基盤となり、あらゆる建築物は最大限の電気設備を持つようになったが、これらの設備は不時の停電にそなえるため何らかの非常用電源としての交流発電装置を必要として

いる。最近の建築物とくにビルディングにおいては、非常用交流発電装置としてディーゼル発電機をもって不時の停電にそなえることが常識化され、とくに建築や消防関係の法令の定めるところにより非常用としての予備電源を設置する必要があるが、予備電源のほかに電力需給調整用としても契約電力量以上に給電できるため予備電源設備の必要性が増し、その設置台数も年々増加している。ビルディングなどの建築物に設置する発電機は一般陸上用と異なった各種の問題があるので、ここに 125 kVA 以下の小形非常用発電装置について概略記述する。

表 1.1 建築物納入発電機一覧表

納入先(注文元)	台数	形名	容量(kVA)	電圧(V)	周波数(c/s)	回転数(rpm)	エンジン	配電盤形式	製作年月
神戸銀行(室町支店)	1	DA	80	3,300	50	750	阪神内燃機	開放垂直壁支持形	1952—11
日本国有鉄道(労働会館)	1	BA	60	220	50	1,000	三菱日本重工	開放垂直壁支持形(自動起動)	1953—8
日本電設工業KK(ビル)	1	#	60	220	50	1,000	三菱日本重工	開放垂直壁支持形(自動起動)	#—8
三菱銀行(安土支店)	1	#	30	220	60	720	ダイハツ工業	開放垂直壁支持形	#—9
同和火災(福岡支店)	1	DA	80	3,300	60	720	阪神内燃機	#	#—10
神戸銀行(大阪支店)	1	#	125	3,300	60	600	阪神内燃機	#	#—11
大生相互銀行(本店)	1	BA	60	220	50	1,000	三菱日本重工	開放垂直壁支持形	1954—2
北洋(北海道)	1	#	50	220	50	750	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	#—4
中央(本店)	1	DA	60	220	60	720	ダイハツ工業	#	#—4
日活KK(札幌劇場)	1	BA	60	220	50	1,000	三菱日本重工	#	#—6
朝日土地建物KK(グリーンビル)	1	DA	125	3,300	60	900	久保田鉄工	開放垂直壁支持形	#—6
日活KK(江の島水族館)	1	BA	40	220	50	1,000	三菱日本重工	#	#—7
三菱銀行(八王子支店)	1	DA	20	200	50	1,500	新三菱重工	開放垂直壁支持形	#—8
東京出版販売KK	1	#	125	3,300	50	1,000	三菱日本重工	#	#—8
株式会社 水屋刃物店	1	#	30	220	50	1,500	新三菱重工	#	#—8
日活KK(大阪新世界)	1	BA	50	220	60	900	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	1955—1
中部電力KK(岐阜支店)	1	DA	10	220	60	1,200	久保田鉄工	#	#—3
住友銀行(札幌支店)	1	#	15	220	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	#—4
東映KK(名古屋)	1	BA	40	220	60	900	久保田鉄工	#	#—5
日本ライヒホール	1	DA	60	220	60	900	ヤンマー・ジーゼル	#	1955—1
株式会社 堤ビル	1	BA	80	3,300	50	1,000	久保田鉄工	#	#—1
三越KK(松山支店)	1	DA	60	3,300	60	720	久保田鉄工	#	#—3
大和銀行(帝塚山寮)	1	#	60	220	60	900	ヤンマー・ジーゼル	#	#—3
協和銀行(福岡支店)	1	EA	15	220	60	1,200	ヤンマー・ジーゼル	#	#—4
北海道電力KK(本社ビル)	1	DA	75	3,300	50	750	三菱日本重工	#(自動起動)	#—4
関西電力KK(奈良支店)	1	EA	10	220	60	1,200	ヤンマー・ジーゼル	#	#—4
三菱銀行(本店)	1	BA	100	220	50	1,000	三菱日本重工	側面遮蔽垂直自立形	#—5
中部日本放送KK(テレビ塔)	1	DA	125	3,300	60	720	ダイハツ工業	閉鎖垂直自立形	#—6
日清紡績KK(本社ビル)	1	#	40	220	50	1,500	新三菱重工	開放垂直壁支持形	#—7
読売会館	1	BA	125	3,300	50	1,000	三菱日本重工	#	#—8
中部日本放送KK	1	DA	15	100	60	1,200	新三菱重工	閉鎖垂直自立形	#—8
北海道放送KK	1	#	125	200	60	720	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	#—9
大和銀行(錦糸町支店)	1	#	37.5	3,300	50	750	ヤンマー・ジーゼル	#	1957—1
ニュー・キョウ(東京)	1	BA	60	220	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	#	#—5
日本興業銀行(仙台支店)	1	#	40	3,300	50	1,000	三菱日本重工	#	#—7
第一生命(高松支店)	1	DA	125	6,600	60	720	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	1958—1
秋田銀行(札幌支店)	1	EA	10	220	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	#	#—1
足利銀行(本店)	1	BA	50	220	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	側面遮蔽垂直自立形	#—2
大和銀行(名古屋支店)	1	DA	100	3,300	60	600	ヤンマー・ジーゼル	#	#—3
足利銀行(高崎支店)	1	自動	15	220	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	#—3
松江デパート	1	DA	125	220	60	720	ヤンマー・ジーゼル	#	#—4
足利銀行(桐生支店)	1	EA	6.25	110	50	1,500	新三菱重工	壁掛形	#—4
北海道拓殖銀行(大板支店)	1	自動	15	220	60	1,200	ヤンマー・ジーゼル	開放垂直壁支持形	#—5
北海道放送KK(名寄放送所)	1	DA	15	200	50	1,500	新三菱重工	開放垂直壁支持形	#—6
日本海軍協会ビル	1	#	20	210	50	1,000	ヤンマー・ジーゼル	側面遮蔽垂直自立形	#—6
北陸放送KK	1	EA	7.5	220	60	1,200	久保田鉄工	開放垂直壁支持形	#—7

2. 交流発電機

2.1 標準形式

小形交流発電機の当社における標準形式は EA, DA, および BA 形の 3 種であるが、ビルディング

表 1.2 標準製作機種一覧表

容量(kVA)	周波数 50 c/s および 60 c/s					
	極 数					
	2	4	6	8	10	12
回 転 数 (rpm)						
	3000	1500	1000	750	600	500
	3600	1800	1200	900	720	600
1	×					
2	×	×				
3	×	×	×			
5	×	×	×	×		
7.5		×	×	×	×	
10			×	×	×	
15			×	×	×	
20			×	×	×	
25			×	×	×	
30			×	×	×	
40			×	×	×	
50			×	×	×	
60			×	×	×	
80			×	×	×	
100			×	×	×	
125			×	×	×	

(注) ×印は自動式、□印は EA 形、△印は DA 形、○印は BA 形を示す。

などの建築物に使用されるのは 10kVA 以上である。これらの発電機はすべて閉鎖自己通風形でブラケット形式を採用しているがそれぞれの形式は励磁機の結合方式によって異なり表 2.1 に示すとおりを製作標準としている。

2.2 形式とその特長

(1) EA 形交流発電機

EA 形交流発電機は図 2.1 のように励磁機を反負荷側ブラケットに内蔵したコンパクトな形式のもので、主として 15kVA 以下の小形機にこの形式を採用している。軸受はすべてボールベアリングを使用し、小形軽量であるため保守が容易で耐用され、ベルト掛けまたは直結式に原動機と結合し運転されている。当社スーパーラインモートルと同じ形式であり、そのコンパクトで優雅なデザインは他社の追従を許さないものがある。

(2) DA 形交流発電機

DA 形交流発電機は図 2.2 のような製品で従来からの発電機に使用されている形式で、励磁機を主発電機の遊び側ブラケットの外で主軸上にオーバハングし直結させた形式のものである。軸受は 30kVA 以下ではおもにボールベアリング、それ以上はプレーンベアリング(スリーブ)としている。

これの特長は

- a. 励磁機と原動機との結合が密なること、したがって原動機回転数が直接伝達され安定な運転をする。
- b. 構造が簡潔である。

(3) BA 形交流発電機

BA 形交流発電機は図 2.3 のように励磁機を主発電機の遊び側ブラケット上におき V ベルトで主発電機と結合したもので、V ベルトの張力を一定とするためにこれに自動緊張装置(張り車機構)を付している。

これの特長は

a. 重量が軽い

励磁機の回転数を主発電機のそれよりも V ベルトで高速度で運転できるため、励磁機寸法を DA 形の励磁機より小さくすることができ、発電機全体の外形が小さくなる。

b. 機械室建設費の節約

この発電機は高価な地代を要する都心地にすえつけられる場合機械室はきわめて狭く、発電機のすえつけ面積も小さいことが要望される。このようなとき BA 形交流発電機は励磁機直結形(DA 形)のものより軸方向の長さが短く小形となり、かつ重量も軽く、機械室のすえ付面積を節約し基礎も容易となる。

c. 励磁機の安定運転

V ベルトで励磁機動力を伝達しているが、V ベルトは温度負荷などによるのびのためその張力が変化しスリップする。かかるとき励磁機の回転数が変化し励磁電圧を変化して主発電機の出力電圧に



図 2.1 EA 形交流発電機

Fig. 2.1 Type EA AC generator.

図 2.2 DA 形交流発電機

Fig. 2.2 Type DA AC generator.



図 2.3 BA 形交流発電機

Fig. 2.3 Type BA AC generator.

影響をおよぼす。この悪影響をなくするために自動緊張装置として張り車機構を付けベルトスリップをなくし、たえず一定回転数で安定運転させている。

2.3 一般構造

ビルなどの非常用として使用される発電機は常用の発電機と比較してつぎの相違がある。

(1) 外被形式は防滴、閉鎖形である。

ビルの機械室は水や油の配管が多く水滴や油滴の侵入を除くため防滴形とし、また休転中にねずみが機械内に巣をつくり、絶縁物をかみ破って運転を不能にさせるおそれがあるので外被も閉鎖形で防鼠構造であることが必要である。

(2) 絶縁は耐湿である。

ビルの発電機は地下にすえつけられ、原動機の騒音が大きいため機械室は密閉されこのため高温多湿である。かつ長期休転するため絶縁物はすべて耐湿とすべきである。

(3) 防錆処理を完全にする。

非常用発電機は防錆処理をしないと休転中に発錆し使用にたえなくなる。とくに導電部たるスリップリングには銅合金またはステンレス鋼などを使用して防錆し、ブラシスプリング用ばね鋼には防錆用ウルシ塗り、フェルバ処理などをする。

(4) 耐振構造とする。

原動機たるディーゼルまたはガソリンエンジンは往復動機関でありとくに振動がはなはだしいためねじ類のゆるみ止めを完全にし、かつ全体を強靱にする必要がある。

a. 固定子

固定子わく、ブラケットなどは鋳鉄製で閉鎖形とし、通風方式は吸い出し式で励磁機側ブラケットから吸い負荷側ブラケットの側面または下方に排出するのを標準としている。軸受は 60kVA 以上はすべり軸受で密封式、自動給油環方式で軸受裏金は鋼管または鋳鉄製でこの上に高級なホワイトメタルを注入している。50kVA 以下においてはとくに保守の容易な密封式カートリッジ形またはシールドボールベアリングを使用し潤滑用グリースとして特性のよい Shell 石油会社製アルパニヤグリースを充填している。

b. 回転子

主軸は良質の鍛鋼を吟味して使用し駆動エンジンのねじり振動および短絡の際の応力にたえられるよう十分考慮して設計製作されている。主軸の負荷側は直結の場合はフランジカップリング、ベルト掛けの場合はプーリを焼きばめし、その反対側に励磁機をそれぞれの形式に従って結合させる。界磁鉄心は薄鋼板を積層しダブテールをもってスパイダ部分と結合し、過速度にも十分たえられるようにしている。とくに不平衡負荷や並列運転するものにあっては制動巻線を界磁鉄心に付している。スリップリングは非常用であるため防錆を考慮して銅合金またはステンレス鋼を使用し、主軸とフェノール樹脂をもって絶縁している。

c. 固定子コイルの絶縁

固定子コイルの絶縁は小形発電機にあっては標準絶縁階級として 600V 以下、3,300V および 6,600V の三段階であるがいずれも長期休転中外界の湿気吸収により絶縁低下を防止するためとくに厳選された材料によって入念な工作を施している。絶縁低下防止用としてスペースヒータを取り付けることが従来から行われていたが保安装置の故障によるコイルの焼損や小形機であるため取付がスペースの関係上困難であるなどを考慮してスペースヒータによらないで耐湿材料を使用し絶縁抵抗低下防止を考慮している。耐湿用として B 種を選択される場合もあるが耐湿用だけの理由では B 種でなくても当社標準の A 種絶縁でその目的を達することができる。600V 以下の低圧用としてマグネットワイヤには PVF 線またはポリエステル電線、絶縁としてマイラおよびテリレンなどの吸湿度の少ない材料を使用し吸湿による絶縁低下を防いでいる。上記材料は A 種絶縁というよりむしろ E 種絶縁であり温度上昇値は A 種絶縁によっているため絶縁寿命は相当長くなっている。高圧用は 3,300V 系と 6,600V 系の

2 種類であるがマグネットワイヤはいずれも二重絶縁巻線が主である。将来 PVF 線または一重テリレン巻 PVF またはポリエステル線が使用される傾向にあるが高価格のため多く使用されていない。主絶縁はマイカラップを胴巻きとしコイルエンド部分はワニスクロステープにより絶縁している。とくに 6,600V 系にはコロナの発生を防止するためコロナ防止塗料を塗布するがとくに要求のあるものは不飽和ポリエステル樹脂による当社独特のダイヤレジンを使用することもできる。最近配電系統の昇圧から 6,600V と 3,300V 共用の需要が多いがこの場合すべて 6,600V で絶縁し直並列の切替え (Y-211Y) によって使いわけている。これら各種の電圧用に使用する標準のワニスにはすべてサーモセットのベークライト系ワニスをを用いるためセット後の吸湿はアスファルト系ワニスに比べて非常に少ない。

2.4 発電機容量の算定

ビル非常用電源の負荷はおもに排水または給水ポンプ用誘導電動機および照明用蛍光灯または白熱電灯である。誘導電動機は全電圧起動するものにあっては普通カゴ形の場合、起動トルク 100~150% で起動電流が、500~700%、力率は 50~35% でいわゆる大電流、低力率であって小容量の発電機には瞬間的に過負荷となり電圧変動も必然的に増すこととなる。さらに蛍光灯の力率も補償装置のないものはとくに 60~70% で悪くますます起動時の発電機負荷を増大し電機子反作用および漏洩リアクタンスによって端子電圧の降下ははなはだしく、回路につらなるコンタクタやリレーのドロップアウト、電動機の停止、蛍光灯の点灯不能などの結果を生ずるようになる。かかる場合の発電機容量は急激に最大負荷が印加されたときコンタクタやリレーのドロップアウトの関係から最大電圧変動率を 40% 以下になるようにするとよい。発電機容量の算定にあたっては上記の理由から誘導電動機の起動特性、起動方法、台数およびその順序などを基礎とし起動時の瞬時電圧降下と回復時間を考慮して発電機容量を算定しなければならない。発電機容量をなるべく小さくするためには突入電流を小さくすること、すなわち誘導電動機の起動方法を全電圧起動によらないで、スターデルタ起動や補償器起動などによって起動電流を小さくすることが望ましい。突然負荷が発電機に印加された場合の電圧降下の値は発電機の直軸同期リアクタンス、過渡リアクタンス、開路時定数および励磁機公称速応比などによって定まるので発電機容量は運転出力によらず突発負荷、すなわち電動機起動時の負荷と上記各発電機定数によって決定すべきである。もちろんかかる負荷がかかるときの発電機には必ず自動電圧調整器をつけることを忘れてはならない。

2.5 発電機形式の選定

ビル非常用電源としてのエンジン発電機の選定にあたっては前述したように各種の条件を考慮して決定すべきであるが概略つぎのことがいえる。すなわち



図 2.4 25 kVA, 220 V, 3 φ, 50 c/s, 1,500 rpm エンジン発電機
Fig. 2.4 25 kVA engine AC generator



図 2.5 DP 形ダイヤパワーエンジン発電機
1 kVA, 100 V, 1 φ, 50 c/s, 3,000 rpm, 2 P
Fig. 2.5 DIAPOWER AC engine generator.

ビルは普通高価な地代の都心地におかれ運転時間は比較的少ないなどの理由により発電機にあつてはすえ付面積の比較的少ない形式、たとえば 15kVA 以下にあつては EA 形を、それ以上にあつては BA 形を選定するとよい。また運転時間の短い関係からエンジンの回転数を高速としエンジン、発電機ともに小形とすることにより機関室を小さく建設費を安くしうる。最近の高速ディーゼルの寿命は低速ディーゼルのものとほとんど変わらないように製作されつつあり、自動車工業の発展とともにエンジン発電機も小形、かつ高性能のものが完成されている。図 2.4 はエンジンメーカーと共同設計のうえ製作した 25 kVA, 220 V, 3 φ, 1,500rpm のエンジン発電機であるが、その外観は長さ 1,800 mm 巾 810mm 高さ 1,200mm であつてこの大きさに 40kVA, 1,500rpm のものまで製作している。125kVA 以下 5kVA までの小形発電機用ディーゼルエンジンは 50c/s にあつては 1,000~1,500rpm, 60c/s にあつては 900~1,800rpm とするとよく、5kVA 以下にあつてはコンパクトでポータブル式のガソリンエンジンとすると回転数も 3,000~3,600rpm となりきわめて小形化する。図 2.5 は通信電灯用として製作されている 1 kVA エンジン発電装置であつてダイヤパワーと称しているが、1 kVA および 2 kVA で 50~60 c/s, 3,000~3,600 rpm のものを標準とし後述の自動交流発電機として製作している。以上を要するに発電機選定に対してはまずエンジンの選定をするわけであるが、エンジン速度を高速度すなわち 1,000 rpm 以上とするとエン

非常用小形交流発電機と制御装置・杉山・町野

表 3.1 小形発電機標準仕様

取 付 部 品	個 数	
	低 圧 盤	高 圧 盤
盤	500×1,800	600×2,300
交 流 電 流 計	1	1
交 流 電 圧 計	1	1
周 波 計	1	1
直 流 電 流 計	1	1
電 流 計 切 替 開 閉 器	1	1
電 圧 計	1	1
自 動 手 動	1	1
界 磁 開 閉 器	1	1
自 動 電 圧 調 整 器	1	1
界 磁 調 整 器	1	1
遮 断 器	1×ACB	1×OCB
変 流 器	2	2
低 圧 カットアウト	1	1
赤および緑色信号灯	1 組	1 組
裏面結線および端子台	1 式	1 式
直 流 電 圧 計		1
三 相 交 流 指 示 電 力 計		1
三 相 積 算 電 力 計		1
過 電 流 繼 電 器		2
単 相 計 器 用 変 圧 器		3
高 圧 カットアウト		5
単 極 単 投 断 路 器		3
断 路 器 操 作 棒		1
チャネルベース	50×100	50×100
パイプわく組	FA 形 1500	FB 形 2500



図 3.1 10 kVA, 220 V, 60 c/s 用アングルわく組形発電機盤
Fig. 3.1 Angle frame generator panel for 10 kVA generator.



図 3.2 125 kVA, 3,300 V, 60 c/s 用キュービクル形発電機盤
Fig. 3.2 Cubicle generator panel for 125 kVA generator.

ジン、発電機、基礎工事、建屋などすべてが小さくなり経済的にもまた性能的にも有利である。

3. 発電機盤

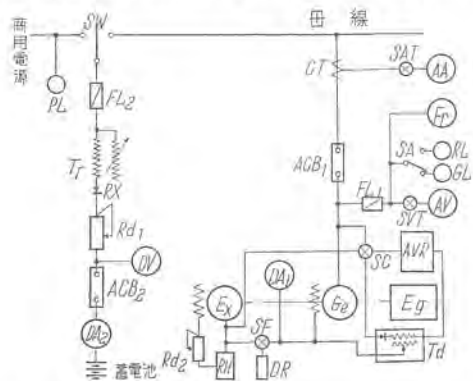
配電盤の形式は設備される予備電源の容量、その用途、すえ付場所のスペース、あるいは関連する受電設備などによって相違し、ディーゼル機関の起動方式によっても種々の形式が採用される。125kVA 以下の小容量発電機盤には表 3.1 のような標準仕様が定められていて、必要な計器器具を備え、並列運転を行うもの、あるいは母線の切替えや特定の負荷へ電力を供給するための配電設備を付帯する場合は、その都度特別に設計製作されている。

3.1 構造

標準発電機盤は高級仕上鋼板製の開放形で、チャンネルベースとパイプわく組による自立壁支持形であって、外形寸法は表 3.1 に示されるとおり低圧盤、高圧盤ともに標準寸法を定めてはいるが、建築物のすえ付スペースの関係から特殊寸法となることもある。

付属する計器用変圧器、変流器は遮断器とともに裏面に取り付けられ、表面には計器類、切替開閉器を装備してデッドフロントタイプとなっている。

建物の壁や道路、または受電設備の関係からパイプ支持にできぬものでキュービクルにする必要のない場合は、図 3.1 に示されるようにアングルわく組の形式が採用される。この形式によれば奥のスペースもわずかで済み、



DA: 直流電流計 DV: 直流電圧計 SW: 二極双投ナイフスイッチ
Tr: 電圧調整器 Rd: 抵抗管 RX: 整流器 ACB: 遮断器 FL: ヒューズ

図 3.3 充電装置付発電機並単線結線図

Fig. 3.3 Skeleton diagram of generator panel with charging device.



圖 3.4 充電裝置付發電機盤
Fig. 3.4. Generator panel
with charging device.

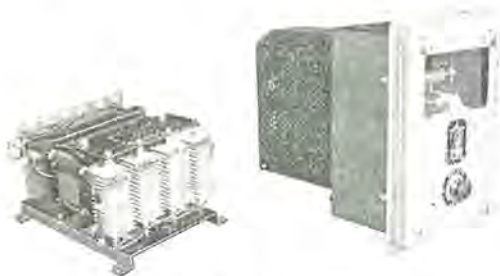


図 3.5 SR-1FA 形自動電圧調整器

Fig. 3.5 Type SR-1FA automatic voltage regulator.

しかもすえ付が容易である。さらに側面を金網張り、点検扉付きとして機器に対する安全をはかるよう試みた盤が銀行ビル向としてすでに数回製作されている。キュービクル形式のものとして図 3.2 に示したものは、自動起動装置と隣接して地下室に設備された発電機盤で、天井のはりの関係から高さを制限して両開きの扉に計器器具を埋込み、計器用変圧器、変流器などは電磁操作の油入遮断器とともに内蔵している。

3.2 起動装置

ディーゼル機関は自力で起動することができないので、
起動に際しては回転力を他の動力によらねばならない。

この装置は大別して、(1) 起動電動機による方法、(2) 圧縮空気による方法がある。前者に用いられる電動機 (Cell motor) は機関出力の 10~40% の出力を必要とし、したがって電池設備も 50 kVA から 100 kVA 程度の発電機に対して 24 V 120 Ah から 300 Ah 程度の容量のものが必要である。充電設備は一般に予備発電機の運転時間が短いので、図 3.3 のように発電機より供給する以外、常用電源からも整流器によって供給できるよう接続されている。図 3.4 は図 3.3 に示されるような準定電流方式の簡易な充電装置を発電機盤内に組み込んだものである。後者の圧縮空気装置は誘導電動機によって圧縮ポンプを運転し、つねに規定量の圧縮空気をたくわえておかねばならない。常時空気槽の圧力は 30 kg/cm^2 で、 25 kg/cm^2 に低下した場合、圧力開閉器によって自動的に電磁開閉器を動作させて圧縮機を運転するものである。起動方式は前記した装置を手動で操作する場合と、常用電源が停電した場合、ただちに自動起動して非常用電源を供給できる方式がある。後者の自動方式にはさらに、(1) 常用電源停電の警報を知って起動ボタンを押し、その後は継電器によって自動起動するもの、(2) 直流操作電動機付の順序制御器により順次起動を行うもの、(3) 常用電源が停電すると不足電圧継電器によって自動起動するものなどの方式に分れるが、自動起動の方式についての詳細はすでに紹介されているので割愛する⁽¹⁾。

3.3 自動電圧調整器

小容量発電機の励磁方式は、励磁機にイスムス磁極を採用して発電機界磁調整器を省略している。自動電圧調整器はその動作原理から分類すると振動形、抵抗器形、無接点形に分れるが、当社で採用している直接操作多重接点式の SR 形自動電圧調整器は抵抗器形に属し、動作原理の簡単な上に調整点検が容易で、しかも実用上十分な感度を有するため、中小容量の発電機には広く SR 形が使用されている。図 3.5 は SR-IFA 形自動電圧調整器の外観である。本器は本体と安定用変圧器整流器部よりなり、発電機盤には本体だけを埋込んで、安定用変圧器整流器部は裏面の適当な場所に取り付けられる。本体は前面のツマミねじを回してカバーをはずせば、図 3.6 のように内部の部品を引き出せる構造となっているので保守点検が容易である。さらに取付スペースの関係から本体も別取付けとしたい場合は、電圧調整抵抗器だけを盤

表 3.2 遮断器熱動引はずし特性

遮断器定格電流 (A)	動作時間 (min)	
	定格電流の200%の電流	定格電流の125%の電流
30 以下	2 以内	60 以内
31~50	4 "	60 "
51~100	6 "	120 "
101~225	8 "	120 "
226~400	10 "	120 "
401~600	12 "	120 "

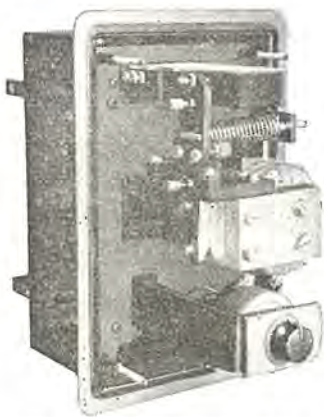


図 3.6 自動電圧調整器本体

Fig. 3.6 Main part of automatic voltage regulator.

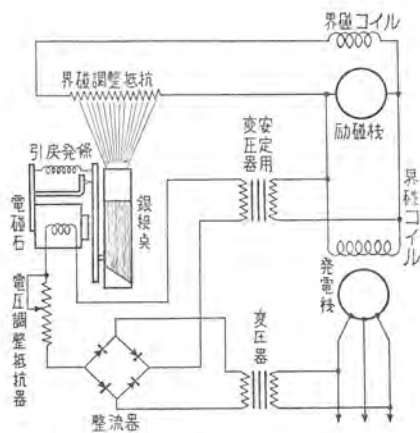


図 3.7 SR-1FA 形自動電圧調整器接続図

Fig. 3.7 Type SR-1FA automatic voltage regulator connection diagram.



図 3.8 NFM 形ノーヒューズ遮断器
電動操作式 (600 A フレーム)

Fig. 3.8 Type NFM no-fuse breaker of motor operated (600 A frame) system.

表面に取り付けて盤面スペースの節減をはかることができる。図 3.7 は SR 形自動電圧調整器の接続図でその原理を簡単に紹介すると、発電機電圧によって励磁される固定鉄心と、その吸引力によって動作する可動鉄心とを組み合わせることで発電機電圧の変動を機械的運動に変換し、多数の薄い発条板の一端に取り付けられた銀接点を逐次開放・短絡して、界磁調整抵抗を変化させるものである。接点の開放・短絡に際してはその各接点間がアーク電圧以下に押えられているため火花を発生することもなく、しかもつねにワイプを行っているので接点の寿命はほとんど永久的である。

3.4 遮断器

発電機機の過負荷および短絡保護のために取り付けられる遮断器は、標準仕様として低圧盤には NF 形ノーヒューズ遮断器を、高圧盤には F 形油入遮断器を取り付けている。NF 形ノーヒューズ遮断器は JIS C-8370 によるモールドケースの気中遮断器で、熱動および電磁引はらずし機構を有し、定格電圧 AC 600V 以下、定格電流 15A から 600A までのものを製作している。遮断器の動作は基準温度 25°C (または 50°C) において定格電流の 125% および 200% の電流を通じ、表 3.2 に示す時間以内であるが、引はらずし機構は可調整の電磁引はらずし装置を除き調整後封印されるので、発電機定格電流に対する遮断器定格電流の選定には機関の過負荷保護をも考慮し、通常発電機定格電流の 110~120% に選定している。NF 形遮断器はさらに配電盤の特殊な用途に応じて分路引はらずし機構、補助スイッチなども取り付けることができる。また自動起動のため遠方操作の必要ある場合は図 3.8 のように電動操作式とすることもできる。F 形遮断器は F-CO-T 形過電流継電器と組み合わせて変流器二次電流により動作させる直列引はらずし形で直接手動操作のものを標準としているが、自動起動のためには電磁操作のものも製作している。

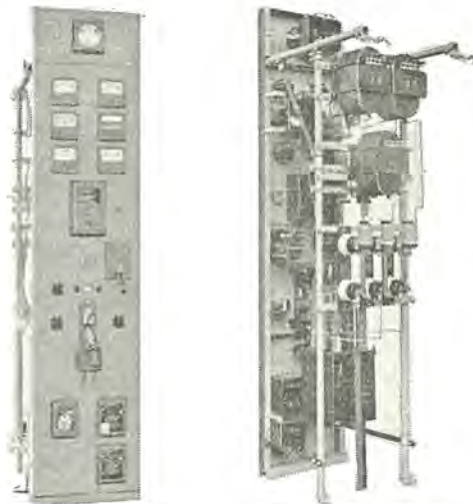


図 3.9 125 kVA 6,600 V 60 c/s HN 形発電機盤
およびその裏面

Fig. 3.9 Type HN generator panel for 125 kVA generator and its back view.

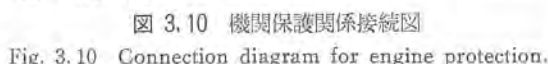
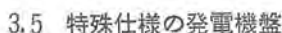


Fig. 3.10 Connection diagram for engine protection.

Fig. 3.11 Type HR generator panel for 100 kVA generator.



近時技術上あるいは経済上の観点から受電設備が昇圧される傾向にあり、そのため非常用電源設備も 3,000 V 級から 6,000 V 級のものが多々製作されるようになった。図 3.9 は計器用変圧器、変流器にダイアレジン含浸を採用した 6,600V 発電機盤で、回路の漏洩を指示警報するため KSS-1 形換漏器を頂上盤に設備している。ディーゼル機関の保護装置としては、(1) 潤滑油圧が 0.5 kg/cm^2 以下に低下した場合、(2) 冷却水温度が 80°C 以上に上昇した場合、(3) 機関回転数が 115% 以上に上昇した場合、でこの時は通常警報を発するとともに機関を停止し、遮断器をトリップさせる。図 3.10 は警報関係のシーケンスの一例を示し、図 3.11 は DA 形故障表示器で表示し、白色ランプで表示するとともにベルで警報する装置を組み込んだ発電機盤の一例である。

4. 自励交流發電機

ビルに設置される非常用発電機は普通建築設備全体の負荷にたいしてかなり小容量であり、この電源によって設備全体に電力を供給することはないまでも、非常用として使用される負荷には必ず給電することが必要である。すでにのべたように小容量発電機で誘導電動機をじかに起動する場合、発電機端子電圧は大きく降下し、電磁開閉器、継電器類をドロップアウトすることも考えられるので、電力会社から給電される場合と同様な電動機起動方式を行えない場合もある⁽²⁾。自動交流発電機はこのような難点に対し非常に有効に働き、最近の乾式整流器の発達とともに急速に脚光を浴びるようになった。

自励交流発電機は回転励磁機をもたないで、自己の発生した出力の一部を整流して励磁回路に供給する静止励磁器付交流発電機である。発電機本体は回転励磁機付の

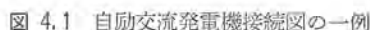


Fig. 4.1 Connection diagram of self-excited generator.

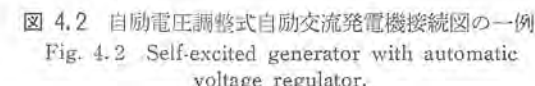


図 4.2 自励電圧調整式自励交流発電機接続図の一例
Fig. 4.2 Self-excited generator with automatic voltage regulator.

ものに比べて形式的には大して変りがないが，励磁電流を供給する容量が付加されることと，静止励磁器と組み合わせることで良好な複巻特性を持たせることが必要である。

いずれにしても発電機自体の根本的な構造には変化がない。励磁器は後述するように形式によってその内容がかなり異なるが、発電機盤内に静止励磁器を組み込むかまたは励磁器を単独にして別箱に収納することもある。

4.1 特 長

自励交流発電機の回路方式には図 4.1 のようにリアクトル、変流器、乾式整流器よりなる複巻式のもの、自動電圧調整器を用いた図 4.2 のものがあるが、この方式の発電機はいずれもつぎのような特長をもっている。

- (1) 瞬時電圧降下および上昇が回転励磁機付に比べ
きわめてわずかである。
- (2) 負荷急変時の端子電圧の回復が非常に速い。
- (3) 可動部がないため保守が容易で、信頼度が高い。
- (4) 回転励磁機がないため発電機のすえ付面積が小
さくてすむ。

4.2 形式

- (1) 自動電圧調整器なし自励交流発電機

図 4.1 に示されるとおり無負荷端子電圧を保持するた

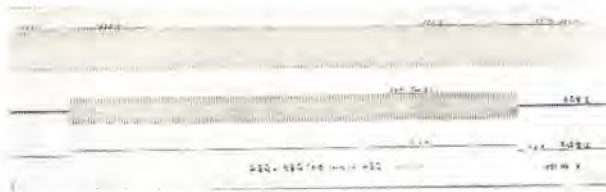


図 4.3 15 kW 200 V 50 c/s 自励交流発電機過渡特性
Fig 4.3 Transient characteristic of 15 kW self-excited generator.

めの励磁電流 I_{10} はリアクトルを通じて供給され、負荷電流による同期インピーダンス降下を補償するための励磁電流 I_{20} は変流器から供給されるが、両電流はベクトル的に合成されるので、負荷電流および力率には無関係にほぼ一定に発電機端子電圧を保つことができる。この方式は自動電圧調整器の働きによるものではなく、最初から一定の端子電圧を保つように回路を設計してあるから、瞬時電圧降下はとくに少なく、図 4.3 のような特性を示している。電圧変動率はディーゼルエンジンの速度変動率を考慮して回路定数を調整したとき、100% 力率で図 4.4 のような特性となり $\pm 1.5\%$ 以下となっている。この特性の自励交流発電機は図 4.5 のように銀行ビルの非常用電源として納入されたもので、静止励磁器は図 4.6 に示されるとおり発電機盤裏面のスペースを有効に利用してすえ付けている。

(2) 自動電圧調整器付自励交流発電機

この方式は交流発電機の出力電圧に比例する界磁電流と、負荷電流に比例する界磁電流を、整流器を介してスカラ的に合成して界磁回路に供給するもので、図 4.2 に示されるとおり端子電圧から供給される励磁電流は、磁気増巾器を通じて与えられるので、発電機端子電圧は負荷に無関係に一定に保つことができる。また電圧検出器は飽和変圧器を利用した定電流回路からなり、端子電圧変動によって生じた電流差を増巾しているため、周波数変動に対する補償も効果的で電圧変動率を $\pm 1\%$ 以下に保持できる。

5. む す び

以上建築物に設備される非常用電源設備の形式は、それを必要とする施設の重要度と経済上、あるいは保守などの観点から適宜取り捨て選択すべきもので小容量発電機といっても電磁クラッチを用いた無停電電源設備を採用することもある。そのため設備の計画にあたっては対象となる負荷の種類を十分研究して発電機容量と形式を決定し、制御方式を定めねばならない。とくに常用のものとは異なり特殊条件があるためそれぞれに適合したものを選定し、不時の停電による混乱を防止し、保安を全うすることが必要である。

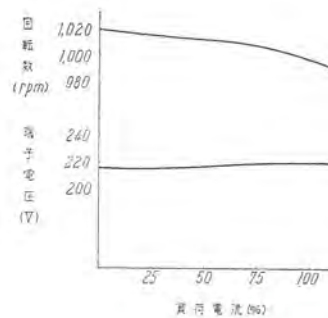


図 4.4 15 kVA 220 V 50 c/s 自励交流発電機外部特性曲線
Fig. 4.4 External characteristic curve of 15 kVA self-excited generator.

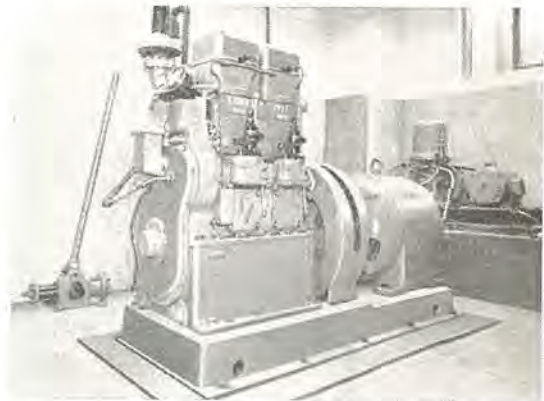


図 4.5 15 kVA 220 V 50 c/s 自励交流発電機のすえ付
Fig 4.5 Installation of 15 kVA 220 V 50 c/s self-excited generator.



図 4.6 静止励磁器および発電機盤のすえ付
Fig. 4.6 Installation of static exciter and generator panel.

参 考 文 献

- (1) 五十嵐信一： ディーゼル発電機の自動起動装置「三菱電機」25, 212 (昭 26-4)
- (2) 篠崎善助： 建築電気設備の保護装置「三菱電機」28, 240 (昭 29-6)
- (3) 日本電設工業会： 自家用予備発電設備の指針 (昭 31)

三菱トラベータ

名古屋製作所 河合 武彦*

Mitsubishi Travators

Nagoya Works Takehiko KAWAI

Facilities to carry persons up and down in lofty buildings are known to every body. Without elevators or escalators present-day civilization in modern cities would not be realized. But sidewise transportation has been left unnoticed until Mitsubishi has developed Travators—walking footway—that takes care of the transportation of passengers up to a distance of 100 meters at the maximum. This is so to speak an escalator moving horizontally, being expected to find its way in the traffic of passers-by in the railway station and other crowded premises.

1. ま え が き

たての交通にエレベータがあり、斜の交通に階段状のエスカレータが普及して、一応の完成をみた群衆の移動装置は三菱トラベータの出現によって、一層完璧の状態になったといえることができる。今回試作を完了した三菱トラベータは、エスカレータにおける経験を基にし、できるかぎりエスカレータの部品を利用することによって、構造の確実性、多量生産の可能性、価格の比較的低廉化に成功したものといえる。

「動く歩道」ともいえる三菱トラベータの詳細を發表し、ご採用の参考に供したいと思う。



図 1.1 三菱トラベータの全景である。写真で白く見えているトラスが付属部分で灰色に見える部分はすえ付、運転のためにとくに設けた支持台である。通常、踏板面は床面の高さとなる。

Fig. 1.1 Full view of Mitsubishi Travator.

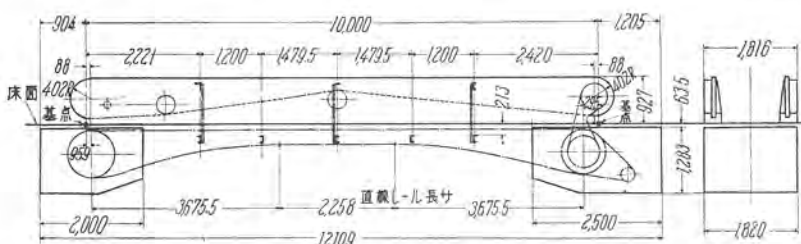


図 2.1 三菱トラベータすえ付図

Fig. 2.1 Installation of Mitsubishi Travator.

2. 構造概要

一口にいえば、水平に動くエスカレータといえるもので、乗口、降口、踏板、ゴム手すり、内側板の形状、構造は、すべてエスカレータと共通部品を使っている。

図 2.1 三菱トラベータすえ付図にあるように、両端の床下に機械室を設け、その一方にエスカレータと同一の駆動装置を有し、トラスは、両端機械室部分だけとし、中間部は、最大 1,200 mm 間隔で、構造物からの支持台に取りつける構造としてある。

長さの基準としては、基点間の距離を用いて表わす。基点とは、スカートガードの終る点、すなわち床板の端を称し、駆動装置取付トラスの端から 1,205 mm の所、遊び側トラスの端からは 904 mm の所に決めてある。乗客の足をすくい上げるくしの歯の先端は、基点から 746 mm 内側にあるから、実際に踏板の運行する長さは、基点間距離から 1,492 mm 短くなる。

踏面巾は、踏板巾 1,129 mm に両側スカートガードの隙間 3.5 mm ずつを加えた 1,136 mm とし、1200 形エスカレータの 1,010 mm に比し少し広くとってある。両側手すりの高さは、エスカレータと同一で床面から 927 mm、内側板は直線形とし、鉄板塗装をすることにし、18 クロームのスカートガードにつづき、実用的に考えてある。

踏板はエスカレータと同一品を組み合わせて所要巾としてあり、駆動チェーンもエスカレータと同一のものを使っている。踏板コロは、踏板 1 個に対して、両側それぞれ 1 個を使用し、他端はソニ口摺動面によって、つぎの踏板の軸に装架されている。走行速度は毎分 40 m を標準として計画してあるが、ご要求によっては、変更も可能であるが、工場内の実験によれば、この速度が使用上もっとも適しているようである。乗客の混雑の状況によって、二段速度の電動機を使って、たとえば 40 m/min と、30 m/min の 2 速度とするのも一方法と思う。

3. 試作までのいきさつ（諸元の決定）

工場内の運搬に使っているベルトコンベアを人の運搬に使って見たらとは、誰しも考えたことであろうが、製品と人とは、あまりにも飛躍しすぎていることから、つい二の足を踏ませていたが、1954年（昭和29年）3月号の Goodyear Tire & Rubber Co. 発行の Consulting engineer の記事がわれわれを勇気づけてくれた。それによると1953年2月に、Chicago Museum of Science and Industry に全長 60 ft の世界最初の動く歩道が、Stephens-Adamson Co. と B.F. Goodrich Co. の共同製作で展示されたという。これは実物をもって示した可能への挑戦であったが、つぎの年の1954年5月24日には、New Jersey の Jersey City の Hudson and Manhattan Railroad Erie Station に “Speed Walk” の商品名で動く歩道が開通している。

この “Speed walk” のデータが、三菱トラベータの貴重な資料となっているので、三菱トラベータの諸元と比較しながら、説明したいと思う。

このデータは Electrical Engineering, July 1954, p 685, Power, May 1955, p 126. および Stephens-Adamson の広告などから取ったもので、正式のデータではないが、ある程度の真実性はあると信じている。

このコンベアは巾 66 in (1,680 mm) のゴムベルトを使い、密接して設けた 600 個の鋼製ローラの上をすべる構造で、全長 227 ft (69 m) で、そのうち 137 ft (42 m) は 10% (5°43') の傾斜をしている。速度は毎時 1½ マイル (2.4 km) で、1時間に 10,800 人を運ぶという。

ゴムベルトは 5/8 in (16 mm) 厚さのもので、両面に 1/8 in 厚さのカバーをかけて、ローラ上を進む時に乗客の足にローラの衝撃を感じさせないようにになっている。

機械室は床下にあつて、ベルト駆動用のローラおよび張りを与えるローラを有し、減速装置は歯車およびローラチェーンを使っているようである。

以上からわかるように、この “Speed walk” は、ゴムベルトおよび、ボールベアリングを内装した支持ローラが装置の大部分を占めていて、Goodyear ゴム会社

と、Seal Master ボールベアリング会社がかつばら宣伝を担当しているらしい様子がよくわかる。

三菱トラベータは、これらの資料を基に、種々検討を加えた結果完成されたもので、“Speed walk” のベルトコンベア式に対して、エスカレータ式を採用したことは、現状から見て適切な方法であるといえる。

ここに “Speed walk” と三菱トラベータの諸元を表にして示して、比較対照を明らかにしたい。参考のためにエスカレータの諸元も加えた。

	三菱トラベータ	“Speed walk”	1200L 形 エスカレータ
欄干巾 (mm)	1,300	1,730	1,200
歩道巾 (mm)	1,136	1,580 (62")	1,010
定格容量 (人/h)	18,000	10,800	8,000
速度 (m/min)	40	40	27
電動機 (HP)	20	20	15

上表で、歩道巾が “Speed walk” に対して、三菱トラベータが約 30% 狭いことは、エスカレータのステップチェーンを利用したことによる支持軸の直径の関係上やむを得ないことである。さらに定格容量について三菱トラベータのほうが格段に大きくなっている点は、エスカレータの計算方式の流れをくんでいるからであつて、エスカレータの1時間あたり 8,000 人に対しては妥当な数字である。

踏板 1 枚の奥行は 406 mm で、巾は 1,136 mm、この上に大人 3 人が並んで立てるとすれば

$$3 \text{ 人} \times \frac{40,000(\text{mm}/\text{min})}{406 \text{ mm}} \times 60 = 17,700 \text{ 人}/\text{h}$$

となる。エスカレータのばあい、一段に 2 人ずつ立って、各段すき間なく並んだ時の輸送量は 8,000 人/h となるが、この状態では混雑して十分とはいいいく。三菱トラベータでも同様で、計算上は毎時 18,000 人とはなつても、各段に 3 人ずつ並んで乗ることは困難であるので、一段置きに 3 人ずつ乗るとすれば 9,000 人、隔段に 2 人、3 人の組合せとすると毎時 15,000 人となつて、或る程度の可能性が生まれる。

速度の点は “Speed walk” が 40 m/min で運転しているので、40 m/min を種々考えて見たところ、人の歩行速度は普通で 5 km/h、急げば 7 km/h くらいであるが、群集の場合は 3.5 km/h くらいになるそうで、歩行速度の半分くらいをねらつた 40 m/min に実験の結果決定したものである。前述したように、この速度は設計上自由に変更は可能であるが、据付後においては、簡単には変更できないので、二段速度の電動機を使って、速度を二段とすることは、当然考えるべきものと信ずる。

4. 群集の歩行速度ならびに密度について

建設省建築研究所の戸川技官の研究結果によると、群集避難の場合、通路 1 m あたり毎秒 1.5 人の通行量となる由で、1時間あたり通路巾 1 m につき 5,400 人となり、これを三菱トラベータに比較すると、巾 1,136 mm に直すと 1時間あたり 6,140 人となり、三菱トラベータは約 2 倍の容量を持っていることになる。 “Speed walk”



図 3.1 遊び側乗り口を示す。手前のはしごおよび灰色のトラスは床面の一部としてとくに設けた試験用おどり場である。

Fig. 3.1 Entrance side of Travator.

で計算すると、巾が 1,580 mm であるから 1 時間あたり 8,000 人となり、“Speed walk” の容量 10,800 人は必要にして十分な容量となっている。

したがって、三菱トラベータを通路の代用としても、群集の移動には、十分な容量を持っているといえることができる。

一方群集の移動を床面積あたりの人数で比較すると、通路上の人数は、速度を毎秒 1 m (毎時 3.6 km) とすると 1 m² に 1.5 人となる。三菱トラベータで計算すると、毎時 15,000 人の容量を発揮している時には、1 m² あたり 5.5 人となる。エレベータのカゴ室内定員は 1 m² あたり 5 人と決められていることや、エスカレータが毎時 8,000 人を運んでいる時の 1 m² あたり 4.89 人となることに比較すれば、適当な容量であると思われる。

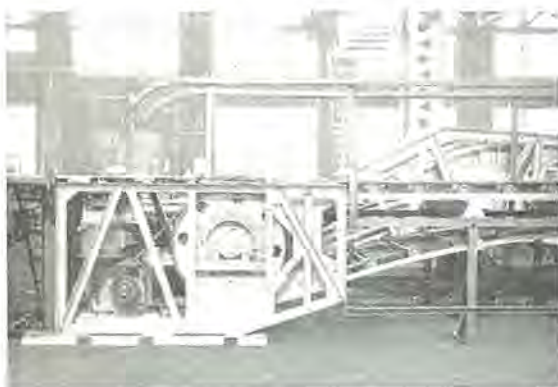


図 4.1 駆動側トラスを示す下側反転部分のレールがよく見えている。白く見える部分以外のトラスはすえ付けのための支持台である。

Fig. 4.1 Driving side truss

乗り降りの際の速度差を比較して見るとおもしろい。

人	の 速 度 (ひとり歩きの時)	毎 時	7 km	(毎 分 117 m)
"	(群集の時)	"	3.5 km	(" 59.0 m)
エスカレータ		"	1.62 km	(" 27.0 m)
三菱トラベータ		"	2.40 km	(" 40.0 m)

エスカレータに乗る人が、足をすくわれて転倒することが多いが、これは速度の関係ではなくて、エスカレータの踏板の切れ目に足を乗せてバランスを失う場合と、切れ目をよけて足を乗せようと、思わず立止まるために速度のバランスを失う場合の二つが原因である。これに対して三菱トラベータは、エスカレータに比べて 150% の高速ではあるが、平な踏板上の乗り移りであるので、乗降は容易であることは、実験上明らかである。

5. 試作三菱トラベータの諸元

図 1.1 に外形図を示す。この試作品は、工場床の關係上トラス下面を床の上に置き、床上 1,350 mm の位置に踏板面を設けてある。

仕 様

基点間距離	10,000 mm
全 長	12,109 mm
輸 送 能 力	18,000 人/h (一段あたり 3 人のとき)

電 動 機	220 V 60 c/s 20HP(15kW) 6 P
走 行 速 度	40 m/min
欄干有効巾	1,300 mm
踏 板 巾	1,129 mm (スカート間隔 1,136 mm)
踏 段 数	55 個
有効走行距離	8,508 mm
有効踏段数	21 個

電動機の 20 HP(15kW) は、この試作機に対しては過大に過ぎるが、全長 100m、そのうち 35m までは 1/10 までの勾配を許すとした時のものを使っているためである。

駆動方法はエスカレータと同様であるので省略するが、踏板 55 個を水平部分と、曲り部分に分けて、それぞれの駆動に要する力を計算し、所要馬力の基礎とした。

踏板 1 個の重さは、駆動鎖を加算して 46 kg、これをエスカレータ用の駆動ゴムローラ 1 組 2 個でさえた時の起動抵抗は、0.4 kg 程度、150 kg の荷重を乗せた時には、4.8 kg 程度になるが、運転中はおおの 90% くらいに下がる。

所要馬力の計算は

- ① 平行部分の踏板上に荷重を加えたものに要する力
- ② 曲り部分の無負荷の時の力
- ③ 鎖歯車から反転して上昇する時のレールとの間の力
- ④ 掃り部分の踏板的部分の力
- ⑤ 駆動側鎖歯車にはいる部分の反転レールに加わる力
- ⑥ 駆動鎖歯車による駆動力の力

の総和に、減速機部分および手すり駆動の力を加えたものになるが、変動の大きく、計算の困難な ③ および ⑤ にとくに注意しなければならない。とくに駆動装置のある側から進む方向の動きをする場合すなわち、図 2.1 で左方向に運転する時は、下側の二つの反転レール部分に加わる力は、所要馬力に大きな部分を占めることは注意すべきである。

この試作においては、無負荷運転の際は 4HP 程度を要している。

6. 踏 板

エスカレータの踏板を組み合わせて所定の巾をとってあるが、そのブラケットに新機軸を採用してある。

図 6.1 に示すように、駆動チェーンに貫通した軸に、ブラケットの一方を固定し、貫通軸の両端に駆動ローラを 1 組つけてある。ブラケットの他の一端は、つぎの軸の固定部分の内側に、ワニ口スリーブを介して、差し込んで、つぎの軸の駆動ローラで荷重を受ける構造をとってある。この方法は、駆動ローラの荷重に対する安全率が十分であるので、原価的に安く、レールの構造が簡単になるので、実用的に考えてあるといえる。このスリーブのとりかえも、割り形としてあるため容易であり、アルミダイカストのブラケットとの間には、鋼板製の金物を入れてあるので、永年の使用にも部品のとりかえだけで足りるものである。

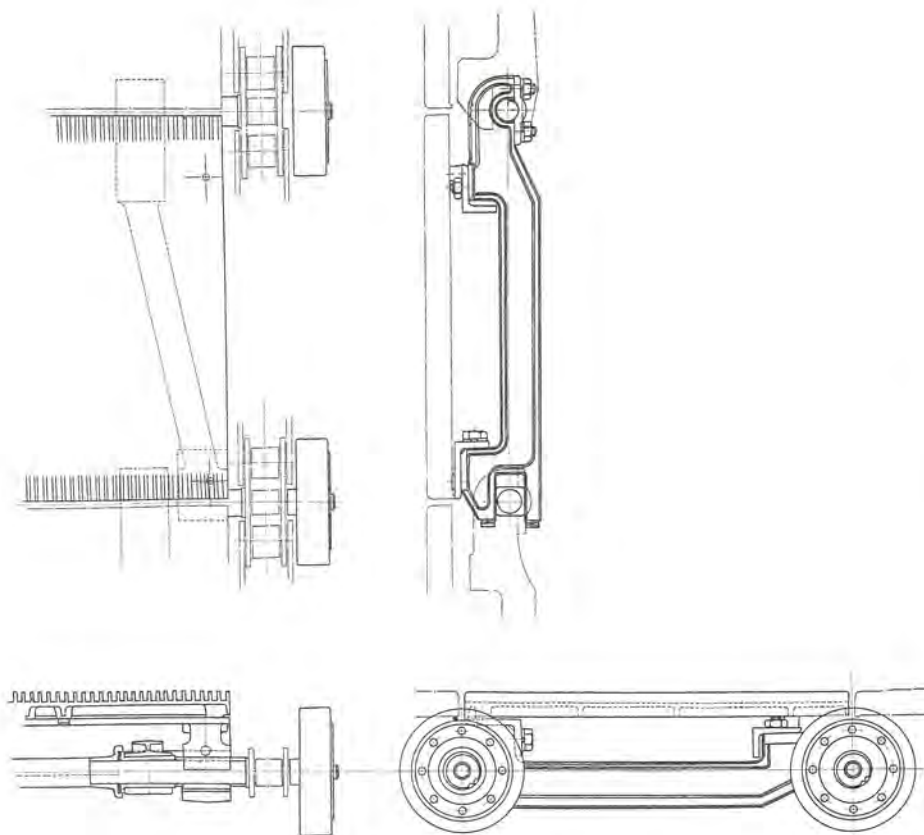


図 6.1 踏 段 組 立
Fig. 6.1 Assembling of steps.

踏板上面はエスカレータと同一品であるので、乗り降りに際し、くしの歯によって乗客の足をすくい上げることができるので、安全である。ゴムベルトの場合であると、平面であるのでつねに摺動するものを取りつけないければならず、ゴムベルト上の乗客の足をつねにすくい上げることは困難になる。

この点は三菱トラベータの利点ともいえるものである。

7. レールの配置

レールは山形鋼を、駆動ローラの運動部分だけ機械仕上げて使用する。上側レールは床面に添って配置し、その取付けはみぞ形鋼を渡して取付け、そのみぞ形鋼をピットに設けた1,200 mm 間隔の支持台によってささえる構造としてある。下側レールは図 7.1 に示すように、みぞ形鋼に締めつけた山形鋼によって支持される。欄干柱も、手すりゴムの導輪もすべてこのみぞ形鋼によってささえる構造であるので、すえ付はきわめて容易となる。

水平部分の返りレール(下側レール)は上部レールと接近して設け、中央部の厚さを小さくし、ピットの

深さを浅くし、工費の節約を期した。したがって、駆動側および従動側のトラス部分から突出した長い円形レールを必要とすることになる。このレールの半径は 8,500 mm としたが、踏板のところで説明したように、各駆動軸にリンク状に踏板がとりつけられている関係上、逆に

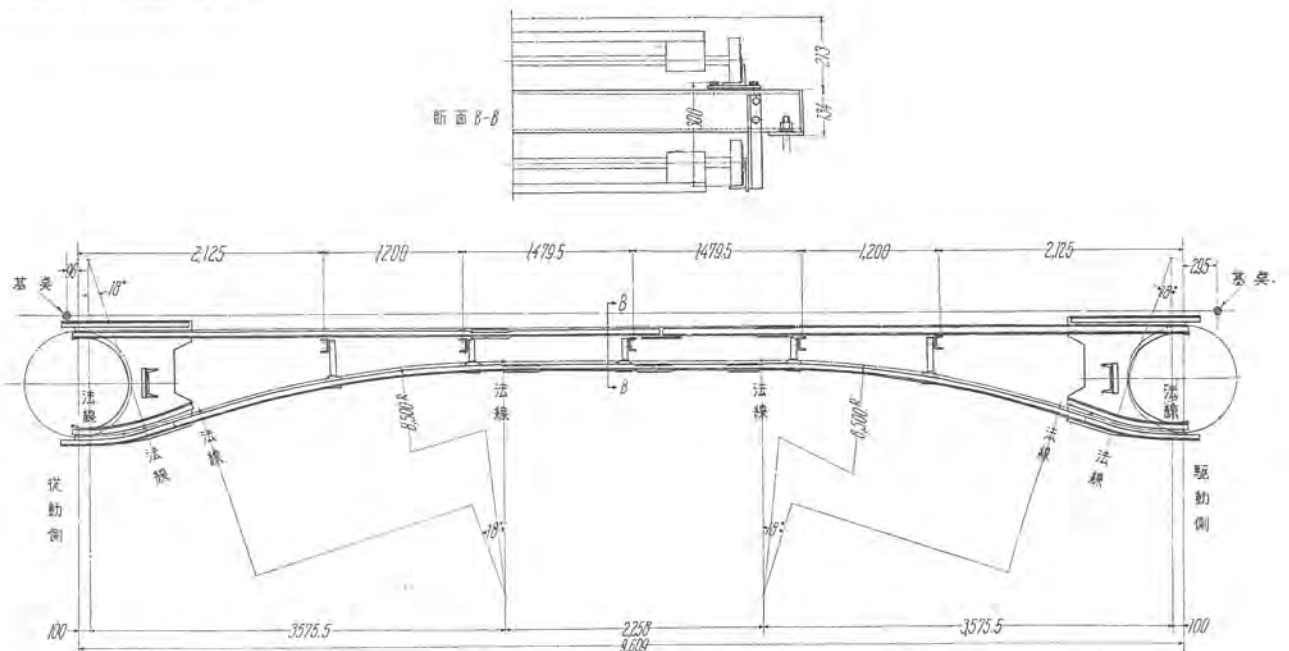


図 7.1 レ ー ル 配 置 図
Fig. 7.1 Arrangement of rails.

曲ることによって踏板と踏板が当ることになり、このレールの半径を小さくできないためである。踏板間のすきまを 5mm としたとき半径 8,500mm でそれとすると、0.936mm のすき間となり、これ以上小さくすることは不可能である。

反面、踏板間のすき間は、ないほうが理想的ではあるが、個別、組立式踏板を使う以上はやむを得ないことである。すき間を 2.5mm にするためには、円形レールの半径は 17,000mm となる。すき間を極小にするには、反転レールを使用せず、上面レールと平行にそのままトラス底面を走らせることによって可能となるが、全長にわたって深いピットを要することになる。

8. 中部欄干部分

図 8.1 に中部欄干断面図を示す。エスカレータと同一形式であるが、華美な意匠を排して実用本位とし、内側板は平板式で、鋼板に塗装したもの、スカートガードは

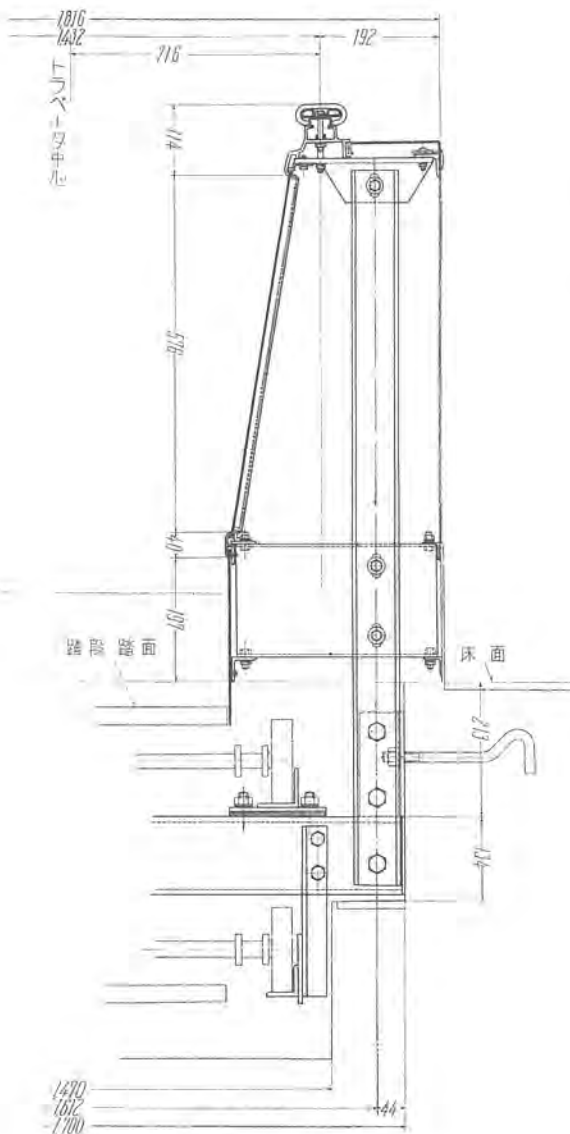


図 8.1 中部欄干断面図

Fig. 8.1 Cross section of central parapet.

靴によるすりきずを防ぐために 18 クローム鋼板のヘヤーライン仕上げとしてある。デッキボードも平面鉄板塗装の実用形とし、目地はエスカレータ用引抜材を利用している。外側板は、すえ付場所にもよるが、その性質上、片側は壁になる公算が大きいので、通路側一方だけとなるが、通路の意匠と合わせて、客先手配とするのを標準と考えている。

9. 据付上注意すべき点

(1) 駆動側、従動側ともトラスには駆動による横方向の力がそのままかかるから、基礎ボルトによって確実に固定する必要がある。

(2) 中間部の最小厚さは 600mm であるから、この部分に建築梁、配管、配線などがこないように計画すること。

(3) 駆動側の配置は慎重に考えること。水平の場合は比較的乗客の多い進行方向の終端に駆動装置を置くように配置する。停車場であれば、乗り口専用の時は当然ホーム側に、降り口専用の時は降り口側に、両用に切りかえ使用の時は、ピークロードのかかる方向の端につけることが、動力の軽減、耐久力の増大に役だつことになる。

(4) 傾斜のある場合は、高いほうに駆動側を設ける。これは上側踏板を駆動装置のある方向に動かすことが、理想の使用法であるからにほかならない。反対の場合は反転レール部分を 2 回も通って動力を伝えることになる。

(5) 計画時に、途中 1, 2 個所のマンホールをレールの外側に設け、駆動ローラの点検に便ならしめることは、有効なことである。

(6) 踏板のゴミや、水が中にはいることになるので、ピットの底に傾斜をつけ、水はけをよくすることも必要である。

(7) 入口および出口はとくに混雑する傾向があるので、十分に広くとることが必要であるが、入口よりも出口のほうを広くとるようにする。これは乗客が、トラベータ進行中に前へ前へと間をつめることが予想されるからである。

(8) ゴム手すりの先端から、踏板の可動部分まで約 1,060mm あるから、固定部分と可動部分の境を乗客に認識させることが、乗降を容易にする唯一の方法で、アーチをつくるとか、蛍光灯照明をすとかの方法を構ずる必要がある。

10. む す び

日本最初の動く歩道の実物試作を完了したことをご報告したのであるが、本格的すえ付をしていないので、群集の移動実験ができないのが残念である。

一応の試作は完了したとはいえ、実際の応用は今後の研究に待つところが多い。通路に配置する方法、長さの決定、走行速度の適否、利用価値の大小など、一に需用家の決断に期待するものである。ともに研究し、ともに苦勞して、一日も早く、日本全土に「動く歩道」ブームの到来を期待している。

理点検を行うことができる。上記の理由により 3φ 1,000 kVA 2 台を採用したのである。

3.2 単相と三相

設備場所の狭隘な地下変電所において変圧器を単相とするか、三相を選ぶかは相当重大な要素である。米国では最近もっぱら三相変圧器が使用されわが国においてもその傾向にある。三相変圧器を選定したのは占有面積が少なく、製作費も設備費も三相のほうが有利であるからである。

3.3 乾式変圧器

従来ビルの地下変電所に用いられる変圧器はほとんど全部が油入自冷式であったが不燃式変電所の要請により不燃合成油変圧器および H 種乾式が出現したのである。ここではシリコンワニス処理 H 種乾式変圧器を選定した。その理由は次のとおりである。

- a. 全油を使用しないので火災の危険がない。
- b. 不燃性の材料だけで製作されているから万一系統に生じた短絡事故または長時間過電流により過熱した場合でも油入変圧器のように爆発または燃焼して事故を拡大することはない。
- c. 耐湿性および耐熱性が大で周囲温度の高い場所にも設置できる。
- d. 油入変圧器に比し重量は 80-90%、床面積は 70-80% になる。またキュービクル形に収納するので外観は優美となる。
- e. 保守点検は油を使用しないので油による汚損、油の点検、汙過、油漏れなどがないので、保守の手数が省略される。

図 3.1 は当社が大和証券ビルに納入した 3φ 750 kVA 乾式変圧器の写真である。

4. 20 kV キュービクルと空気遮断器

従来 20 kV 遮断器としてはコンパートメント取付けの油入遮断器がもっぱら使用されていたが、遮断特性の

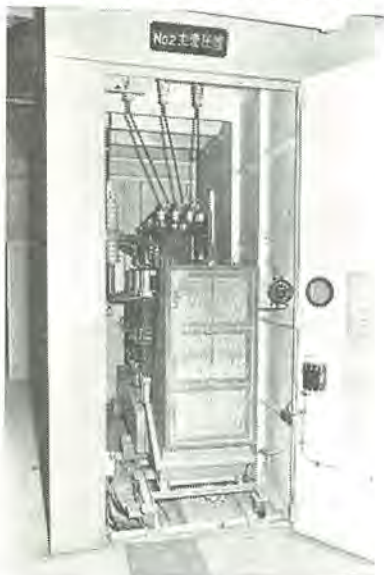


図 3.1 大和証券ビル納入の 3φ 750 kVA 22/3.3 kV 50 c/s 乾式変圧器

Fig. 3.1 50 cycle dry transformer delivered to Daiwa building.



図 4.1 読売会館に納入した 20 kV キュービクル

Fig. 4.1 20 kV cubicle delivered to the Yomiuri bldg.

優秀な空気遮断器が出現して以来空気遮断器を採用されることが多い。その特長を記述するとつぎのとおりである。

- a. 油を全量使用しないので火災の危険がなく、油の劣化の問題もない。
- b. 他力消弧であるため小電流から大電流にいたるまで広い範囲にわたって短いアーク時間で開路し接触部の損傷もきわめてわずかである。
- c. 補助タンクの上に遮断器本体が直接取り付けられてあるので遮断器の床面積が非常に少なく、同じ容量の油入遮断器の 1/2~1/3 である。
- d. 操作圧力は常時 10 気圧である。空気遮断器の操作圧力としては比較的低いので空気漏れもわずかである。
- e. 可動接触部が遮断器をかねて設計してあるので接触部の点検が容易である。
- f. 鉄板製キュービクルに収納して所要面積を節約し、かつ感電の危険がない。
- g. 20 kV キュービクルは鎖錠装置が完備しているので遮断器の誤操作はなく、扉インターロックも整っている。

図 4.1 は読売会館に当社が納入した 20 kV キュービクルの写真である。

5. 低圧キュービクル配電盤

図 5.1 は DB 形気中遮断器を内蔵したキュービクル形ロードセンタである。この新規開発の DB 形気中遮断器は三要素特性過電流引はずし装置を有することにより 400 V 給電回路にもっとも適当な遮断器で写真に見えるようにその容量により、高さ 2,300 mm のキュービクル配電盤に 4 段として 4 台、または 3 段として 3 台、内蔵することができるから、配電盤としてコンパクトかつ美麗である。また図 5.2 のように遮断器に引出機構を付すると保守点検に便利である。その利点を列記すると次のとおりである。

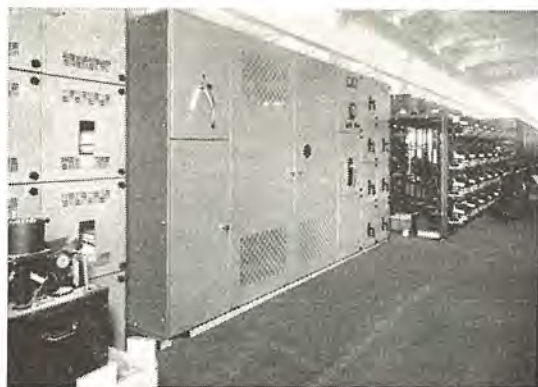


図 5.1 DB 形低圧気中遮断器を内蔵した
キュービクル形ロードセンタ

Fig. 5.1 Cubicle type load center containing low voltage air circuit breaker.

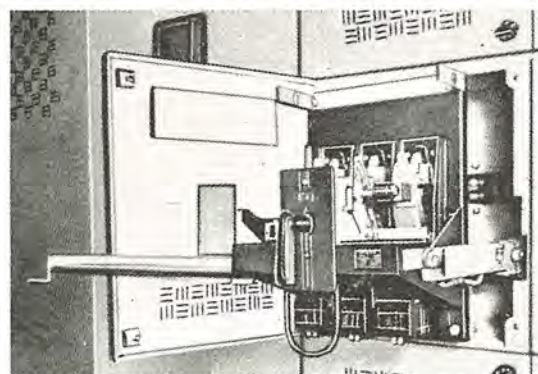


図 5.2 キュービクルから DB25 形遮断器を引き出したところ
Fig. 5.2 Cubicle with circuit breaker drawn out.

- a. 従来の遮断器に比しいちじるしく小形である。
- b. 三要素過電流引はずし装置を取り付けることができる。三要素特性とは
瞬時引はずし要素
長限時引はずし要素
短限時引はずし要素
の3種であり回路の状態に応じて限時ならびに電流整定を行い得るから、もっとも理想的かつ合理的な選択遮断を行うことができる。
- c. 外形が立方形に整備され、操作機構が大地電圧であり、制御継電器その他の付属装置が外形寸法をかえずに装備できるから、キュービクル配電盤に内蔵するに適している。
- d. 優秀な性能の消弧装置を有し、遮断特性が良好である。
- e. 完全な dead front 形であるため操作上きわめて安全である。

6. コントロールセンタ

NC 形コントロールセンタは冷凍機その他多くの 400 V 電動機の電磁じか入起動器と回路保護装置、さらに信号装置、その他電動機群を総合運転するに必要な器具を各ユニットごとにまとめたもので、各電動機の中央管理を行うことができる。NC 形コントロールセンタは化

新構想のビル用変電設備・井上

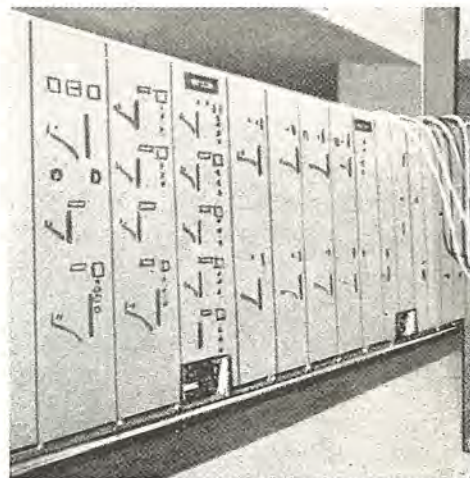


図 6.1 読売会館納入コントロールセンタ

Fig. 6.1 Control center supplied to the Yomiuri bldg.



図 6.2 ノーヒューズ分電盤と列盤のコントロールセンタ
Fig. 6.2 No-fuse panel board and control center.

織工場や一般生産工場用および新鋭火力発電所低圧補機用として好評を博し、納入および製作中のものは 850 面をこえている。ビル用変電所に納入したのは当社が完成した読売会館が最初である。山王国際会館向のものも製作中である。図 6.1 は読売会館へ納入したものの写真である。その利点は次のとおりである。

- a. 中央監視制御が効果的にできる。
- b. 据付面積が少なくかつ経済的である。
- c. 据付および配線の手数が節約できる。
- d. 標準寸法で製作するから互換性があり、増設変更が容易である。

この 400 V 電動機回路のコントロールセンタに並置して 242 V 回路の低圧電灯ならびに電熱その他の低圧き電線にノーヒューズ遮断器を用い、これに CNF 形キュービクル形分電盤を用いれば、コントロールセンタとの組合わせて共通母線に接続され端子構造も共通部品を用いることができる。図 6.2 は NC 形コントロールセンタと CNF 形分電盤を列盤とした写真である。

7. 監視制御盤

最近のビル用配電盤は配電器具をキュービクルまたは



図 7.1 三菱地所大手町ビル納入の監視制御盤
Fig. 7.1 Supervisory control board supplied to Otemachi bldg.

メタルクラッドに収納し、継電器類をこれに取り付ける。監視制御に必要な制御開閉器、信号灯、計器、および全系統を明示する模擬母線をコンパクトに取り付け、ビル用地下変電所全部を中央監視するため縮小した机形制御盤とし、計器は最新の角形広角度埋込形とし 80 mm 角の超小形のものを採用。なおドロップ式二重故障表示器および KS 形漏電計などを盤上に取り付け、故障の監視も容易にできる。図 7.1 は三菱地所大手町ビルに納入した監視制御盤である。

8. 配電方式の比較

送配電近代化委員会において一般配電電圧および工場ビルの電圧の上昇について討議されている。従来の 100/200 V 級と 242/420 V 級配電方式を比較すると次のとおりである。

8.1 配電線設備費の著大な節減

200 V 級配電に比べて 242/420 V 配電が資材ならびに、経済上有利の点を要約すると電灯幹線として 242/420 V 三相四線式は 100/200 V 単相三線式に比し銅量は 1/5 ないし 1/7 に減少し、また電動機配線として 420 V 三相三線式は 200 V 三相三線式に比べて銅量は 1/3 ないし 1/4 となる。電線管その他に要する鋼材の節約量も相当の額となる。さらに電圧降下の減少および電圧変動の改善も期待される。

8.2 電動機価額の比較

電動機の価額については 200 V 級電動機を 100% とすると 400 V 級電動機は約 105% でほぼ同一である。しかし 400 V 級、3 kV 級、6 kV 級、の各電動機（カゴ形、8 極）の価額は表 8.1 のようになる。すなわち出力 50 HP および 100 HP では 3 kV 級電動機を 100% とし、6 kV 級電動機はいずれも 160% であるが 400 V 級電動機では 50 HP は 80%、100 HP では 97% とかな

表 8.1 電動機価額の比較

出力 電圧	価 額 (%)			
	50 HP	100 HP	200 HP	300 HP
6 kV	160	160	160	155
3 kV	100	100	100	100
400 V	80	97	102	106

り価額は接近してくる。また出力 200 HP および 300 HP では 400 V 級電動機は 3 kV 級に比し、逆にわずかながら 102% および 106% と高価となる。

8.3 管制器類の価額の比較

管制器類の価額についてはその種類が多いため比較はなはだ困難であるが、3 kV および 6 kV 級はキュービクル形、400 V 級は 150 HP 以下はじか入起動器と開閉器箱、200 HP および 300 HP はキュービクル形を使用したと仮定すると価額の比較は表 8.2 のようになる。すなわち 3 kV 級を 100% とすると 6 kV 級約 125% となる。400 V 級は 200 HP は 70%、300 HP は 80% であるが、150 HP は 30%、100 HP 以下では 20% と大巾に安価となる。

表 8.2 管制器類の価額の比較

出力 電圧	価 額 (%)			
	100 HP 以下	150 HP	200 HP	300 HP
6 kV	125	125	125	125
3 kV	100	100	100	100
400 V	20	30	70	80

8.4 20 kV 受電の場合に中間電圧を得るための変圧器を要しない

3 kV 級電動機をぜひとも使用しなければならない場合を除いては、20 kV から直接、254/440 V に変降すればよく、20 kV より中間電圧 (3 kV) を経て 210/105 V に下げる変圧器は省略できる。この事実是最初設備費の節減および電力損失の軽減も相当ばくちであるが、狭隘な地下変電所の場合設備場所の節約による利益は設計してはじめて感じる問題である。

8.5 全機器の価額

総建坪約 6,000 坪の高層建築物の変電設備の電気機器について従来の 22 kV/3.3 kV/210-105 V 配電方式と新形式の 22 kV/242-420 V の配電方式の全機器の価額を比較すると前者の 6,000 万円に対し、後者は約 4,900 万円となる。この価額には前述の電線ならびに配線費用は含まれていないのでこれを加算すると全設備費の差額はさらに大きな数字になると思う。

9. む す び

本文は総建坪約 6,000 坪の新設の中級ビルの変電設備の新構想について略述したのであるが、3 kV 回路すなわち 3 kV 電動機を設置せず、400 V 電動機に転換するとともにその管制装置たる DB 形遮断器を収納するキュービクル配電盤やコントロールセンタなどの新規開発品に清新の気を感じる。この種新構想の配電方式の採用については幾多の困難な問題に出会うと思うが、既述のように多くの利点ならびに特長があるゆえ、ぜひ実施したいと存する次第である。

なお従来のビル用変電設備についても 200 V を昇圧して、銅量の節約その他経済的に有利な 400 V 電動機の採用を真剣に考慮する時期であると思う。

MC 形高速多気筒冷凍機および凝縮装置

長崎製作所 中 村 長 一*

Type MC High Speed Multicylinder Refrigerating Machines and Condensing Units

Nagasaki Works Choichi NAKAMURA

Of a striking number of modern buildings sprung up like mushrooms after rain very few are really qualified first class buildings in every detail. Most of them are middle class buildings. Air conditioning equipment to these buildings is now under serious consideration, because it has a great bearing on their value. Type MC high speed multicylinder refrigerating machines and condensing units have been developed for this object to operate heat pumping function to cool the rooms in summer and warm them in winter. Their construction and performance are described herein.

1. ま え が き

大ビル, あるいは一流の建築物といわれるものはその数においても少なく, ばく然とではあるが中位の建築が大部分である。これらを対象とする冷房用, あるいは工業用, 商業用として 20~40 レフトン, 馬力で 20~40 馬力のフロン専用機 MC 形を量産に移し, 昭和 33 年 1 月より市場に出している。その構造性能について述

べる。

2. 仕 様 要 目

本機はシリンダ径, ストロークが 75φmm×60mm, 1 個のシリンダ容積 265cm³ で 4, 6, 8 気筒の 3 種よりなり標準回転数 1,800rpm. 20 馬力~40 馬力程度のものである。

フロン 12 使用の場合の凝縮ユニットとしての標準仕様は表 2.1 のとおりである。本表は高温運転, 蒸発温度 0~5°C の場合の組合せであるが, 中温運転, 低温運転の場合は馬力およびコンデンサなど, 変り得るものである。

3. 構造および作動

各シリンダともシリンダ径, ストロークはすべて同一で容量はシリンダ数と回転数により自由に広範囲に選定でき内部部品を同一として互換性と大量生産を考慮している。

部品および構造についての要点は次のとおりである。

3.1 シリンダライナ

特殊高級鋳物を使用し内面は特殊なクロームメッキを施した上ホーニング仕上げをしてある。

3.2 ピストンおよび接続棒

ピストンはアルミ合金鋳物を使用し, 接続棒はアルミ合金の型鍛造品で, とくに運動部の重量軽減につとめた。

なおクランクピンメタルにはホワイトメタルを使用し簡単に抜き差しできるようになっている。

3.3 吸入弁

各シリンダ上部に 1 枚のリングバルブを使用し, シリンダ上部の弁座にすり合わせてある。

3.4 吐出弁

シリンダヘッドに 1 枚のリングバルブを使用し, 弁座と完全にすり合わせてある。

表 2.1 MC 形凝縮ユニット仕様一覧表

ユニット形名		MC-4UC-F	MC-6UB-F	MC-8UB-F
形 名		MC-4-F	MC-6-F	MC-8-F
圧 縮 機	シリンダ数	4	6	8
	シリンダ配置	▽ ▽ ▽	▽ ▽ ▽	▽ ▽ ▽
	シリンダ径 (mm)	75	75	75
	ストローク (mm)	60	60	60
	容量制御方式	ガス圧操作	ガス圧操作	ガス圧操作
	容量制御範囲 (%)	100 50	100 66 33	100 75 50
	回 転 数 (rpm)	1,450 1,750	1,800 1,800	1,800 1,800
	駆動方式	直結	V ベルト	V ベルト
	吸入側止弁 (in)	2	2 1/2	2 1/2
	吐出側止弁 (in)	1 1/4	1 1/2	2
電 動 機	概算重量 (kg)	236	280	310
	形 名	二重カゴ防滴形	巻線防滴形	巻線防滴形
	馬 力 50/60 c/s	20	30	40
	電 圧 (V)	200	200	200
	周 波 数 (c/s)	50/60	50/60	50/60
	極 数	4	4	4
	回 転 数 (rpm)	1,500 1,800	1,500 1,800	1,500 1,800
	重 量 (kg)	180	340	450
	形 名	KC-15-17	KC-25-22	KC-30-22
	冷却水フランジ	2"×2(2 1/2"×1)	2 1/2"×2(3"×1)	2 1/2"×2(3"×1)
凝 縮 器	ローヒン管 19 フィン/in	15.6	23.7	31.8
	冷却表面積 (m ²)			
	水 通 路 数	4(2)	4(2)	4(2)
	概 算 重 量 (kg)	240	360	470
付 属 品	高 圧 計	1	1	1
	低 圧 計	1	1	1
	O. P. S	1	1	1
	D. P. S	1	1	1
	L. P. S	0	0	0
	凝縮器安全弁	1 1/2"×1	1 1/2"×1	1 1/2"×1
	容量制御用電磁弁	1	2	2
	基礎ボルト	1 式	1 式	1 式
	運転用開閉器	EC-75 形 PN-120-6 付	LM-2B 形	LM-2B 形
	起動機 (リセットスイッチ 2 付)		WS-11 形	WS-12 形
コ ン ト ロール 用	補助リレー箱	1	1	1
	概算機重量 (kg)	865	1,270	1,530

3.5 吸込ガス室

機械の吸込側には吸込ガス室を設け次のような目的を達している。

イ) 吸込ガスとともにはいってくる比較的重い異物をストレーナにはいる前に分離でき、ストレーナの破損、手入れを少なくする。

ロ) 油だめとしての作用をなし油は室の下部の油こし器を通りクランクケースにもどるような構造である。

ハ) 微細な冷媒液が分離されて液冷媒はクランクケースの熱により蒸発させる。

3.6 オイルチェックバルブ

吸込ガス室とクランクケースとの間に取り付けてあり、これは吸込ガス室からクランクケースに油をかえしたり、あるいは起動の際の油のあわ立ちによる油の消費を少なくするためのもので、ポンプ側軸受箱にあるフォームブレーカとあいまってその目的を達成する。

3.7 フォームブレーカ

歯車ポンプ側軸受箱に取り付けられていて、クランクケースと吸込ガス室との間には均圧用の穴があり、油のあわ立ちのもっともはげしい起動の際、吸込室に引かれるあわをこのスチールファイバで破壊しガスだけ穴から吸入する。

これは前記のチェックバルブとあいまって油の消費を減少させるものである。

3.8 油の循環方式

ギヤポンプによる強制循環方式で外部配管がなく、クランクケース内の油はギヤポンプにより吸い上げられ、ポンプ側より軸に設けられた油穴を通り、軸封側へと循環させる方式である。

図 3.1 にその構造ならびに部品名称を示す。

4. 能力および軸馬力

本機の能力および軸馬力は F-12 (C Cl₂ F₂) 使用の場合、表 4.1 に示すとおりである。高温、中温、低温運転によりそれぞれ能力および軸馬力は異なる。

使用範囲は蒸発温度 -30°C ~ +5°C 程度で特殊な用途あるいは F-22 (CH Cl F₂) 使用で吐き出しガス温度が高くなる場合はヘッドクーリングをする。回転数は直結の場合、50 サイクル地区では 1,450 rpm となるため、能力、軸馬力ともほぼ比例して減少する。

5. 機器の組合わせ

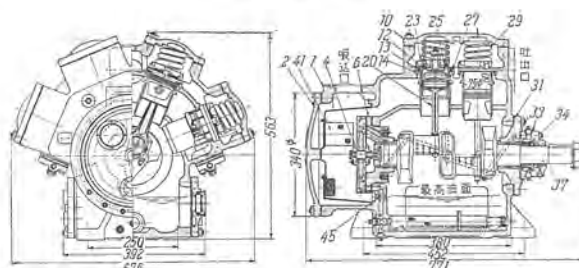
機器の組合せについては

- A. 圧縮ユニット = 圧縮機 + 電動機
- B. 凝縮ユニット = 圧縮機 + 電動機 + 凝縮器
- C. チラーユニット = 圧縮機 + 電動機 + 凝縮器 + 水冷却器

でその形態は図 5.1 ~ 5.5 のようである。

圧縮ユニットとしては直結式と V ベルト駆動式があり、前者は 50 サイクル地区では 1,450 rpm に制約されるので圧縮機をフルに利用できない。現在の標準は

構造図



品名	材料	数	品名	材料	数	品名	材料	数
1 クランク室	鋳鉄	1	14 シリンダライナ	鋳鉄	8	33 軸封箱	鋳鉄	1
2 前ふた	"	1	20 連接棒	アルミ合金	8	34 軸封装置		1
4 歯車ポンプ		1	23 シリンダヘッド押え	鋳鉄	8	37 クランク軸	鍛鋼	1
6 軸受箱	鋳鉄	1	25 吐出弁板 特殊銅板		8	41 吸入ガスこし器	ステンレスメッシュ	1
10 シリンダふた	"	4	27 吸込弁板	"	8	45 逆止弁		1
12 ピストン	アルミ合金	8	29 安全ばね	ばね鋼線	8			
13 シリンダヘッド	ニッケルクロム鋼	8	31 軸受	鋳鉄	1			

図 3.1 MC-8 形冷凍圧縮機

Fig. 3.1 Type MC-8 Refrigerating compressor.

表 4.1 MC 形冷凍機能力表 KCal/Hr CCl₂F₂ 使用

形名	回転数 (rpm)	蒸発温度 (°C)	凝縮温度						電動機 (HP)
			32°C	BHP	38°C	BHP	44°C	BHP	
MC-4C-F (電動機直結)	1,750	-30	9,100	7.3	7,500	7.4	5,500	7.5	15
		-25	13,000	9.0	11,000	9.1	9,000	9.3	
		-20	18,000	10.7	15,500	10.9	13,500	11.0	
		-15	23,500	12.3	21,200	12.5	18,500	12.7	
		-10	30,500	13.8	27,500	14.2	24,500	14.5	
		-5	38,200	14.9	35,000	15.5	31,800	16.2	
		0	47,700	15.5	44,200	16.5	40,700	17.6	
		+5	59,200	15.7	55,000	17.1	51,000	18.5	
MC-6B-F (Vベルト駆動)	1,800	-30	13,500	11.3	12,000	11.5	9,500	11.6	25
		-25	19,800	13.9	17,000	14.0	14,500	14.4	
		-20	27,000	16.5	24,000	16.7	21,000	17.0	
		-15	36,500	19.0	33,000	19.4	29,000	19.8	
		-10	47,000	21.2	43,000	21.9	38,500	22.4	
		-5	59,500	23.0	54,500	24.0	49,500	25.0	
		0	74,500	24.0	68,500	25.5	63,000	27.0	
		+5	91,500	24.2	85,000	26.4	78,500	28.5	
MC-8B-F (Vベルト駆動)	1,800	-30	19,000	15.0	15,500	15.2	12,000	15.4	30
		-25	27,000	18.6	22,500	18.8	19,000	19.0	
		-20	36,500	22.0	32,000	22.4	27,000	22.7	
		-15	48,000	25.3	43,000	25.8	38,000	26.2	
		-10	63,000	28.2	56,500	29.0	51,000	30.0	
		-5	79,000	30.5	72,500	32.0	66,000	33.4	
		0	99,000	31.8	91,000	33.8	83,500	36.0	
		+5	121,500	32.2	112,500	35.0	104,000	38.0	

冷媒液の過熱、過冷なしの場合

図 5.1 圧縮ユニット直結式 MC-4C-F 形

Fig. 5.1 Direct connected compressor unit.

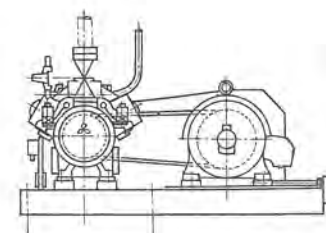
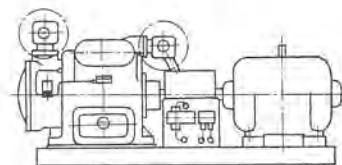


図 5.2 圧縮ユニット V ベルト駆動式 MC-6B-F 形

Fig. 5.2 Belt driven compressor unit.

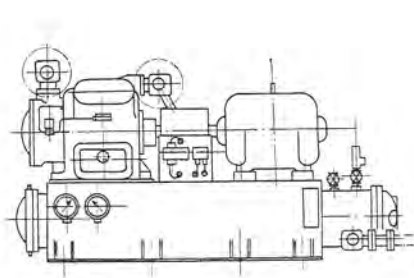


図 5.3 凝縮ユニット凝縮器下置
MC-4UC-F 形

Fig. 5.3 Bottom mounted condensing unit.

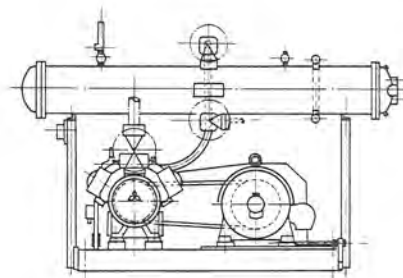


図 5.4 凝縮ユニット凝縮器上置
MC-6.8 UB-F 形

Fig. 5.4 Top-mounted condensing unit.

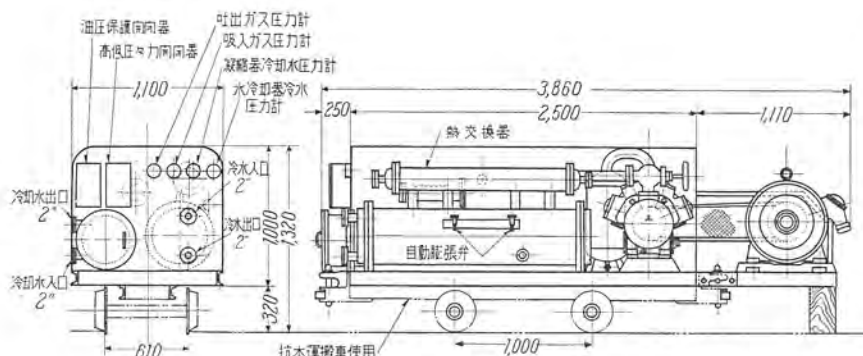


図 5.5 チラーユニット特殊一列、掘進切羽冷房用

Fig. 5.5 Chiller unit.

MC-4 直結式, MC-6, 8 を V ベルト駆動式としている。凝縮ユニットとしては 4 気筒だけは凝縮器と下置きとし 6, 8 気筒では共通台床に取り付けられた架台上に取り付け上部に置いたものを標準としている。

チラーユニットとしては客先仕様条件が種々変わるのでその都度仕様に合わせ製作する。

6. 凝縮器および水冷却器

6.1 凝縮器は圧縮機の能力に対応させて下記の 3 種を標準化している

MC-4UC-F 用 凝縮器形 KC-15-17

MC-6UB-F 用 " KC-25-22

MC-8UB-F 用 " KC-30-22

称呼形名は KC……形記号, 15……外側表面積 m^2 17

冷却管長さ dm の丸めた数値で呼んでいる。冷却管はローフィン管 19 山/時 (根本径 15.85 mm) を使用し, これは外側表面積が内側表面積の 3.5 倍あり, 従来の裸管に比し表面積が大きいので, 凝縮器の大きさを 1/2 以下とすることができる。

したがって圧縮機の高速化による小形化と両者あいまって凝縮ユニットの小形化が実現した。図 6.1 は外形寸法,



図 5.7 MC-8B-F 形 40 馬力圧縮ユニット外観

Fig. 5.7 Appearance of 40 HP compressor unit.

図 5.8 にその外観を示す。

6.2 水冷却器

水冷却器には乾式と満液式があり使用目的あるいは需要者側の要求により種々変わるので標準形態としての仕込生産はしていない。その都度オーダー生産である。

7. 電動機および電気結線

7.1 電動機は標準として次のとおりである

MC-4C-F 20 HP カゴ形 200 V

50/60 ~ 4P 1,500/1,800 rpm

MC-6B-F 30 HP 巻線形 200 V

50/60 ~ 4P 1,500/1,800 rpm

MC-8B-F 40 HP 巻線形 200 V

50/60 ~ 4P 1,500/1,800 rpm

巻線形よりカゴ形の方が管制器も含めて値段も安く, 操作も簡単であるから工場用あるいは受電容量の大きな場所では有利である。しかし現在商業用としてカゴ形の直入起動使用は電力会社の許可しない地区が大部分であるから上記のように標準を決めた次第である。



図 5.6 MC-4UC-F 形 20 馬力凝縮ユニット外観
Fig. 5.6 Appearance of 20 HP condensing unit.



図 5.8 MC-6UB-F 形 30 馬力凝縮ユニット外観

Fig. 5.8 Appearance of 30 HP condensing unit.

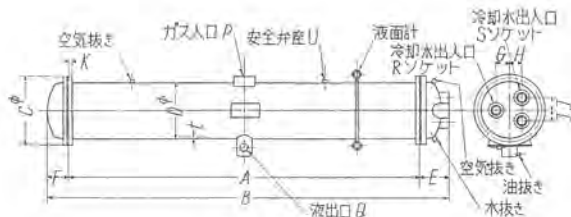


図 6.1 凝縮器
Fig. 6.1 Condenser

形 名	外 形 (mm)										管板 (厚サ)
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	
KC-15-17	1746	1914	325	280	91.5	76.5	70	55	55	30	
KC-25-22	2192	2445	370	300	141.5	115.5	70	60	60	30	
KC-30-22	2192	2465	430	350	151.5	121.5	85	70	70	36	

明 (厚さ)	冷 却 管			接 続 管 寸 法					重量 kg
	t	長さ	本数	冷却面積 m ²	P	Q	R	S	
6	1750	64	15.6	1 ¹ / ₄ "	1"	2 ¹ / ₂ "	2"	1 ¹ / ₂ "	240
6	2200	76	23.7	1 ¹ / ₂ "	1 ¹ / ₄ "	3"	2 ¹ / ₂ "	1 ¹ / ₂ "	360
9	2200	102	31.8	2"	1 ¹ / ₄ "	3"	2 ¹ / ₂ "	1 ¹ / ₂ "	470

※ ローション管 (根本径 15.85 インチ/時)

1 冷却水量の変化に応じ通路数を直列4通路(S-S)並列2通路(R-2×S)の何れにも用いられる

る, SB 2重カゴ形, 防滴形を使用している. その性能は

容量	形式	回転子構造	電圧	〜	rpm	起動トルク	起動電流
20HP	SB	2重カゴ形	200V	50/60	1,450/1,750	250/200%	定格電流の約5倍

なお端子は6本リードで端子箱内で Y, △ の結線変更ができる.

7.2 起 動

電動機が △ 結線であれば起動回転力は Y に比し大きいので圧縮機の吸入止弁, 吐出止弁を開いたまますなわち圧力をかけたまま, なおアンロードせずに起動可能である. このことは全自動運転の場合に好都合である.

Y 結線の場合は起動電流も起動回転力も小なるため, 高低圧圧力差大るときあるいは電圧降下などの場合 Y-△ 起動では起動しないこともある.

7.3 電動機容量の決定

圧縮機の所要馬力は蒸発温度, 凝縮温度, 回転数により大巾に変化することは表 4.1 のとおりでその使用目的により適合馬力の電動機を選ぶべきである.

当所 SB 形カゴ形電動機の標準は 15, 20, 25, 30, 35, 40 HP があるからそのうちから選んでよい.

Over Capacity のものは需要者にとっては不経済であり, メーカーにとっては効率が悪いと誤認される恐れがある. 低温運転の場合は当然前記表 2.1 の標準容量より小さくてもよい.

7.4 電気結線

電気結線は図 7.1 および図 7.2 にその展開接続図を示す. 電磁弁回路に LP (負荷圧力開閉器) は付してないが, 使用目的により LP, WPS, あるいはサーモスイッチなど取り付けることができる.

8. 性 能

8.1 体積効率 η_v

理論的に η_v は

$$\eta_v = \eta_{ec} \times \eta_{vs}$$

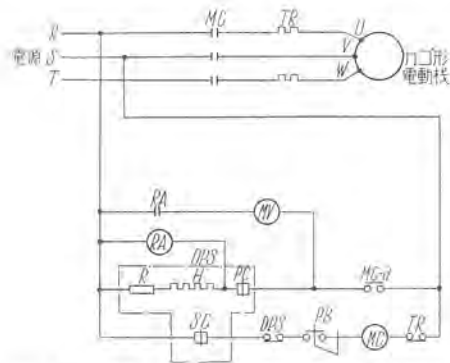


図 7.1 MC-4 形冷凍機用展開接続図 (標準)

Fig. 7.1 Schematic diagram of MC-4 refrigerating machine.

略符号説明

DPS=高低圧圧力開閉器 H=ヒータ MC=電磁接触点 Mc-a=同上用補助接点(常時閉) MV=アンローダ電磁弁 OPS=油圧保護開閉器 PB=押しボタン開閉器 PC=圧力差開閉器 R=直列抵抗 RA=補助继电器 SC=電熱式タイムスイッチ TR=熱動過負荷继电器

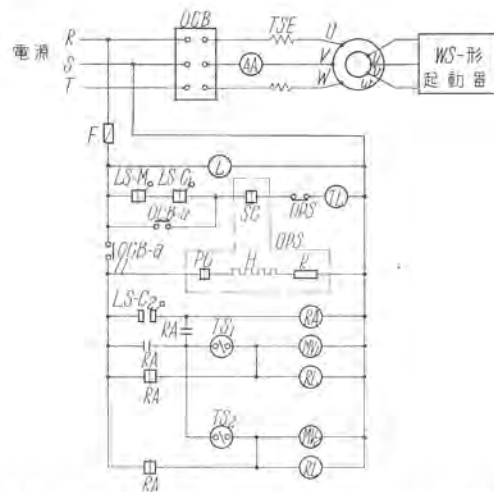


図 7.2 MC-6 形, MC-8 形冷凍機用展開接続図 (標準)

Fig. 7.2 Schematic diagram of MC-6 and MC-8 refrigerating machine.

略符号説明

AA=交流電流計 F=ヒューズ DPS=高低圧圧力開閉器 H=ヒータ LS-C₁=起動器用インターロック (第一ノッチで閉) LS-C₂=起動器用インターロック (最終ノッチで閉) LS-M=電動機短絡装置用インターロック (起動位置で閉) MV=アンローダ電磁弁 OCB=油入遮断器 OCB-a=油入遮断器用補助接点(常時閉) OPS=油圧保護開閉器 PC=圧力差開閉器 R=直列抵抗 RA=補助继电器 RL=赤色信号灯 SC=電熱式タイムスイッチ TL=低電圧引はずレコイル TSE=直列引はずレコイル TS=パネルトンブラスイッチ

$$\eta_{ec} = 1 - c \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{K}} - 1 \right] \cdots \text{クリヤランスに基づく体積効率}$$

c=間隙比, 本機 c=4.95% ≒ 5%

K=断熱指数 cp/cv, K=1.136 F-12 で

p₁p₂…吸入, 吐出圧力 kg/cm² ab

$$\eta_{vs} = 1 - \frac{t_2 - t_1}{740} \cdots \text{過熱および洩れに基づくもの}$$

Voor Hees 式

t₂…吐出ガス温度 °C

t₁…吸入ガス温度 °C

であるが Voor Hees 氏式も実験式であり大体の傾向

は知ることができるが、ボア、ストロークの小なるもので高回転では実際には上記理論値より下回るようである。

実験により圧縮比と η_c の関係は略表のとおりである。ただし今のところ圧縮比3までしか計測してない。

圧縮比	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
体積効率%	84.5	82	78	75	73

8.2 能力ならびに補助機器の作動試験

能力は図8.1に示すような試験装置でカロリメータは Dry type 蒸発器で熱交換器、受液器、計測用温度計、圧力計、その他よりなり低温運転の場合は塩化カルシウムブラインを使用、熱負荷としてスチームヒータを使用している。

圧縮機本体の主要部すなわち吸入弁、吐出弁、軸封、アンローダ、パッキン類は申すまでもなく、補助機器 DPS, OPS, LPS の作動耐久度の向上改善のために連続運転をして研究している。

9. 使用範囲

本機は一般に冷暖房を対象とし夏季の冷房、冬季のヒートポンプ用として使用されているが、最近冷凍機の応用分野が非常に広がってきたので商業用、工業用、船舶用、実験研究用などありその都度使用目的も変り、また船用の場合では規格も変るのでそれに合わせ製作している。標準は F-12 用であるが F-22 使用もさしつかえない。いずれ F-22 が標準となることは時期の問題と思われる。

最近の特殊な使用例としては PAK, ICE, MACHINE 用、鉱山の坑内掘進切羽冷房用として台車に乗せ、移動できる冷房装置として使用している。図5.5 参照。

F-12 の場合蒸発温度の使用範囲は $-30^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ を標準としているが低温、超低温用の2段圧縮の高圧機としても使用できる。



図 8.1 MC 形冷凍機能力試験装置外観
Fig. 8.1 Faculty testing set of MC refrigerating machine.

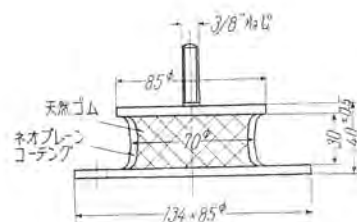


図 10.1 防振ゴム
Fig. 10.1 Vibration-proof rubber.

静的ばね常数: 65kg/mm
ゴム硬度: 約 47 度
常用荷重 1 個 170kg

10. すえ付および防振

各部の重量は表2.1のとおりであるが、凝縮ユニットとしての重量は

MC-4UC	865 kg
MC-6UB-F	1,270 kg
MC-8UB-F	1,530 kg

であるから従来の MA, MB 形ほど基礎に対する考慮を払う必要はない。固定基礎の場合、200 mm ~ 300 mm 程度の基礎ボルトが埋められる厚さの床コンクリートがあればよい。工場試験による振動 1/100 ~ 2/100 mm (止弁の位置で上下) である。場所により振動騒音を問題にする所では図 10.1 のような防振装置を付する。

防振ゴム 1 個の荷重 $W=170 \text{ kg}$, 使用範囲 150 ~ 200 kg 形、重量により 6 個または 8 個使用。

MC-8B-F, 40 HP 圧縮ユニットに使用したとき、

重量	$W=1,000 \text{ kg}$
防振ゴム個数	$Z=1,000/170=5.9$ 6 個とする。
防振ゴムたわみ	$\delta=2.5 \text{ mm (0.1")}$
支持方式	垂直支持
振動系の固有振動	$f_n=3.13\sqrt{\frac{1}{\delta}}=10 \text{ CPS}$ ただし δ in inch
強制振動数	$f=1,800/60=30 \text{ CPS}$
強制振動/固有振動	$f/f_n=3$

地面に伝わる伝達率 (Transmitting Effect) $\cdots Te$

$$Te=15\%$$

Te は一般に $f/f_n - Te$ 曲線より求める。

注: "Vibration and Shock Isolation" Crede 氏著参照。

以上のとおり床に伝える力はアンバランスによる起振力の 15% しか伝達しない。残り 85% は防振ゴムにより吸収される。

しかしこの装置を使用するときは固定すえ付の場合よりも振動 (振巾すなわち変位) は大きくなり約 5/100 ~ 8/100 mm 位であるから配管において垂直、水平方向にフレキシブルパイプを使用して配管系統に伝達しないようにすべきである。

ビルの空調和

本社志波東 一*

Air Conditioning of Buildings

Head Office Toichi SHIWA

To maintain the air in a room to the most fitting condition to the object of employment is called air-conditioning. It is of two kinds: one is to condition the air for the comfort of persons in the room, the other is for the purpose of better production in industries. In offices, department stores, hospitals and theaters humidity must be regulated as well as temperature, while in factories the process of manufacturing and efficiency of work by laborers are the term to determine to what extent the air is to be conditioned. At any rate air must be cooled, removed of moisture, purified and ventilated in summer, whereas warming, moistening, purifying and ventilation are the treatment of air in winter.

1. ま え が き

室内の空気をその室の使用目的にもっとも適した状態に保持することを空気調和 (Air Conditioning) という。空気調和には在室者の快適を目的としたものと、生産する品物を対象とした工業用の場合とがある。前者では室の種類 (たとえば事務所、百貨店、病院、劇場など) によって在室者に適当な温度、湿度その他の条件を定め、工業用の場合では製品あるいは工程の種類と作業員の能率の双方を考慮の上で定められる。しかしいずれにしても空気調和では普通空気に対してつぎのことを行うことになる。

夏季 冷却、除湿、清浄化、換気

冬季 加熱、加湿、清浄化、換気

冷房装置は容量や用途によって種々の方式がある。

すなわち

- (1) 中央式冷房装置
- (2) パッケージ形冷房装置
- (3) 中央式とパッケージ形を組合わせた方式

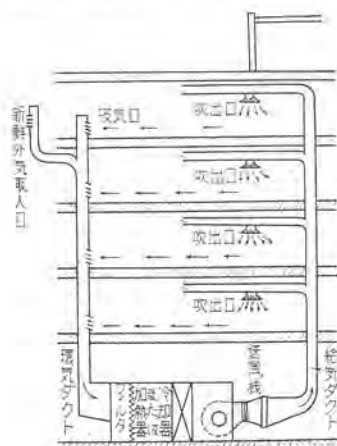


図 1.1 中央式空気調和装置

Fig. 1.1 Central air conditioner

(1) の中央式冷房装置は大規模なものに主として採用されており、普通蒸発器によって冷却した空気を送風機と風道 (ダクト) によって冷気を各室に送るものである。

図 1.1 はその装置の一例である。空気は新鮮な外気と還気とを適当に混合する。空気を冷却するには冷媒の蒸発器を直接使用するもの、水を一度冷凍機で冷却しこの冷水で間接的に空気を冷却するものがある。この冷水で空気を冷却するにはフィン形の冷却器に冷水を通してこの冷却器によって空気を冷却するかまたは冷水を噴霧させ噴霧中に空気を通して空気を冷却するものがある。噴霧式は空気の洗浄をかねて行うことが多いので通常空気洗浄器ともいわれている。図 1.2 は直接冷媒の蒸発によって冷却する場合、図 1.3, 1.4 は冷水によって冷却する場合を示す。

(2) のパッケージ形冷房装置は戸だな大の箱の中に冷凍装置 (圧縮機、凝縮器、蒸発器) のほかに送風機、フィルタ (空気用) をいっさいおさめたものでこれを直接冷房すべき室におく。圧縮機は現在ほとんど密閉形または半密閉形が用いられている。図 1.5 はパッケージ形冷房装置を示す。また現在ルーム・クーラと呼ばれる窓掛形の冷房装置が市販されており、圧縮機、凝縮機 (空冷式) は窓の外に出、蒸発器だけが室内にあるように取付けられるもので、送風機で外気を取り入れるようになっている。図 1.6 はルーム・クーラを示す。

(3) の中央式とパッケージ形の組合わせたものは、つぎの場合に採用される。すなわち同一建物内の一部使用時間が他と違う場合、その一部だけをパッケージ形で行うとか、またはときたま或る室を集会に使用し負荷が大になる場合そこにパッケージ形を併用し負荷が大になった場合だけ容量の不足をパッケージ形で補うという方法である。また中央式冷房装置の工事において建物の構造上ダクトの設置が不可能な場所にパッケージ形またはルーム・クーラを設置することもある。

暖房の場合従来は放熱器を室内に設置し放熱器に蒸気

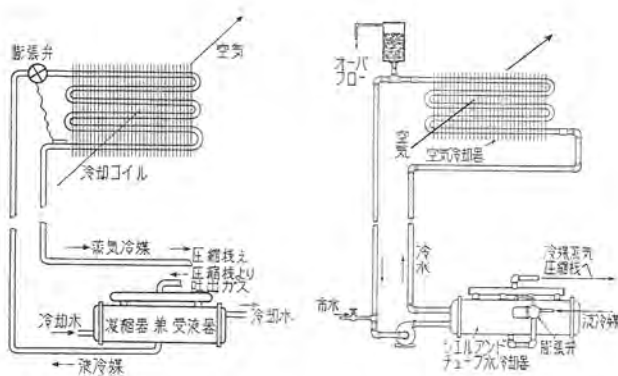


図 1.2 直接膨張形冷却器による空気冷却方式
Fig. 1.2 Air cooling system using direct expansion type cooler.

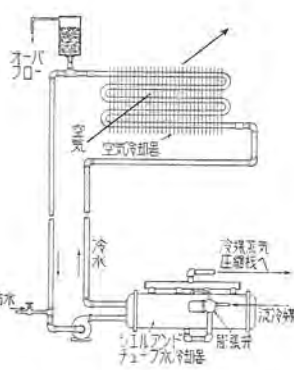


図 1.3 冷水による冷却器
Fig. 1.3 Cooler using water.

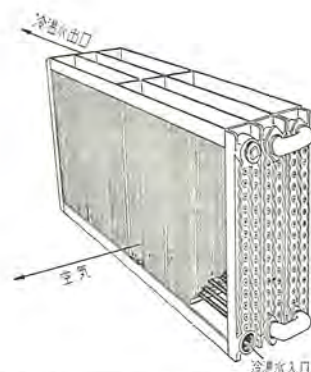


図 1.7 冷暖房兼用の冷却および加熱コイル
Fig. 1.7 Cooling and heating coils for air conditioning.

を送り熱交換を行ってきたが、この方法は室内の換気が十分行われずまた温度の調節も巧に行うことができず近頃は冷房と併用し夏季は冷風を冬季は暖風を送風するという冷暖房兼用の装置が増加してきている。

その方法は冷房は冷凍機により空気を冷却するに反し暖房はボイラによって空気を加熱するのである。空気を加熱するにはフィン形の管式加熱器に生蒸気をボイラから送ってこの加熱器と空気との熱交換を行うか、または一度温水を作って前と同様な加熱器に温水を送って熱交換を行うものがある。なお後者は冷房の場合冷水による冷却器をそのまま加熱器として冷水の代りに温水を送ることができる利点を持っている。

温風による暖房は放熱器を室内に設置する場合に比較して空気を加湿することのできる利点をも有しているのである。

図 1.7 は冷暖房に兼用される冷却および加熱装置である。

2. 適当な室内温度および湿度

有効温度 空気の状態が在室者に寒暖あるいは快不快の感じを与える素因にはきわめて多くのものがあるが、そのうちで人体の受ける寒暖の感じは室内の周壁や天井などの表面温度が空気温度と大差のない場合には空気の温度、湿度、速度の三つの要素によるものと考え、この三者の組合わせを一つの経験的な指数で表わすことが普通行われており、これを有効温度または感覚温度 (Effective temperature) という。ある状態 (温度 t , 湿度 ϕ , 速度 v) の室内空気があるとき、その有効温度とはそれと同じ寒暖の感じを与える静止した飽和空気 (すなわち $\phi=100\%$, $v=0$) の温度 t' のことをいうのである。いま乾球、湿球温度を座標軸とする図表の上に有効温度を示すと図 2.1 に示すような曲線となる。

ASHVE (アメリカ暖房換気協会) 研究室の実験によると、普通の着衣状態で、わずかに気流のある室内でごく軽作業をしている多数の在室者について、種々の有効温度 (湿度 30~70%) において快いと感じた人数の百分率を示すと図 2.1 記入のとおりとなっている。

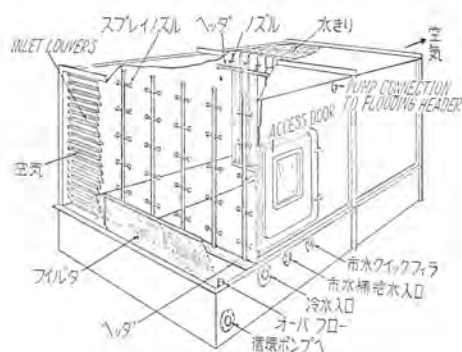


図 1.4 空気洗浄器
Fig. 1.4 Air washer.



図 1.5 DU-80A ユニテヤ
Fig. 1.5 DU-80A Unitaire.

図 1.6 ルーム・クーラ
Fig. 1.6 Room cooler.



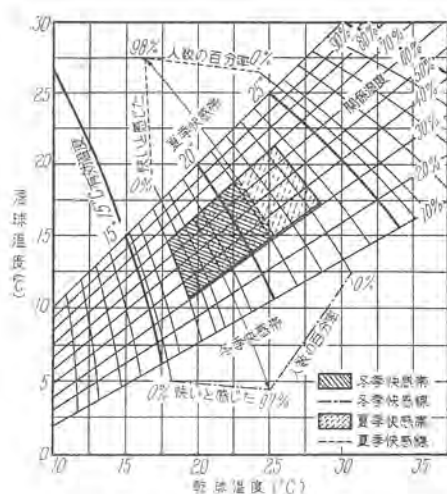


図 2.1 快感帯図

Fig. 2.1 Comfort zone chart.

要約すると夏季有効温度 19~23°C, 湿度 60~70%, 冬季有効温度 16~20°C 湿度 55~65% が快感帯であると考えられる。

夏季の室内空気基準温度の一例を示すと表 2.1 のようになる。

表 2.1 夏季室内空気基準温度 (A SRE DATA BOOK)

外気温度 (°C)	室内空気の基準状態	
	温度 (°C)	湿度 (%)
37.8	25.6~26.7	55
35.0	25.6~26.7	55
32.2	25.0~26.1	55
29.4	24.4~25.6	55
26.7	23.9~25.0	55
23.9	22.8~23.9	55

冷房の行われている室に在室者が長時間滞在する場合には、上記の快感帯から室内空気の基準状態を定めることができるが、短時間しか在室しない人を対象とする場合にそのように定めたのでは、出入りの際に不快なショックを与えることになるので、この場合は外気の状態に応じて定めなければならない。

3. 空気調和の設計

一般に空気調和装置の設計、計算には関係湿度、乾球温度、湿球温度、露点温度、全熱量がもっとも多く使用される。今その意味を簡単に説明すると次のとおりである。

乾球温度 (Dry Bulb Temperature)

寒暖計に表示される普通に用いている温度をいう。

湿球温度 (Wet Bulb Temperature)

寒暖計の球を湿った布きれで包み、或る一定の温度となるまでこれを空気中に回転して得られた温度をいう。

湿度 (Humidity)

大気における乾燥空気中に混合する水蒸気を湿度という。

絶対湿度 (Absolute Humidity)

空気の単位容積につき含有する水蒸気の量を重量で

表わしたものをいい、普通 ft^3 につき「グレーン」あるいは「ポンド」で表わす。

関係湿度 (Relative Humidity)

或る温度、圧力における空気の含有する水蒸気の場合と同温度、圧力下において飽和する場合の水蒸気の量との割合をいい、つねに「パーセント」をもって表わす。

露点温度 (Dew Point)

与えられた重量の水蒸気で或る空気が飽和状態となるような温度を露点温度として知られている。この温度においてはごくわずかに温度が降下しても容積は縮小され部分凝縮を起し、その際凝縮量は最初の水蒸気量と降下する温度において飽和状態で含む水蒸気量との差である。

全熱量 (Total Heat or Enthalpy)

乾燥空気と水蒸気との混合気全熱量あるいはエンタルピは乾燥空気全熱量と水蒸気全熱量との合計であり次式のように表わされる。

$$h = 0.24(t - 0) + W \times (1059.2 + 0.45t)$$

h : 全熱量にして混合気 1 lb についての BTU

0.24: 一定圧力下における空気の平均比熱

0.45: 一定圧力下における水蒸気の平均比熱

W : 乾燥空気 1 lb についての水蒸気の重量

t : 乾球温度 (°F)

図 3.1 は空気線図で空気調和装置の設計、計算にあたり広く用いられ便利で正確なものである。

B 線は混合気 1 lb の含有する水蒸気量を「グレーン」で示したもので線図の左端の寸法の値を示している。

C 線は混合気 1 ft^3 につき含む水蒸気の量を「グレーン」で示したもので左端の寸法軸で読んだ値を 10 で割ると答が出る。

D 線は飽和混合気 1 ft^3 の重量をポンドの小数で表わしたもので線図右側の軸で読まれる。

E 線は D と同様であるがまったく湿気を含まざる乾燥

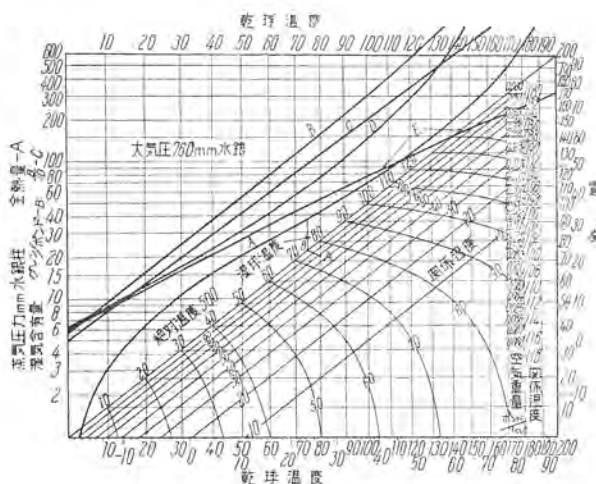


図 3.1 空気線図

Fig. 3.1 Air line chart.

空気に関するものである。便宜上飽和温度線上 40°F のところに絶対温度 500°F で表わしている。

今 1,000 lb の空気を温度 80°F、関係湿度 75% の状態から 25°F に冷却するのに必要な冷却量を求めて見る。80°F 75% の状態を線図上 A 点にとれば、その湿球温度は B 点で 77.3°F、全熱量は 36.5 BTU である。同様に 25°F に相当する全熱量は C 点にて 9 BTU である。すなわちその差は $36.5 - 9 = 27.5$ BTU で $27.5 \times 1,000 = 27,500$ BTU は 1,000 lb について除去されるべき熱量である。1 lb の容積も同様にこの線図で求められる。80°F に対して乾燥空気 1 lb は標準大気状態で 13.62 ft³ の容積を占める。そして水分で飽和された時は 14.08 ft³ である。ゆえにその差 0.46 ft³ は水分含有のためである。ゆえに乾燥空気 1 lb の容積および水分の量は $13.62 + 0.75 \times 0.46 = 13.97$ ft³

冷房装置の設計にあたっては建物の周壁、天井、床などの熱通過による侵入熱量、収容人員からの発熱、発汗、使用電灯、機械などの熱源体からの発熱量を加算し、空気調和器、ダクトなどによる熱損失を加算したものを最後の全熱量として、これを Q で表わし必要換気量を V で表わすと

$$V = \frac{Qv}{0.24(t_1 - t_2)}$$

Q : 除去されるべき全熱量 BTU

0.24: 空気の比熱

v : 空気 1 lb の容積

t_1 : 室温 °F

t_2 : 調和器の出口温度 °F

なお壁、天井などの熱通過率、人員 1 人あたりの所要換気量などについての詳細はここでは割愛する。

さらに全熱量を計算するに必要な事項を列挙して見るとつぎのようになる。すなわち、

- (1) 伝熱損失、建物の表面すなわち壁、ガラス、床、屋根、天井などよりする伝熱損失。
- (2) 空気により誘導される熱。
- (3) ガラス、壁、屋根などに対する日光の影響による熱。
- (4) 人間より発せられる感熱。
- (5) 電灯その他により与えられる熱。
- (6) 空気中の水分凝縮に対する熱。
- (7) 人間により発せられる水分による潜熱。
- (8) 送風機やポンプにより与えられる熱。
- (9) 空気調和装置からの漏洩熱。

暖房季においては第 2 項が暖めるに必要な熱となり、3 項、6 項、7 項は考慮する必要はない。

4. 空気調和設備

以上簡単に空気調和の計画について述べたが、以上の事がらより空気調和設備の各機器の選定を行うことができるのである。計画を正確に行い機器はつねに負荷にマッチしたものを使用したいさらに設備資金を消費するこ

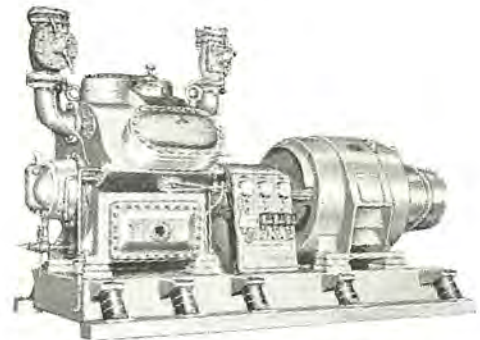


図 4.1 (a) MB-6C 形高速多気筒形冷凍機 三菱電機製 (フロン F-12 用)

Fig. 4.1 (a) MB-6C high speed multicylinder refrigeration washing.



図 4.1 (b) MA-6BF 形高速多気筒形冷凍機 三菱電機製

Fig. 4.1 (b) MA-6BF high speed multicylinder refrigeration washing.



図 4.1 (c) 吹出口アネモスタット

Fig. 4.1 (c) Anemostat.

となく能率の良いプラントを設備しなければならない。

(1) 冷凍機 (圧縮機)

一般に圧縮機には往復圧縮機 (Reciprocating compressor)、回転圧縮機 (Rotary compressor) およびターボ圧縮機 (Turbo-compressor) の 3 種の形があるが冷凍機に用いられる圧縮機もこれと同様である。このうちもっとも多く用いられるものは往復式であり、大容量の冷房にはターボ冷凍機が使用される。

往復動圧縮機はシリンダの中でピストンが往復運動をしてガスを吸入しかつ圧縮するもので現在はほとんど高速多気筒圧縮機だけが使用されている。従来は毎分回転数 300~500 の程度であるが、これは 1,000~1,500 の高速でシリンダ数も 4 個ないし 8 個のものが製作されている。冷媒はフロン、アンモニアいずれも使用できるが空気調和にはフロン 12 およびフロン 22 だけが使用されている。

2 気筒ごとに一つのブロックとした基準のシリンダライナを作り、これをクランク室にはめこんでいる。シリンダ1個のピストンの押しのけ量は、小は 0.2l 足らずのものから大は 3l あまりのものまで作られている。そしてこれを V 形、W 形あるいは複 W 形の配列として冷凍能力の大小を単にシリンダの数によって増減するようにするのである。また高速化に伴いガスの速度がいちじるしく大きくなって、吸入弁および吐出弁の構造が従来のままでは支障をきたすので、シリンダライナの上部につばを設け、これに吸入孔があってそれに吸入弁を設けてある。その他軸封装置や能力調整装置などにも改良が加えられ、従来の圧縮機の面目をまったく一新している。図 4.1 は高速多気筒冷凍機の一例を示す。また 150 冷凍トン (1 冷凍トン=3,000 kcal/h=12,200 BTU/h) ~ 300 冷凍トン以上のものはターボ冷凍機を使用していたが近來は往復動形冷凍機においても 300 冷凍トンの容量を持つものが製作されている。

往復動形圧縮機でパッケージ形冷房装置などに使われているものは現在半密閉形圧縮機が使用され、これは圧縮機のクランクシャフトとモータシャフトが同一クランク室内に封入されたもので圧縮機の小型化、軸封装置の省略などに寄与している。図 4.2 は半密閉形冷凍機を示す。

ターボ圧縮機は往復圧縮機と違ってその構造上きわめて高速度の回転に適しており、普通その羽根車は電動機から増速ギヤを経て回転され、毎分回転数は 4,000~8,000 程度である。このような高速度で回転する羽根車によって大量のガスを吸入排除するのであるが、吸入ガス量が少ないと羽根車の出口巾を狭くしなければならぬが、そうすると圧縮効率が低下するから好ましくない。このためあまり小容量のターボ圧縮機は不得策である。また凝縮温度が高くなると軸馬力のいちじるしい増加をきたす欠点もある。

(2) 凝 縮 器

圧縮機から送られてくる高温高压の冷媒ガスを冷却して液化をさせるものが凝縮器である。冷却には普通水を用いている。凝縮器の形式を大別すると

- a. シェルアンドチューブ式
- b. 二重管式
- c. 大気式
- d. 蒸発式
- e. 空冷式

があるが、空気調和にもっとも多く使われているのはシ

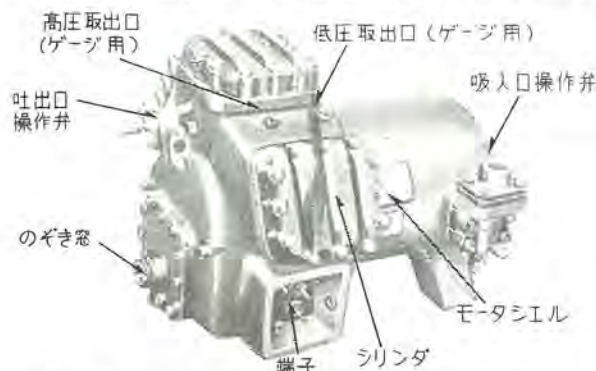


図 4.2 半密閉形冷凍機 (三菱電機 MA-6UB-F 形)
Fig. 4.2 Half closed refrigerator.

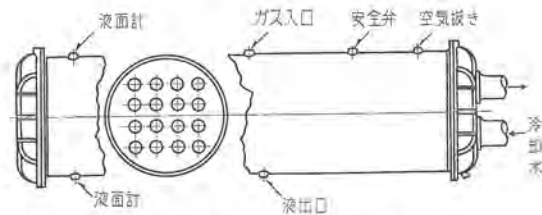


図 4.3 横形凝縮器
Fig. 4.3 Horizontal condenser.

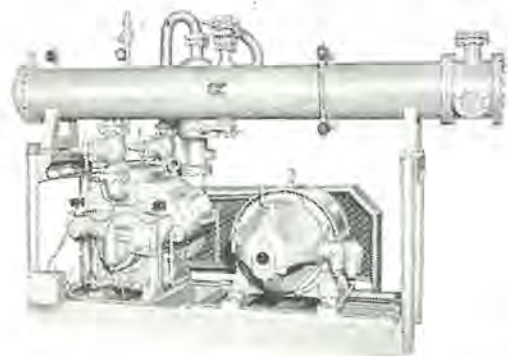


図 4.4 コンデンスンギングユニット MA-6UB-F 形 三菱電機製
Fig. 4.4 Condensing unit.

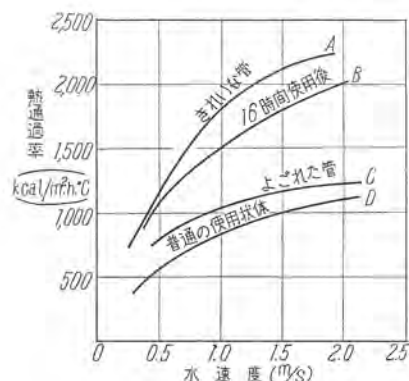


図 4.5 横形凝縮器の熱通過率
Fig. 4.5 Heat transfer coefficient of horizontal condenser.

ェルアンドチューブ式であり、時々蒸発式が使用されている。この式には立て形と横形があるが、ほとんど横形が使用されている。

横形シェルアンドチューブ式凝縮器は普通受液器兼用になっており、すえ付面積の小、安価なこと、冷却水量が比較的小であることなどの特長がある。図 4.3 はこれを示す。なお冷凍機とともにカップルしてコンデンスンギングユニットすることもある。図 4.4 はコンデンスンギングユニットの一例を示す。図 4.5 は横形凝縮器の熱通過率を示す。

蒸発式凝縮器は冷却水の不足しているところに使用され、冷却管コイルの外側へノズルによって水の噴霧をかけ、一方送風機によってコイルへ速度 3m/s くらいの風を送るものであるが、都会の中の建築物にはほとんど使用されていない。図 4.6 はこれを示す。

(3) 蒸 発 器

冷媒が蒸発して冷凍機本来の目的とする冷凍作用を行う所である。すなわち冷媒は蒸発器において普通管をへ

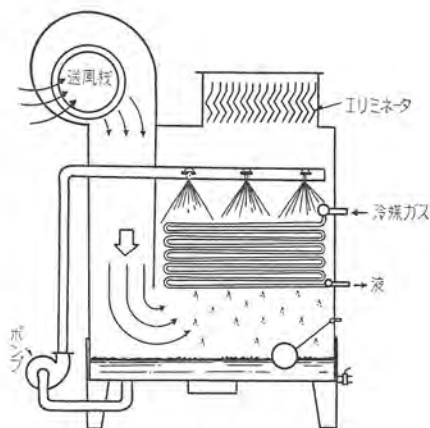


図 4.6 蒸発式凝縮器

Fig. 4.6 Evaporating type condenser.

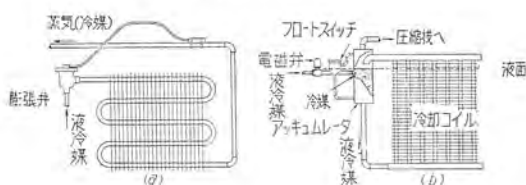


図 4.7 乾式および満液式蒸発器

Fig. 4.7 Dry and flooded coil type evaporator.

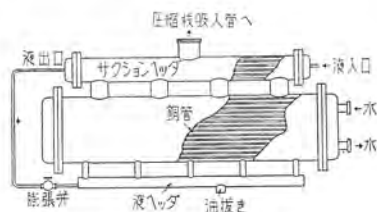


図 4.8 満液式冷却器

Fig. 4.8 Flooded coil type cooler.

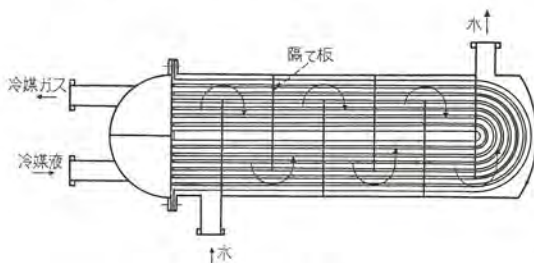


図 4.9 水冷却器

Fig. 4.9 Water cooler.

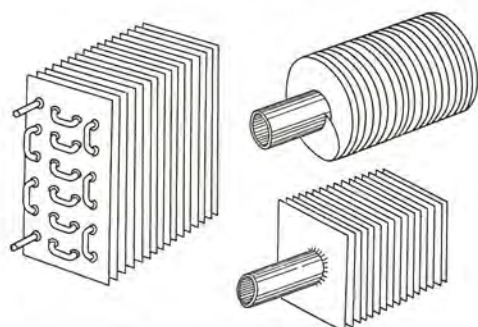


図 4.10 フィン付蒸発器

Fig. 4.10 Evaporator with fins.

だてて他の側にあるもの（空気、水、ブラインなど）から熱を得て低温低圧で蒸発しガスとなって出るようになっている。この目的が空気あるいは液体を冷却することにあるから、冷却器とも呼ばれる。

これには乾式と満液式とがあり、膨張弁から出たばかりの冷媒は絞られたときに液の一部が蒸発して、かわき度の小さい湿り蒸気すなわち液と蒸気との混合した状態であるが、これがそのまま蒸発器へはいるような構造になったものを乾式という。（図 4.7 a）膨張弁と蒸発器との間にアキュムレータを設け、ここで液とガスを分離して液だけを蒸発器へ送るようにする。こうすると、全体として液の接触する伝熱面の比率が乾式の場合より大きくなる。この方式を満液式という。図 1.3, 1.4 の水冷器にはこのいずれかを使用するのである。空気調和に用いられている蒸発器はシエルアンドチューブ形蒸発器またはフィン付管式蒸発器である。図 4.8 はシエルアンドチューブ形蒸発器の満液式、図 4.9 は乾式水冷器を示している。図 4.10 はフィン付管式蒸発器を示す。

(4) 冷水装置

大容量の冷凍装置で、しばしばもっとも重大な問題は凝縮器の冷却水を得ることである。近來都市の地下水は漸次減少の傾向にあるため、この問題は重要性をおびてきている。最近の冷房装置はほとんど冷却塔（Cooling tower）を使用している。凝縮器で一たん温度の上がった水をふたたびもとの温度まで冷却するのにこの冷却塔を使用するのである。水を細滴として冷却面積を増して



図 4.11 (a) 冷却塔

Fig. 4.11 (a) Cooling tower.



図 4.11 (b) 冷却塔

Fig. 4.11 (b) Cooling tower

空気とよく接触させ、単に空気によって冷却するばかりでなく水が蒸発する時熱を自身から持去ることを主として利用している。冷凍機の冷媒が凝縮器で排出した熱は水を通じて結局大気中へ放出されているのである。図4.11は冷却塔の一例を示し、大体ビルの屋上に設置するのが普通である。

(5) 送風機

現在一般に使用されている送風機を分類列举すればつぎのようになる。すなわち

遠心送風機

多翼形送風機

ターボ形送風機

軸流送風機

ディスク形送風機

プロペラ形送風機

各送風機中もっとも一般に使用されているのは遠心送風機およびディスク形送風機でその特性は図4.12、4.13に示すとおりである。

これらの送風機は、その特性を異にするので使用目的によって適当に選択しなければならない。前曲翼送風機は効率あまり高くないが、すえ付面積が小さくしかも音響がもっとも少ないので一般に広く使用されている。ターボ形はその構造上きわめてじょうぶに作ることができまた回転数を上げると相当高い静圧が得られるので、高圧用の送風機としても使用されている。図4.16は多翼

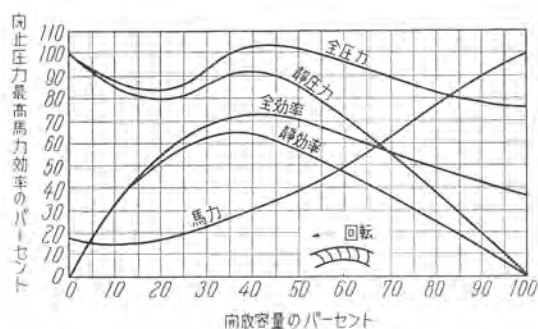


図 4.12 前曲翼送風機の特性曲線

Fig. 4.12 Characteristic curve of forward bent vane blower.

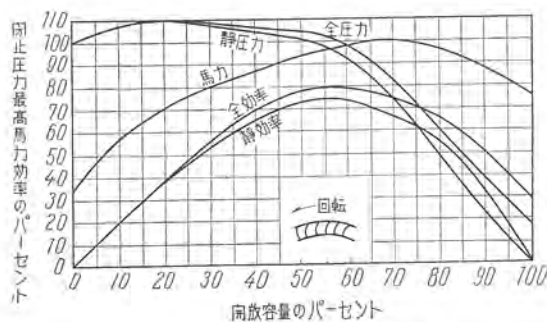


図 4.13 後曲翼送風機の特性曲線

Fig. 4.13 Characteristic curve of backward bent vane blower.

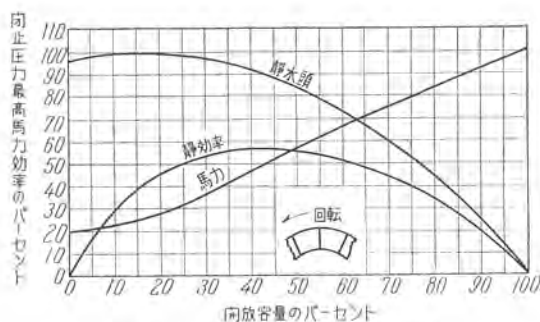


図 4.14 放射翼送風機の特性曲線

Fig. 4.14 Characteristic curve of radiation vane blower.

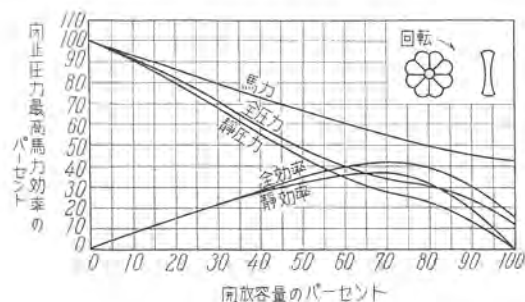


図 4.15 ディスク形送風機の特性曲線

Fig. 4.15 Characteristic curve of disc blower.



図 4.16 多翼形送風機
Fig. 4.16 Multivane blower.

形送風機の一例を示す。

(6) ダクト (風道)

ダクトはほとんど亜鉛引鉄板で作られ、ダクトの各部における気流の速度は建物の性質、送風量の多少などによりきわめて異なるものであるが、大体の標準を示すとビルの場合は表4.1 のようである。

設置場所に許された特定の風速とか、表4.1 に示した風速などによって全ダクトの各部分にわたって適当な速度を決め各部分の風量からダクトの摩擦抵抗などを考慮に入れてダクトサイズを決定して行くのである。

冷温風の室内の吹出口はユニバーサルグリルまたはアネモスタトが一般に広く使用されており、形、色彩はビルの構造および意匠とマッチしたものでなければならず、その使用例の色々を示すと図4.17 のようである。

表 4.1 適当なる気流速度

位 置	適 当 な る 風 速 (m/sec)	最 大 風 速 (m/sec)
外 気 取 入 口	4.0	4.5
空 気 フ ィ ル タ	1.5	1.75
空 気 洗 浄 器	2.5	2.5
加 熱 器 部 分	2.5	3.0
吸 込 連 絡 部 分	4.0	5.0
送 風 機 出 口	6.5~10	7.5~11
主 ダ ク ト	5 ~ 6.5	5.5 ~ 8.0
分 枝 ダ ク ト	3 ~ 4.5	4.0 ~ 6.5
立 上 が り ダ ク ト	3 ~ 3.5	4.0 ~ 6.0
グ リ ル 吹 出 口	1.5 ~ 3.5	3.0 ~ 5.0



図 4.17 (a) 吹出口の一例
アネモスタット

Fig. 4.17 (a) Anemostat.



図 4.17 (b) 吹出口の一例
ユニバーサルグリル

Fig. 4.17 (b) Universal grill.



図 4.17 (c) 吹出口の一例

Fig. 4.17 (c) Example of air outlet.



図 4.17 (d) 吹出口の一例

Fig. 4.17 (d) Example of air outlet.

(7) ボ イ ラ

現在もっとも広く使用されているのはセクショナルボイラで温風による暖房にすると高層建築の高部に蒸気を送る必要がないので高圧ボイラを使用する必要がない。ボイラは石炭または重油を燃料としている。

(8) 自 動 制 御

近來のビル空調は冷却、加熱すれば良いという段階から人間にもっとも快適なる状態を作り出すという段階へときているので、温度、湿度の相当精確なコントロールが要求され自動制御の問題がけん伝されている。

制御方式には下記的方式がありこれらのうちいくつか

を組み合わせで行っている。

a. 換気制御： 外気取入れダンパ、排気ダンパ、および還気ダンパの自動制御により外気と換気の混合率を調節する。

b. 加熱制御： 蒸気または温水による加熱コイルの弁または電熱ヒータ加熱制御により熱量を調節する。

c. 加湿制御： 蒸気の噴霧、温水スプレまたは空気洗浄器の自動制御による加湿制御。

d. 冷却制御： 冷媒の直接膨張コイル、冷水コイルまたは冷水による空気洗浄器の弁を自動制御することにより行う制御。

e. 減湿制御： 上記冷却制御に再加熱制御を行うことにより除湿調節を行うことができる。

f. 風量制御： 空気分配ダンパを自動制御することにより風量を調節する。

以上の制御を行う機器は電気式、ガス式とがあるが、わが国においては歴史が浅いため優秀品がなく国外品に頼っている状態で大いに研究する余地を残している。

5. む す び

以上は空調に関する概略であるが、近來冷凍機工業の発



図 4.18 アネモスタット
(照明器具とマッチさせてある)

Fig. 4.18 Anemostat.



図 4.19 ユニバーサルグリル

Fig. 4.19 Universal grill.

達に伴い幾多の問題をはらみながら空調工業も前進を続けているのである。

ウインデヤ (窓 掛 式 冷 房 装 置)

静岡工場 牛 田 善 和*

The Windaire

Shizuoka Factory Yoshikazu USHIDA

Air conditioning is now facility indispensable to modern buildings. However, the cost of the equipment sometimes does not justify the installation from various considerations. Then it may come to any one's mind that whether it is feasible to cool just a few rooms considered to be very necessary. To meet this requirement the Windaire has been introduced to the market. It is, what is called, a packaged air conditioner, a small sized wall mounting device, of an air cool type and of such a fine design as to serve the decoration of the room, fitting to both Japanese and European style rooms.

1. ま え が き

小部屋、たとえば個室、バー、応接室、あるいは住宅の一部屋などを冷房しようとするばあい、簡単に取り付けられて、電源だけを用意すれば事足りるように作られたものがウインデヤ (窓掛式冷房装置) である。

ウインデヤは現在 3/4 HP 単相用と 1 HP 三相用とが製作されているのでこれについてご紹介する。

2. ウインデヤの目的

ウインデヤを使用する目的としてはもちろん部屋を冷すためであるがこのほか下に述べるような効果がある。

(1) 脱湿

空気を冷せば飽和水蒸気圧が下がるが、さらにその空気の蒸気圧以下になれば水分は冷表面に凝縮する。したがって冷却器を通して吹き出される空気がそのような状態になれば、空気中の水分の絶対量が減少することになるから脱湿が行われたこととなる。

吹出口の空気の関係湿度は相当高い (普通 85~93 % くらい) のであるが、すぐ室の大気によって温度が上がって関係湿度が上昇しすがすがしい風となって吹くこととなる。

(2) 清浄

大気中には相当多くのゴミがあって、バクテリアも単体であるより、このゴミに付着しているものがほとんどといわれている。このゴミを取り去るためにウインデヤにはサラン製のエアフィルタをつけて、循環空気の清浄を行っている。

(3) 防音

ウインデヤを取り付けることによって、窓をしめ切ることができ、したがって街の騒音の進入を防ぐことができる。

このほか新鮮外気取入れ電気暖房器を取り付けての暖

房などを行うこともできる。

3. 構造ならびに作用



図 3.1 RA 10 A 形ウインデヤ内部

Fig. 3.1 Interior view of RA 10 A windaire.



図 3.2 RA 075 A RA 10 A 形ウインデヤ

Fig. 3.2 RA 075 A and RA 10 A windaire.

ウインデヤは機械室と冷却室とに大別でき、機械室を戸外に、冷却室を室内に向けて窓に取り付ける。機械室には全密閉形圧縮機、凝縮器、冷媒乾燥器、毛細管、凝縮器用送風機、ならびに送風機用電動機を取り付けてあり、冷却室には冷却器、冷却器用送風機、空気ろ過器ならびにスイッチ類を取り付けてある。この図 3.1 の装置をキャビネットに入れて前カバーをつけたのが図 3.2 である。室内の空気は前カバー下部より吸引されて、空気ろ過器を通り送風機によって冷却器に送られ、熱ならびに湿気を奪われて前カバーの吹出口ルーバより再び室内に吹き出す。一方戸外の空気はキャビネット側面の鑑戸から装置内にはいり送風機によって凝縮器に送られて、凝縮器中の冷媒を冷して再び大気中に吹き出される。この際冷却器で取り除いた水分は凝縮器下部へ導かれ、凝縮器用送風機の周囲についているスリンガリングがかき上げて凝縮器に吹き付け、凝縮効果を増すと同時にドレン水の処理を行っている。

4. 性 能

ウインデヤの試験結果の例は表 4.1 のとおりである。

表 4.1 ウインデヤの試験成績

測 定 項 目	単 位	RA 10 A		RA 075	
(1) 周 波 数	c/s	50	60	50	60
(2) 電 圧	V	200	200	100	100
(3) 全 電 流	A	4.15	4.95	9.45	9.8
(4) 全 入 力	W	1,120	—	918	970
(5) 送風機電流	A	0.605	0.52	1.25	1.25
(6) 圧縮機電流	A	3.5	4.43	8.2	8.55
冷 却 器 側					
(7) 冷却器吸入空気乾球温度	°C	26.5	26.3	26.5	26.5
(8) " 湿球温度	°C	19.5	19.5	23.0	22.3
(9) 冷却器吐出空気乾球温度	°C	16.0	14.0	17.4	18.0
(10) " 湿球温度	°C	13.0	12.0	16.0	14.4
凝 縮 器 側					
(11) 凝縮器吸入空気乾球温度	°C	34.0	35.0	37.5	33.5
(12) " 湿球温度	°C	25.0	25.2	31.0	28.0
(13) 凝縮器吐出空気乾球温度	°C	44.0	46.8	48.0	45.5
(14) " 湿球温度	°C	27.5	27.5	33.5	32.5
(15) 吐出側圧力	kg/cm ²	18.4	19.3	11.8	11.8
(16) 吸入側圧力	kg/cm ²	4.3	5.2	2.6	2.7
(17) 冷却器側風量	m ³ /min	8.8	9.2	6.6	7.0
(18) 凝縮器側風量	m ³ /min	20.0	21.0	20.4	24.7
(19) 冷房能力	kcal/h	3,000	3,420	2,620	2,970

次 号 予 定

三菱電機 Vol. 32 No. 10

国鉄山陽線直流電化特筆

- 国鉄山陽線新電化方式と無人変電所集中制御方式—鉄研B形—について
- 国鉄山陽線(姫路系)変電所集中制御装置
- 無人直流変電所機器
- 260 MVA 特別三相式超高圧変圧器
- ケーブル系統一線地絡時の零相電圧電流の動揺
- イグナイトロン電気機関車の交流側高調波電流

- 近畿日本鉄道「ビスタ・カー」用主電動機および制御装置
- 最近の三菱静電コンデンサ
- 水銀アーク順変換装置の人工的逆弧試験
- 硫化カドミウム光電導セル PZC-801
- 7.500 Mc 帯 SS-FM 方式極超短波多重無線通信装置
- 技術解説：火力発電シリーズ
電気機器における絶縁方式の進歩(1)

自動扉

名古屋製作所 瀬原田三郎*

Automatic Doors

Nagoya Works Saburō SEHARADA

It is a trend to use automatic doors to the doorway of general factories and offices, not to speak of rooms where temperature and moisture are to be controlled. The automatic doors are capable of helping complicated operation of doors without resorting to human hand; especially helpful to efficient passage of vehicles to large gates through which cars are admitted. Automatic doors built by Mitsubishi are of two types as standard: pneumatic operated and d-c motor operated. Their operation, detecting devices and safety function are the same, but their driving mechanisms are radically different.

1. ま え が き

温湿度調整を行う部屋のように開放をきらう扉はもちろん、一般工場、事務所、倉庫などの扉も自動化の要求が強い。とくに大形扉で毎回の開閉がやっかいな扉や、モノレールが通過する扉では、自動扉の採用によって、きわめて能率化される。

当社では昭和 24 年に空気式自動扉を開発し、主として紡績工場に多数納入しているが、最近、直流電動式自動扉を開発した。紡績工場のように 1 工場に数台ないし十数台の自動扉を設置する場合は、共通設備の圧縮空気発生装置が割安となって経済的である。一方 1 台ないし数台の場合とか、圧縮機からすべて遠距離に扉を設置するときは、設備費の点で電動式のほうが有利である。また、扉重量の点から、空気式では現在のところ、巾 1,820mm (6 尺) × 高さ 2,120mm (7 尺)、重量にして 120 kg が限度であるが、電動式ではその制限は 300 kg である。なお、安全機能の点では両方式とも同一である。すなわち非常の際はともに人手で開放可能であり、閉扉動作中の扉を途中で人手によって停止させることができるから、はさまれる危険はない。

以下、両方式についてその詳細を述べる。

2. 空気式自動扉

2.1 動 作

戸閉機械には電車の EG-136E(Z) 形戸閉機械を使用し、原動室の圧縮空気と操作用電源を配管、配線によって各戸閉機械まで連結する。

人または車の検出には扉の両側に設けた踏板を利用する。踏板に乗れば、踏板内部に装置したスイッチ回路を閉じ、電磁弁が空気回路を開き扉は開き始める。一度開けば必ず全開の位置に達し、ただちに閉動作に移るが、もし踏板を踏み続けるときは、その間全開の位置を保持



図 2.1 空気式自動扉外観図

Fig. 2.1 Appearance of pneumatically operated automatic door.

する。閉扉動作中に踏板を踏めば、反転して開扉動作に移る。所要時間は開動作 4~8 sec, 閉動作 6~10 sec で、調整弁によって空気の流量を調整して所要時間を変更できる。

また、長尺物の運搬とか、人の連続通行の際は、壁の両側に設けた押しボタンによって長期開放が可能である。

停電、または空気回路、電気回路の故障の際、壁中に設けた三方コックを開けば、扉は自由に開閉できることは電車の場合と同一である。

トロッキール、またはモノレールが通過する扉のときは、レールにスイッチを設け、車の通過に際して扉の開閉を全自動的に行いうるのできわめて便利である。モノレールのときは、一般に左右各 1 台の戸閉機械を使用して両開き式とし、中央にモノレールを通す。

2.2 扉 部 分

有効出入口の大きさは巾 1,820 mm (6 尺) × 高さ 2,120 mm (7 尺) と、巾 1,820 mm (6 尺) × 高さ 1,970 mm (6.5 尺) の 2 種類を標準としているが、それ以下の寸法なら製作可能である。勝手は、戸閉機械のある側から見て右に開くものを右勝手、左に開くものを左勝手と称している。図 2.2 には右勝手標準寸法の外形寸法を示す。

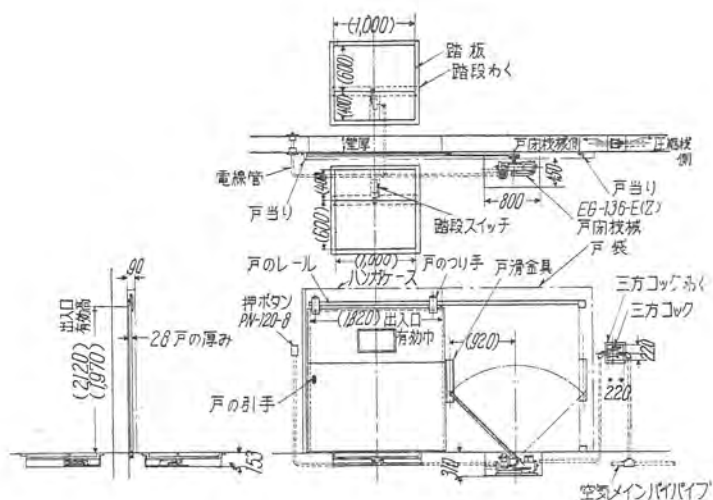


図 2.2 空気式自動扉外形寸法図

Fig. 2.2 Dimensions of pneumatically operated automatic door.

扉の構造は、表板は 1.6 mm 厚さの仕上げ鋼板張り、厚さ 28 mm で金鋼製である。壁との重なりは 75 mm あり、扉には 500 mm×300 mm の網入りガラス窓を付ける。(この構造であると火災保険規約で乙種防火扉に認定される)。さらに扉内部にロックウールを充填し、窓を付けないものは甲種防火扉に認定される。また、温度差の大きい部屋の間に使用する扉では、内部にコルク板を入れて熱絶縁を良くする。

壁が厚い場合には、自動扉全部を壁の中に埋め込み、戸袋、ハンガースの外面を壁面と一致させる。

戸袋は山形鋼でわく組をなし外側に 1 mm 鋼板を張り、戸すべり金具部分の点検のため、2 個所の鉄板を取りはずせる構造である。

2.3 踏 板

踏板の大きさは 1 m 角が標準であるが、出入口巾や通過する車両などの要求から、多少の変更は可能である。標準の場合、奥行 1 m のうち手前から 600 mm で踏板を 2 分し、その合せ目で 10 mm 押し下げられると踏板スイッチがはいる。踏板の表面はしま鋼板張りが標準であるが、フローリング張りで真鍮わく付のものも製作している。

化学工場で腐食の恐れがあるときは、踏板をステンレス板にする。また事務所用で人だけの通過なら、大きさ



図 2.3 空気戸閉機械

Fig. 2.3 Pneumatic door engine.



図 2.4 圧縮機およびタンク

Fig. 2.4 Compressor and reservoir.

を 200 mm×300 mm 程度で表面をリノリューム張りにする。

2.4 戸閉機械

戸閉機械は EG-136E(Z) 形で、圧縮空気圧力は最高 7 kg/cm²、最低 5 kg/cm² で使用する。1 回あたり空気所要量は 7.7 l (7 kg/cm² のとき 1 気圧換算容積) である。戸閉機械にも左右勝手があり、自動扉の勝手と符合する。図 2.3 にすえ付けた状況を示す。

2.5 空気圧縮機

空気圧縮機には R 形、または T 形空気圧縮機を使用する。扉数 1~8 までは R 形、9~15 までは T 形を使用する。いずれも圧力開閉器、電磁開閉器付で 7~5 kg/cm² の間で自動運転をする。また吸気側にはストレーナを、吐出側には油分離器を具備する。原動室に R 形をすえ付けた状況を図 2.4 に示す。仕様は次のとおりである。

	R 形	R 形	T 形
回転数 (rpm)	490	690	480
吐出量 (m ³ /min)	0.143	0.205	0.354
使用電動機	2HP 4P	3HP 4P	5HP 4P
冷却方式	空 冷	空 冷	空 冷
受持戸閉機械数	1~4	5~8	9~15

2.6 空気だめ

空気だめは立て形円筒形で、安全弁、ドレン抜きコック、点検窓を備え、安全衛生規則によって試験を受けた確実なものを使用する。容量には 2 種あり、4 扉までは 180 l で、5 扉以上 15 扉までは 260 l を使用する。

2.7 電気配線

結線図を図 2.5 に示す。電磁弁の操作は AC 100V で行う。電磁弁電流および継電器電流はともに 0.23 A である。最低作動電圧は約 70V である。

回路を説明すると、踏板スイッチがはいると電磁弁に電流が流れ、同時に NR-40 継電器がはいて自己保持する。扉が全開すると戸閉機械に付いている戸閉スイッチが自己保持回路を開くので電磁弁が消磁され、扉は閉じる。もちろん踏板を踏み続けければ開いたままで停止する。押しボタンは PN-120-8 形天秤式で踏板スイッチとは無関係に扉を開閉できる。

電源室より現場までの配管は 3/8~3/4 in 電線管を使用し、床下埋込とする。

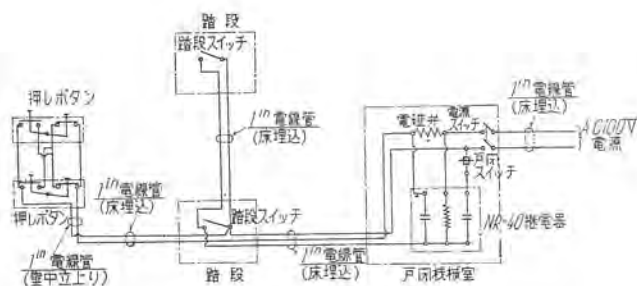


Fig. 2.5 Connection diagram of a pneumatic operated automatic door.

2.8 空氣配管

動力室の空気だめから各扉までの配管は、一般に相当長く 200m にも達することがある。管の太さは扉数と配管長さによって違い、1/2~1in 亜鉛メッキガズ管を使用する。配管途中の空気漏れに関し、きわめて慎重に工事をしないと圧力降下がはなはだしく、圧縮機は過負荷になる。

圧縮空気は冷却するに従って水分を析出するので空気だめや配管途中にドレン抜きを備えなければならない。

3. 直流電気式自動扉

3.1 概 説

空気式では圧縮空気を扉開閉の原動力としているのに対し、直流電気式では分巻直流電動機によって扉を加速、減速する。全体の組立図を図 3.1 に示す。扉の開閉動作、踏板構造、扉部分に関しては前述の空気式とほとんど同一であるが、駆動装置が違ふ訳である。

扉重量に応じて2種類の電動機を標準としている。すなわち出入口巾1,820mm×2,120mm、重量約120kgの扉までは1/6 HP 電動機を使用し、それ以上、扉重量300 kg までは1/3 HP 電動機を使用する。

空気式では両開きの場合2台の戸閉機械を要したが、電気式では、1台の電動機により比較的簡単に駆動できる利点がある。

以下電気式自動扉の駆動装置、管制器および動作につ

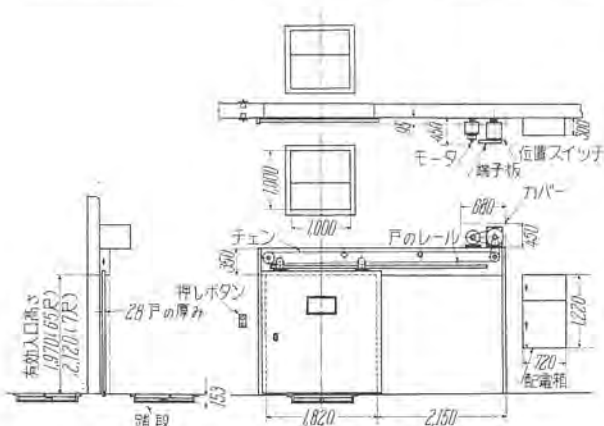


Fig. 3.1 Dimensions of a DC motor operated automatic door

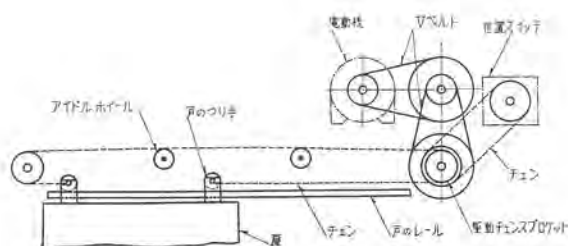


図 3.2 駆動装置構造図(片開き)直流電気式自動扉
Fig. 3.2 Construction diagram of driving equipment
(side opening) DC motor operated
automatic door.

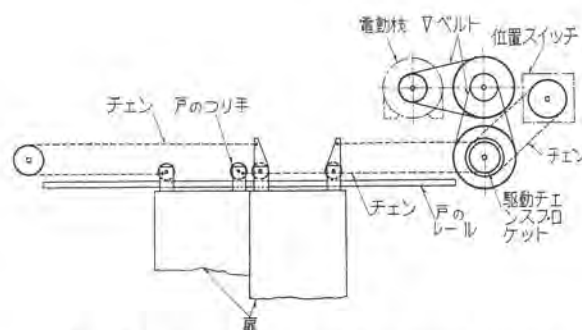


圖 3.3 驅動裝置構造図(兩開き)直流電氣式自動扉
Fig. 3.3 Construction diagram of driving equipment
(center opening) DC motor operated
automatic door.

いて述べる.

3.2 驅動裝置

(1) 扉驅動部分

片開きの場合の構造図を図 3.2 に、両開きの場合の構造図を図 3.3 に示す。いずれも電動機の回転を V ベルによって 2 段に減速し、カモイ部分に張ったチェンをドライブする。チェンの両端は図に示すように扉のつり手に固定されている。一方、駆動チェンスプロケット軸の回転を別のチェンによって位置スイッチに取り出す。位置スイッチは、扉の位置を検出して、扉の加速減速を電動機に指令する。

片開きの場合は、図 3.1 に示すように電動機と位置スイッチを戸袋終端の上方に壁に固定する。配電箱はどこに置いても良い訳であるが、電動機、位置スイッチとの結線を容易にするため、戸袋の近くに置くのを標準とする。両開きの場合は、電動機、位置スイッチの位置は左右端いずれでも良いが、右端を標準とする。

(2) 電動機、管制器

電源としては、200/220V または 400/440V、50/60 c/s 3φ の一般工場用電源を配電箱まで配線し、この中でトランスとセレン整流器によって DC 125V に変換する。

電動機には2種類あって、出力1/6HP、および1/3HPである。いずれも全閉形分巻電動機で定格回転数は600rpmである。扉が開閉ともに終端に近づくと扉の慣性を吸収して減速させなければならないが、このときは電動機のアーマチュアと並列に抵抗を入れてダイナミックブレーキをかける。つぎに位置スイッチによって順次の

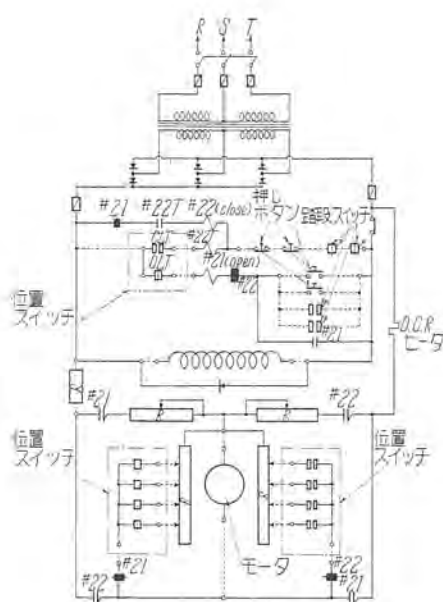


図 3.4 直流電気式自動扉結線図

Fig. 3.4 Connection diagram of a DC motor operated automatic door.

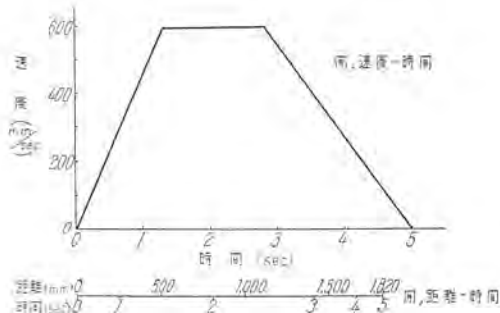


図 3.5 開動作図表

Fig. 3.5 Opening door motion diagram.

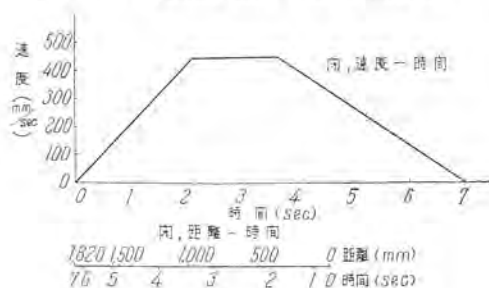


図 3.6 閉動作図表

Fig. 3.6 Closing door motion diagram.

抵抗値を減少させ、円滑に減速させる。全体の結線図を図 3.4 に示す。

管制器類はエレベータ用のものを使用しているから、接点容量、開閉頻度の点で十分な容量を持っている。管制器およびV形抵抗管を納めた配電箱は、塵埃から保護された密閉箱になっており、すえ付上、壁中に埋め込むこともできる。

3.3 扉の動作

扉の最高速度は、扉重量と、アーマチュアに直列に入れた抵抗の値によって決定される。片開きの場合、1/6HP

電動機使用のときは標準として開最高速度は 600 mm/sec であり、閉最高速度は 450 mm/sec である。同じく片開きで 1/3HP 電動機使用のときは、扉が一般に大形になるから開最高速度は 500 mm/sec、閉最高速度は 400 mm/sec を標準とする。両開きの場合は、図 3.3 からわかるように同一チェーン速度でも、扉の開閉は片開の 2 倍となるから、迅速な開閉を要求される扉には最適である。すなわち、チェーン部分が多少複雑になるだけで、電動機、管制器類は同一のものを使用して開閉時間を短縮できる。

つぎに 1/6HP 電動機で 1,820 mm の出入口巾を開 5 sec、閉 7 sec に調整したときの速度-時間曲線、および距離-時間の関係を図 3.5、3.6 に示す。図 3.5 に開動作を示すが、この図から明らかなように約 1.3 sec で全速に達し、約 2.8 sec から減速を始める。自動扉の性質上開速度はできるだけ速い方がよいので 600 mm/sec を最高速度にしている。全開するには 5 sec を要しているが、図 3.5 下方に示す距離-時間の図表からわかるように、1,500 mm までは約 3.3 sec で開き、最後の減速に約 2 sec を使っている。したがって普通の使用個所では十分な速度と思われる。開動作の終端では、ダイナミックブレーキの抵抗を調整することによって、ほとんど零速度で戸当りにあたるよう調整するから、戸当りにあたる衝撃はほとんどない。

つぎに閉動作を図 3.6 で説明すると、最高速度 450 mm/sec には約 2.1 sec で達し、3.6 sec から減速にかかる。約 7 sec で閉じる訳であるが、結線図からわかるように、最後の位置スイッチの接点が開いても、なお 0.5 sec 程度時限継電器によって電動機に通電し、確実に扉が戸当りまで閉じる構造にしてある。また、自動扉の性質上もし万一人がはさまれても安全なように、閉端から 600 mm 以内は扉を閉めようとする電動機の力は扉で 10 kg 以内の力に制限してある。したがって人手で扉を停止させることができて安全である。もちろん、閉扉動作中に踏板を踏むか、または押しボタンを押せばすぐに反転して開動作に移る。

また、停電中はもちろん、閉じている扉はいつでも人手によって開くことができるから、万一の場合でも安全である。

4. む す び

空気式自動扉の運動は大体電車の自動扉に見られる程度であり、開閉の終端で緩衝運動をなす。また、電気式では加速減速は大体乗用エレベータの扉程度の円滑さである。ただし、エレベータとの相違は、運転手がいなくても開動作は速いが閉動作をおそくし、しかも扉を閉じる力を弱くして安全にしている点である。以上述べたように安全機能の点でも両者ともに完全で、今後一般工場、事務所、病院用として発展するものと考えられる。また、自動車などが出入りする大形の扉も電気式を用いれば容易に自動化することができてきわめて便利である。

近年あらゆる分野において設備の近代化、自動化が進められているが、扉装置も自動化することによってその建物是一段と能率的なものとなるであろう。

洗浄管走行形クリネヤ

神戸製作所 斎藤 寛^{*}・武藤 哲^{*}

Type CH Cleanaires

Kobe Works Hiroshi SAITŌ・Tetsu MUTŌ

Since its first installation in 1954, the cleanaire—air purifying device—has made a marked advance. Dust being a byproduct of civilization, a device to remove it becomes essential for the production of high quality goods in industry as well as for the protection of health. The Type CH unit has a moving nozzle washer construction and is in a big demand for the installation in spinning factories to prevent the generation of smoke yarn. This type is now also applied to the air conditioning of a building and is becoming popular year after year.

1. ま え が き

当社が二段荷電形静電気式空気清浄装置クリネヤを戦後最初に世に出したのは昭和29年3月である。これは八幡製鉄所畑工場のゴールドストリップおよびスキンバスマイル電気室の冷却通風空気の清浄用に使用されるもので、総処理風量約 3,300 m³/min (116,000 cfm) の自動洗浄形(CW)クリネヤ2台であった。当時は空気中に浮遊するホコリの有害性に対する世間一般の認識が薄く、したがってクリネヤのごときはぜいたく品とみなされ、ごく一部の分野以外にはほとんど関心をもちたなかった。

しかしながらホコリは文明の所産であり、その量が文明の進展につれて増大することは周知の事実である。したがっていつかこのホコリによる障害が各分野に頻発するようになり、いやおうなしに除塵対策を真剣に考えなければならなくなる日の来ることは当然であり、すでにその兆候が現われてきつつある現状である。近來各方面でやかましくいわれる健康管理や品質管理においても、除塵対策をおろそかにすることはできないはずである。とくに肉眼では見分けのつかない 10 μ 以下の微細なホコリは、機械式エヤ・フィルタによってほとんど除去することができない。したがって人間の呼吸器管の奥深くまで侵入して病巣を作り、オートメーション用精密制御機器の故障の原因となり、あるいは紡織工業において紡糸や織物を汚染させたりするのは、どれも 1 μ 前後のホコリによることが多いから、これに対しては従来の機械式フィルタはほとんど役に立たないのである。

以上のようなことが一般に強く認識されだしたのはここ数年來のことであり、それにつれて微細なホコリの除去に威力を発揮するクリネヤの真価も次第に知れわたってきたのである。図1.1には処理風量の小さいキャビネット形を除いた大形クリネヤの発足以来の年度別受注高を、集塵効率 90 % 時の最大処理風量の合計をもって示

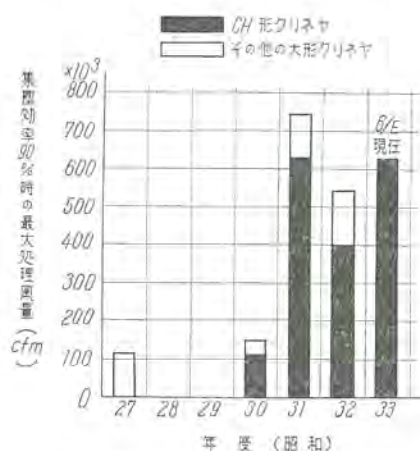


図 1.1 大形クリネヤ年度別受注実績

Fig. 1.1 Amount of order on large cleanaires classified according to year.

した。この間にわが国の経済情勢にもかなりの起伏があったにせよ、空気浄化に対する一般の認識程度の推移が、クリネヤの需要度の変遷からもうかがえるように思われる。さてクリネヤの集塵機構やその集塵効率などについての一般的説明⁽¹⁾、あるいはキャビネット形(CC)⁽²⁾、外被形(CE)⁽³⁾、自動洗浄形(CW)⁽⁴⁾についての紹介は、今までしばしば本誌に発表してきた。今回は大形クリネヤとしてもっとも需要度の高い洗浄管走行形(CH)について、その最新の構造機能などを紹介することにする。

2. 特 長

CH 形クリネヤの集塵部分は他の CG, CW 形と同様に、図2.1に示す標準集塵ユニットを通風ダクトの途中に縦横に積み重ねた図2.2のような集塵ユニット列として構成される。したがってこれに高圧直流を供給する電源部も他の大形クリネヤと同一のものを使用する。図2.3には電源部を示す。そして1ヵ月に1,2回の割合で集

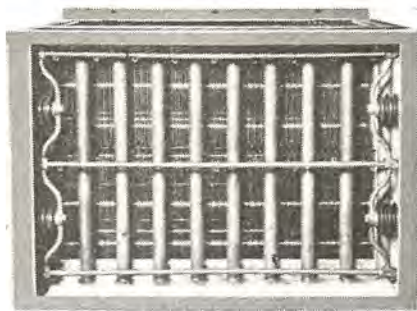


図 2.1 標準集塵ユニット

Fig. 2.1 Standard dust collecting unit.

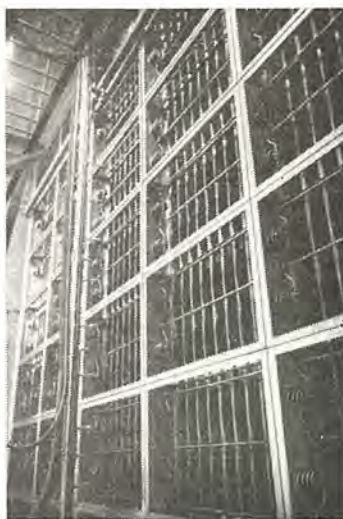


図 2.2 集塵ユニット列
(空気流入側)

Fig. 2.2 Air flowing
inside the dust collec-
tor.



図 2.3 電源部

Fig. 2.3 Power packs.



図 2.4 外被わく側面

Fig. 2.4 Exterior of cleanaire.

塵部分に捕集堆積したホコリを洗浄し、新しい粘着剤を電極面に散布するために、集塵ユニット列の空気流入側あるいは空気流出入側に適当数のスプレ・ノズルを備えた直立管を配置し、ロープ掛伝導機構によってこの直立管を集塵ユニット列の全面にわたって左右に走行させ、洗浄水および粘着剤の噴射を行わせるための噴射管走行機構を備えている。そのために洗浄制御盤や噴射管走行用減速電動機が付属している。図 2.4 は集塵ユニット列を被覆する外被わくの側面を示し、空気流出入側の各出入口をはさんで中央にあるケースが上記制御盤であり、その下部にあるのが減速電動機である。

図 1.1 によってもわかるように、大形クリネヤはほとんどこの CH 形によって占められており、その製作実績も 1 台あたりの処理風量が小は 5,000 cfm から大は 180,000 cfm (いずれも集塵効率 90 % 時の最大値) に及んでいる。なお走行噴射管が集塵ユニット列の空気流入側だけにあるものを CH-S 形、また空気流入側と流出側の両方にあるものを CH-D 形と称している。

この形式のものの需要が多い理由としては下記の事項が考えられる。

(1) 処理風量の範囲が大きく、同一処理風量のものでも高さや巾の比の変ったものを選ぶことができる。このことは既設の建屋あるいは連結ダクトとの関係を調整する場合に便利である。

(2) 集塵ユニット列部分以外の外被わくの構造や寸法は比較的自由に變更することができるから、ビルディングなどの場合のようにスペースが非常に切りつめられているとか、あるいは連結ダクトの配置が変則的なときでも適応させることができる。

(3) 工場では標準部品は常時ストックしておいて、工事ごとに標準外部品を製作すればよいから、納期が比較的短い。

(4) 基礎工事や外被わく工事はすべて現地で施工し、工場は製作した部品だけを出荷して現地においてすえ付組立を行う。したがって貨車輸送の制限などを考慮する必要がない。

(5) 1 カ月に 1, 2 回の洗浄操作は、噴射管走行機構と洗浄制御盤とによって半自動的に行うことができるから、保守が簡単容易である。

(6) 粘着剤の回収機構を設けることができる。これによって吹き付けた粘着剤の約 50 % を回収することができる。

(7) 洗浄のために 1 カ月に 1, 2 回の割で、2, 3 時間クリネヤの運転を休止する時間がとれるならば、しいて連続集塵方式の CW 形を採用する必要はない。

3. 構 造

3.1 基 礎

集塵ユニット列およびこれを被覆する外被わくをすえ付けるべき基礎は、コンクリートで造るのが普通である。

図 3.1 には CH-S 形、図 3.2 には CH-D 形の標準基礎

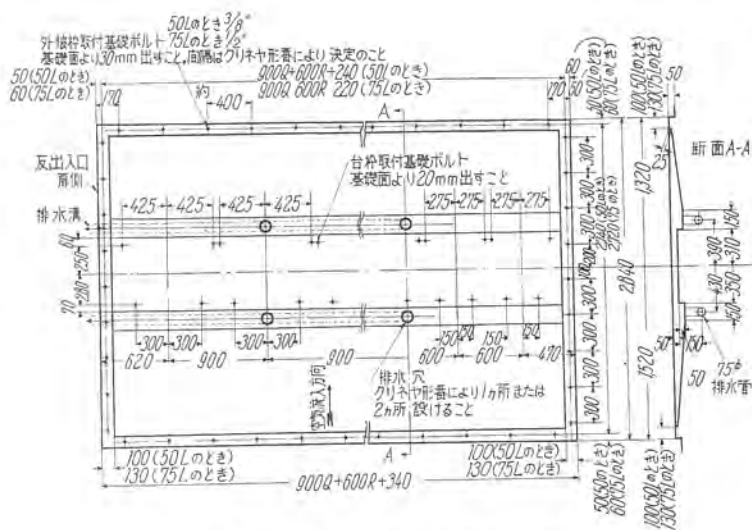


図 3.1 クリネヤ基礎図 (CH-S 用)

Fig. 3.1 Foundation for type CH-S cleanaire.

- 注: 1. 600 巾集塵ユニットは空気流入方向より見て右側に配置すること。
 2. 排水用溝は反出入口扉側に出すこと。なおこの図は計画最小寸法なるゆえ外被わく計画に際しては記入寸法を厳守のこと。
 3. P = 集塵ユニットの縦段数 Q = 900 mm 巾集塵ユニットの横列数
 R = 600 mm 巾集塵ユニットの横列数

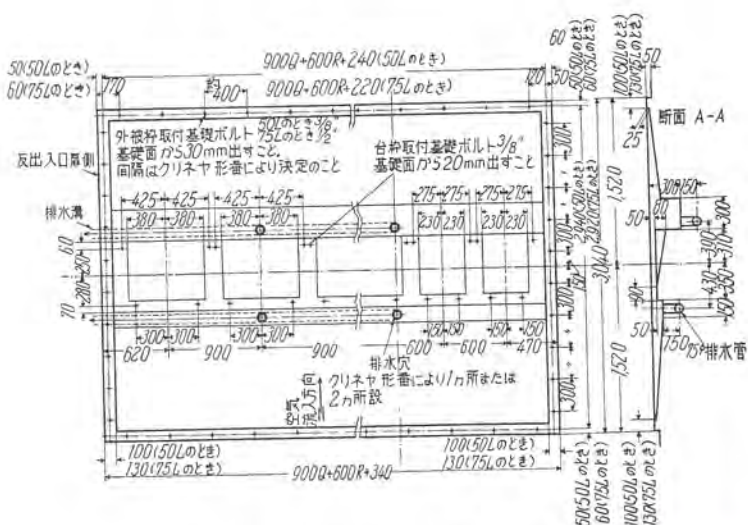


図 3.2 クリネヤ基礎図 (CH-D 用)

Fig. 3.2 Foundation for type CH-D cleanaire.

- 注: 1. 600 巾集塵ユニットは空気流入方向より見て右側に配置すること。
 2. 排水用溝は反出入口扉側に出すこと。なおこの図は計画最小寸法なるゆえ外被わく計画に際しては記入寸法を厳守のこと。

をそれぞれ示す。CH-D 形の場合は原則として粘着剤回収機構を設けるので、空気流出側の排水溝が流入側のそれよりも巾広くかつ深くなっており、集塵ユニットすえ付面も粘着剤の回収を容易にするために、流出側に向かって下り勾配の傾斜切欠が付けられている。これら排水溝には図示のように直径3インチ程度の排水穴をあけ、これをそれぞれ外部の下水溝に導く。ただし下水から汚染空気や臭気がダクト内へ侵入したり、また空気流入側の汚染空気が排水管を通して流出側清浄空気中に漏洩したりすることのないように、各排水穴には簡単に取りはずしのできる気密落しぶたを付ける必要がある。

集塵ユニット列すえ付基礎面には台わくが置かれる。この台わくは集塵ユニットの巾に合わせて 900 mm 巾のものと 600 mm 巾のものがある。そしてこれを基礎面に固定するための 3/8 in 基礎ボルトは台わく1個あたりに4本あて図示のとおりに埋込む。また基礎の周縁部には外被わくすえ付用の 3/8 in あるいは 1/2 in の基礎ボルトをあらかじめ埋め込む。

3.2 外被わく

クリネヤを通過すべき汚染空気が集塵ユニット以外の個所からクリネヤの流出清浄空気中に混入したり、高電圧の印加されている集塵ユニットに接触して感電したりすることを防ぐために、外被わくで集塵ユニット列を被覆する必要がある。そしてこの外被わく内には保守点検に支障のない程度に、集塵ユニット列の空気流入側にそれぞれ最小限の空間を設けなければならない。また保守点検作業を安全容易なものにするために、それぞれの空間内には照明灯、接地棒、高圧遮断スイッチなどが取り付けられ、さらに適当な高さに渡り廊下が設けられる。図 3.3 の扉上部にあるのが高圧遮断スイッチ、その右側に掛けてあるのが接地棒である。また図 3.4 には照明灯および渡り廊下が見える。

外被わくは山形鋼のわく組の側面および天井に薄鋼板を張りつけた溶接構造によって構成される。山形鋼としては集塵ユニット列の縦段数が5段までは 50×50×6 (mm) のものを、また6段以上は 75×75×9 (mm) のものを主として使用する。そして外被わくの側板および天井板には 1.6 mm 厚の薄鋼板を使用する。なお空気流入側あるいは流出側にダクトを連結する場合には、空気流出入面の周辺に 40×40×5 (mm) の山形鋼を溶接してフランジを形成する。外被わく天井のちょうど集塵ユニット列の位置には



図 3.3 外被わく内面 (空気流入側)
Fig. 3.3 Interior of cleanaire (air flowing inside).



図 3.4 外被わく内面 (空気流出側)
Fig. 3.4 Interior of cleanaire (air flowing outside).

電源部から電離部および集塵部へくる高圧電線を通すための密閉配線溝が、2列平行に設けられている。

外被わくの空気流入面には穴明鉄板製の遮風板わくを、また流出面には黄銅金網製のフィルタわくをそれぞれ取り付ける。山形鋼のわく組は集塵ユニット列の周辺を支持し、上記遮風板わくやフィルタわくを取り付けるほか、側面には洗浄制御盤や噴射管走行用減速電動機、さらに天井には照明灯などを取り付けるから、堅牢な構造にすべきことはもちろんであるが、わく組と側板あるいは天井板の合せ目から外気が侵入したり、洗浄水が漏出することのないように気密水密にすることが必要である。また外気とともに再循環空気をも同時にクリネヤに通す場合には、外被わくの外側に2~3in 厚の断熱材を張り付けて保温することもある。

外被わくの内部には上述のように保守点検用の空間があるので、ここに入出するために外被わくの一側の側面には一対の出入口が設けてあり、気密扉を取り付けてある。この気密扉を閉めて安全錠をかけることにより、初めて集塵ユニット列に高電圧を印加することができ、安全錠が完全にかかっていないかあるいは扉が開かれているときには、絶対に高電圧が印加されないようにしてある。さらに安全錠は、開くときには高圧部に蓄積された残留電荷が完全に消滅するだけの時限をもたせてあるが、閉じるときには瞬時に鎖錠ならびに高圧付勢が可能になるようになっている。図3.5に CH-D 形クリネヤの側面外形図の一例を示す。

3.3 集塵ユニット列

集塵ユニットは図2.1に示すようなアルミニウム板製の四角なわくの中に電離部および集塵部を納めたもので、巾が900mmと600mmの2種類のものがあり、高さおよび気流方向長はともに600mmである。集塵効率90%時の最大処理風量は、前者が2,000cfm、後者が1,330cfmである。このユニットわく内の空気流入側は電離部になっており、これは直径約30mmのアルミニウム管を約90mm間隔に気流と直角方向に1列テン線に並べて接地電極とし、おのおのの管の間にごく細いタングスを1本あて管と平行に張って放電電極としたもので、この放電線に正極性のDC12,500±500Vを印加して、隣接接地管との間に放電による電離領域を形成させ、ここを通過するホコリの粒子に正電荷を与える。集塵部は電離部の直後に置かれ、約300mm角の多数のアルミニウムの薄板を狭小間隔に気流と平行に並べたもので、これをユニットわくの後方より上下2段に挿入する。この集塵部の極板は1枚おきに接地され、他の1枚おきの板は高電位極板となり、これに正極性のDC5,500±500Vを印加して隣接接地極板との間に強力な平等電界を形成させ、電離部で荷電されたホコリの粒子を接地極板(集

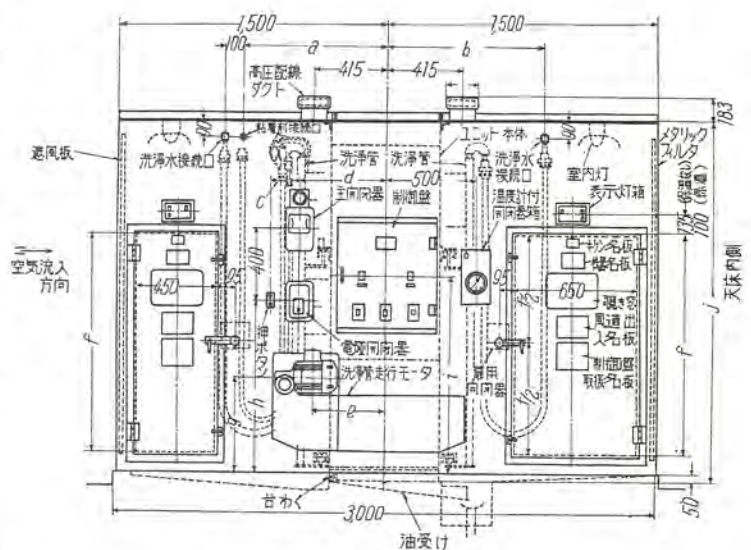


図 3.5 クリネヤ CH-D 形外形図側面

Fig. 3.5 Outline dimensions of type CH-D cleanaire (side view).

注: 温度計付閉閉器箱は加熱方式が蒸気式のときだけ使用

外被わく寸法表 (CH-D 形)

符号 形番	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
CH 2~4	800	900	160	480	405	(2) 900 (3.4)1200	530	1100	1200	(2) 600p+506
5~7	900	1000	"	"	380	1400	585	1200	1300	(56) 600p+206
8~10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(7) 600p+209

塵板)に吸引付着させるものである。この集塵ユニットの構造は特許第140052号として、また集塵部の構造は特許第190783号としてそれぞれ登録されている。

この集塵ユニットを処理風量に応じて適当数を外被わく内の基礎に固定した台わく上に縦横に積み重ね、上下左右の隣接ユニット同志をボルトで連結して集塵ユニット列を構成する。集塵ユニット列と外被わくの間を生ずる両側および天井の隙間は、空気流出入側の両方から銅板製ふさぎ板でふさぐとともに、集塵ユニット列を外被わくに固定支持させる。電源部からくる高圧電線は外被わく天井の密閉配線溝内を通して各列のブッシングにつながれ、それぞれ最上段の電離部、集塵部の高圧端子に接続する。そして各列の集塵ユニット内の電離部、集塵部はそれぞれ接続線をもって電氣的に接続される。なお隣接ユニット列同志を電氣的に接続する場合は、最上段ユニット間を接続線でつなぐ。図3.6に電離部の高圧線接続部分を示す。このようにしてあるから高圧電線が直接ホコリにさらされることがなく、電線被覆が絶縁破壊を起すことがなくなる。

3.4 噴射管走行機構

クリネヤにつねに高い集塵効率を維持させるためには、1ヵ月に1ないし2回位の割合で定期的に電離部や集塵部を約60℃の温水で洗浄して捕集したホコリを洗い落とし、さらにホコリの捕集を確実にしてしかも洗浄を容易にするために、新しい粘着剤(Shell Adhesive T-675)を電離部および集塵部に吹き付けておくことが必要である。この洗浄ならびに粘着剤吹付け操作を容易にするた

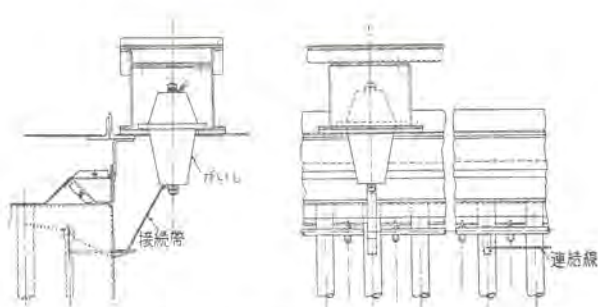


図 3.6 電離部高圧電線接続部

Fig. 3.6 Connection of high voltage line for ionizer.

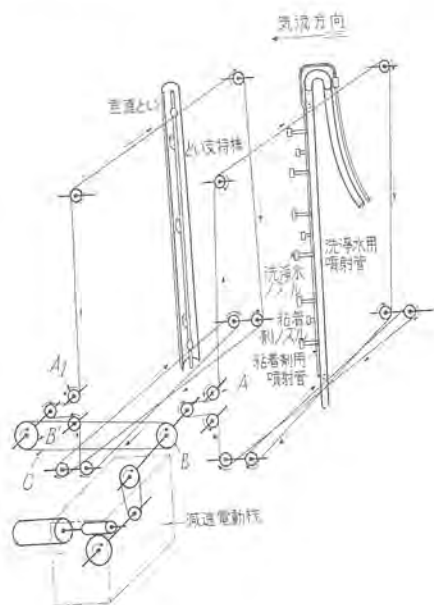


図 3.7 噴射管走行機構

Fig. 3.7 General illustration of moving nozzle washer.

めに、集塵ユニット列の空気流入側あるいは流出側の両方に噴射管走行式の半自動洗浄機構が取り付けられる。

図 3.7 は噴射管走行機構に用いられるロープ掛伝導機構の一般説明図であり、空気流入側の噴射管と流出側の垂直といとが対向しながら同一速度で同一方向に動く連動機構を示したものである。したがってこの図は CH-S 形に粘着剤回収機構を付ける場合のものであり、普通の CH-S 形では空気流出側の垂直とい走行機構は設けられていない。また CH-D 形の場合は空気流出側の垂直といの支持棒の代りに空気流入側と同様な洗浄水用噴射管を取り付け、さらに空気流入側の噴射管には流出側と同様な垂直といを取り付けてある。

普通の CH-S 形の場合は、空気流入側の噴射管は 1 組の太い管と細い管とからなり、これらを一体としたものを直立させ、これにそれぞれ適当数のスプレ・ノズルを取り付けてある。この直立管は集塵ユニット列の前面にわたって渡された上下 2 本の水平案内わくによって支持され、上述のロープ掛伝導機構を介して外被わく側板外側に取り付けられた減速電動機によって駆動され、集塵ユニット列の前面に沿って左右に走行するようになっており、その走行速度は 60 c/s の場合約 3.6 m/min で

ある。そして太い管のノズルからは洗浄水を、また細い管のノズルからは粘着剤をいずれも垂直扇形状に噴射させ、電離部および集塵部の洗浄ならびに粘着剤の吹付けを行わせる。また狭小間隔に並んだ各集塵部極板の両面に噴射液が有効に吹き付けられるように、ノズルは気流方向に対して微小角度左右に振れることができるようになっている。噴射管支持ローラやロープ・プーリーには密封玉軸受を用いて走行抵抗を減らし、ロープの張力は図 3.7 において減速電動機の裏側にあたるプーリー A の位置を調整ボルトによって適当に変えることによって調整する。なお上部噴射管支持レールの両端には制限開閉器が取り付けられており、洗浄制御盤とあいまってこの位置で駆動電動機を停止したり逆転させたりする作用を行う。

CH-D 形の場合は、CH-S 形の場合と同様な噴射管走行機構を集塵ユニット列の空気流出側にも設けたもので、前後のロープ掛伝導機構を図 3.7 に示すように同一寸法のスプロケット・ホイール B、B' とローラ・チェーン C によって連絡し、1 個の減速電動機によって駆動させるようになっている。この場合空気流出側の噴射管は洗浄水用の太い管だけで粘着剤用の細い管は用いない。直立噴射管をロープ掛伝導機構によって左右に走行させる機構は特許第 230045 号として登録されている。この CH-D 形は紡績工業のようにホコリの濃度が高く、しかも洗浄しにくいホコリの多い場合に好適である。

この装置に用いられる噴射管は、洗浄の場合まず洗浄水ノズルから温水が噴射されるが、このとき粘着剤ノズルからも温水が噴射され、つぎの粘着剤吹付行程においては粘着剤だけが粘着剤ノズルから噴射されるようになっている。これは粘着剤は粘性油で粘度がかなり高いために、前回の粘着剤噴射の際にノズル内に残存した油のためにノズルがつまったりノズルの表面がよごれていたりして、次の噴射の場合に粘着剤が垂直扇形状にうまくひらかないために、粘着剤の噴射直前に温水でノズル内部を洗浄しておこうというのがそのねらいである。この操作は大小の噴射管の上部の連通部分に取り付けられた 2 個のチェック・バルブによって自動的に行われる。この噴射管構造は実用新案出願中である。

3.5 粘着剤回収機構

前述の噴射管走行機構において垂直といのない場合を考えてみると、洗浄水の飛まつが飛散してダクト内を水浸しにするばかりでなく、比較的高価な粘着剤は全吹付量の一部が電極面に付着するだけで、大部分は集塵ユニットを通り抜けてダクト床面に落下するか、あるいは電極面に吹き付けられても滴下して床面に流下し、排水溝から外部下水溝に流出してしまう。このことは集塵ユニットの数が多く場合には見過ごし得ない浪費となる。

粘着剤回収機構はこの電極面に付着しなかった余分の粘着剤を回収するとともに、洗浄水のダクト内への飛散を防止するために設けるものである。まず CH-S 形にこの機構を付ける場合を説明すれば、図 3.7 に示すとおり集塵ユニット列の空気流出面に U 字形断面を有する直立

といを設け、このといを空気流入面の噴射管と同一の走行機構により互に対向させながら両者を同時に同方向にしかも同一速度で走行させる。また各集塵ユニット列の底部台わくとすえ付基礎面間には、空気流出方向に向けて下り勾配に傾斜した床板を挿入する。さらに直立といの全走行長（集塵ユニット列全巾）にわたって、空気流出側排水溝内に水平面に対して適当な勾配を有するU字形断面のといを、垂直といと傾斜床板から流下する液がともに具合よく流れこむような位置に付設する。そして水平といの勾配最底部には開閉自在のせんを有する排水口と排油口とを設け、排水口は直接排水溝に開口させ、排油口には排油管を接続してこれをダクト外の適当なビット内に設けられた油だめに導くようにしたものである。CH-D形の場合には空気流入側の各噴射管を対向するようにロープに取り付け、各噴射管の背部に直立といをつけばよい。

その機構を説明すれば、噴射管のノズルから垂直扇形状に噴射された液は、集塵ユニット列に沿って走行し各電極面に液を吹き付けてゆく。これと同時に噴射管に対向する直立といも同方向に同一速度で走行する。この場合液は垂直扇形状に噴射されるとともに、集塵部極板は狭小間隔をもって垂直平行に配列されているから、噴射液が横方向に拡大飛散することなく、大部分が集塵部極板間の狭小間隔を通り抜けて縦方向に飛散する。したがって噴射管と対向する垂直といにあたってこれに沿って流下するか、あるいははねかえって集塵ユニット内を流下して傾斜床板上に落ち、空気流出側においては排水溝内の水平といに流れこむ。これにより洗浄行程中は排水口を開けて排油口を閉じ、粘着剤吹付行程中は排水口を閉じて排油口を開けるようにすれば、所期の目的が達せられることは明らかである。そしてこれによって粘着剤は全噴射量の約50%を回収することができる。図3、

8にCH-D形クリネヤにおける複式噴射管の支持機構および粘着剤回収機構を示す。この回収機構は特許出願中である。

3.6 洗浄水および粘着剤供給装置

洗浄水は約60°Cの清浄な温水を用い、3 kg/cm²の水圧で洗浄水用噴射管に供給する。そのためにタンク、温水器、水温調節装置、ポンプまたは電磁弁、ストレーナなどが必要である。洗浄水の加熱方法としては多くの場合生蒸気を直接タンク内に吹き込むか、あるいは電熱器をタンク内に内蔵させる方法がとられる。

粘着剤は粘度が高いために40~50°Cに加熱し、5 kg/cm²の油圧で粘着剤用噴射管に供給する。そのために洗浄水供給装置と同様な機器が必要である。加熱方法としてはその所要量が洗浄水量に比してごくわずかであるので、大きな洗浄水タンクの一部を仕切って粘着剤タンクとし、周囲の温水によって加熱する方法をとる場合が多い。図3.9に洗浄水タンク（粘着剤タンク内蔵、蒸気加熱式）、洗浄水ポンプ（奥）、粘着剤ポンプ（手前）の一例を示す。また図3.10には洗浄水および粘着剤の配管系統図の一例を示す。

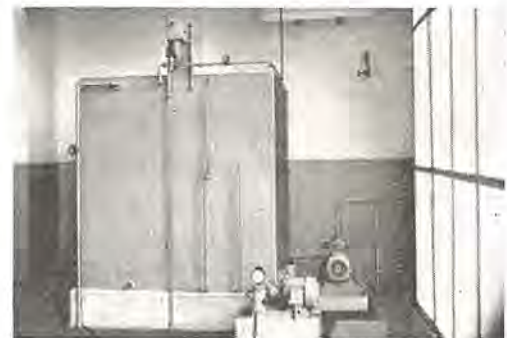


図 3.9 洗浄水および粘着剤供給装置

Fig. 3.9 Tank and pumps of hot water and adhesive.

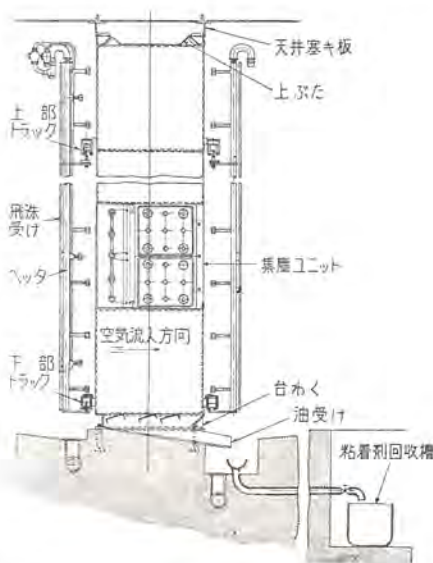


図 3.8 走行式噴射管と粘着剤回収機構(CH-D形)
Fig. 3.8 Moving nozzle washer and recovering device of adhesive.

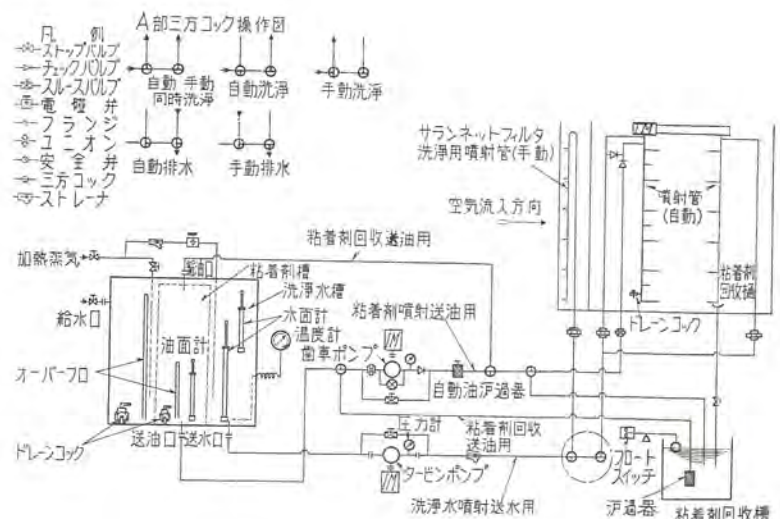


図 3.10 洗浄水および粘着剤系統図(CH-D形)
Fig. 3.10 Piping diagram of hot water and adhesive.

注：この図はサランネットフィルタ洗浄装置のある場合を示す

3.7 電 源 部

電源部は高圧変圧器、高圧整流管、コンデンサなどを1個のケース内に納めたもので、単相交流 200/220 V、50/60 c/s の電源から電力の供給を受け、これを倍電圧整流方式により DC 5,500±500 V を集塵部に、また DC 12,500±500 V を電離部にそれぞれ供給する。この電源部1個で巾 900 mm の標準集塵ユニット 10 個を受持つことができ、その場合の入力は約 300 VA である。

電源部の正面扉には外被わく出入口の場合と同様に安全スイッチを設け、コンデンサによる残留エネルギーによる危険を防止し、内部点検用のぞき窓の外に集塵作用が具合よく行われているかどうかを示す赤色および緑色の

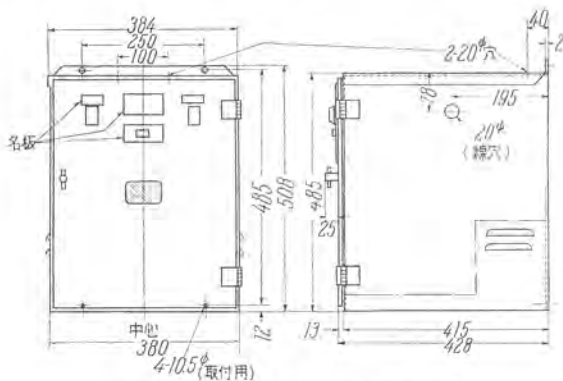


図 3.11 クリネヤ電源部外形図

扉は 180 度まで開くことができる。

Fig. 3.11 Outline dimension of type RA-15 power pack.

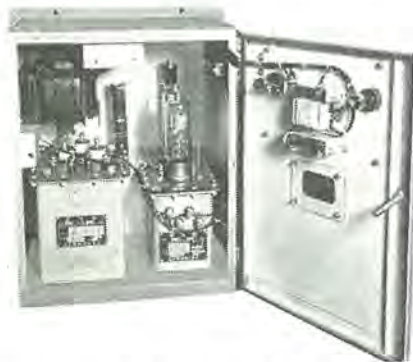


図 3.12 電源部内部構造 (RA-15)

Fig. 3.12 Internal construction of power pack.

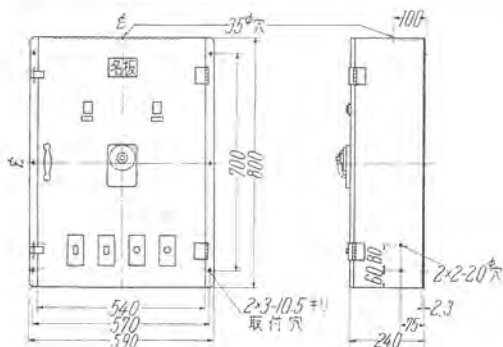


図 3.14 洗浄制御盤外形図

Fig. 3.14 Outline dimensions of control box.

表示灯を取り付けてある。図 3.11 に電源部外形図、図 3.12 に電源部内部、図 3.13 に電源部接続図をそれぞれ示す。この電源部構造は実用新案第 445985 号として登録されている。

3.8 洗浄制御盤

洗浄制御盤は電磁接触器、限時継電器、補助継電器、セレン整流器、抵抗器などを1個のケースに納めたもので、集塵と洗浄の切替えおよび洗浄操作の自動制御はすべてここで行われる。制御盤の電源は三相および単相の 200/220 V、50/60 c/s で、制御盤の近くに取り付けられた主開閉器を経て接続され、粘着剤ポンプ・モータおよび洗浄水ポンプ・モータまたは電磁弁へは制御盤の側面

にけられていた導線穴より配管を通して接続される。図 3.14 に制御盤外形図、図 3.15 に制御盤の内部をそれぞれ示す。また図 3.16 には CH 形クリネヤの総合結線図の一例を示す。

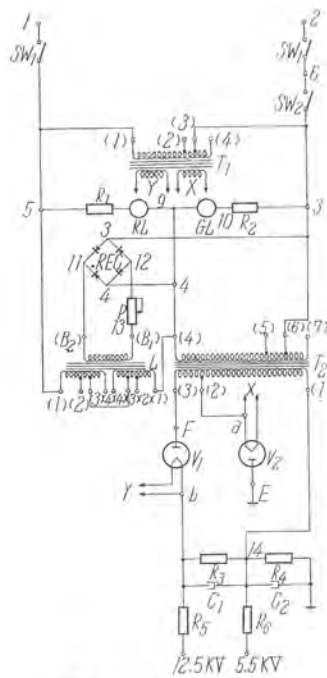


図 3.13 電源部接続図 (RA-15)

Fig. 3.13 Connection diagram of type RA-15 power pack.

符号	名称
SW ₁	タンブラスイッチ
SW ₂	安全スイッチ
T ₁	フィラメント変圧器
T ₂	高圧変圧器
L	可飽和リアクトル
V ₁	高圧整流管 579 B
V ₂	" "
REC	セレン整流器
RL	表示灯 (赤)
GL	" (緑)
C ₁	コンデンサ
C ₂	" "
P	可変抵抗器
R ₁	表示灯直列抵抗
R ₂	" "
R ₃ ~R _n	固定抵抗器

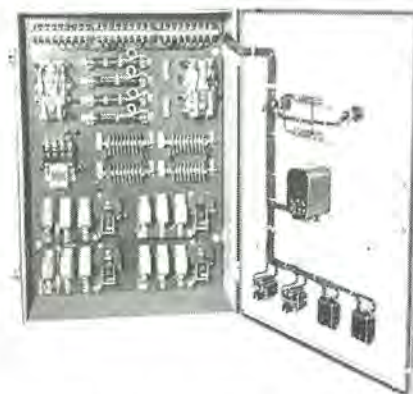


図 3.15 洗浄制御盤内部構造

Fig. 3.15 Internal construction of control box.

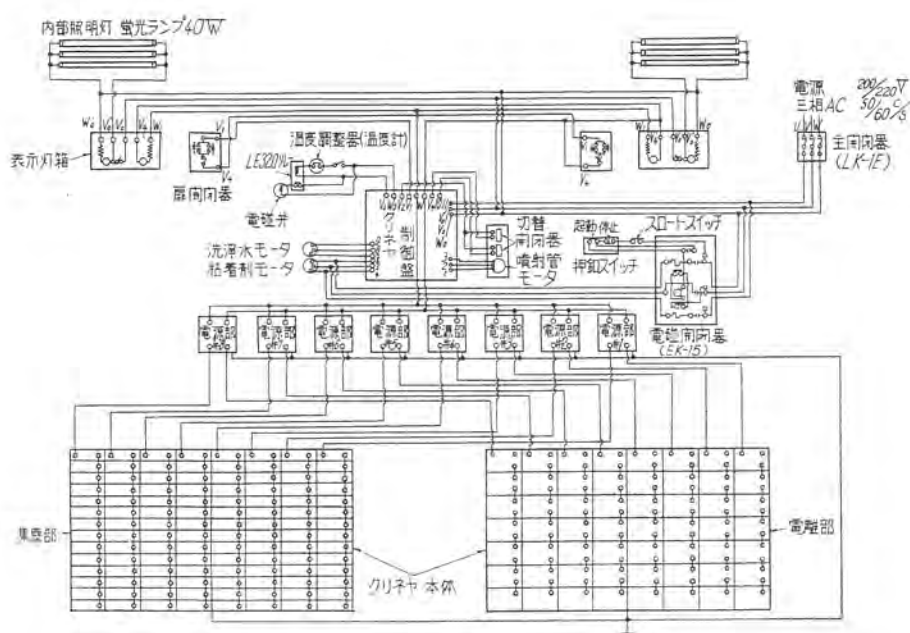


図 3.16 クリネヤ総合接続図 CH (780-D)

Fig. 3.16 Connection diagram of type CH cleanaire.

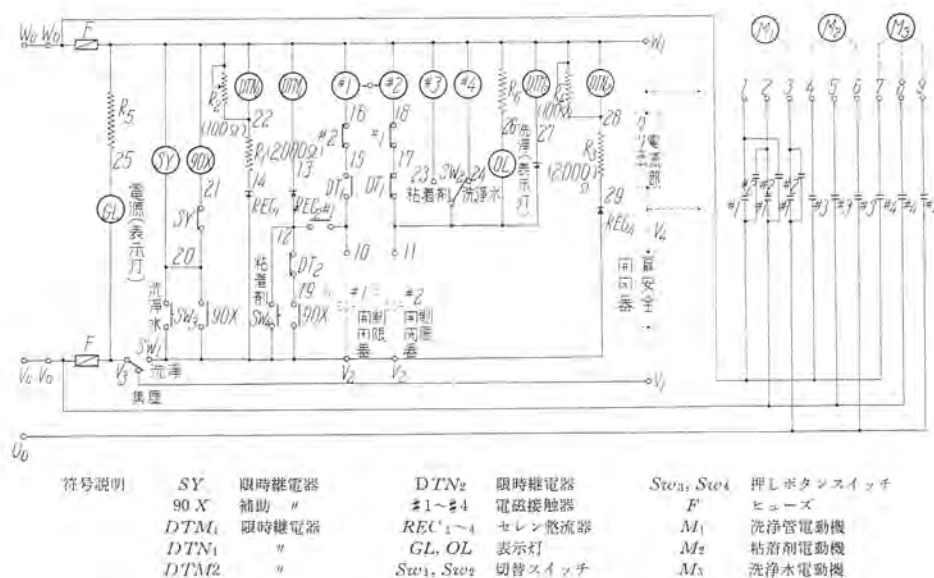


図 4.1 洗浄制御盤接続図

Fig. 4.1 Connection diagram of control box.

4. 洗浄操作

CH 形クリネヤの諸機能のうちもっとも特長のある噴射管走行機構による半自動式洗浄操作について説明する。クリネヤの洗浄周期は設置場所に浮遊するホコリの量の大小によって異なるが、大体1ヵ月に1, 2回の割合で洗浄するのが適当である。図4.1に洗浄制御盤の接続図を示す。これにより洗浄操作を説明する。

(1) 洗浄水および粘着剤の所要量をそれぞれタンクに注入し、規定温度にまで加熱する。

(2) ファンの運転を停止して通風を止め、制御盤の集塵—洗浄切替スイッチを洗浄側に倒せば、クリネヤの高圧電源が切れ、噴射管走行用減速電動機は起動準備完了の状態となる。さらに洗浄水粘着剤切替スイッチを洗浄水側に倒せば、洗浄水ポンプ・モータは起動準備完了の状態となる。

了の状態となる。さらに洗浄水粘着剤切替スイッチを洗浄水側に倒せば、洗浄水ポンプ・モータは起動準備完了の状態となる。

(3) ついで洗浄水押しボタンを押せば、噴射管は集塵ユニット列の一端から走行を開始し、同時に洗浄水ポンプ・モータも起動し、噴射管の各ノズルからいっせいに洗浄水が噴射される。噴射管は他端に至って停止し数秒後逆行を開始する。出発位置に達して一端停止し、数秒後ふたたび前回と同様に走行を開始する。上記往復走行運動を6回繰り返し十分洗浄を行った後出発位置に復帰して自動的に停止する。噴射管の停止と同時に洗浄水の噴射も止まる。噴射管走行中は洗浄表示灯が点じ、洗浄行程中であることを表示する。このように噴射管の走行は最初洗浄水押しボタンを操作するだけで洗浄に必要な6~7回の往復運動を繰り返し、出発位置に達して自動的に停止するために操作は非常に簡単である。

ここで洗浄水押しボタンの操作による各部の動作を説明すれば、まず押しボタン Sw_3 を閉じることにより、限時継電器SY(限時動作)が付勢されると同時に

補助継電器 90X が付勢され、接点 90X により SY および 90X を自己保持する。したがって Sw_3 の押しボタンより手を放しても SY および 90X は付勢し続けられる。また 90X の他の接点 90X により限時継電器 DTM_1 (瞬時動作限時復帰) が付勢され、電磁接触器 #1 回路を閉じ、#1 コイルを付勢する。噴射管が出発位置にある最初の状態においては制限開閉器 #1 は閉じ #2 は開いた状態にあるため、いかなる場合でも電磁接触器 #1 が付勢されることにより噴射管走行電動機 M_1 が起動し、噴射管は集塵ユニット列の他端に向かって走行を開始する。同時に接点 #1 により DTM_1 を自己保持する。また限時継電器 DTM_1 および電磁接触器 #1 の逆接点

DT₁, #1 が開き, 噴射管電動機を逆回転させるための電磁接触器 #2 の電気回路を完全に開き, M₁ 回路の接点 #1, #2 が絶対同時にはいらないようインターロックによって保護している。さらに電磁接触器 #1 と #2 は機械的インターロックによって絶対同時に動作しないよう二重に保護している。

噴射管が走行を開始するとほぼ同時に, 今まで開いていた制限開閉器 #2 が閉じ, 電磁接触器 #4, 限時継電器 DTM₂ が付勢され, 洗浄水ポンプ・モータが動作して噴射管ノズルから洗浄水が噴射され, 洗浄表示灯 OL が点灯する。同時に DTM₂ の逆接点 DT₂ (DTM₁ 回路に接続されている) が開くが, 限時継電器 DTM₁ は電磁接触器 #1 のインターロック接点 #1 によって付勢し続けられる。

噴射管が集塵ユニット列の他端に達すると制限開閉器 #1 が開かれ, したがって電磁接触器 #1 が消勢して接点 #1 が開き, 噴射管走行用電動機が停止することによって噴射管もまた停止する。同時に電磁接触器 #2 回路に挿入された接点 #1 および DTM₁ を自己保持していた接点 #1 が復帰する。限時継電器 DTM₂ の接点 DT₂ は開かれたままであるから, DTM₁ を自己保持していた接点 #1 が開かれることによって DTM₁ は消勢し, 数秒後電磁接触器 #1 および #2 回路に挿入された接点 DT₁ が復帰し, 洗浄開始前と同一状態になる。ところが今度は制限開閉器 #2 が閉じているため電磁接触器 #2 が付勢し, 接点 #2 によって噴射管走行用電動機回路が切替えられて噴射管走行用電動機が逆転し, 噴射管は出発位置に向かって逆行する。この場合も前述と同様電磁接触器 #1 と #2 は同時に付勢されないよう, 電気的および機械的に保護している。噴射管が出発位置に到達すると, 制限開閉器 #2 が開かれて電磁接触器 #2 が消勢し噴射管が停止し, 洗浄水ポンプ・モータも停止して表示灯 OL が消える。同時に限時継電器 DTM₂ が消勢し, 数秒後 DTM₁ 回路の接点 DT₂ が復帰する。接点 90X は閉じ続けているため DTM₁ がふたたび付勢され, 前述とまったく同様にして噴射管が走行し洗浄水が噴射される。このようにして噴射管往復を 6 回行くと限時継電器 SY が動作し, 補助継電器 90X 回路の接点 SY が開き 90X が消勢する。噴射管走行途中のいかなる位置において接点 90X が開かれても, 噴射管は残りの往復行程を走行した後出発位置に復帰し, 自動的に停止して洗浄を終了する。限時継電器 SY の設定時間はクリネヤの集塵ユニット列の列数によって異なるが, 大体噴射管の往復回数 6 回に要する洗浄時間によって決定される。ま

た噴射管往復を 6 回以下にしたい場合あるいは 6 回以上にしたい場合は, 限時継電器 SY の設定時間を変更することにより任意に選定することができる。

(4) 洗浄水噴射行程が終ればただちにファンを起動して集塵ユニット内部の排水乾燥を約 1 時間程度行い, ふたたびファンの運転を停止して粘着剤の吹き付け行程にはいる。粘着剤の吹き付けを行うには, まず洗浄水-粘着剤切替スイッチを粘着剤側に倒した後, 制御盤右端にある粘着剤押しボタンを押す。そうすると限時継電器 DTM₁ が動作して電磁接触器 #1 が付勢し, 洗浄水噴射の場合と同様に噴射管が走行し, 電磁接触器 #3 の動作によって粘着剤が粘着剤用噴射管のノズルから噴射して電極面に吹き付けられる。粘着剤押しボタンを操作した場合は, 限時継電器 SY および補助継電器 90X は付勢されないため, 噴射管は 1 回往復した後出発位置に復帰して自動的に停止する。粘着剤の吹き付けは 1 行程で十分である。

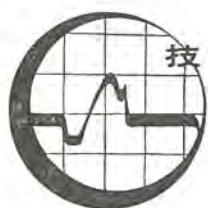
粘着剤の吹き付けが終れば, 電極面に付着した粘着剤の油滴が滴下しなくなるまで約 1 時間待った後に, 集塵-洗浄切替スイッチを集塵側に倒し, ファンを起動すればクリネヤはふたたび集塵作用を開始する。

5. む す び

以上洗浄管走行形クリネヤの構造・機能について紹介を試みた。CH 形クリネヤは他の形式のクリネヤに比較してもっとも需要度の多いものであるが, その半数以上はスミ糸 (smoke yarn) 発生防止の目的をもって, 紡績工場の換気清浄用として使用されており, その真価を遺憾なく発揮している。最近はこの全館の air conditioning を行う近代的ビルディングの換気清浄用として次第に注目されるようになり, すでに大阪の住友ビルや住友生命ビルには数台あて納入され, 目下建設中の東京大手町の住友銀行ビルにも 10 数台が設置されることになっている。このようにして CH 形だけでなく他の形式のクリネヤも今後はますますこの方面に普及していくものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 斎藤, 三菱電機 Vol. 29, No. 4 (1955).
斎藤, 三菱電機 Vol. 31, No. 6 (1957).
- (2) 斎藤, 武藤, 三菱電機 Vol. 31, No. 12 (1957).
- (3) 田附, 三菱電機 Vol. 30, No. 11 (1956).
- (4) 斎藤, 三菱電機 Vol. 27, No. 11 (1953)



発電所全般 (3)

— 母線保護方式 —

1. 母線保護の必要と現状

電力系統の結び目は母線と呼ばれる。結び目に故障がおこれば当然これにつながるすべての電力系統に影響をあたえ、安定な運転をおびやかすことになる。その上に故障が重大化すればたとえ故障した結び目をいったん系統から切り離したとしても結び目が長期にわたってその使命をはたせないことになるから直接間接の被害は非常に大きなものとなる。それゆえに母線はほかの線路部分に比べてより注意深く、より金をかけて故障の発生を極力少なくするようにつくられる。しかし実際にはそのような努力にもかかわらず母線に故障が絶対におこらないということはだれも保証ができないし、また事実故障は発生しているのである。

このような点から考えると母線保護は必要である。しかし母線保護継電器が不用動作すれば、影響するところは送電線保護継電器の比ではない。その上母線継電器の選択、設計、適用、保守運用においては注意しなければならないことが多く、満足できる保護を行うにはそれなりの経験と技術を要する。母線保護では、内部故障の発生頻度が他の故障に比べて小さく動作するチャンスがあまりないにもかかわらず、不用動作をひき起す要因はほかの保護以上に伏在するし、外部故障の頻度ははるかに多くなる。このためかわが国では従来本格的な母線保護は

ほとんど行われていなかった。しかし最近の新鋭発電所や変電所は全系統に対して非常に大きな役割をもっていることと、また系統の増強によって故障そのものが以前より大きくなってきていることを考えあわせると母線だけを従来のように後備保護継電器の保護だけにゆだねることはとうていできないはずである。

ひるがえって米国の場合表 1.1 に示すように 1939 年当時においてもすでに母線保護は相当数が実施され、その経験の集積とともにつぎつぎと本格的な保護方式が実用化されている。そして今はや今日では母線保護は当然行われるべきものであり、必要な注意をはらいさえすれば母線保護は大体間違いなく成功するものと信じられている。もっとも母線保護の対象は千差万別であるから標準的とはいえないような適用例では必ずしもいつも成功しているとはかぎらないが、このようなことはどのように標準的な保護方式が進歩したとしてもありうことで、われわれとしても今後万全の注意をはらっていく以外に対策はない。

現在われわれの承知している既存の保護方式はそれぞれの特長条件下において開発実施されて来たものであるけれども、その根本的な開発の動機はいうまでもなく変成器誤差の対策と保護可能範囲の拡大にあったと思われるので、本文ではその点になるべく重点をおいて母線保護を紹介したい。将来系統がもつ

表 1.1 1939 年 AIEE Report⁽¹⁾ に見られる米国の母線保護実施状況

方式による分類	母線保護数		電気所の種類			母線の構造				保護母線電圧 (kV)				保護の種類		
	現在	計画	発電所	送電用変電所	配電用変電所	三相不分離		離相構造		2-9	11-22	33-88	110-220	短絡のみ	接地のみ	短絡接地保護
						屋内	屋外	屋内	屋外							
差動方式	26/803	9/38	20/172	21/379	14/288	16/245	24/533	5/49	1/10	6/100	22/338	14/252	14/153	9/266	8/47	22/484
遮断母線方式	11/197	2/5	9/132	7/42	4/28	5/75	5/15	7/90	1/22	1/6	9/165	4/24	2/5		12/198	
部分差動方式	9/132	4/37	7/62	6/53	3/54	7/77	8/70	3/21	1/1	2/32	8/104	1/4	4/29	4/53	2/24	8/90
計	32/1132	15/80	28/366	27/474	15/370	22/397	27/618	14/160	2/33	7/138	28/607	16/280	17/187	10/319	18/269	25/574
	継電器の種類															
	中性点接地方式			非接地	過電流継電器			比率(2)差動継電器	距離継電器	CT の形式			運用	動作実績		
	直接	抵抗	リアクトル		誘導形	瞬時形	両方を併用			ブッシュ形	貫通形	巻線形		全数	不正動作	
差動方式	20/415	15/333		5/87	11/258	8/386	3/41	16/150	1/4	21/613	10/121	10/52	6/30	13/155	10/32	
遮断母線方式	6/62	5/121	1/8		4/14	7/91	7/94			2/39	2/51	7/97	1/3	10/55	5/15	
部分差動方式	7/92	6/39	2/4	2/10	4/53	2/25	1/4	3/47	2/19	5/69	4/37	4/37		3/4	1/1	
計	22/569	16/493	3/12	6/97	16/325	14/502	7/139	16/197	3/23	21/721	13/209	19/186	7/33	22/214	16/48	

注意 (1) 本表の数字で分子は報告のあった会社数、分母は母線数を示す。

(2) 原表には Balanced Current Type とある。その大部分は比率差動継電器とみてよい。

技術解説

と飛躍的に増大された場合の結果いんかによってはさらに一段の飛躍を要求されることになるのであろうが、ここに紹介するいろいろな方式を適宜選択すれば現在のところ大体満足のゆく程度の保護能力を有する母線保護装置はすでに供給できる状態にある。

2. 母線保護の品質

母線保護継電器の使命は母線の故障を検出しできるだけ早くこれを除去させることにある。

このような使命をはたす母線保護の方式としては、ある仕様に対して

動作速度
信頼性
取扱の容易
経済性

という四つの十分条件をよりよく満足するものほどよい方式であると考えられる。

これはもちろん母線の運用条件などに対して十分なる適応性をもち、母線の保護すべき部分の故障だけ選択遮断して保護区域外の故障では絶対に動作しないという必要条件是完全に満足しているということを前提としての話である。

この必要条件を満足しうるかぎりにおいて保護速度がはやくなればシステムの安定度の向上により一層寄与し、損害を極限で減らすことになる。また簡単確実なものほど信頼性は向上し取扱保守、点検、運用ともに容易となる。また建設時、使用時の全費用をふくめて経済的なことが望ましく、時間の経済もまた無視できない。適用箇所が変るとにいちいち新設計しなければならないような方式は経済的な方式とはいえない。よい母線保護は、よい保護方式の選択、よい継電器および付属品、よいバランスのとれた補助継電器、方式にマッチした変成器の特性とその有効なる設置、適当な導線とその設置、継電器に適合した遮断器、適切なインターロック、十分なる保守が具備されて始めて実現する。これらの母線保護構成要素のうちひとつでも閑却できるような保護方式はいまのところ存在しない。そしてこの構成要素がバランスをもって選択されることがもっとも大切である。また万一の場合や点検中の故障発生に備えて適当な後備保護が備えられていなければならないこともいうまでもない。

3. 保護装置の分類

3.1 母線保護の対象

母線とは一般に1電気所内で二つ以上の端子がそれぞれの遮断器を通じて接続される導体部分かまたはその集合をいう。たとえば、火力発電所には以下のようにいろいろの母線がある。

送電線側母線
発電機母線
高圧フィーダ母線
低圧フィーダ母線

これらの母線の保護は原則的には別に異なることはないが、それぞれの特長に応じて最適の方式が選ばなければならない。

3.2 方式からみた分類

母線保護をその方式の上で大別すればつぎの三つに分類することもできる。

差動方式 (Differential Protection)

遮蔽母線方式 (Fault-Bus Protection)

部分差動方式 (Partial Differential Protection)

差動方式とは一般に保護すべき母線に接続される全端子に変成器をもうけ、その出力のベクトル和を継電器の動作コイルに導入し、母線外部の故障であればベクトル和が零となり、内部の故障であれば故障点電流に比例した代数和を得ることを利用して保護する方式をいう。また変成器の出力の位相または極性だけの比較から内部故障のときに継電要素に動作力を与えるようにした位相比較方式も、ひろい意味での差動方式と考えられる。結局差動方式とは変成器出力を総合して得られる動作力を主継電要素に導いた保護方式である。この方式には母線保護を第1目的として開発された方式が多く、一般に母線保護といえばこの種の方式を指す。

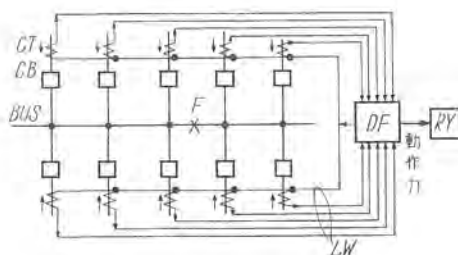


図 3.1 差動方式

BUS: 被保護母線 CB: 遮断器 CT: 電流変成器
F: 内部故障点 LW: 導線 DF: 結合動作力合成回路
RY: 継電要素

図の矢印は内部故障時の電流を示す

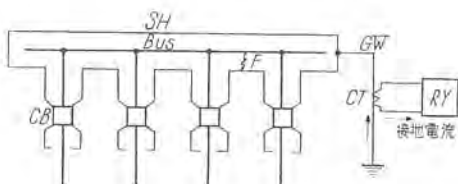


図 3.2 遮蔽母線方式

SH: 遮蔽ケース (BUS 導線からも大地からも絶縁されている)
GW: 接地導体

遮蔽母線方式⁽²⁾では母線部分はいわゆる 離相母線のケースをいったん大地から絶縁したようなものとする。場合によっては母線につながる遮断器のタンクまで絶縁して遮蔽ケースの一部とすることもある。大地には一定の導体を通じて接地し、その接地導体に CT を接続し、CT の二次側には過電流継電器をおく。こうすれば母線の故障のときには必ず接地導体に故障電流が流れるから確実な母線保護を行うことができる。

部分差動方式とは一つの端子かまには二つ以上であるが母線につながる端子の全部ではない CT の二次電流によって動作する継電器を用いて母線を保護する方式で、外部故障での誤動作を防ぐためにはいろいろの異なった手段がとられている。図 3.3 はその一例を示す。部分差動方式は一般に各保護母線個有の特殊環境を利用し一般標準形継電器を組み合わせで保護しようとするもので、ときと場合によっては有効な方法である。

表 1.1 の方式の分類は以上のような分類によっている。

きるようにする場合

環状母線保護方式：一環状母線の場合

単純母線保護に属するものとしては図3.4(a)のように単母線(Single Bus)の場合か、図3.4(b)のように複母線(Double Bus)で母線分離用遮断器(Bus-Tie Circuit Breaker)がなく、いつも片側の母線だけしか用いない場合が典型的なものである。

選択母線保護でもっとも標準的なものは図3.4(c)のように母線分離用遮断器がある複母線で、同遮断器がいつも閉じて運転されることを条件として故障がおこれば故障母線だけを選択遮断するようにした場合である。各端子が断路器によってA、Bいずれの母線に接続されても選択能力を失わないことが条件である。ただしある端子A、B両母線に同時に接続されるときには選択動作を鎖錠する必要がある。

分割母線保護は図3.4(b)、(c)のいずれでもよい。図のA、B母線が異系統で運転されることも同一系統で運転されることもあり、各端子はA、Bいずれの母線に接続されるかもわからないときに用いられる。なお図3.4(b)のような母線構成で両母線が用いられるときは、両母線の間を接続しないことが望ましい。図3.4(c)のような母線構成では、分離用遮断器は異系統運転時にはひらき、同一系統運転のときには閉じている。このような場合にはどのような保護方式でも適用できるとはかぎらない。分割母線保護方式は選択母線保護方式としても立派に通用するが逆は真ではない。

故障電流および故障の影響を極限するために環状母線(Ring Bus)にすることがある。このような母線を保護する場合は少し特殊になるので環状母線保護方式と呼ぶ。環状母線の例を図3.4(d)に示す。

4. 母線保護の問題点

差動保護方式で母線保護がほかの保護と異なる点のひとつは端子の開閉などによって故障電流の大きさに大きな変動があることである。これは母線保護継電器に広範囲の内部故障動作能力を要求するものとなる。そのうえ外部故障のときには流入電流は各端子から母線に集まり、流出電流は1端子に集中する。このCT一次側の電流の大きなアンバランスはCTの相対誤差を大きくする。後者の場合を例として図示すれば図4.1のようになる。これらの関係は端子数が大きくなればなるほど大きな問題となってくることがこの図からもうかがうことができる。

母線保護の第2の問題は母線の構成および運用上から受ける制約で、いかに変成器誤差の影響を受けないような保護方式でも母線の運用条件を満足できなければ適用できないことになる。

これに対しつぎつぎとより動作範囲も適用範囲もひろい継電方式が開発されてはきてはいるが、もっとも簡単で経済的な母線保護を行うには、1 保護区域の端子数を適当な数に制限すること、運用条件を整理し保護を行う接続は最小限度にとどめることである。適当な端子数は方式によってことなるけれども大体6ないし10端子が適当である。

いま n 個の端子があるとき各端子の電流を i_1, i_2, \dots, i_n その代数和電流を i 、故障点電流を i_f 、母線に流入する電流を i_f 、流出電流を i_f とすると

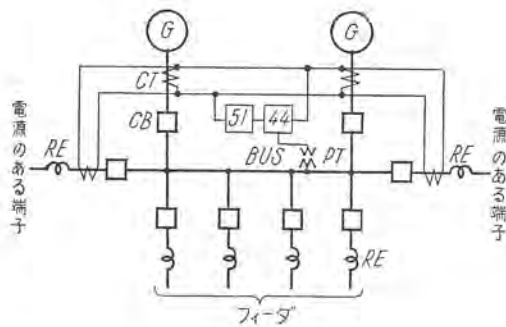


図 3.3 部分差動方式例

RE: 空心リアクトル G: 発電機 PT: 電圧変成器
44: 距離継電器 51: 過電流継電器

3.3 母線構成および運用からみた母線保護の分類

保護される母線の構成とか運用の面からみると母線保護は以下のように分類できる。

単純母線保護方式：—いつも1本の母線しか用いない場合

選択母線保護方式：—複数個の母線がいつも同一系統で運転されることを条件として故障母線を選択できるようにする場合

分割母線保護方式：—複数個の母線があり、これが同一系統で運転されても異系統で運転されてもいつも故障母線を選択で

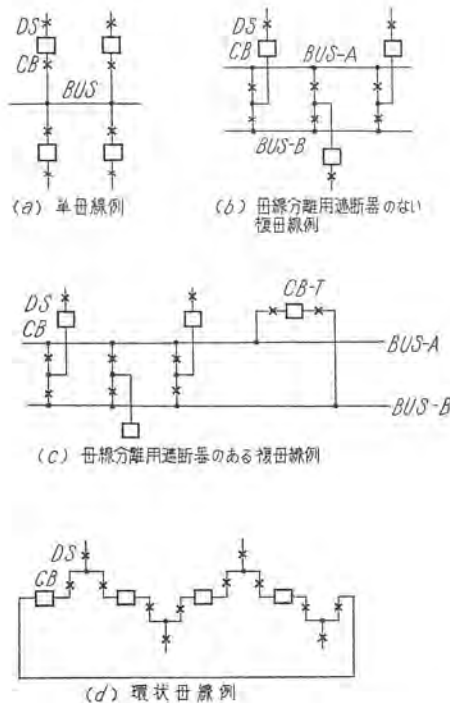


図 3.4 母線の基本形

CB: 遮断器 DS: 断路器
CB-T: 母線分離用遮断器 BUS: 母線

技術解説

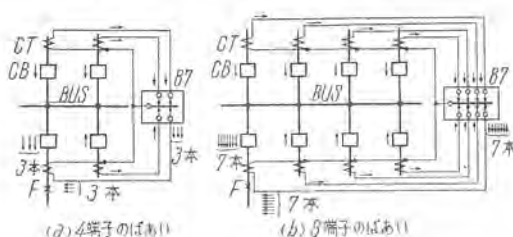


図 4.1 端子数がふえるほど母線保護は困難になる
(外部故障のばあいを例示する)

BUS: CB, CT: 両用 87: 差動保護継電器
F: 外部故障電流

$$i = \sum_{j=1}^n i_j \quad \text{ただし} \quad \sum_{j=1}^n i_j = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad (4.1)$$

外部故障時には図 4.2 (b) のように

$$i = i_f - i_f' = 0 \quad (\because i_f = i_f') \quad (4.2)$$

内部故障時には図 4.2 (a) のように

$$i = i_f - i_f' = i_p \quad (4.3)$$

母線保護継電器の動作範囲は式 (4.2) における i_f の最大値が定まっているときに整定可能な式 (4.3) における i_p の最小値によって示される。通常式 (4.2) における i_f を外部故障電流 (through fault current), 式 (4.3) における i_p を内部故障電流 (internal fault current) と呼んでいる。母線保護継電器の保護率 (Protectable Fault Current Ratio → PFR) は式 (4.4) のように表わす。

$$\text{PFR} = \frac{\text{最大許容外部故障電流}}{\text{最小動作内部故障電流}} \quad (4.4)$$

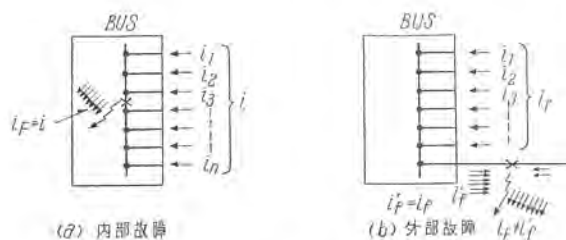


図 4.2 同部故障と外部故障

i_1, i_2, \dots, i_n : 各端子電流
 i : 同位数和電流
 i_p : 故障点電流
 i_f : 母線に流入する電流
 i_f' : 母線を流出する電流

5. 変流器誤差とその解決

5.1 変流器概説

一般に交流回路の保護継電器は CT により系統電流を経て責務を果たすものである。CT は系統電圧より継電器回路を絶縁し、一次電流をずっと小さな比例値になおして継電器に供給し、継電器のサイズとコストを実用ベースにおさえ人命の安全をはかるものである。

しかし適切な CT の利用はその構造、絶縁方式、変成比、定格電流、過電流強度、絶縁階級、継電器動作全域における精度、結線に対する十分なる注意によってはじめて得られるものである。

そのなかで精度と結線は継電器の適用上独自の検討を必要とする。とくに母線保護のように大きな過渡電流が CT を通過し各端子の CT 二次回路を結合しなければならないような場合、CT の動作精度と結線が問題になる。しかし CT の特性に対する寛容度は使用される結線方式、継電器の形式、整定などによって相違するので、CT を設置するスペースとコストとを制限しないでどのような故障状態でも飽和をおこさないように CT を設計できるときを除き、個々の場合について実際に解決しなければならないことになる。

CT を一次導体の配置からみると貫通形と巻線形の二つに分けることができる。貫通形の一次導体は 1 本の棒でそれに鉄心を鎖交させ、二次巻線を鉄心に巻いてある。しかしその製作方法によって二次巻線は図 5.1 (a), (b), (c) のように分布巻式、四巻線式、二巻線式と違った構造をもつ。ブッシング形 CT は分布巻式貫通形 CT の典型的なものである。巻線形では図 5.1 (d) のように一次巻線もコイル状をなして鉄心に鎖交するような構造になっている。

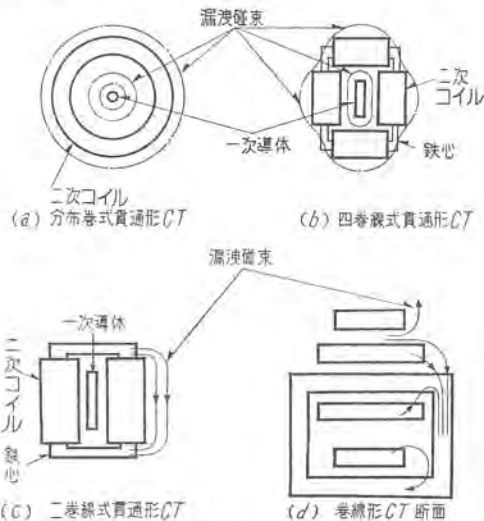


図 5.1 CT 構造各種と漏洩磁束分布の相違

このような構造の相違は継電器用 CT としての動作精度を調べるとき非常に重要なファクタとなる。CT の等価回路は一般に図 5.2 のように考えられていて、同図の励磁電流 i_e で定めるとされている。 i_e は明らかに二次負荷 $Z_2' + Z_L$ と励磁インピーダンス Z_0 の比で定まる。鉄心の導磁率も鉄損とともに励磁電圧 e によって非線形的に変化する。ところが二次巻線インピーダンス Z_2 は CT の構造によって非常に異なり、分布巻式、四巻線式貫通形、巻線形、二巻線式貫通形の順に大きくなってゆく。二巻線式貫通形は一次導体と二次導体とがはなれているために巻線形よりもさらに大きな Z_2' をもつ。したがって入力出力電流状態においても形式の違った CT の鉄心が同じ動作点にくるようにすることは非常にむずかしい。

これが過電流の状態ともなれば鉄心内の磁束分布によって飽和特性が異なってくる。すなわち分布巻式や四巻線式貫通形 CT の磁束分布はいつも一様であって飽和は一時におこる。しかるに巻線形 CT や二巻線式貫通形 CT では漏洩磁束が鉄心の一部に集中しており、飽和は部分的にはじまる。ゆえに二次励磁特性を測定しても前者では図 5.3 (a) のように急激に飽和があらわれ、後者は (b) のようにゆるやかに曲る。そのため一

見後の方がより飽和が少ないように見えるが、実際は曲線上で著しくあらわれる以前に飽和ははじまっているのであって、必ずしも前者よりすぐれているとはかぎらないのである。

以上のことは裏をかえせば漏洩磁束分布の問題である。図 5.2 でいえば一次漏洩リアクタンス X_1' と二次漏洩リアクタンス X_2' との比は CT の動作点によって変化する。すなわち分布巻式や四巻線式貫通形 CT では X_2' は無視できるので問題にならないが、巻線形 CT や二巻線式貫通形 CT では X_2' が相当大きくこれが動作点によって非線形的に変化するわけである。このような特性の相違は ASA Standard⁽⁸⁾ では L 級と H 級との区別によって表わされているが、わが国の規格ではそのような区別はみられない。

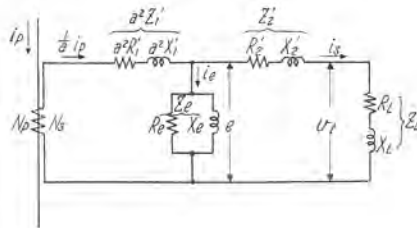


図 5.2 CT の等価回路

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| i_p : 一次電流 | i_s : 二次電流 |
| i_e : 励磁電流 | N_p : 一次巻数 |
| N_s : 二次巻数 | $a = \frac{N_p}{N_s}$: 巻数比 |
| e : 二次励磁電圧 | v_2 : 二次端子電圧 |
| Z_1' : 一次巻線インピーダンス | R_1' : 一次巻線抵抗 |
| X_1' : 一次漏洩リアクタンス | Z_2' : 二次巻線インピーダンス |
| R_2 : 二次巻線抵抗 | X_2' : 二次漏洩リアクタンス |
| Z_e : 二次励磁インピーダンス | R_e : 鉄損をしめす抵抗 |
| X_e : 二次励磁リアクタンス | |

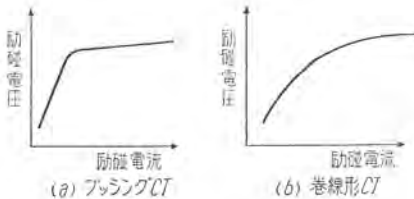


図 5.3 構造による二次励磁曲線の相違

プッシング CT は変圧器、遮断器、発電機などのプッシングを利用して、それらに内蔵されるようにした分布巻式貫通形 CT で、高圧回路でもっとも安価に CT を供給することができる。これは一般的な利点であるが、継電器用 CT としてみると、プッシング CT は一般に磁路長が長いのをカバーするために鉄心断面積が大きく設計されているので過電流域の特性が非常によく、好ましい特性をもっている。またプッシング CT の場合は大体において容器が大きいからどのような故障状態にでも鉄心飽和をおこさないような CT が案外容易に安価に製作できることがある。最近は製作技術も長足の進歩をとげていて、十分信頼のできるものが供給されている。ただし以上のことがらが高圧で低電流の回路には適用できないことはプッシング CT の本質上やむを得ない。

CT の特性は励磁インピーダンスと二次巻線インピーダンスで示される。そのうち励磁インピーダンスは二次励磁曲線として与えられる。曲線は通常実効値対実効値で書き、この曲線に

よって誤差を計算することができる。しかしこの曲線から変成比誤差を計算することも、誤差 10% 以上になれば誤差が多くなって現実に即しない。これ以上では波形がくずれてきて励磁インピーダンスの測定そのものがあやしげなものになるからである。参考までに二次励磁特性曲線の例を図 5.4 に示す。

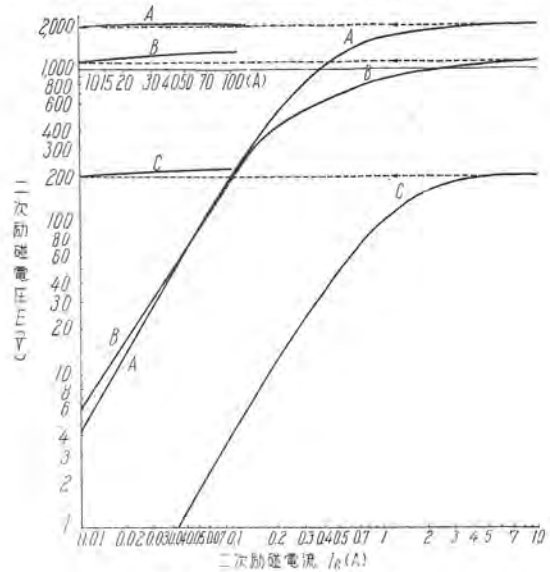


図 5.4 CT 二次励磁特性例
(a) プッシング CT

- A: 800/5 40 VA 287.5 kV $n \approx 200$
 B: 1000/5 40 VA 80 kV $n \approx 120$
 C: 200/5 40 VA 80 kV $n \approx 20$

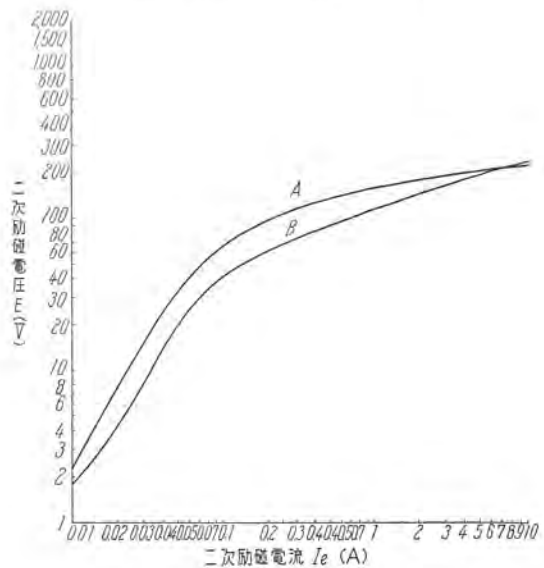


図 5.4 CT 二次励磁特性例
(b) 巻線形および二巻線貫通形 CT

- A: 巻線形 40 VA $n \approx 20$
 B: 二巻線貫通形 40 VA $n \approx 20$

二次巻線インピーダンスのうち、二次巻線抵抗は容易に実測できるが、二次漏洩リアクタンスの測定は非常にむずかしい。二次励磁曲線が与えられている場合は二次巻線を短絡して変成比誤差を測定すれば得られるが、過電流域では一次電流が過大になって測定が簡単にできないし、励磁インピーダンスも誤差

技術解説

が大きい。一次側と二次側とから逆のアンペアターンをあてちやうど鉄心に共通磁束のないようにして二次側の電圧降下を測定することも行われる。しかしこれは飽和していないときのインピーダンスにしか使用できない。このようなことから二次漏洩リアクタンスを無視できない巻線形 CT の過電流域における過渡特性を論ずることは労多くして功少なく、貫通形 CT と巻線形 CT とどちらでもよさそうときには自然貫通形が採用されることになる。二次巻線抵抗はいつも CT 過渡特性の吟味に用いられるので、現在の標準的な CT の場合を参考までに表 5.1 としてまとめておく。なお巻線形 CT の二次漏洩リアクタンスは 6 kV 級で 0.1 ないし 1 Ω 、20 kV 以上では 1 Ω 以上でときには 30 Ω 位になることもある。

表 5.1 計器用変流器二次線抵抗 (75°C)
(ただし B. CT は 400/5 A のものの値である)

最高回路電圧 (kV)	巻線形	と う 管 形
6.9	0.37 (TN-0)	0.19 (BS)
11.5	0.5 (TN-1)	0.25 (")
23	0.3 (TN-2)	
34.5	0.826 (PC-3)	0.36 (")
46		
57.5		
69	0.837 (PC-7)	0.41 (")
80.5		
115	0.922 (PC-10)	0.46 (")
161	1.47 (PC-14)	0.53 (")
230		0.57 (")
287.5	1.6 (PC-25)	0.60 (")

注 1. 巻線形 CT の巻線抵抗は変成比によってはほとんど変化しない。ブッシング CT の巻線抵抗は設計や電流比により多少は変化する。

2. 表の (") 形名を示す。

CT の二次端子につながる負担は継電器、計器および導線がおもなるものである。配電盤器具の負担は通常 VA で表わされる。しかし CT の動作を論ずる場合、単に定格値負担や動作値負担だけを基礎とすることは単純過ぎる。たとえば誘導形過電流継電器の動作値だけを考える場合は動作値負担だけで用がたり。定格値負担は計器が同じ CT 回路に含まれているときに必要である。それゆえ CT 負担の内容がごく普通のものでおさえる条件もかざられているときには動作値負担や定格値負担程度でよい。しかしながら母線保護に対して定格値負担だけでは判断の資料として十分ではない。

しかしながら継電器や計器の負担インピーダンスと力率をあらゆる状態——たとえば電流や周波数——について測定して公示することは値も現実性を欠くことが多く、経済的でもない。これはなるべく実測によることが望ましい。とはいってもそれらの概略値が全電流範囲において示されていることは非常に便利であってなんらかの目安を与えるような特性をそろえる努力はなされている。その例として図 5.5 に CA-6 形比率差動継電器の特性カーブを示す。CT の過電流動作特性で一番問題になるのは直流分を含む大電流が流れたときであるが、このときは CT 二次側は故障直後に直流飽和を起すのでリアクタンス分を省略して論ずることが多い。そのような場合は直流抵抗だけが判明していればよい。

導体抵抗は実測によっても計算によっても簡単に求めることができる。もし判明しないときは普通 0.2 Ω 前後と考えておく。

鉄心の特性は素材と加工技術により相当違う。最近のブッシング CT では飽和磁束密度が 18,000 Gauss 前後、残留磁束密度は磁化磁束密度をいくらまで考えるかによって異なるが、8,000 ないし 12,000 Gauss としてよい。また巻線形の CT では飽和磁束密度が 16,000 Gauss 前後、残留磁束密度は 5,500 ないし 9,000 Gauss である。

鉄心はヒステリシスをもっている。このヒステリシスは CT 二次電流の波形ひずみには影響するが、過渡動作特性の検討には通常用いられていない。これは計算がむずかしい上に、誤差電流の波高値や大きさにあまり影響していないことが実験結果からみても推定されるので 2 の次にされているのである。

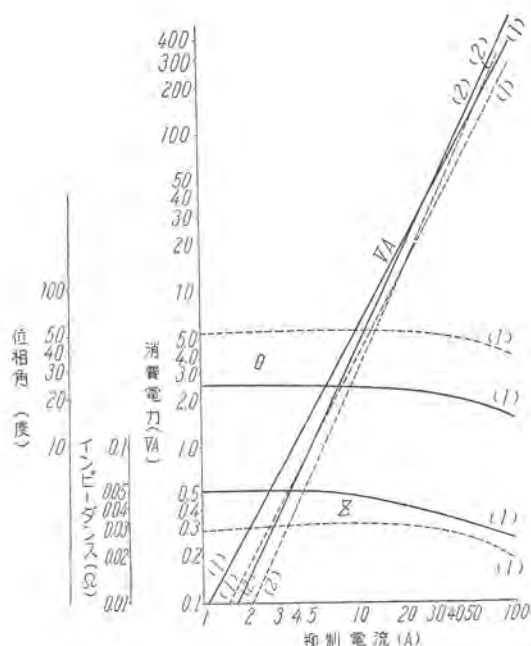


図 5.5 (a) CA-6 消費電力インピーダンスおよび位相角抑制コイル 1 個あたり
—— 60 c/s 用リレー
..... 50 c/s 用リレー
(1) は抑制コイル 1 個だけに通電
(2) は抑制コイル 2 個に逆方向に通電

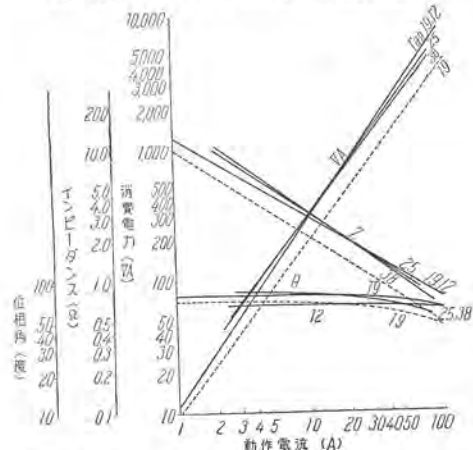


図 5.5 (b) CA-6 消費電力インピーダンスおよび位相角動作コイル飽和変流器
—— 60 c/s 用リレー
..... 50 c/s 用リレー
カーブにあるタップ値を示す

5.2 外部故障と差動接続

CT の誤差は図 5.2 における励磁電流 i_e によって定まる。いま図 5.6 のように CT を差動接続し、各 CT の一次側に $i_{p1}, i_{p2}, \dots, i_{pn}$ (等価回路換算) が流れたとき、二次側に $i_{s1}, i_{s2}, \dots, i_{sn}$ 、励磁回路には $i_{e1}, i_{e2}, \dots, i_{en}$ が流れ、差動回路には i_D が流れたとする。当然

$$i_D = \sum_{j=1}^n i_{sj}$$

また $i_s = i_p - i_e$ であるから

$$i_D = i - \sum_{j=1}^n i_{ej} \quad (5.1)$$

ただし i は式 (4.1) で示した CT 一次代数和電流である。したがって差動回路の電流はその回路に接続された CT の全一次電流の代数和と励磁電流の代数和との差に等しい。

外部故障では $i=0$ であるから次式のように差動回路の電流はその回路に接続された CT の全励磁電流の代数和に等しい。

$$i_D = - \sum_{j=1}^n i_{ej} \quad (5.2)$$

図 5.6 に示したように母線外部の故障では通常故障端子に電流が集中するので、その CT だけが飽和しがちである。ゆえにこの端子以外の励磁電流は零と考えてよい場合が多い。そのようなときは故障電流出端 CT の励磁電流だけをとって

$$i_D = - \sum_{j'=1}^{n'} i_{ej'} \quad (5.3)$$

として扱う。ただしこの式で j' は故障電流出端を指すものとする。結局母線外部の故障時の差動回路電流は故障電流出端の励磁電流に等しい。

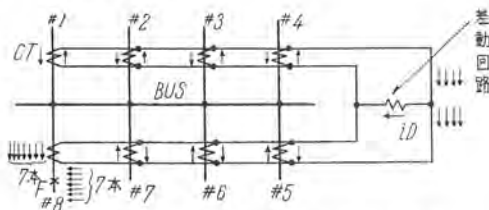


図 5.6 基本的な差動保護回路電流分布 (外部故障状態)

5.3 故障電流

母線の外部に短絡故障が起った直後故障点から母線を通して健全端子をみたインピーダンスの内容によっていろいろな故障電流が母線を通過する。普通故障点かみた回路インピーダンスは一般的に図 5.7 のようになる。この回路では抵抗 R 、インダクタンス $L=L'+L''$ で定まる定常分と直流分、キャパシタンス C と L', L'' で定まる自由振動分が故障電流に現われるはずである。自由振動分は健全端子がケーブル系統の場合のようにとくに C が大きいときにだけ継電器動作に影響するような振巾と周波数をもつ。しかしその振巾も三相短絡故障定常交流分に比べて大きくはないのが普通であるから特別な検討をすると

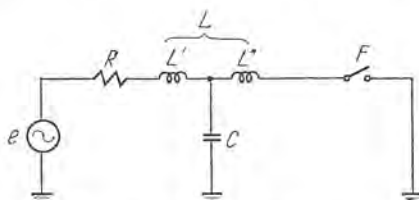


図 5.7 系統短絡故障回路

き以外は C の存在を無特して考えることが多い。

C の存在を省略した場合母線における外部故障電流 i_f はつぎのようになる。

$$i_f = I \{ \sin(\omega t + \phi - \theta) - \sin(\phi - \theta) e^{-\frac{t}{T}} \} \quad (5.4)$$

ここで E_m を電源電圧の波高値とすれば $I = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ 、 ϕ は $t=0$ で故障発生したときの電圧の位相角、 $T = \frac{L}{R}$ 、 $\theta = \tan^{-1} \omega L$ である。同式の第 2 項、 i_f の過渡直流分は $\phi - \theta = \frac{\pi}{2}$ のとき最大となり、CT はもっとも悪い条件におかれることになる。このときの i_f はつぎのように示すことができる。

$$i_f = I (\cos \omega t - e^{-\frac{t}{T}}) \quad (5.5)$$

実際に同期機を電源とする回路を短絡すれば

$$i_f = (i_a'' - i_d') e^{-\frac{t}{T_d'}} + (i_d' - i_d) e^{-\frac{t}{T_d}} + i_d + i_{dc} e^{-\frac{t}{T_d}} \quad (5.6)$$

で表わされるような過渡電流⁽⁷⁾が流れる。この式 (5.6) の右辺において第 1 項は次過渡交流分、第 2 項は過渡交流分、第 3 項は定常交流分、第 4 項は過渡直流分を示す。しかしこの式をそのまま用いていろいろな検討をすることは不便でありまた実際的でもない。それゆえできれば式 (5.5) のような形に故障電流を限定して取り扱うのが普通である。ただし限定のしかたはその式を利用する場合場合によって当然かわってもよいはずである。たとえば高速度継電器と誘導円板形過電流継電器とでは用いられる式もかわってくるが考えられる。

そのためには式 (5.6) の各項について少し考えてみる必要がある。まず第 4 項直流分は第 1 項から第 3 項までで表わされる故障発生瞬時の交流分の変化に対し磁束を一定に保つために生ずるもので、初期値はつぎの式 (5.7) 式で与えられる。すなわちいま直流分 i_{dc} の最大値を $I_{dc} i_d'$ のベクトル \vec{I}_d'' (実効値 I_d'')、負荷電流のベクトル \vec{I}_L を用いれば

$$I_{dc} = \sqrt{2} |\vec{I}_d'' - \vec{I}_L| \quad (5.7)$$

無負荷のときは

$$I_{dc} = \sqrt{2} I_d'' \quad (5.8)$$

となる。この直流分は発電機から故障点までの外部回路を含めた電機子短絡時定数 T_a で減衰する。

発電機の逆相リアクタンス x_{2g} が界磁を短絡して逆相電流が電機子に流れたときのリアクタンスの平均値とすれば、 T_a は

$$T_a = \frac{x_{2g} + x_{ext}}{2\pi f(r_a + r_{ext})} \text{ (sec)} \quad (5.9)$$

である。ただし $r_{ext} + jx_{ext}$ は発電機から故障点までの外部回路の逆相インピーダンス、 f は系統周波数を示す。式 (5.9) で与えられた T_a は発電機だけのときの $T_a = \frac{x_{2g}}{2\pi f r_a}$ より小さいから制動巻線のある発電機に関するかぎり 0.2 sec 以下と考えてさしつかえない。

また式 (5.6) の第 2 項過渡交流分の減衰時定数 T_d' はたとえば三相短絡の場合

$$T_d' = \frac{x_d' + x_{ext}}{x_d + x_{ext}} T_{d0}' \text{ (sec)} \quad (5.10)$$

ただし T_{d0}' は開路過渡時定数

のようになり発電機外部回路のリアクタンスが大きくなるほど T_{d0}' に近づき大きくなるから少なくとも 0.6 ないし 2 sec 以上で、直流分の減衰に比べれば無視できるほどの減衰速度である。

式 (5.6) の第 1 項過渡電流分の減衰時定数 T_d'' は 0.02 sec 前後で CT の交流飽和を調べるには無視できないが、直流飽和

技術解説

にほとんど影響しないと考えるよい。

したがって CT の直流飽和の影響を調べるには式 (5.6) をつぎのように簡略化することができる。

$$i_f = i_d'' + i_{dc} \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}} \quad (5.11)$$

直流分が最大となる場合は

$$i_f = \sqrt{2} I_d' (\cos \omega t - K' \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}}) \quad (5.12)$$

または

$$i_f = \frac{\sqrt{2} \times 1.1 A_0 E}{x_d' + x_{ext}} (\cos \omega t - K' \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}}) \quad (5.13)$$

ただし E は系統の公称電圧、 A_0 は係数で普通 1 または 1.05、 T_a は式 (5.9) に示す時定数で、 K' は直流分と過渡電流の振巾との比である。

いま i_d' のベクトルを \dot{I}_d' (実効値 I_d') とすれば式 (5.7) によって

$$K' = \frac{I_{dc}}{\sqrt{2} I_d'} = \frac{|\dot{I}_d'' - \dot{I}_L|}{I_d'} \quad (5.14)$$

である。おくれ率負荷のときに短絡故障が発生すれば $|\dot{I}_d'' - \dot{I}_L| < I_d''$ 、高率率負荷のときに発生すれば $|\dot{I}_d'' - \dot{I}_L| \approx I_d''$ 、無負荷時の故障では $|\dot{I}_d'' - \dot{I}_L| = I_d''$ となるように、 K' は一定せず故障発生時の運転状態の影響をうけるのであるが、定格率・定格負荷のときや無負荷のときのように普通の運転状態で故障が起った場合には一応

$$K' = (0.7 \sim 1) \frac{I_d''}{I_d'} \quad (5.15)$$

程度である。一方 I_d''/I_d' の方は三相短絡の場合

$$\frac{I_d''}{I_d'} \approx \frac{x_d'' + x_{ext}}{x_d' + x_{ext}} \quad (5.16)$$

となるが、この値は発電機によって多少異なる。一応 x_{ext} を変圧器のインピーダンスとしてみると、最近の大形機では

$$\frac{I_d''}{I_d'} \approx 1.2 \sim 1.5$$

これを K' に算入すれば

$$K' = 0.85 \sim 1.5 \quad (5.17)$$

という結果を得る。

高速度継電器の場合故障計算は次過渡インピーダンスの領域で行われる。CT の交流飽和解析にも事実次過渡交流分を無視するわけにはゆかない。その意味で式 (5.11) の i_d' の代りに i_d'' を用いることもある。この場合式 (5.12)、(5.13) に相当する式として以下を得る。

$$i_f = \sqrt{2} I_d'' (\cos \omega t - K'' \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}}) \quad (5.18)$$

または

$$i_f = \frac{\sqrt{2} \times 1.1 A_0 E}{x_d'' + x_{ext}} (\cos \omega t - K'' \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}}) \quad (5.19)$$

直流分係数 K'' は

$$K'' = \frac{I_{dc}}{\sqrt{2} I_d''} = 0.7 \sim 1 \quad (5.20)$$

となる。式 (5.18) や式 (5.19) で $K''=1$ とすれば一番すっきりした故障電流表現式が成立する。これは故障電流のもっとも悲観的な表現であるから保護方式の考察にはよく用いられる。

母線に対する最大の外部故障は母線のごく近くで発生した三相短絡故障である。ゆえに母線保護において CT の特性を調べるときの $r_{ext} + jx_{ext}$ としては母線から発電機までの逆相インピーダンスを用いられたい。

以上述べたことを要約すると以下のようになる。

1. 自由振動を無視した母線最大外部故障電流は

$$i_f = I_{dc} \cos \omega t + I_{dc} \varepsilon^{-\frac{t}{T_a}} \quad (5.21)$$

と表わす。 I_{dc} と I_{dc} とは普通等しいとおいてよいが、式の使用目的によって適当な別の値を用いなければならない。

2. CT の直流飽和の影響を考えると交流分は過渡電流 i_d' で考えなければならない。その意味では式 (5.12) は比較的正確な故障電流を表現する。
3. しかし計算の便宜を考えると一般故障計算で得られた数値を使用でき、もっとも安全側にとった簡略式がほしいがそれは式 (5.19) で $K''=1$ としたときである。
4. 式 (5.21) の直流分時定数は母線から電源までの直流抵抗を R_a 、逆相リアクタンスを x_2 とすると

$$T = T_a = \frac{x_2}{2\pi f R_a} \text{ (sec)} \quad (5.22)$$

である。これはもちろん式 (5.9) の T_a と同じものである。

$$R_a = r_a + r_{ext}, \quad x_2 = x_{2g} + x_{ext} \approx x_d'' + x_{ext}$$

である。なおここで注意しなければならないのは回転機の場合実際の直流分時定数と R_a と x_2 とから計算された時定数との間に相違がありうることで、計算の基礎となる定数の出方によってある程度誤差があることは覚悟しなければならない。参考までに系統回路要素の直流分時定数を表 5.2 に示しておく。

表 5.2 直流分時定数表

同 期 機	大抵の範囲 (sec)		平 均 (sec)		
二極タービン発電機	0.15~0.25		0.20		
" (内部冷却)	—		0.40		
四極タービン発電機	0.15~0.35		0.20		
突極機 (制動巻線あり)	0.15~0.25		0.15		
突極機 (制動巻線なし)	0.10~0.50		0.30		
調 相 機	0.10~0.30		0.17		
変 圧 器	—		0.04		
送 電 線					
線路インピーダンス力率角(度)	60	70	75	80	85
時定数 (平均値) (sec)	0.0046	0.0073	0.0099	0.015	0.03
発電機+変圧器ユニットの総合時定数の実例 (sec)					
70MVA 級二極タービン発電機					
190MVA 級二極タービン発電機					
105MVA 水車発電機					

表 5.2 の各要素が二つ以上 (n 個) 直列に接続された場合の合成された時定数は、各要素の逆相リアクタンスが通常既知であるからつぎの式で計算できる。

$$T_a = \frac{x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n}}{\frac{x_{21}}{T_{a1}} + \frac{x_{22}}{T_{a2}} + \dots + \frac{x_{2n}}{T_{an}}} \quad (5.23)$$

ただしここで $x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}$ は各要素の逆相リアクタンス、 T_{a1}, T_{a2}, T_{an} は各要素の直流分時定数である。並列にした場合は個々の要素からの電流がおののの時定数をもつものとして考えるほかはない。

5.4 変流器特性の近似

5.1 変流器概説の図 5.2 で示した変流器の等価回路で鉄損を表わす抵抗 R_e は普通省略している。これは省略しても実験結果に一致することが確かめられるからである。二次漏洩インダクタンスは負荷といっしょにして L_2 とする。二次巻線抵抗も R_2 にまとめる。そうすれば一般的に変流器等価回路図 5.8 (a) を得る。

プッシング CT では二次漏洩リアクタンスは零とみなしてよく、直流分を含む過電流状態では二次負担も故障直後に飽和するので $L_2=0$ として計算を簡略化することが多い。これが図 5.8 (b) である。

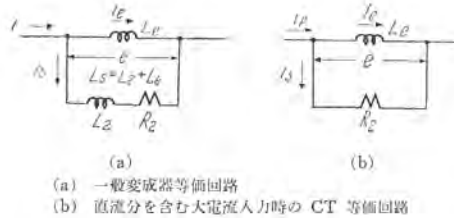


図 5.8 変成器等価回路

変流器の過渡特性の検討をする場合、励磁電流 i_e と磁束との関係は近似の仕方がいろいろある。代表的な変流器励磁特性の近似を図 5.9 にまとめて示す。

通常 CT では励磁電流の存在を無視して取り扱うことが多いが、これは図 5.9 (b) を考えていることを意味する。CT をもう少し緻密に扱う場合や空芯変成器のような場合は (c) と考えることになる。(d), (e) は鉄心が飽和したあとの差動電流がどのようになり、差動継電器がどのようになるかをみる場合に用いられることがある。

5.5 不飽和 CT

CT が外部故障電流に対して飽和しなければ誤動作は起らない。いま式 (5.5) のような故障電流が CT 一次を通過するとき CT が飽和しない条件を求めてみる。

- N_p : 一次巻数
- N_s : 二次巻数
- i_p : 一次電流
- i_s : 二次電流
- i_e : 励磁電流
- e : 二次励磁電圧
- Φ : 磁束

とし、また i_p およびその二次側換算電流 i は

$$i_p = I_p (\cos \omega t - \varepsilon^{-\frac{t}{T}}) \quad (t > 0)$$

$$i = \frac{N_p}{N_s} i_p = I (\cos \omega t - \varepsilon^{-\frac{t}{T}}) \quad (t > 0)$$

とする。CT の本質からいってまだ直流飽和をしない間はその励磁特性を図 5.9 (b) のように仮定できる。そうすると $i_s \gg i_e$ 、 $\therefore i_p = i_s$ であるから

$$e = N_s \frac{d\Phi}{dt} \times 10^{-8} = R_2 i_s + L_2 \frac{di_s}{dt} \quad (5.23)$$

となる。これをとけば次式を得る⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。

$$\Phi = \frac{10^8 I}{N_s} \left[\frac{1}{\omega} \sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} \sin \left(\omega t + \tan^{-1} \frac{\omega L_2}{R_2} \right) - R_2 T (1 - \varepsilon^{-\frac{t}{T}}) - L_2 \varepsilon^{-\frac{t}{T}} \right] \quad (5.24)$$

式 (5.24) からわかるように、式 (5.5) のような電流が CT に突入すると定常交流分電流のための交流磁束と過渡直流分電流による直流磁束とが現われる。直流磁束は最初零で時間の経過とともに図 5.10 (B) のような曲線をたどって増大し、鉄心の飽和磁束に近接するのである。このように直流磁束は次第に大きくなる性質をもつから故障電流の直流分時定数がある程度以上大きくなければ鉄心の飽和は起らないものである。極端に過大な故障電流が流れる場合を除き、実際上問題になるのは時定

数が 0.04 sec 以上のときともいわれている。

式 (5.24) から交流磁束は無視し、 $R_2 \gg \omega L_2$ とすれば鉄心が飽和していない範囲内において最大磁束密度 B_m を与える近似式を導くことができる。

$$B_m = \sqrt{2} \times 10^8 \frac{R_2 I_1 T}{A N_s} \frac{N_p}{N_s} \quad (\text{Gauss})$$

または

$$A = \sqrt{2} \times 10^8 \frac{R_2 I_1 T}{B_m N_s} \frac{N_p}{N_s} \quad (\text{cm}) \quad (5.25)$$

B_m : 鉄心最大磁束密度 (Gauss)

A : 鉄心有効断面積 (cm^2)

I_1 : 最大外部故障正弦波電流実効値 (A)

T : 故障電流直流分時定数 (sec)

R_2 : 二次負担、導線および CT 二次巻線抵抗 (Ω)

N_p, N_s : 一次、二次の巻数

この式で得られる B_m が残留磁気の影響を考慮してもなおかつ飽和磁束密度に達しないならば、その故障電流で過渡的な誤差を出すことはない。たとえば飽和磁束密度が 18,000 Gauss、最大残留磁束密度 9,000 Gauss とすれば差引 $18,000 - 9,000 = 9,000$ Gauss になる。このような鉄心を用いた CT では鉄心磁束密度 B_m が 9,000 Gauss に達しなければ直流飽和は起らない。

ここに計算例を示すと、

最大負荷電流: 780 A

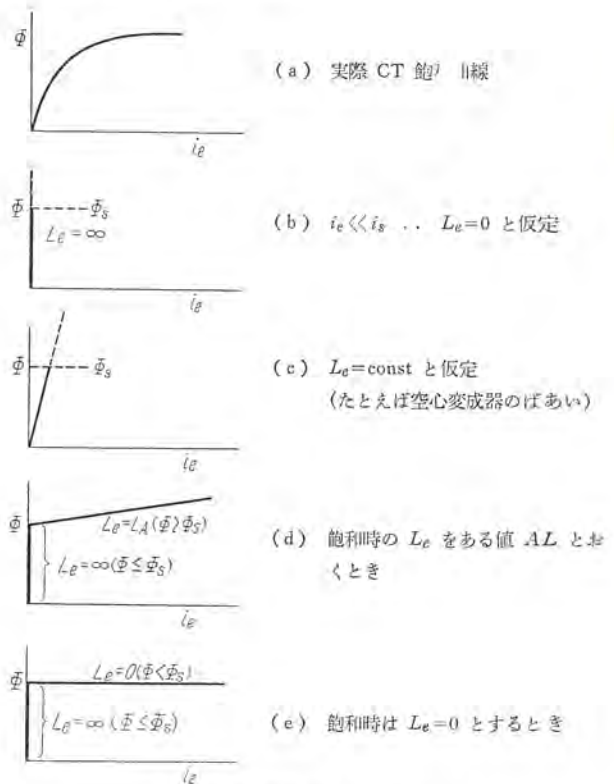
CT: プッシング CT, 変成比 $\frac{1,000}{5}$ A

最大外部三相短絡故障電流: 13,100 A

CT 負担: 過電流域で $0.32 + j0.1 \Omega$

直流分時定数: 0.091 sec

これを式 (5.25) に代入して



Φ_s : 飽和磁束 (CT のばあい)

図 5.9 変流器の励磁特性の近似

技術解説

$$A = \frac{1.414 \times 0.32 \times 13,100 \times 0.091 \times 10^8}{9,000 \times 200^2} = 150 \text{ cm}^2$$

この程度は周囲状況さえ許せば実現できないこともない値である。

計算例からも明らかなように CT の直流最大磁束密度は直流分の時定数に比例する。また同じ故障電流に対し、二次負担 R_2 が小さいほど、また巻線比 $\frac{N_s}{N_p}$ 、二次巻数、鉄心断面積が大きいほど過渡特性は良好となる。

もし故障電流中の直流分を零とすれば交流分による最大磁束密度を得る。これは一般に知られた関係式である。

$$B_m(A) = \frac{10^8}{4.44} \frac{I_1 Z_2 N_p}{f A N_s N_s} \quad (\text{Gauss}) \quad (5.26)$$

$$\text{ただし } Z_2 = \sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_e^2}$$

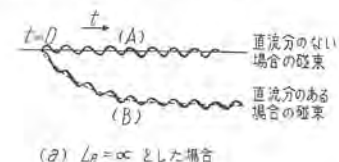
これを前記計算例の場合について調べると

$$B_m(A) = \frac{13,100 \times 0.335 \times 1 \times 10^8}{4.44 \times 60 \times 150 \times 200^2} = 274 \text{ Gauss}$$

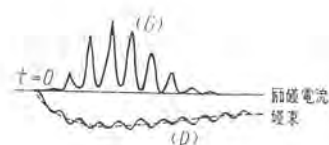
直流分電流では同じ実効値 I_1 の値で 9,000 Gauss となったものが 274 Gauss となった。これからいかに直流分入力に鉄心を飽和させやすいかわかる。

以上は CT の励磁特性を図 5.9 (b) のように励磁インダクタンス $L_e = \infty$ として導いたものであるが、実際は L_e は有限であるから励磁磁束は図 5.10 (b) のようにある時期からは減衰を始める。またその励磁磁束が飽和値に達すると図の (D) のような磁束を与えるために (C) のような電流が流れなければならないことになる。

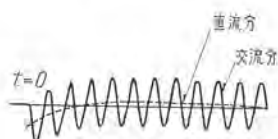
一方直流分を含む過渡電流が流入したときの CT 二次電流は図 5.10 (c) のようになる。すなわち最初直流分のほとんど全部が二次電流にあらわれるが励磁回路へ分流する分が大きくなるにつれて減少し最後は零となる。その減衰は故障電流直流分時定数と大体一致する。また直流分はいったん零となったのち逆方向に少しオーバーするのが普通である。



(a) $L_e = \infty$ とした場合



(b) 有限の L_e があると考えた場合
磁束と励磁電流の波形



(c) CT 二次電流
(L_e は有限の値としたとき)

図 5.10 直流分を有する故障電流に対する CT の応動

5.6 CT 飽和による差動電流⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

5.5 で CT の直流分を含む故障電流入り時の磁束および二次電流の基本的変化状況と不飽和条件を示した。この条件を満足することによって直流分のために飽和することはないという保証ができる場合はよいが、いつもそううまくはゆかない。発電機の主変圧器がユニットになっていることを考慮しても高圧母線に対する直流分時定数は表 5.2 のように 0.07~0.15 sec にはなるので直流飽和が起りやすい。直流飽和が起った場合差動継電器の動作回路には飽和 CT の励磁電流に等しい差動電流 i_d が流れる。ここでもう少し i_d の性質と、これに対する差動継電器の応動についての考え方を明らかにしておくこととする。

CT 飽和時の特性を論ずるかぎり 5.5 におけるように図 5.9 (b) または (c) のような一定の L_e によって CT を近似することはできない。したがってこの場合の解析法は不飽和条件を求めるときよりも複雑になる。適当と思われる解析法としてはつぎのようなものが考えられる。

1. 図 5.9 (a) のように測定した励磁特性をそのまま用いて段々法で励磁電流を計算する。
2. 図 5.9 (d) のように CT の励磁特性を二段の直線で近似して励磁電流を求める。(ただし飽和時 $L_e = 0$)
3. 図 5.9 (e) のように飽和後の CT の励磁インピーダンスを零に近似して励磁電流を求める。さらにすすんで励磁電流を正弦半波と等価と考える。
4. これは差動回路の性質を調べるときに用いられる簡便法であるが流出端 CT の励磁インピーダンスを零として電流分布を計算する。
5. CT の励磁インピーダンスになるべく近似したインピーダンスを用いアナコムにかけて差動電流を求める。

(1) 段々法

段々法は CT の等価回路を図 5.8 (b) とし、 $L_e = f(e)$ とし て解くものである。

$$L_e \frac{di_e}{dt} = R_2(i - i_e) \quad (5.27)$$

の関係に $i = I(\cos \omega t - \varepsilon^{-\frac{t}{T}})$ を代入し、 L_e が一定とすれば、まず i_e についてつぎの一般式を得る。

$$i_e = I \left[\frac{\cos(\omega t - \Delta)}{\sqrt{1 + (\omega T_1)^2}} - \frac{T}{T - T_1} \varepsilon^{-\frac{t}{T}} \right] + C_1 \varepsilon^{-\frac{t}{T}} \quad (5.28)$$

$$T_1 = \frac{L_e}{R_2}$$

$$\Delta = \tan^{-1} \omega T_1$$

式 (5.28) で $t=0$ のとき $L_e = L_d$, $i_e = 0$ とし て C_1 を定め i_e を一定時間 t の間計算し、つぎに i_e の増加にともなって L_e が L_B なる値に変化すれば、その時間 t で $L_e = L_B$ のときその励磁電流 i_e があることを用いて新しい C_1 を求めつぎのステップまで計算する。このようにすると相当正確な電流を計算で出すことができる。しかし計算は非常に繁雑である。

(2) 二段法 (飽和時 $L_e = 0$)

それゆえに CT の励磁特性を図 5.9 (c) のように近似することを考えてみる。このように近似すると磁束 Φ が飽和磁束 Φ_s に達するまでは $i_e = 0$ と考えてよいので計算ははるかに容易になる。飽和するまでの磁束の変化は式 (5.23), (5.24) ですでに示した。これを簡略化して、 $L_2 = 0$ とすれば

$$\Phi = \frac{10^8 I}{N_s} \left[\frac{R_2 \sin \omega t}{\omega} + R_2 T e^{-\frac{t}{T}} \right] + C \quad (5.29)$$

この式 (5.29) と前の式 (5.28) を利用してつぎのように計算する。

1. $t=0$, $\Phi=0$ として C を定め、 Φ が Φ_s となる時間 t_1 を求める。
2. 式 (5.28) で $t=t_1$ において $i_e=0$ として C_1 を定め、以後の i_e を計算する。
3. そのうち $t=t_2$ に達すれば $i_e=0$ となるから、ここで式 (5.29) にかえり、 $t=t_2$ にて $\Phi=\Phi_s$ として新たに C を求め Φ を計算する。
4. Φ は数分の 1 サイクル以内にふたたび Φ_s に達するから、その時間を $t=t_3$ とすれば、 $t=t_3$ で、 $i_e=0$ という新しい初期値を用いて式 (5.28) にかえることができる。

この方法は段々法からみるとはるかに計算が容易であり、また実際の差動電流とよく合う結果を与える。その例を図 5.11 に示す。この図でもわかるように実際の飽和特性は近似特性よりゆるやかに飽和するので若干の高調波分が含まれ、計算波形よりはよりゆるやかになる。

(3) 正弦半波近似法

それゆえ波高値という点からみる飽和時の $L_e=0$ とした二段法による計算結果は実際よりも悲観的になる。直流分に応動しやすい継電器についても同じように悲観的な数字を提供する。しかしながら図 5.11 から明らかなように直流分を含む故障電流による CT 励磁電流の波形は半波状の突出形波形になるから、実際の波高値に比較的近いのが必ず実際よりは大きい値を与える簡単な近似波形を想定すると以後の検討に便利である。(2) に述べた方法は計算がまだ複雑過ぎる。これに対し最後に行きついたひとつの手段は図 5.9 (d) のように飽和したときの L_e を零と近似することからはじまる。この結果は図 5.11 の曲線 (D) として示すように半波状をなす波形が得られる。これは $t=0$, $\Phi=0$ より式 (5.29) を用いて $\Phi=\Phi_s$ までなる時間 $t=t_1$ までは $i_e=0$ 、それ以後は i の増加分が全部 i_e になると考えて得られるものである。

その結果は図 5.11 の曲線 (D) からみてもわかるように CT の直流分を含む故障電流による励磁電流がさらに正弦半波波形に近似でき、その半波の面積は故障電流の 1 サイクルごとの時間的積分値に等しいという仮定をもうけても相当近似性をもつことが確かめられる。この仮定を導入するときわめて容易に励磁電流の悲観的近似式を得ることができる。このような仮定のもとに求めた励磁電流の近似波形を等価半波電流 (Equivalent Half Sine Wave) と呼ぶ。

等価励磁半波電流の n サイクル目の波高値 P はつぎの式により求められる。

$$P = \pi I e^{-\frac{nT_0}{T}} \quad (5.30)$$

$$\text{ただし } T_0 = \frac{1}{f}$$

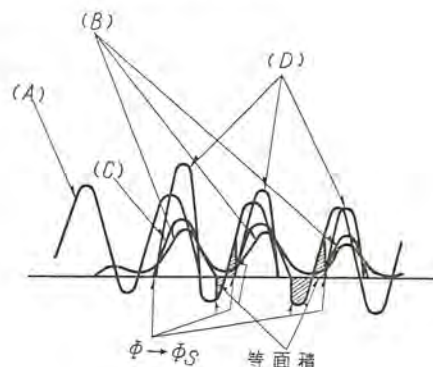
また最初の波高値に達する時間は近似的に

$$t = \frac{T}{0.434 T_0} \log \left[1 - \frac{B_s N A}{10^8 R_2 T I} + \frac{1}{\omega T} \right] \quad (\text{c.s.}) \quad (5.31)$$

として与えられる。

外部故障流出端の CT の励磁電流が差動回路の差動電流に等しいことはすでに 5.2 で示した。これまでの解析はみな二次励

磁電圧が二次電流だけの関数であるとして解いてきた。したがって以上は単独の CT か、差動回路の抵抗が各 CT 二次回路の抵抗より十分小さい場合にはそのまま用いられるが、差動回路の抵抗が各 CT 二次回路の抵抗に対し大きくなれば、この影響を無視することはできなくなる。



(A) 一次電流
(B) 差動電流 (実際)
(C) 二段法による計算波形
(D) 等価半波電流

図 5.11 CT 過渡誤差電流

実際の差動回路では通常継電器の動作コイル抵抗が他の部分より大きいことが多く、CT 飽和による差動回路電流の大きさは実は差動回路の抵抗によって非常に影響を受けている場合が多い。その影響を調べるには、あとに説明するように故障電流流出端 CT が完全に飽和し、 $L_e=0$ であるとして電流分布を求めるのがもっとも簡便なことはいうまでもないが、この等価半波電流の考え方を適用しても比較的簡単な結果が得られる。これは当然のことであるが前者の簡便法の結果と基本的には一致するものである。

すなわち差動回路抵抗 R_D を省略しないならば

$$e = N_s \frac{d\Phi}{dt} \times 10^{-8} = R_g i_s - R_D i_e \quad (5.32)$$

これを積分して

$$N_s \int d\Phi = R_2 \int i_s dt - R_D \int i_e dt$$

これに $N_s \int d\Phi = \Phi_s - \Phi_0 = 0$ と $i_s = i - i_e$ の関係を代入すればつぎの関係が得られる。

$$\int i_e dt = \frac{R_2}{R_2 + R_D} \int i dt \quad (5.33)$$

つぎに i_e は正弦半波波形を考え、また $i = I(\cos \omega t - e^{-\frac{t}{T}})$ であるから、その関係を用いれば、両辺とも容易に定積分ができ、故障発生後 n サイクル目から 1 サイクルの間における励磁電流 i_e の波高値 P が求められる。

$$P = \frac{R_2}{R_2 + R_D} \pi I e^{-\frac{nT}{T}} \quad (5.34)$$

式 (5.34) と式 (5.30) を比べてみると、差動回路の抵抗を無視できない場合の差動電流は、この抵抗を無視した場合の差動電流の $\frac{R_2}{R_2 + R_D}$ に等しいことがわかる。

(4) 簡便法

$R_D \gg R_2$ とするときや、できるだけ簡単に差動継電器の動作を調べるときには故障電流流出端の CT の励磁インピーダンスは零としてよい。すなわち図 5.12 のように流出端端子では $L_e=0$ とすれば他の健全端子の電流が差動回路と流出端端子に

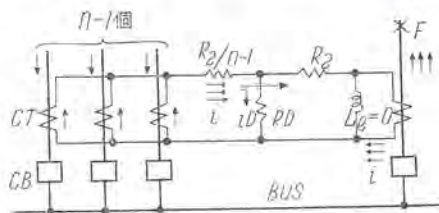


図 5.12 差動回路における RD の地位

流入する。健全端子の電流和は外部故障電流 i_f に等しいから i_f の CT 二次換算電流を i とすれば差動回路の電流 i_D は

$$i_D = \frac{R_2}{R_2 + R_D} i \quad (5.35)$$

である。

(5) アナコムによる方法

アナコムにおいて非線要素を用いて故障電流出端 CT を模擬すれば比較的容易に差動電流を計算できる。ただしとくに過飽和となった場合は飽和特性曲線そのものに信頼性が薄らいでくるので、単に励磁特性曲線に合わせた非線要素を用いただけで上述の近似計算よりもより正確な結果が得られるかどうか疑問である。

(6) 理論と実際

(4) 以前に述べた結論は実用回路で流入端 CT の非線誤差を出さないかぎりには実際とよく一致する。それはいずれも故障電流入端の CT は飽和しないことを仮定している以上当然の帰結といわなければならない。しかしながら故障電流が CT のサイズ⁽¹²⁾や負担よりもとくに大きい場合や端子数が少ない差動保護の場合流入端 CT といえども飽和の状態に達せざるを得ない。この場合流出端 CT と流入端 CT とはちぐはぐな飽和をするから差動電流は半波整流波状態からさらにくずれて直流飽和した方向には針状で逆方向には正弦半波に近いような波形を呈してくる。したがって非常に差動電流の波形が問題になったり、あるいは異常に飽和することが予見される場合は上述の計算法だけにたよることは危険であり、むしろそのような CT により母線保護を行うこと自体中止することが望ましい。

CT を差動接続した場合の差動電流の現在までに発表されている実験的結論はつぎのようなものである。

1. 故障発生直後 1 ないし 2 サイクルの間は完全に直流分でオフセットした正弦波状の電流が流れることがある。この大きさは流出故障電流と大体同じ大きさのものである。飽和の程度が中程度以下のときは逆に故障発生後 1 ないし 2 サイクルの間は差動電流はほとんどない。逆に飽和の程度が非常に大きくなればピーク状をなした故障電流が 1 波だけで、(式(5.34) 参照)

2. つぎの数サイクルは半波整流波状の差動電流が流れる。この波形は比較的正確に等価励磁正弦半波電流によって近似できる。

飽和が異常に大きいときや端子数の少ないときは整流波形から直流分がなくなり、ピークが針状になった波形に変化する。

このなかには鉄心の励磁特性、残留磁束、サイズ、負担状況、故障電流、端子数などがいろいろと影響している。

5.7 対策

(1) 変成器の専用化

CT に用いられる鉄心は低磁束域でも中程度の磁束域でも線

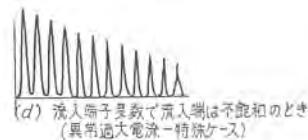
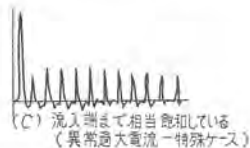
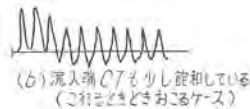
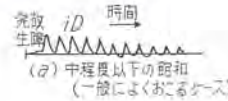


図 5.13 差動電流例

とくに差動方式による母線保護は数個以上の CT 回路を結合しなければならず、CT の過渡特性が大きな考慮条件となるのであるからなるべく遮断器より母線からみて外側に、同一構造、同一特性で最適の変成比をもった専用の CT を設けることは保護装置の信頼性を高める最大手段である。

このように専用の CT を設ける場合、専用 CT のかわりに専用の別種の変成器を設けることも当然可能となるわけで、もしそうすることによってとくに動作確度が向上し、適用範囲が拡大できるならば十分実用する価値があると考えられる。

(2) 差動保護方式の改良

差動方式における外部故障時の過渡誤差電流のために、たとえ相当の直流分不感動性をもつ誘導円板形過電流継電器によって時限保護方式を採用するとしてももっとも合理的な適用と整定することは容易なことではない。もっとも安全確実な手段は式(5.25)を満足する不飽和 CT を設置することである。これが間違いなくできれば単なる瞬時動作形過電流継電器によってさえ安全な差動保護を行うことができる。つぎにある程度の飽和をゆるす場合、健全端子の CT は飽和していないことを条件にできれば等価半波電流を計算して、継電器の動作値と時限を適当な値に整定することができる。この検討のためには図 5.14 のように正弦波の半波整流波が回転部の構性によって継電器を動作させるのに必要な最小付勢時間を示す半波整流波—付勢時間動作特性 (Impulse Half Sine Wave—Time Characteristic) をあらかじめ知っておく必要がある。これに対し式 (5.34) によって各サイクル目の波高値を計算し、各サイクルに継電器に与える付勢エネルギーのパーセントを出し、故障継続時間中の合計が 100 パーセントにならなければ誤動作はしない。以上のような手法で非常に簡単な差動保護を効果的に行うことができ、現に TVA などには安全に使用されている例がある。

本格的な母線差動方式はより高速度、より広範な適用範囲、より大きな CT 飽和に対する対策として案出し実用化された。そのうち CT 飽和については、これまでに述べた CT の過渡

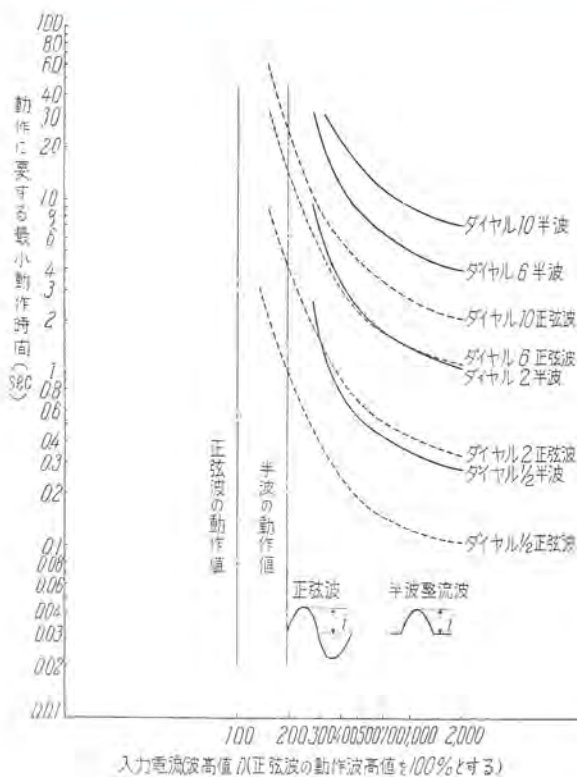


図 5.14 CO-S1 形誘導形過電流継電器
半波整流波一付勢時間動作特性
4-12A, 60 c/s, 測定タップ 4,
ダイヤル 1/2, 2, 6, 10

動作特性からみてつぎのような対策があることは明瞭である。

1. 鉄心を用いない空心変成器を利用する。(15)(16)
2. 直流分不感動特性をもたせる。または直流分抑制方式をとる。(17)(18)(19)
3. 差動回路の抵抗を大きくする。(17)(18)
4. 差動電流を用いず、CT 二次電流を用いて位相比較する。

以上の要素はある動作時限と適用条件によってはじめて生きてくるものであるから、それをひとつの設計方針のもとに組み合わせ適当なバランスをもたせたものがいわゆる母線保護継電器である。

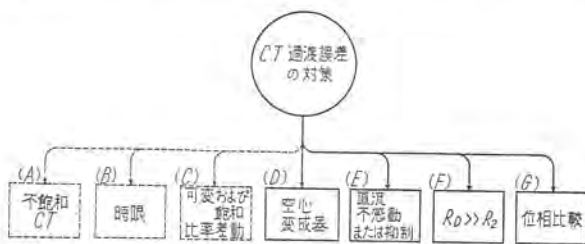


図 5.15 CT 過渡誤差の対策

6. 母線保護用差動継電器

6.1 空心変成器による母線保護

CT を用いて母線保護を行う場合の欠点を要約すればつぎのようになる。

1. CT はその本質上負荷に比べて励磁インピーダンスを大きく設計されている。そのために故障が発生したときの過

渡故障電流に含まれる直流分によって図 5.10 (c) のように二次回路側にも大きな直流分を流す。この直流分の出方は CT によって違出し、継電器の動作を不確定なものにするものとなる。

2. そのうえ過渡直流分の時定数が長くなると CT の鉄心の励磁電流には大きな直流分がバイアスし、鉄心を直流的に飽和させるので CT に大きな変成比誤差、位相誤差、波形のひずみをあたえる。
3. 普通の CT で二次回路を開放すれば高電圧が端子間に発生して危険であり、また CT を損傷することもあるので絶対に避けなければならない。ところが端子のつながる母線が系統の運用によって異なるとき母線保護継電器につながる CT 二次回路を切り替えればいつも完全な選択保護ができることになる。CT 二次回路を開放することなく切り替えることは理論的に簡単であるが、実際面からすると非常に冒険である。

以上はみな CT の負荷に対する励磁インピーダンスの大きさ関係と鉄心の非線性に原因して起る。これをもっとも合理的に解決する方法は CT から鉄心を抜いた空心の変成器を再設計することである。このような変成器では一次二次巻線間の相互インピーダンスが CT の場合に比べてきわめて小さいので二次回路に直流分を伝達せず、飽和の問題もなくなり、二次回路も開閉自由となる。

空心変成器は CT から鉄心を除き、一次導体による磁束中二次コイルに鎖交するものだけによって生ずる起電力を継電器端子に与える。鉄心がなければどうしても外部磁界による無用の起電力や機械的位置間隔の相違による起電力誤差を発生しやす

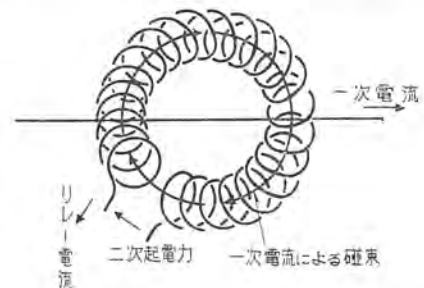


図 6.1 空心変成器

いのでそれを実用上無視できるように十分な注意をはらって設計されている。通常空心変成器は図 6.1 のようにブッシング CT と類似の形態をもつ、一次側巻数 $N_p=1$ 、二次側巻数 N_s の相互リアクタンスである。通常相互リアクタンスの値は 60 サイクルで 0.005 オーム、すなわち一次側に 1,000 A 流れたときの二次起電力が 5 V となるように設計されている。

空心変成器は従来のブッシング CT の取り付けところならばどこにでも取り付けることができる。それゆえ遮断器に内蔵されることが多いが別置にすることもできる。空心変成器は相互リアクタンスを 0.005 Ω 一定としているので容器が小さくなれば二次巻数が多くなり二次インピーダンスがふえ、容器が大きくなれば二次巻数が少なく二次インピーダンスは小さくなる。それゆえ二次インピーダンスは一定しないが大体 5 ないし 20 Ω の範囲になっている。

このような変成器を図 6.3 のように保護する母線の全端子に

設置し、二次側を直列に接続して継電器につなぐ。各変成器にはその端子に流れる一次電流の微分値に比例した起電力が発生する。変成器の相互リアクタンスは一定不変であるから全起電力の総和は母線端子電流の代数和の微分値に比例する。いま変成器起電力の総和を e_s 、代数和電流を式 (4.1) のように i 、相互インダクタンスを M とすれば

$$e_s = M \frac{di}{dt} \quad (6.1)$$

二次リレー電流を i_r 、二次回路の全インピーダンスを Z_s とすれば

$$i_r = \frac{e_s}{Z_s} \quad (6.2)$$

外部故障のときには $i=0$ であるから

$$e_s=0, \quad \therefore i_r=0$$

内部故障のときは $i=i_f$ であるから

$$e_s = M \frac{di_f}{dt} \quad (6.3)$$

で、これに比例した i_r が流れる。以上の関係はどのような場合でも一般的に成立する。すなわち空心変成器の一次側にどのような過渡電流が流れても外部故障のときの変成器二次合成起電力は零であって、継電器を誤動作させることはない。

以上はもっとも一般的な形で空心変成器式保護方式の原理を説明したが、系統故障電流はおもに基本波交流分と直流分からなるのに対し、空心変成器は直流分を二次側にほとんど伝達しないから、空心変成器式差動継電器の動作を考えるとときには交流分基本波電流だけを考慮すればよい。いま

ωM : 変成器相互リアクタンス, $\omega=2\pi f_0$

N : 直列変成器個数

Z_c : 変成器二次インピーダンス (Ω)

Z_r : リレー入力インピーダンス (Ω)

R : リレー感度調整抵抗 (Ω) (図 6.3 参照)

R_w : 二次導線抵抗 (Ω)

Z_s : 変成器二次側合成インピーダンス (Ω)

I : 母線端子代数和電流実効値 (A)

E_s : 変成器二次合成起電力実効値 (V)

I_f : リレー電流 (二次側回路電流) 実効値 (A)

を用いれば、継電器の動作はつぎの式によって定まる。

$$E_s = \omega M I \quad (6.4)$$

$$Z_s = Z_r + N Z_c$$

$$+ R_w + R \quad (6.5)$$

$$I_r = \frac{E_s}{Z_s} \quad (6.6)$$

このうち R_w は通常省略してよいほど小さい。



図 6.2 空心変成器外観

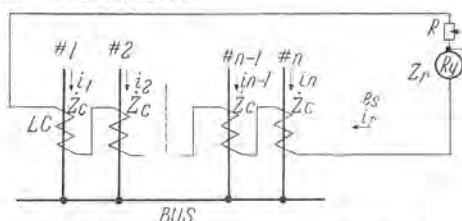


図 6.3 空心変成器による母線保護方式

継電器が十分小さな故障電流で動作するためには適当なインピーダンスマッチングがとられ、継電器の最小動作入力が十分小さくなければならない。そのためには交流継電要素を用いたのでは感度が十分ではないので高感度の直流有極リレーを用い、入力電流を整流して印加するほうがよい。LC-2 形継電器はこのような原理に基づいて設計された継電器で、図 6.4 のように高感度有極継電器、整流器、飽和変成器、放電管などからなりたっている。このうち飽和変成器はインピーダンスマッチングと整流器の入力制限との二つの目的のために用いられている。このような構造の場合で C_1, C_2 端子からみた最少動作 VA を 25 mVA 以下までは下げることができる。LC-2 形継電器の最小動作入力インピーダンスは、30, 40, 60, 80 の 4 タップによって適当値に選ぶことができる。LC-2 形継電器を最高感度にする Z_r はつぎの式を満足するものである。

$$\left. \begin{aligned} R &= 0 \\ |N Z_c + R_w| &= Z_r \\ R_w \ll N Z_c \text{ ならば} \\ N Z_c &= Z_r \end{aligned} \right\} \quad (6.7)$$

以上の保護原理の根本は式 (6.1) の成立にあり、原理どおりの動作が得られるためには変成器の相互インダクタンスが全部完全に等しい値 M であるかどうかにかかっている。特別な要求のないかぎり M は $0.005 \Omega \pm 1\%$ 以内とされている。外部故障のとき、この相互インダクタンスの誤差のため故障電流の最大 2% に相当する電流による起電力が二次側回路に誘起されるものと覚悟しなければならない。それゆえ安全率をみると最小動作内部故障電流は最大外部故障の 3 ないし 4% 以上であることが望ましい。したがって特別の場合を除いて LC-2 形母線保護継電装置の PFR (式 (4.4) 参照) は

$$LC-2 \text{ 形母線保護継電装置の総合 PFR} = 25 \sim 30 \dots (6.8)$$

である。一般に短絡保護用として要求される PFR はこれより小さい。高中抵抗接地系統の接地保護まで保護範囲を広げるには不足する。ただし相互インダクタンスの相対誤差は $\pm 1\%$ よりももっと小さくすることはたいへんの場合比較的容易であるたとえば同一設計のもとに製作し、同じ容器に入れた空心変成器同志の相互インダクタンスの相対誤差は $\pm 1\%$ よりずっと小さい。

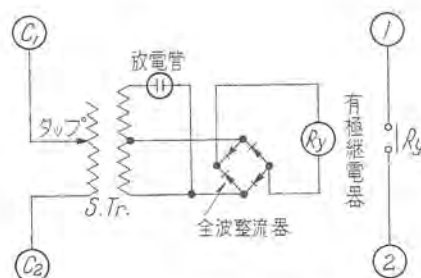


図 6.4 LC-2 形母線保護継電器接続略図

実際の内部故障保護能力は LC-2 形継電器の動作速度により定まる。LC-2 の主要素の動作速度は動作値の 150% 入力で 25 ms 以内で、200% 入力で 20 ms 以下の定限時域に達する動作値の変動を $\pm 10\%$ 考慮しても母線最小故障電流の 65% 以下に整定すれば十分の保護能力を持つことができる。故障検出継電器と組み合わせるときは、協調をとるために内

蔵する補助継電器によって約 20 ms の時限を入れる。なお LC-2 形継電器の復帰速度は 60 ms 以内である。

LC-2 形継電器の整定は式 (6.4), (6.5), (6.6) を用いつぎのような方法で行う。たとえば保護すべき最小故障電流 1,200 A、最大三相短絡外部故障電流は 20,000 A で端子数 10 の場合を考える。保護速度の観点から継電器の整定は

$$1,200 \times 0.65 = 780 \text{ A}$$

以下がよい。

$$\frac{20,000}{780} = 25.6 \approx \text{LC-2 の PFR (式(6.8) 参照)}$$

ゆえに 780 A の整定は問題なく可能である。この一次電流 780 A によって変成器二次巻線に誘起される起電力は

$$E_s = 780 \times 0.005 = 3.9 \text{ V}$$

つぎに継電器のタップを定める必要がある。\$R_{10}\$ は小さいので普通省略する。

$$\dot{Z}_c = 3.8 + j6.6 \Omega$$

$$N = 10$$

$$N\dot{Z}_c = 38 + j66 \Omega$$

$$N\dot{Z}_c = 76 \Omega$$

ゆえに式 (6.7) によって 76 \$\Omega\$ に一番近い \$Z_r\$ をもつリレータップをさがすとタップ 80 がよいことがわかる。試験成績によりタップ 80 で最小動作 \$I_r = 15.4 \text{ mA}\$, \$Z_r = 89 \Omega \angle 0^\circ\$ とすれば、リレー感度調整抵抗 \$R\$ の値はつぎのようにしてもとまる。式 (6.5), (6.6) から

$$\dot{Z}_s = 89 + (38 + j66) + R = (127 + R) + j66$$

$$\therefore \frac{E_s}{I_r} = \frac{3.9}{0.0154} = 253 \quad |(127 + R) + j66| = 253 \quad (6.8)$$

これを \$R\$ について解けば

$$R = \sqrt{253^2 - 66^2} - 127 = 117 \Omega \quad (6.9)$$

空心変成器と LC-2 形継電器を組み合わせた場合の動作例を図 6.6 に示す。同図は使用空心変成器 10 個、最大故障電流故障発生後 1.5 c s 目で 35, 300 A、LC-2 の整定 430 A、PFR は 82 の場合の故障電流とリレー動作のオシログラムで、同図 (a) は内部故障、(b) は外部故障の状況である。

空心変成器を図 6.3 のように直列につなぐかわりに並列に接続して継電器に出力を印加することもできる。しかし直列形で相互リアクタンスの相対誤差が小さいことだけが必要条件であるのに対し、並列形では各変成器の二次インピーダンスと導線抵抗が全部一致することが必要で、変成器の調整や導線の配線がやっかいな問題となる。また並列形は直列形のように簡単で実用的な保守点検方法がない。以上の諸条件を勘案して直列形を採用している。

空心変成器の二次回路導線は外部磁界からの誘導を受けないように往復導体をよっていなければならない。直列形空心変成器式差動方式では往復導体が同じ所を通るようにしながら導線を各端子をまわし一端を配電盤室に引込むことになる。なお一般比率差動方式では各端子 CT 二次電流を全部別個に配電盤室に引き込まなければならない。この両者を比較すると空心変成器式のときは一般比率差動方式の場合の約 60% の導線長ですむといわれている。それゆえ空心変成器式母線保護は装置が簡単で保守容易なばかりでなく、経済的でもある。

空心変成器の二次導線は普通 CT 導体と同じサイズがよいと考えている。前述の理由によってより線であることは必要であるが、本文に述べた程度の整定のときにはシールドまでする必要はないと考えられる。この点は現地条件によって結論が違ってくる。また CT 二次回路と同様に 1 点アースとする必要があることはいうまでもない。

6.2 CA-6 形比率差動継電器

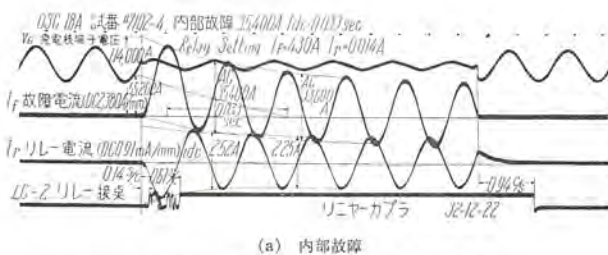
(1) 母線保護継電器としての機能

CA-6 形比率差動継電器は、可変および飽和比率差動、(図 5.15 (C) 参照) 直流分不感動、(図 5.15 (E) \$R_2 \gg R_D\$ (図 5.15 (F)) など CT 過渡誤差への対策を加味し、一般形 CT を使用することを前提として母線保護を行う場合にもっとも適するように考案された比率差動継電器である。

CT の過渡誤差の対策として図 5.15 (F) \$R_D \gg R_2\$ の対策が非常に有効であることはすでに式 (5.34), (5.35) によって示したとおりである。しかしこの関係だけで徹底的に CT 過渡誤差の影響を防ぐには、二次巻線インピーダンスが特別小さくて



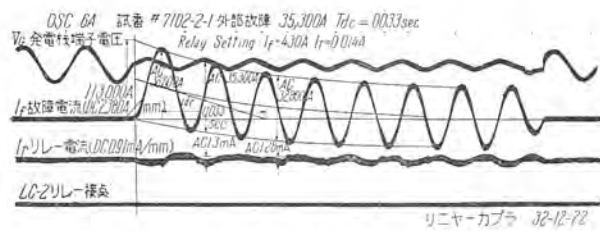
図 6.5 FT-LC-2 形母線保護継電器



(a) 内部故障

AC 35, 400 A, \$T_{dc} = 0.033 \text{ sec}\$, 整定 430 A

図 6.6 (a) 空心変成器と LC-2 形継電器の動作状況



(b) 外部故障

AC 55, 300 A, \$T_{dc} = 0.033 \text{ sec}\$, 整定 430 A

図 6.6 (b) 空心変成器と LC-2 形継電器の動作状況

特性の一致した専用の CT を設計し、二次導体はなるべく CT に近いところで結合して差動回路だけを配電盤室に引くようにし、差動回路抵抗は $10^3 \Omega$ のオーダーまで大きくするなどのことが望ましい。これに対し CA-6 形継電器は一般に使用されている CT を用いることを一応前提としているので、その範囲内で差動回路のインピーダンスを大きくしている、すなわちそれを具体化するにあたっては、まず CT の特性にもある程度の特性不一致があることを予想して抑制コイル付の差動継電器とし、内部故障のときに CT 二次回路電圧があまり高くなつては困るので差動回路のインピーダンスは最大 10Ω でおさえ、過電流が差動回路に流入すると飽和変成器によってインピーダンスを下げるようにしてある。一方抑制コイルのインピーダンスは小さいほど CT の動作をよくするから、極力小さくするように注意がはらわれている。CA-6 形継電器の各コイルインピーダンスは図 5.5 にすでに示した。なお場合によっては差動回路に別にある程度の抵抗を付加することも当然考えられてよい。



図 6.7 F-CA-6 形比率差動継電器

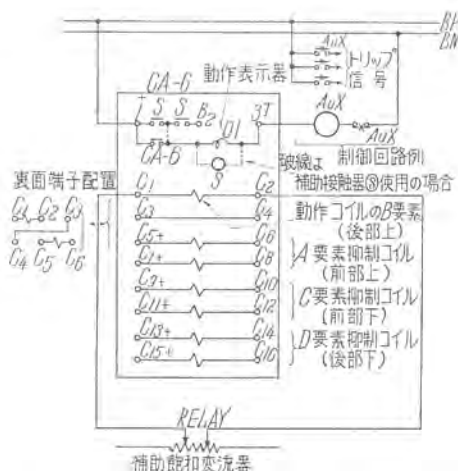


図 6.8 CA-6 形飽和比率差動継電器接続略図
(内部接続はタップを除き裏面図を示す)

ところでこのように抑制コイルをもった差動継電器、すなわち比率差動継電器で差動回路インピーダンスを大きくすると、大きな内部故障のとき不動作となることがある。それは CT の励磁特性があまり良くないときに二次側に電流を流すことができず、他の CT から電流が逆流するからである。このような場合、一般比率差動継電器では差動回路を通過しない電流はすべて抑制力となることが多く、そのため逆流が大きいと抑制力のほうが動作力よりも大きくなって不動作となるのである。これに対し CA-6 形継電器は三つの抑制要素をもち、そのおののに 2 個ずつ抑制コイルを巻いてある。この対になった抑制コイ

ルに同極性の電流が流れるときには抑制力もその電流の和の 2 乗にほぼ比例し、逆の方向に流れるときには抑制力もその電流の差の 2 乗にほぼ比例するようになっている。そして各抑制コイルは図 6.8 のようにおのの別個に端子が出ているから、外部で自由に結線して条件の悪い外部故障ほど大きな抑制力がかかり、動作しにくい内部故障ほど小さな抑制力となるようにすることができる。すなわち CA-6 形継電器の動作比率は故障条件によって変化する可変比率差動特性をもつ。これは母線保護の特異性に対してきわめて有効な機能である。

CA-6 形継電器の動作コイルに挿入された補助飽和変流器は差動電流が大きくなると差動回路インピーダンスを下げる役目のほかに、二つの大きな役割をもっている。そのひとつは CA-6 形継電器の動作を小入力時には非常に高感度にし、大きな入力のあるときは低感度にするのである。たとえばインピーダンス接地系統で 1 線接地故障が発生すれば、この故障電流は接地インピーダンスで制限されて大きくはならない。このような故障には高感度で動作することが望ましい。また短絡故障で CT の過渡誤差が問題にならない範囲であれば同様のことがいえる。一方最大外部短絡故障のときは CT の大きな誤差を覚悟して感度を下げることが望ましい。補助飽和変流器は差動電流が小さいうちは入力電流の大部分を動作コイルに流すけれども、ある程度以上差動電流が大きくなると自己の励磁回路でバイパスして動作コイルへは入力電流の一部しか流さない。それゆえ CA-6 形継電器の動作回路入力電流と動作力の関係は図 5.9 のようになっている。すなわち CA-6 形継電器はこのような飽和変流器の効果によって飽和比率差動特性をもっている。なお図でパラメーターとなっている 12, 19, 25, 38 は補助飽和変流器についている感度タップの値である。このタップ値は各抑制要素のコイルに 100/3 A ずつ同時に流れたときの合成抑制力とほぼ等しい動作力を与える動作電流値を示すものである。

この飽和比率差動特性によって、CA-6 形継電器は非常に大きな保護範囲をもつことができる。CA-6 形継電器の最小動作は高感度調整、中感度調整、低感度調整の 3 種類があるが、中感度調整の場合を例にとると調整範囲は 0.3 から 0.7 A である。いまこの動作値を 0.5 A に定め、最大外部故障を一応 100 A とすると、CA-6 形継電器の単独の PFR は 200 となる。ただしこれは空心変成器式母線保護装置の PFR 25 ないし 30 とは非常に意味が異なる。後者はいついかなる場合でも同じで PFR であるが、CA-6 の場合実際の保護範囲はやはり CT の特性と相対なくで定まるものであってもいつも PFR 200 というわけではない。CA-6 形継電器はこのように動作範囲がひろいので接地保護をかけることができる。もし接地継電器を短絡継電器と別にして CT 残留回路に設置すると、たとえば三相短絡外部故障のとき一相だけの直流分が大きいのが普通であるから CT の飽和は三相平衡せず、どうしても大きな誤差電流が残留回路に流れやすいので、なんらかの接地故障検出継電器と組み合わせることが必要になる。その点 CA-6 形継電器で接地保護をかけるほうが有利である。

補助飽和変流器のもうひとつの役割は直流分を含む故障電流に対して感度を低下することである。図 5.13 (a) のように中程度以下の CT 飽和では半波整流波性の差動電流が流れるので、このような電流では補助飽和変流器が直流的に飽和して感度を低下する。CT 飽和が非常にげしくなると波形は必ずしも半

波整流波形にならないので、補助飽和変流器は効果を失うが、一般の母線保護では図 5.13 (a) 程度の波形が大部分である。また図 5.13 (b) のようなときでも故障発生直後の直流的に完全偏倚した電流では不感性を帯びるのでやはり効果はある。

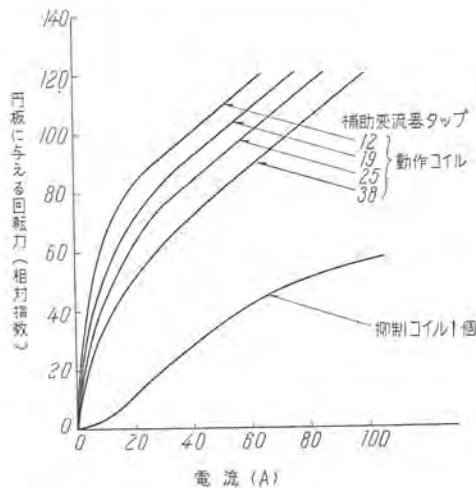


図 6.9 CA-6 形比率差動継電器
大入力時の各コイルの円板に与える回転力特性の一例
注意：動作コイルの曲線は補助変流器の入力電流で示したものである



図 6.10 CA-6 形比率差動継電器用補助飽和変流器

CA-6 形継電器は誘導円板形要素を用いているのでやや時限性の動作をもつ。これも過渡現象に対して安定な動作を与えるためには有効である。動作は有効動作電流が 5 A 以上となれば大体定限時になる。動作時間は接点間隙により定まり、最高速度の標準は 75 ms であるけれども、適用条件が比較的良好なときは 50 ms 程度にすることもできる。

(2) 適用範囲

CA-6 形継電器の適用限界の大体の目安はつぎのように要約できる。

1. 最大外部故障電流の交流分実効値が CT 二次で 100 A をこえないほうがよい。
2. 最大外部故障のとき、故障電流が直流分を含まないもの

として、交流分 100 A に対する流出端 CT の二次励磁電流が 1 A をこえないこと。

3. なるべく形式の違う CT を用いないこと。

以上に注意し、かつ CT についてさらに適当な注意をはらい、結線を誤らなければ必ず満足な結果が得られる。

また既述のように CT の直流分による誤差は直流分時定数によって異なるものであるから、故障電流の直流分時定数の大きい発電所の母線保護のほうが問題が大きい。上記の適用基準は時定数 0.01 sec 以上の場合を対照としたものであって、受電端変電所のように時定数が 0.01 sec 以下のときには上記 2 の条件をもっとゆるめてよい。またその程度の時定数ならば直流分の存在を無視しても大過はない。CA-6 形継電器の母線端子数についての適用基準は以下ようになる。

1. 端子束 4 以下：—CA-6 形継電器一相あたり 1 個でよい。なお端子束 2 のときは姉妹品である CA-5 形比率差動継電器を用いることを推奨する。
2. 端子束 4 ないし 8：—CA-6 形継電器一相あたり 2 個で保護できる。しかし多数の実施例では端子を以下のように束にして考えることによって継電器の数を一相あたり 1 個で済ますことができることを示している。

ここにいう端子束とはつぎのような考え方で端子を束にして考えたものである。束とする仕方は実際に並列に接続する場合と対になった抑制コイルを用いる場合と 2 種類の方法がある。

1. 負荷やフィーダ端子の CT 二次側は束にして 1 端子とみなしてよい。すなわち 1 端子束と考える。ただし抑制コイルの連続電流容量は 10 A であるからこの点は注意しなければならない。
2. 電源のある端子でもつぎの場合は 1 端子束にすることができる。
 - a. いつもどれかひとつしか使用されず、使用されないものは開路されるとき。
 - b. どのような場合でも電流の差が零とならないような電源同志。
 - c. 並行二回線で、少なくともひとつ別に大きな電源端子があるときは、並行回線を束にしてよい。

端子束の作り方は現実的にいろいろ違った解が得られるから、実際に適用するとき以上を参考としつつそれぞれ適当な適用法を考えればよい。なお適用上注意すべきことは中以下の外部故障で抑制が過小とならないようにすることで、これは案外忘れがちになるのでとくに付記しておく。

CA-6 形継電器は HPS-3 形選択継電器と組み合わせて選択母線保護を行うことができる。HPS-3 形継電器は母線代数和電流とブスタイの CT 電流との位相関係によって故障母線を選択する継電器である。また母線保護用の CT が既設でしかも変成比がことなる場合、CT の特性、故障電流、その他適用条件によっては代数和合成用総合 CT を併用することによって CA-6 形継電器を適用することもできる。

6.3 HBS・HDS 形母線保護装置

(1) 原理

HBS・HDS 形母線保護継電装置は母線端子の CT 二次回路を一般差動方式のように結合せず、各端子電流の位相を比較する原理を導入することによって CT 誤差の影響を防止しようとするものである。この装置によれば、まず単純母線保護を行う

技術解説

場合、主継電器としては母線の端子数には関係なく HBS 形継電器を一相に 1 個設置すればよく、他はすべて静止回路で構成される。また二重母線の選択保護を行う場合、主継電器としては HBS 形継電器を 1 相に 1 個と、ほかに故障母線選択用に HDS 形継電器を 1 相につき 1 個を設置する。

図 6.11 は一例として 4 端子二重母線に HBS 形装置を適用した場合を示すものである。また同図の方向判別装置の内部構造は図 6.13 に示すとおりである。

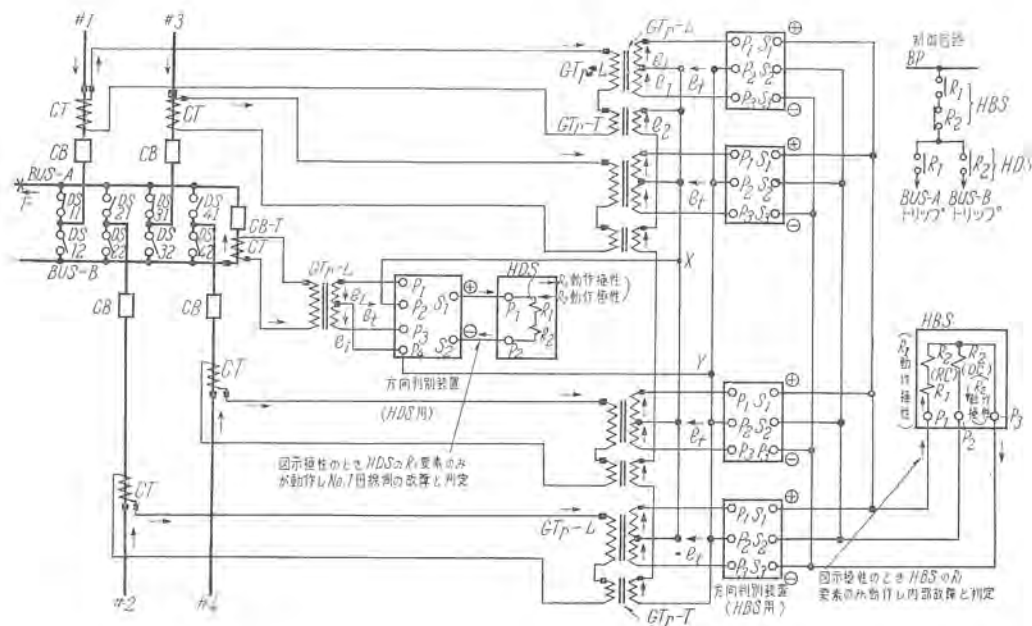
図 6.11 で空変圧器 GTr-L, GTr-T は母線端子各 CT 二次回路に接続され、それぞれ自己の二次端子に入力電流に比例した電圧 e_1 と e_2 とを誘起する。ただし CT 二次回路に直流分が流れても、GTr は空変圧器であるから e_1 , e_2 にはほとんどその影響がない。そのうち GTr-T の二次端子は全部直列に接続してその電圧 e_2 の代数和電圧 e_t をつくるのに用いられる。この e_t は当然母線端子代数和電流に比例する。

方向判別装置は変圧器 T_1 , T_2 , 飽和リアクトル SL, 整流器 SR_1 , SR_2 , SR_A , SR_B , コンデンサ C_1 , C_2 , 抵抗 R_1 , R_2 とからなる。 T_1 , T_2 にはそれぞれ自己の端子 CT 回路 GTr-L の出力 e_1 と前述の e_t との和または差の電圧が印加される。そして T_1 端子電圧の絶対値が T_2 端子電圧の絶対値より大きいときは、直流的に S_1 端子が正, S_3 端子が負になり、逆の場合は S_3 端子が正, S_1 端子が負になる。また T_1 , T_2 の電圧が相等しいときには S_1S_3 端子間, S_2S_4 端子間ともに電圧が零となる。飽和リアクトル SL は過大な故障電流が通過した場合に判別装置の P_1 - P_3 端子間に印加される電圧を適当に抑制する役目をするものである。

HBS 形継電器は動作要素 R_1 と誤動作阻止要素 R_2 とからなっている。 R_1 要素は方向判別装置の端子 S_1 が正でそれが所

定電圧に達したときにだけ動作する。まず平常負荷状態では母線端子代数和電流は零で e_t もまた零となる。ゆえに T_1 と T_2 の二次電圧は相等しく方向判別装置の出力は零で、 R_1 はもちろん動作しない。内部故障のとき、故障電流流入端子の方向判別装置では e_1 と e_t が同相になり端子 S_1 が正となる。この場合判別装置には整流器 SR_A があって S_1 端子正出力のもの同志の環流を妨げている。また整流器 SR_B によって S_2 端子を通して通電することも防止されている。その結果故障電流のもっとも大きい端子の方向判別装置の S_1 端子正出力電圧によって R_1 要素が動作し、トリップ回路をつくる。

外部故障の場合は流出端 CT が相当飽和し大きな変成誤差を出すことがあるが、誤差の本質上その CT の出力は他の流入端 CT の出力の代数和よりは小さくなる。それゆえ CT 二次代数和電流と流出端の CT 二次電流とは逆相になる。したがって流出端の e_1 は e_t と逆相で S_3 端子が正, 流入端の e_1 は e_t と同相で S_1 端子が正になる。もっと具体的にいえば、整流器 SR_A , SR_B があるので、流出端の同装置は端子 S_3 →HBS 形継電器の R_2 要素の OC→端子 S_1 の方向に電流を流すような直流電圧、流出端の同装置は端子 S_1 →HBS 形継電器の R_1 要素→同 R_2 要素の RC→端子 S_2 の方向に電流を流すような直流電圧を出すわけである。一方 HBS 形継電器の R_2 要素は P_3 端子から P_2 端子の方向に電流が流れるときには動作するようになっているので S_3 → R_2 要素の OC→ S_2 の極性で電圧が加わればただちに動作してトリップ回路を開く。それゆえ流入端の方向判別装置の S_1 → R_1 要素→ S_2 の極性の電圧によって R_1 要素が動作する前にトリップ回路を開き誤動作を阻止する。 R_2 要素の RC コイルは R_1 要素の動作電流が流れると自要素の動作値を大きくするように作用する抑制コイルである。これは内部



(1 相分のみを示す)

電流電圧分布は内部故障 F の状態をしめす

GTr-L: 線電流用空変圧器

HDS: HDS 形母線選択継電器

GTr-T: 代数和電流用空変圧器

HDS: HDS 形母線保護継電器

e_1 : 線電流に比例した線電圧

e_2 : 線電流に比例した線電圧

e_t : 代数和電流に比例した代数和電圧でこれは各回路の

e_2 を総合することにより得られる

故障のときなんらかの原因で R_2 要素が動作してトリップを阻止してしまうことを防止するためのもので、外部故障のときには別に特別な役割をもっていない。

HPS 形母線選択継電装置はブスタイの CT 二次側に接続された GTr-L の出力電圧と e_i との位相を比較することによって故障母線を選択するもので、位相比較の原理は HBS の場合となんら変りはない。すなわち代数和電流と同相の電流が BUS-B から BUS-A に流れるときには、図 6.11 および図 6.13(b) の HDS 形継電器用方向判別装置では T_1 の電圧が T_2 の電圧より大きくなるから、直流電流が S_1 端子から HDS 形継電器を通して S_2 端子のほうに流れる。この方向に電流が流れると HDS 形継電器の R_1 要素が動作して BUS-A を選択する。BUS-B 故障のときは逆に S_2 端子から HDS 形継電器を通



図 6.12 HBS 形母線保護継電器用方向判別装置 (3 相分)

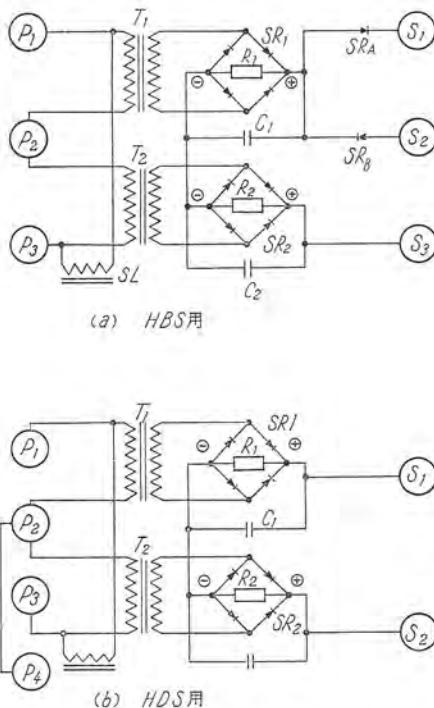


図 6.13 方向判別装置内部接続 (1 相分のみを示す)

て S_1 端子のほうへ電流が流れる。この方向に電流が流れると HDS 形継電器の R_2 要素が動作して BUS-B を選択する。

(2) 特性と適用

この HBS, HDS 方式の場合 CT の二次回路は互に密結合されていないので一般差動方式の場合とは過渡故障電流の影響が異なる。その相違をひと口に言えば

1. 一般差動継電器の差動回路のように各 CT 回路を直接結合にしているような共通インピーダンスがないから、外部故障流出端 CT の誤差は差動方式の場合より大きくなる。

(式(5.34) 参照)

2. しかし同時に流入端の CT の飽和は起りにくくなり、各 CT 誤差の代数和電流の波形は比較的きれいになる。

ということになる。したがって図 5.11 のような典型的な外部故障電流を想定すると、流入端 CT の二次回路に接続された HBS 装置の空変成器の入力電流は図 5.11 の (A) のような波形となる。流出端 CT がそのとき直流的に飽和すれば、その二次回路の空変成器入力電流は図 5.11 の (A) から (B) を差引いたような波形となる。ゆえに GTr 二次出力代数和電圧 e_i は波形 (B) の微分値に比例する。一方流出端 CT 回路の GTr-L 出力電圧 e_1 は波形 (A) から (B) を差引いたものの微分値に比例するから、この e_i と e_1 を比較すると時間的平均値としてほとんどつねに逆相となり誤動作阻止電圧を出すこと

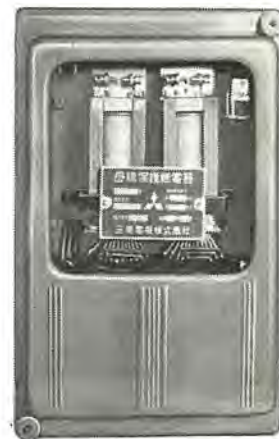


図 6.14 FT-HBS 形母線保護継電器



図 6.15 FT-HDS 形母線選択継電器

がわかる。したがって電源のある端子の CT が故障電流入時に過度の飽和をしなければ誤動作の懸念はない。しかしまた HBS 方式に用いられている CT のなかでとくに特性の悪いものがあるときは正常な電圧を得にくくなるから、少なくともそれだけは避けておくことが望ましい。

CT の動作でとくに異常でないかぎり HBS, HDS 装置の保護率を決定するものは継電装置の過電流耐力である。この装置のなかでもっとも弱点にみえるのは整流器であるが、これには各方向判別装置の飽和リアクトル SL により入力電圧を制限するなど万全の対策を講じてある。その結果実施例によれば R_1 要素の最小動作約 2A に対し最大故障電流 60A を 1 ないし 2 分間隔で 10 秒間通電することを数回繰り返してもなんら異常は認められなかった。ゆえに CT そのものの動作は別として、HBS, HDS 装置単独の PFR は 30 以上であることは確実である。また整流器の劣化による不正動作もほとんど起り得ないことが同様判明している。

このように HBS・HDS 装置は母線保護装置として必要な機能を十分に備えた継電装置である。そしてこの HBS・HDS 装置は最小動作の約 200% の内部故障に対して約 20 ms の高速度で故障検出が可能である。

HBS 装置は HDS 装置と組み合わせて選択母線保護が可能ならばだけでなく、CT 二次電流をいったん空変成器によって電圧に変換しているため、分割母線保護も可能である。また CT に対し故障電流がある程度以下ならば変成比の互に異なった CT を用いて母線保護を行うこともできる。

なお HBS 装置の CT 負担は 5A で約 20 VA となっている。

7. 遮蔽母線方式

遮蔽母線方式の原理はすでに 3 において示した。また図 3.2 も参照願いたい。このような方式の具体的な構造はいろいろ考えられるが、やはり相間には確実に遮蔽したものであることが望ましい。ゆえに離相母線の構造をさらに一歩押し進めて遮蔽母線としたものが理想である。ただし一般高圧回路などで安価に行うには、ブスダクトあるいはメタルクラッド配電盤の構造を再検討して効果的に実施できるものもあると考えられる。いずれにしてもこの方式の必要条件は接地故障をともなわない短絡故障は絶対に発生しないという保証を得ること、これさえ満足されればどのような具体的な方策がとられようとも、それは自由である。この遮蔽母線の記述はすでに 1930 年からみられ、その後もよく利用されており、たとえ表 1.1 にもみられるように優秀な使用実績が報告されている。⁽¹⁾⁽⁶⁾

この方式は原理上、新設される母線であること、戸外よりは屋内であること、メタルクラッド配電盤をともなう母線であること、遮蔽ケースの接地抵抗が十分小さくできることなどの条件があるとき有利になる。適用上の注意としては次のようなことがあげられる。

1. ケーブルの引込みと遮蔽ケースとは絶縁する。
2. 引込み用ブッシングの外部閃絡がないように十分絶縁する。またなるべくならブッシングの支持わくを他の構造物

からさらに絶縁する。

3. 母線が分割されるとき、その分割点で分離絶縁する
4. 図 3.2 にみえるようなこの方式にも用いられている CT、二次導線、継電器は必ず配電盤を通じて接地し、系統中性点接地線といっしょにしてはならない。
5. 遮蔽母線方式では費用の関係で遮断器まで遮蔽部に含まないことが多い。つまり端子より外部の保護継電器の保護域と母線保護域とを完全にオーバーラップすることが困難である。ゆえになんらかの後備保護装置でこの部分の保護を補う必要がある場合がある。
6. できれば所内中性点接地回路に接地過電流継電器をおくか、零相電圧継電器を置いて故障検出継電器とし、これが動作したときにだけトリップ回路をつくるようにする。もっとも遮蔽ケース接地継電器の整定によってはその必要がない。

8. 部分差動方式

8.1 一般方式

一般の部分差動方式は図 3.3 のように距離継電器によって内外故障を判別するか、過電流継電器の動作値と時限によって内外故障を判別するもので、電源のある端子にだけ CT があるような場合に用いられる。負荷端の CT が利用できる場合は電力方向比較の傾向を帯びることが多い。

8.2 電力方向比較方式

ここにいる電力比較方式とは一般に送電線パイロット保護に用いられているように、保護域端子の電力方向を各端子ごとに設置された電力方向継電器により検出し、それら継電器の接点を組み合わせて内外故障の判別を行うものである⁽²⁰⁾。母線保護では通常電源のある端子に電力方向継電器を置いて流入電力を検出し、トリップ回路を閉じ、電源のない端子に過電流継電器において流出電流すなわち同端子における外部故障の存在を検出してトリップ回路を開くように用いるのが基本である。またなんらかの故障検出継電器を併用し、その継電器が動作したことを条件としてトリップを許すようにすることが推奨される。

電力方向比較式母線保護方式の利点としては

1. 一般差動式のように CT の特性、変成比がたがいに一致しなければならないというような要求がない。
2. それゆえに既設 CT を新品に取り替えるというような問題が少なくその点安価に母線保護ができる。
3. 電力方向継電器が過渡現象で誤動作しないように動作値、動作時間などをとれば、動作が割合安定である。ただしその意味はこの方式が継電器動作の組合わせによって不用動作を防止するものであるから、過渡現象に対する安定性も十分な協調時間をとった場合にだけ保証されるということである。

などが考えられる。

これに対しこの方式の欠点としては

1. 継電器の数が多くなり、接地保護も短絡保護もやろうと

すると2組の保護継電器群が必要でコストはばかにならず装置は複雑となり、盤面も大きくなる。

2. 相当の協調時間をもたなければ安定した動作を期待できない。とくに故障電流範囲が広い場合、制御電圧変動巾が広く仕様されている場合には協調のための時間が長くなる。
3. 電圧の要素がどうしても必要となる。これは複雑な母線保護では案外やっかいな問題である。
4. 多数の継電器の接点を重ねてトリップ回路をつくるから、回転部および接点のトラブルの確率がずっと大きくなり、十分な保守点検が要求される。

などが考えられる。

わが国では高インピーダンス接地系統が多いので、このような得失にかかわらず接地保護をこの電力方向比較方式にたよらなければならない場合が出てくる。この方式も端子数、とくに電源のある端子数が少なく、かつ動作時間に150ないし300msの余裕が与えられるときには相当信頼性のある装置ができる。高インピーダンス接地系統では接地点が少ないので端子数に比べて装置は簡略できる場合が多い。

9. 選択母線保護方式と分割母線保護方式

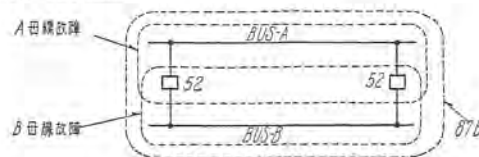
選択母線保護方式と分割母線保護方式の定義はすでに3.3で述べた。この章では簡単に両方式の原理を説明する。

9.1 選択母線保護方式

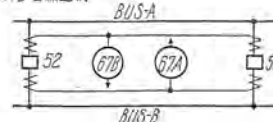
図9.1はAB複母線の選択母線方式の原理を示したものである。すなわち同図(A)のようにAB複母線があり、その間は母線分離用遮断器(ブスタイ遮断器)によって結合され、各端子は遮断器によってABいずれかの母線に接続される。選択母線保護方式は、この母線分離用遮断器を用いて故障母線だけを遮断する場合に、母線分離用遮断器に付設された変成器電流を利用して故障母線を選択する方式である。

具体的には母線端子の全変成器を用いた差動継電器87Bでまず母線内部故障を検出する。一方図9.1(B)のように母線分離用遮断器付設変成器を用いた選択継電器67A、67Bで故障母線を選択する。67AはA母線の故障検出、67BはB母線の故障選択用である。図9.1(C)はこの方式の制御回路の基本的な部分を示したものである。図で87Xは67AがA母線故障を選択したときに動作する引はずし継電器、87Yは67BがB母線故障を選択したときに動作する引はずし継電器である。一方A母線に接続された端子のトリップコイル付勢回路では、その端子のA母線接続用遮断器の閉路時閉補助接点89Aが閉路し、87Xが接点すればトリップ回路ができるようにあらかじめ準備している。このときその端子をB母線につなぐ断路器は開いており、その閉路時閉補助接点89Bも開いているからたとえ87Yが接点してもトリップ回路はできない。一方B母線に接続された端子では89Aは開き、89Bが閉じて87Y動作のときにだけ自端子の遮断器をトリップさせるように準備している。ゆえにまず87Bが動作し、67Aか67Bが動作すれば選択されたほうの引はずし継電器が動作し、あらかじめトリップ回

(A) 保護範囲図



(B) 選択継電器によるAB母線選択



(C) 制御回路

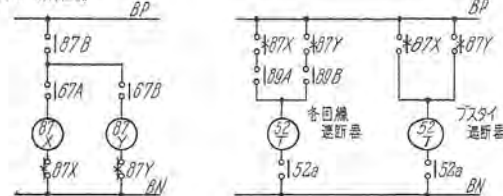


図9.1 選択母線保護方式

87B: 母線保護継電器 87X, Y: 引外継電器

67: 選択継電器 52: 遮断器

89A: 各回線をA母線に接続する断路器の補助接点

89B: 各回線をB母線に接続する断路器の補助接点

路が準備されている故障母線に接続された端子の遮断器だけをトリップすることになる。なお母線分離用の遮断器は67A、67Bのいずれが動作してもトリップするようになっている。

この方式では母線分離用遮断器回路以外にAB母線結合回路ができたとき、たとえばある端子のA母線接続用断路器とB母線接続用断路器とが同時に閉入されたときには選択機能を失うので、このような断路器操作を鎖錠するか、断路器操作をゆるしてそのときは67A、67Bの接点を短絡してAB母線選択を止め87Bが動作すれば全母線端子をトリップするようにするか、あるいは完全に母線保護を鎖錠するかのどちらかを選ばなければならない。なお図9.1はこの式の骨子だけを示したもので具体化するときには、たとえば87B動作後の一定時間のあとで全母線端子トリップする後備保護機構を採り入れるなどの付帯動作を追加する場合があることはもちろんである。

AB母線の選択継電器は一応67すなわち電力方向継電器として示したが電流継電器でも、6.2で述べたHPS-3形継電器のようにブスタイ電流対母線端子代数と電流位相判別式の継電器でも、6.3に述べたHDS形選択継電装置のような位相比較装置でも、あるいはその他いろいろな原理の継電器が使用できる。このうちどのような選択継電器を用いるかは主母線保護継電器、変成器、動作条件などによって定まる。なお電力継電器を用いるときは母線保護の本質上やはり電圧記憶装置(Device of memory action)が必要である。もっとも三相完全短絡故障を考慮しないときは別となる。また電力継電器を用いるときはとくに接点の協調をとるように適当な注意を払う必要がある。この点HPS-3形継電器やHDS形継電装置では常時代数と電流が零なので継電器が動作していないから協調の問題はほ

とんどない。

参考まで CA-6 形継電器と HPS-3 形継電器による発電機 4 台、起動電圧器 2 台、送電線 4 本を端子とする発電所送電母線の選択母線保護例を図 9.2 に示す。

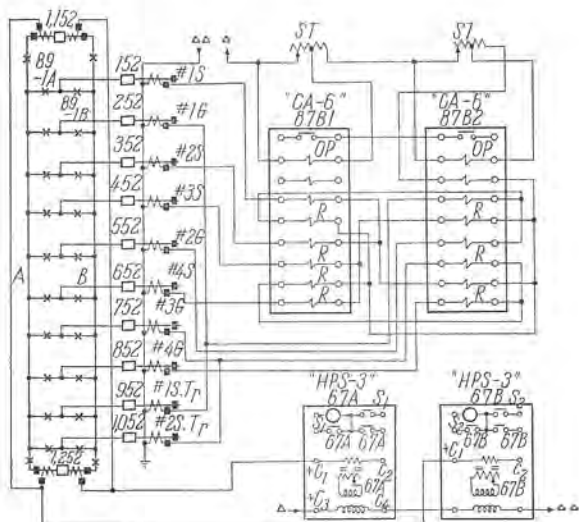


図 9.2 CA-6 形継電器による選択母線保護方式例

ただし制御回路は図 9.1 (C) と同じ
(発電機 4 台送電線 4 本起動電圧器 2 台の場合)

9.2 分割母線保護方式

図 9.3 は AB 複母線の分割母線保護方式の原理を示したものである。この方式は AB 母線にそれぞれ固有の母線保護継電器を設ける。すなわち図 9.3 (A) のように A 母線の保護用には 87B-A、B 母線の保護用には 87B-B と 2 組の差動継電器を設け、両継電器の保護域は同図のようにオーバーラップさせる。そして各端子の変成器二次回路は自端子の断路器の開閉と同時にあらたに接続された母線の保護用差動継電器回路に切り替える。たとえば端子が A 母線につながるときは 87B-A の入力

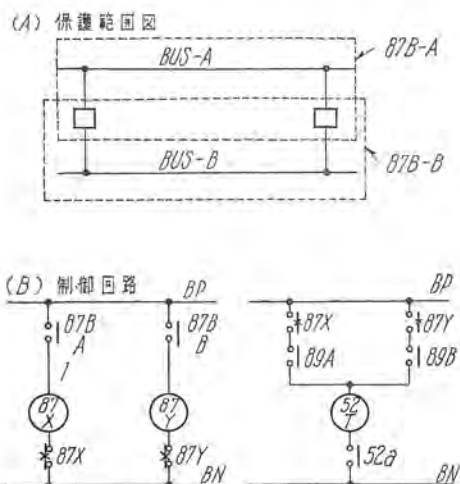


図 9.3 分割母線保護方式

87B: 母線保護継電器 87X・Y: 引はずし継電器
89AB: 断路器補助接点 52: 遮断器

回路に変成器出力を与え、端子が B 母線につながるときは 87B-B の入力回路に変成器出力を与えるようにする。そうすれば A 母線に故障が発生したときは当然 87B-A だけが動作し、B 母線に故障が発生したときには 87B-B だけが動作することになる。

一方制御回路は、図 9.3 (B) のように、87B-A が動作したときに動作する引はずし継電器 87X の各端子遮断器トリップコイル付勢回路の接点はそれら各端子を A 母線につなぐ断路器の閉路時閉補助接点 89A と直列にしてある。したがって 87X が動作すれば A 母線に接続されている端子の遮断器だけがトリップする。

また 87B-B が動作したときに動作する引はずし継電器 87Y の各端子遮断器トリップコイル付勢回路の接点はそれらの各端子を B 母線につなぐ断路器の閉路時閉補助接点 89B と直列にしてある。したがって 87Y が動作すれば B 母線に接続されている端子の遮断器だけがトリップする。

この分割母線保護方式は、その選択動作を母線分割用遮断器の回路に全然たよっていない。したがって AB 母線を完全に分離して異系統で運転するような場合でも問題なく使用できる。また選択母線保護方式のように主差動継電器と選択継電器との協調の問題もない。

その代りに変成器二次回路の切り替え機構が必要で、一般の比率差動継電器では実用できず空心変成器や HBS 形装置を用いた場合にだけ実用可能となる。電力方向比較方式で変成器二次回路の切り替えの代りに、接点回路の切り替えを行えば原理的には実施可能となるが、継電器の動作条件が端子切り替えのたびに变化し、協調条件が変化するのであらゆる端子接続でトラブルのない分割保護を行うのには適当ではない。また選択母線保護のときはある端子の断路器が A 母線側 B 母線側とも閉路したとき選択継電器の接点を短絡して単純母線保護に切り替えることも簡単にできたが、分割母線保護でこのようにすることは装置を複雑化するものになる。一方その割には実用価値が少ないので、むしろそのようなときだけ曲線保護を鎖錠する方がよい。

10. 環状母線保護方式

環状母線では送電線保護用継電器が重要な役割をもつ。図 10.1 のように通常各端子をはさむ 2 台の遮断器に付設された

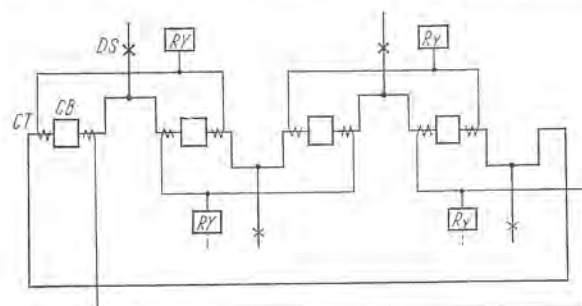


図 10.1 環状母線保護方式例

CB: 遮断器 DS: 断路器 RY: 継電器

CT 二次電流の和電流をとって継電器に導き、その端子を含む母線を保護する。送電線側端子で用いられる継電器としてはパイロット継電器、距離継電器、過電流継電器など種々あるが、パイロット継電器がもっとも望ましい。発電機側端子で用いられる継電器としては差動継電器、過電流継電器などがある。

11. む す び

以上母線保護の採用ならびに方式の選択に資する目的で、母線保護の基礎的事項を考察した。母線保護としては火力発電所であろうと水力発電所であろうとあるいは変電所であろうと本質的になんら変わるところはないのであって、本文の内容はすべての母線保護に適用するものである。

(神戸製作所 森 健)

参 考 文 献

- (1) Bus Protection, AIEE Committee, AIEE Trans., 1939, p. 206~11, Disc. p. 211~12.
- (2) Silent Sentinels, Westinghouse, 1949.
- (3) Bus Protection Gives Service Reliability, P. Sporn, Electrical World, May 9, 1936 p. 1357.
- (4) The Art and Science of Protective Relaying, C. R. Mason, John Wiley and Sons, 1956.
- (5) The Fault Ground Bus, Its Use and Design in Brunot Island Switch House of the Duquense Light Co., R. M. Stanly and F. C. Hornibrook, AIEE Trans. Vol. 49, No. I, 1930, p. 201.
- (6) Relay Protection for Station Buses, W. A. Lewis and R. M. Smith, The Electric Journal, Nov. 1937, p. 451~458.
- (7) Westinghouse Electrical Transmission and Distribution Reference Book, 1953.
- (8) American Standard Requirements, Terminology, and Test Code for Instrument Transformers, Publ. C 57, 13—1954.
- (9) Current Transformer Excitation Under Transit Conditions, D. E. Marshall and P. O. Langguth, AIEE Trans. 1929, p. 1464.
- (10) 計器用変成器, 池田三穂司, 昭 31, オーム社.
- (11) Current Transformers and Relays for High-Speed Differential Protection, with Particular Reference to Offset Transient Currents, E. C. Wentz, W. K. Sonnemann, 1940, p. 481.
- (12) Transient Characteristics of Current Transformers during Faults, C. Concordia, C. N. Weygandt, H. S. Shott, AIEE Trans., 1942, p. 280.
- (13) Transient Characteristics of Current Transformers during Faults—Part II, F. S. Rothe, C. Concordia, AIEE Trans., 1947, p. 731.
- (14) The Effect of Current-Transformer Residual Magnetism on Balanced-Current or Differential Relays, H. T. Seeley, AIEE Trans., 1943, p. 164.
- (15) Linear Coupler for Bus Protection, E. L. Harder, F. H. Klemmer, R. E. Neidig, AIEE Trans., 1946, p. 107.
- (16) Linear Couplers, Field Tests and Experience at York and Middletown, Pennsylvania, E. L. Harder, E. H. Klemmer, R. E. Neidig, AIEE Trans., 1946, p. 107.
- (17) Considerations in Applying Ratio Differential Relays for Bus Protection, R. M. Smith, W. K. Sonnemann, G. B. Dodds, AIEE Trans., 1939, p. 243.
- (18) Instantaneous Bus-Differential Protection Using Bushing Current Transformers, H. T. Seeley and Frank von Roeschlaub, AIEE Trans., 1948, p. 1709.
- (19) Busbar Protection: The Theory and Application of Modern Systems, I. A. Reid, Metropolitan-Vickers Gazette, June, 1957, p. 135.
- (20) Bus Protection Independent of Current Transformer Characteristics, G. Steeb, AIEE Trans., 1941, p. 859.

SHIPPINGPORT 発電所

Shippingport Station (Westinghouse Engineer,
Vol. 18, No. 3, Shippingport Issue. March, 1958,
p. 33~64)

「現在いくつかの原子力発電所の設計が進められており、建設中のものもあるが、米国で完成している大形原子力発電所はただ一つ—— Shippingport 原子力発電所である」という言葉で始まる Shippingport 特別号は、その 32 ページ全部をこの発電所の紹介にあてて、歴史的成果を記念している。

内容は発電所全景スケッチのほか 8 編からなり、PWR プラントの基礎概念、PWR の一次系、第一部、原子炉、第二部、冷却水系、原子炉の制御、燃料取扱、廃棄物処理、PWR の安全対策、従業員と訓練、の紹介にあてられている。全編を紹介することはできないので、制御、計測、安全対策を主として紹介したい。

概要

PWR 原子炉の加圧水系は独立した二つの回路に分れる。一次系の高圧冷却水は、原子炉と蒸気発生器との間をポンプで循環し、原子炉の熱を二次系の水に移して蒸気を発生する。二次系の蒸気によって発電機タービンが運転される。したがって一次系の水中に含まれるかもしれない放射性物質が、タービンに達する心配はない。さらに、一次系に使われているキャンドモーター・ポンプに例示されるように、この系は漏れがないように設計されており、その上、原子炉系の破損に備えて、その外部は十分事故時の圧力に耐える容器（コンテナ）でおおわれているので、大気中へ放射性物質が漏れる可能性は非常に小さい。

燃料は天然ウラン酸化物のペレットを入れた円筒からなる部分と、高濃縮ウラン合金板の層からなる部分に分れているが、いずれもジルコニウム合金で被覆されているので、分裂生成物が冷却水中に漏れる可能性は小さい。制御棒は十字形断面のハフニウム棒で、濃縮ウラン燃料要素内へ挿入される。一次系水は上記の金属および不銹鋼のような耐食性材料にしか触れない上に、絶えず純水装置を通されるので、酸化ウラン燃料要素の

PWR 特性表

原子炉出力	790×10 ⁶ Btu/h (231 MW)
総電気出力	68 MW
正味電気出力	60 MW
全負荷時の蒸気圧力	600 psia
正常運転時の一次系圧力	2,000 psia
一次系設計圧力	2,500 psia
出力の範囲(原子炉の自動制御によって)	10 MW から全出力まで
出力の範囲(電力系統の負荷指令によるスロットルの自動制御によって)	20 MW から全出力まで
一次冷却水系ループの数	4
原子炉入口側平均温度	508°F
原子炉出口側平均温度	538°F
天然ウラン燃料の量	14.16 ton
濃縮ウラン燃料の量	75 kg

1%までの被覆が破損して分裂生成物の一部が水中へ漏れても、運転に支障がないようになっている。

PWR 原子炉の制御系

制御系は、原子炉の状態を知るための計測装置と、それに対応して炉を正しい状態に置くための制御装置とからなっている。この原子炉の制御装置が比較的大がかりなものになっている理由は、何段にも安全な操作をするためと、さらにより設計への資料を得るためである。

反応度の負の温度係数によって、原子炉は外部からの制御なしに出力要求の変化に応ずるので、炉の制御の問題が非常に簡単になる。

制御系は炉を各種の状態でも自動または手動で制御するように作られなければならないし、停止後の崩壊熱の制御、危急時に自動的に炉を停止させる制御も含まれる。

これらの機能を果たすためには、炉の反応度、冷却材の温度、圧力、流量など系統の状態を正確に早く知る必要がある。

制御系の全体の機能は、炉のすべての重要な動作を監視し、それを操作員に指示ないし警告し、または自動的に操作を行うことである。

制御は一次冷却系の平均温度を一定に保つことで行われる。反応度の負の温度係数を利用して炉の出力調整が行われるので、もしクセノンの毒作用と燃料消費の問題がなければ、制御棒の動作は、起動から出力状態への設定、停止の場合だけに限られるはずである。実際は負荷変動によってクセノンの状態が変動するので、それによる平均温度の移動を調整する必要がある。制御棒の制御には、これに加えて炉の出力変化の割合が参照され、平均温度が大きく動いても、もとにもどる傾向を持つときは、棒の動きは自動的に押えられる。

ここで興味があるのは平均温度の計算法で、炉入口温度、出口温度とも、4本のループが示す温度のうち最高を示すものが採用される。このことの利点は、1個の温度計が故障で誤指示した場合、高く指示すればその値が採用され、したがって平均温度が高く計算されて制御棒が挿入され、低く指示すればその値は無視されるので影響がなく、結局安全な向きにだけ誤動作するということになる。もし単純に平均する方法を採れば、1個の温度計が低く誤指示した場合に平均温度が低く計算され、その結果制御棒が抜かれて炉を危険な誤動作に導く恐れを持っている。この方法に要約されるように、全系統は可能なかぎり安全な向きへ誤動作するように作られている。この誤動作は、すぐには操作員にわからない場合でも、8時間に1回の視察で発見されるはずである。またいくつかの測定資料が利用される場合は、いつももっとも都合の悪い指示を採用して炉の安全を確保している。

PWR 発電所の安全性

所外へ放射線障害を及ぼさないことが第一に考慮されている。このような厳重な安全策が採られている二次的な理由は、将来の炉の防護に必要な資料を得るためである。

分裂生成物が大気中へ漏れるためには、燃料被覆、一次系容器、コンテナという三重の障壁をこす必要がある。安全性は非常に高いが、操作員および機器の誤動作の可能性は否定できないので、起りうる最悪の状態について解析が行われた。

現在の技術的経験では一次冷却系をおおっている容器またはパイプが大きな破損を起す可能性はかなり小さいが、周囲へ障害を及ぼす可能性があるのでくわしく解析された。重大な破損

が一次系に起ると、安全注水系によって、利用しうるすべての水が炉心に注がれる。特殊な場合を除いてふたたび炉心は水でおおわれるので、炉心の融解は起らない。炉心に融解が起った場合でも、放射性物質はコンテナ内部に保たれる。

この事故による障害の程度は、炉心の融解がない場合は、予想しうる最大限によごれている一次系の水が全部蒸発しても、コンテナなしでも敷地外に障害が及ばない。炉心の融解と放射性物質の放出がともなう場合は、コンテナの効果によって敷地外には障害が及ばない。

もう一つの重大な事故は反応度事故で、炉の正常な出力限度をこえて反応度が増すことによる事故である。出力の上昇がくい止められない場合は、燃料の局部的加熱によって被覆が融解し、分裂生成物が一次系内へ漏れるかも知れないが、一つの事実はつねに正しい。たとえすべての防護系統が故障しても、考えうるかぎりの反応度事故において、原子炉は停止する。炉心内部に蒸気のあわを生ずる結果、核分裂の割合が切下げられるからである。この事故に対しては、対応する防護策が数段にわたって採られているので、被覆の融解までに至る可能性は小さい。

操作上の防護系統に加えて、すべての要素は綿密な検査を受けているので、考えられるようなどんな事故によっても、敷地外に生物学的障害を及ぼすことはない結論することができると。(三菱原子力工業株式会社 渡辺信三訳)



Shippingport 発電所の主制御室

遊星空間における通信と航法

Dr. Peter A. Castruccio: Interplanetary Communication and Navigation (Westinghouse Engineer, Vol. 18, No. 3, May, 1958 p.88)

“2, 3 年前までは夢物語と思われた宇宙旅行も人工衛星第 1 号の輝かしい成功とともに、この 20 世紀末までには実現しうると考えられるようになったが、以下太陽系内の宇宙旅行に関するわれわれの最初の小論を楽しんでいただきたい”と編集者注記の後、宇宙旅行における航法、通信技術の当面する問題を概括的に述べ、かつ隕石との衝突防止、遊星表面の測量などに言及している。

宇宙航法、レーダ技術の適用

宇宙航法の第 1 段階は光学的方法であり、太陽を原点として恒星が遊星を観測する航法で、きわめて高い観測精度が要求され、かつ自己の宇宙船の速度を早く決定できない不利がある。

この方法が、やがて、無線により宇宙船とリンクされた地球基地計算器を用いる方法に移り、第 2 段階では自動航法援助が実用されるに至る。この段階では機上無線航法機器系と類似の系を使用しうるが、誘導基地も誘導される宇宙船とともに目的地に対して運動するので問題がやっかいになる。この航法では；(1) 遊星間をビームで結んでビームライダ・ミサイルと類似の動作をさせる誘導系、(2) 比例航法ホーミングミサイルと類似の、遊星または人工衛星より送信されたビームを利用する誘導系、(3) 現用の Loran と同様な宇宙 Loran (前者が 2 次元で動作するのに対し後者は 3 次元を必要とする)、などが考えられる。

通信距離、その増大方法、通信

無指向性電波による送受信可能な距離 R は次式で与えられる。

$$R = (\lambda / 8.2 \times 10^{-10}) \sqrt{P_t / LB} \dots\dots\dots (1)$$

ただし λ : 波長, P_t : 送信出力, L : 系の損失, B : 帯域巾である。式 (1) により現状における最大通信距離を計算すれば、コード通信では約 18×10^6 マイル、音声通信では 10.5×10^6 マイルである。つぎに単方向ビームによる通信可能距離 R は次式で表わされる。

$$R = (1 / 6.5 \times 10^{-11} \lambda) \sqrt{P_t A_r A_s / LB} \dots\dots\dots (2)$$

ただし A_s , A_r はそれぞれ送、受アンテナの面積である。距離を増大するには；(1) 送信出力の増加、(2) アンテナ寸法の増加、(3) 受信感度の増加、系の損失の減少、(4) 信号の情報内容と雑音中より信号を検出する方法の改良、(5) 単位時間あたりの情報量の減少 (time-spread technique) などによる。1970 年までに期待できる改良は、出力—10 db、感度—6 db、冷却 (これにより受信機内雑音を低下)—6 db、符号変調復調—10 db の計 32 db で距離は 40 倍に増大する。大体 4×10^8 マイル程度の通信が可能となり、火星、金星、地球の範囲内の通信ができる。注意すべきことは、太陽系惑星はほとんど一平面内にあり、比較的近距离のものに対する以外は、輻射電界は、一定の仰角を保ち方位に対して無指向性であればよいということである。

隕石との衝突防止器

隕石が小さいこと、ドップラ効果による大きい周波数のずれなどのため、衝突防止用レーダ装置の使用は相当困難である。1 ボンドの金属核隕石が 40 マイル/sec の相対速度で宇宙船に向って飛んでくる場合、今後 20 年間に期待できるレーダによっても、隕石検出から軌道変更までに 2 秒間の余裕しか与えられない。

遊星のレーダ測量

高分解能レーダをもって正確な測地が可能であり、また遊星上に定電力広帯域中継器のビーコン応答機を落下し、これを用いて気体の吸収特性を利用した遊星表面気体成分の調査が可能である。

究極の通信距離

1975 年までに期待される最大通信距離は 1×10^{12} マイル、0.175 光年程度であるが、これでももっとも近い恒星と通信を行うには不十分である。かかる星まで電波が往復するに要する時間が約 8 年もかかることを考えれば、たとえ必要な距離が得られたとしても恒星との通信を実現することは疑問であろう。

(無線機製作所 松村長延訳)

■ 豪華な名古屋城のエレベータ

尾張名古屋は城で持つ、そのお城が、昭和 20 年 5 月 14 日の戦災で焼失してから 13 年、今回いよいよ再建することになって、去る 5 月 20 日盛大にむね上げ式が行われた。総鉄筋コンクリート造りで、高さ 48 m、地下 1 階から 5 階までのエレベータが 2 台設置され、外観はありし日そのままの姿となるという。間組の手によって着々と進行している。金のしゃちも、73 kg の金を使って昔どおりの大きさに設計され、大阪造幣局で今年中には完成の予定とのことである。総工費 6 億円という豪華版だけのことはあって、この種建物に使用されるエレベータも従来の交流一段程度の常識を破って、最高級の歯車なし式エレベータを 2 台も計画されている。昨年末すでに当社に発注され、鋭意計画中であったが、仕様の打合わせも順調に進み、いよいよ製作を始めることになったのである。

形 式 歯車なし式 シグナルコントロール、ロートル付

容 量 1,600 kg (20 名定員)

速 度 105 m/min

停 止 B. 1. 2. 3. 4. 5. (6 箇所)

扉方式 板戸 4 枚戸 4 枚、中央開

台 数 2 台

一般ビル用エレベータに比して、苦心しているところは、



昔の姿そのままに再建される名古屋城の模型。手前は小天守で、高さ 25 m、昔のままの石垣を生かすために、工事は慎重をきわめているとのことである。

天守閣の形を変更できないため、屋根裏を最大限に利用して巻上機を設置しなければならない点で、機械室の配置がこのエレベータの死命を制するといっても過言ではない。

観光客の輸送の点から、出入口巾を広くとって、乗降を容易にするために、4 枚戸 4 枚開きを採用してある。

また城内に文化財多数を陳列するため、盗難予防の手段として、エレベータを停止したときに、みだりに昇降できないように、エレベータ扉に非常ベルを設け、扉をあけると警報を鳴らす特別の装置をつけることになっている。明年秋、名古屋市制 70 周年記念として再建開放される名古屋城は、名古屋テレビ塔、東京日本電波塔(東京タワー)につづいて、三菱エレベータの真価を発揮する絶好の場所となることであろう。

■ 250 VA 逆用回転変流機 (Inverted Rotary Converter)

今般日本 IBM 社からサンプルとして複流式発電動機を提示され下記仕様の直流から交流への変流機の注文があった。

仕様

出力 250 VA, 115 V, 1 ϕ , 2.2 A, 60 c/s, 3,600 rpm, 2 P, 1.0 Pf 連続定格

入力 115 V, DC, 3.2 A, 3,600 rpm, 2 P, 1.0 Pf 連続定格

当社はこれを特殊巻線方式(特許出願中)を用いた逆用回転変流機で製作し好成績のうちに完納した。

逆用回転変流機の直流電圧と交流電圧との間には一定の関係があって 115 V の直流入力に対し、115 V の交流出力を得ることができない。したがって電機子に特殊巻線方式を用いて入力電圧と出力電圧の関係を調整し、直流入力と交流出力を同じ電圧とすることができた。

本機の特長とするところは

1. 同一機械寸法の複流式発電動機と比較して能率や周波数、電圧変動率などの特性が非常によい。
2. したがって同一特性の複流式発電動機と比較すると小形となる。
3. 完全な閉鎖保護形式である。
4. スマートでコンパクトな外観である。
5. 給油のいらぬシールドボールベアリングを使用している。
6. ブラシ保持器は取扱い簡単な箱形(cartridge type)である。

7. エンドカバーを容易にはずすことができ、整流子、スリップリングおよびブラシ部分の点検清掃が容易にできる。



250 VA 逆用回転変流機

■ JRR-II 原子炉の熱中性子柱 (Thermal column)

日本における 2 台目の研究用原子炉である JRR-II 原子炉 (濃縮ウラン重水形出力 10,000 kW) は三菱グループによって製作され、目下現地 (日本原子力研究所東海研究所) において組立が行われている。

写真で方形に見えるのが熱中性子柱であり、これと一体になってならんでいる円筒形のものが軽水タンクである。熱中性子柱は当社伊丹製作所で、また軽水タンクは三菱造船株式会社長崎造船所でおのおの製作され、別々に現地に搬入されたのち現地で一体に組立てられた。

熱中性子柱はこの原子炉の各種実験設備のうちの一つであり、熱中性子による実験に使用されるものである。この装置は $5' \times 5' \times 4'4''$ の大きさであって、その内部にはグラファイトブロックが積み重ねられる予定である。このグラファイトブロックは原子炉中心部にあるウラン燃料の核分裂によって発生する速中性子を減速して熱中性子を作る働きをする。またグラファイトブロックの外側には熱中性子柱より漏れる中性子を吸収するためにボラルの板がこれをおおっている。さらにその周囲には強烈な放射線を吸収するために重質コンクリートの遮蔽体が施されることになっている。また熱中性子柱の前面には重量約 23 トンの重質コンクリート製可動扉が装置されて、実験の必要に応じて開閉できるようにもなる予定である。

熱中性子柱の上面に見える小さな円筒状のものは実験孔 (Vertical access tube) であって同様に熱中性子の実験に使用される設備である。

熱中性子柱にはその内部に積まれたグラファイトの変質を防止するために不活性ガスであるヘリウムを充填することになっている。そのために高度の気密性が要求されて、組立後現地でヘリウム漏洩試験が行われた。

ニュース フラッシュ

当社は熱中性子柱のほかには原子炉本体の一部、各種実験装置、測定装置、制御装置、ヘリウム装置、排気装置、その他いろいろの電気装置など広範な製作分野を担当しているとともにこれらの装置の組立据付、配管配線工事をも担当している。



JRR-II 原子炉の熱中性子柱

■ 関西電力 20 kV ケーブル系統に使用される 開閉サージ処理用避雷器 93 相を納入

関西電力南恩加島変電所など大阪市内の 20 kV ケーブル系統の各変電所に設置される開閉サージ処理用避雷器 93 相を受注製作中であつたが、このほど全数を完成納入した。

ケーブル系統では、避雷器がいったん動作すると、ケーブルの静電容量に貯えられた電荷が避雷器を通して放電するので、避雷器としてはとくに強力な内雷処理能力が要求される。今般納入した避雷器は、ギャップ電極に永久磁石を装着してアークを磁気駆動し消弧能力を強化したギャップと、放電耐量を強化した特性要素とを組合わせた SV-W₂ 形オートバルブ避雷器で、衝撃放電開始電圧は 60~70 kV 程度、開閉サージに対する放電開始電圧は 75 kV 程度のものであり、その内雷処理能力については先般関西電力技術研究所および小曽根変電所で実施した大規模な現地試験においてその優秀性を立証されたものである。

■ 耐薬品形蛍光灯器具

腐食性ガスを発生する各種化学、合成繊維、精練などの工場における蛍光灯照明は、完全な耐食性をもった蛍光灯器具がほとんどなく耐用年数が限られているため、従来非常に困難視されていた。当社ではこの解決に鋭意研究、試作実験をしていたが、ここに実用上十分な耐食性をもつ耐薬品形蛍光灯器具 FHR-C41 形 (40 W 1 灯用) 器具を完成した。

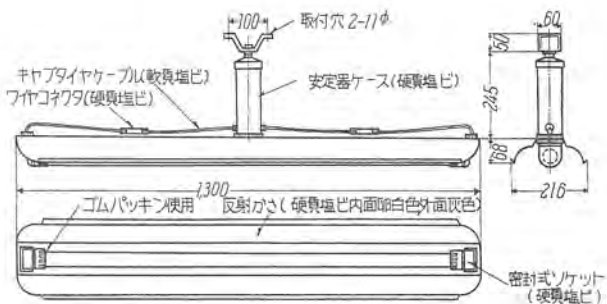
蛍光灯器具は白熱灯器具よりも構造の複雑さから多種の材料を使用するが、材料の品種をふやすことはその中のいずれかがある薬品に侵され、器具全体としてはきわめて小範囲の薬品にしか耐えないものとなる。このため FHR-C41 形器具では耐薬品性の強い硬質塩化ビニル（耐二硫化炭素性）で内蔵電気部品を完全に密封し外気に触れる部分の使用材料の品種を極力少なくした。すなわち上記の硬質塩化ビニル以外は、軟質塩化ビニル製のキャブタイヤケーブルと密封式ランプソケットのバックシンにゴムを使用しているだけである。このゴムバックシンは消耗品として随時取り変えができるから事実上外気に触れている部分は硬質および軟質塩化ビニルだけと考えてもよい。これらの材料の耐薬品性は表 1 のとおりである。参考のためこの種の蛍光灯器具に一般によく用いられる尿素樹脂、ポリエステル樹脂、

鉛メッキ銅板の耐食性も付記した。

点灯方式はラビッドスタートであるからグロースタータ交換の手数がいらない。



図 1 耐薬品形器具 FHR-C41



製品重量：

図 2 器具外形

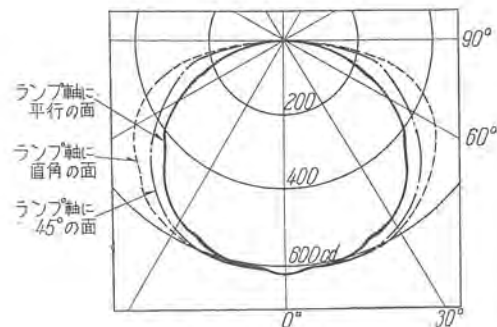


図 3 配光曲線

表 2 照明率

天井	75%			50%			30%	
	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
室指数	照 明 率							
J	0.35	0.29	0.24	0.35	0.29	0.24	0.28	0.24
I	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.34	0.38	0.34
H	0.49	0.44	0.40	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39
G	0.53	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.46	0.43
F	0.56	0.51	0.47	0.54	0.50	0.47	0.49	0.47
E	0.63	0.57	0.53	0.60	0.56	0.52	0.55	0.52
D	0.65	0.62	0.58	0.64	0.61	0.58	0.60	0.58
C	0.68	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.62	0.60
B	0.71	0.69	0.66	0.69	0.68	0.65	0.66	0.65
A	0.74	0.70	0.68	0.72	0.68	0.67	0.68	0.66

減光補償率：良 1.5 中 1.8 否 2.2

表 3 使用安定器定格

形式記号	適合ランプ		電 圧	周波数	電 流	電力損	力 率	二次無負荷電圧
	(W)	(灯)						
FDR-C41D5	40	1	100	50	1.2	13	44	230
FDR-C41D6	"	"	"	60	1.15	12.5	46	"
FDR-C44D5	"	"	200	50	0.6	13	44	"
FDR-C44D6	"	"	"	60	0.58	12.5	46	"

表 1 各種材料の耐薬品性

器具材料	FHR-C41 用材料			参 考 用			試験法
	硬質塩化ビニル	軟質塩化ビニル	ゴム	尿素樹脂	ポリエステル樹脂	鉛メッキ銅板	
塩酸 (38%)	不 変	やや変色	変色膨張	変色膨張	変 色	赤さび発生	A
硝酸 (60%)	"	不 変	極端破壊	表面粗化	やや変色	"	"
臭素水 (飽和 100°C)	"	"	弾力減退	"	変 色	"	"
酸化水素水 (25%)	"	黒 化	不 変	不 変	"	"	"
食塩水 (15%)	"	不 変	"	"	不 変	白さび発生	A'
醋酸 (99% 118°C)	"	"	収縮硬化	"	"	赤さび発生	A
硫酸 (100.5°C)	"	"	不 変	"	変 色	不 変	"
メチルアルコール (64.6°C)	"	"	"	表面溶解	"	"	"
エチルアルコール (78.3°C)	"	"	"	不 変	不 変	"	"
四塩化炭素 (76.8°C)	"	"	"	"	"	"	"
トリクロルエチレン (87.2°C)	やや軟化	やや硬化	"	"	やや変色	"	"
二酸化エチレン (83.7°C)	軟化膨張	"	"	"	破 壊	"	"
アルミナセテート (142°C)	ごく少し軟化	不 変	"	"	不 変	"	"
ベンゼン (80.1°C)	軟 化	"	"	"	"	"	"
トルエン (110.8°C)	やや軟化	やや軟化	"	"	"	"	"
キシレン (136~141°C)	不 変	"	"	"	"	"	"
シクロヘキサノン (80°C)	軟化表面粗	軟 化	"	"	"	"	"
アンモニア水 (28%)	不 変	やや軟化変色	"	"	変 色	白さび発生	B
亜硫酸水 (6%)	"	不 変	"	表面粗化	"	赤さび発生	"
過酸化水素 (30%)	"	"	"	不 変	不 変	不 変	"
二硫化炭素 (46.2°C)	軟 化	"	"	"	"	"	"
フォルムアルデヒド	不 変	"	"	"	"	やや白さび	"
アセトアルデヒド (20.2°C)	"	"	"	表面粗化	変 色	白さび発生	"
アセトン (56°C)	軟 化	軟 化	"	不 変	"	黒 化	"
ニードル (34.6°C)	不 変	"	"	"	不 変	不 変	"
石油エーテル (30~60°C)	"	"	"	"	"	"	"
醋酸メチル (57.1°C)	軟 化	やや軟化	"	"	変 色	"	"
醋酸エチル (77.1°C)	"	不 変	"	"	"	"	"
石油ベンゼン	不 変	"	"	"	"	"	"

* 試験法 A は各薬品の蒸気が充滿した容器内に材料を入れ、45±5°C の恒温槽に 56 時間、常温で 16 時間を経たもの。A' は材料を液中に入れ他は A に同じ。B は薬品蒸気中に 40±5°C で 8 時間、常温で 140 時間経たもの。



特許と新案

昇降機制御装置

考案者 宮城 晃・金野武司

昇降機カゴの着床運転時にカゴの減速を十分に行うため、駆動用電動機を速度制御する発電機に主界磁とともに差動補助界磁を設け、これを着床運転時に付勢すれば発電機出力を十分小さくし電動機駆動力を小さくできるが、一方これによりカゴの移動停止は負荷荷重の大きさに左右されて、所定の着床運転を行うことが困難となる。

そこでこの案は、速度制御用発電機に設けた差動補助界磁を、カゴの着床運転時に一定時間だけ付勢し、カゴが負荷荷重のために階床の手前で停止しても、上記時間が過ぎれば再起動してかならず所定の着床位置に達するよう構成した。

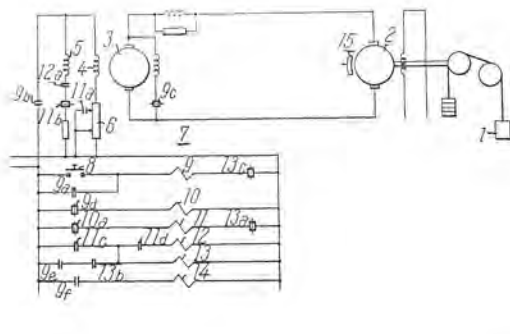
すなわち、昇降機カゴ(1)の駆動用電動機(2)をワードレオナード方式で速度制御する発電機(3)に、主界磁(4)と差動補助界磁(5)を設け、この補助界磁(5)の付勢回路に接触子(11b)(12a)を挿入する。上記接触子はカゴが起動し、一定時間後に主界磁の界磁抵抗(6)が短絡され高速運

転にはいると、接触子(11b)は開放し接触子(12a)は閉成するようになされ、またカゴが階床前にあらかじめ設定した第1位置に達すると、接触子(11a)(11b)は図示状態にもどる一方接触子(12a)は一定時間後に開放するようになされている。したがって接触子(12a)が開放するまでの間に接触子(12a)(11b)が同時に閉成することになるので差動補助界磁(5)が付勢される。補助界磁(5)の付勢は主界磁(4)の界磁抵抗挿入と相まって、発電機出力を十分小さくしカゴを低速となす。接触子(12a)(11b)が閉成状態にあるとき、カゴが続いて第2位置に達すると、制御回路(7)は開放され電磁制動機(15)が作動しカゴを停止させる。

もし、カゴが負荷荷重のため上記第1第2位置の間で停止すると、接触子(12a)は上記一定時間が過ぎれば開放して補助界磁(5)を消勢するので、始めの起動時と同様に主界磁(4)だけが付勢されてカゴをふたたび起動させる。そしてカゴが第2位置に達すれば、上記のように制御回路(7)は開放され電磁制動機が作動してカゴを停止させる。

したがってこの案によれば着床運転時にカゴを十分低速となし、これを所定位置に達するように運転することができる。

なお、図中の継電器コイルは対応符号の接触子を開閉する。このコイルのうち、(10)、(12)は限時復帰形継電器コイル、(13)は誘導子形継電器コイルを示し、また接触子(13a)(13b)はカゴが階床前の第1位置に達すると作動し、接触子(13c)は第2位置に達すると作動する。(14)は電磁制動機用コイルである。(実用新案登録第 462755 号)(山田記)



密閉形冷凍機

考案者 石川 嘉孝

この考案は、圧縮機(1)と、それに直結するモータ(2)からなる可動部分を密閉筒体(3)内に支持する支持装置に改良を加えたもので、この支持装置は、モータ・フレーム(4)の外周両側端の適宜の位置に定着された複数個のばね取付板(5)と、この取付板にほぼ中央部が定着され、自由端が上記密閉筒体(3)の円周方向に延長する弧状の板ばね(6)からなり、上記密閉筒体(3)の斜上方に位置するもの(7)(8)

だけが一端を筒体に取り付けているが、他はすべて自由になされている。(9)はこのばね板の自由端に取り付けられたばね足で、油、冷媒に耐えることはもちろん、耐熱性を有する合成樹脂でつくられている。

周知のように、モータには不可避免的な不平衡力があるし、また圧縮機も図示のような立て形2シリンダであると、かなり、不平衡が残存するため、これが合成されて不規則な振動を生じ、これに伴って不快な騒音を発する欠点があるが、これを、この考案のようにすると、合成不平衡力に対し、板ばねはフレームの径方向にバウンドしてこれを緩衝し、不快な騒音の発生を阻止する。

また従来のものに比して、緩衝部品が一段と小形軽量になるし、冷凍機全体も筒体内側と可動部分との隙間を狭めうるため小形にすることができる。

(実用新案登録第 460385 号)(鈴木記)

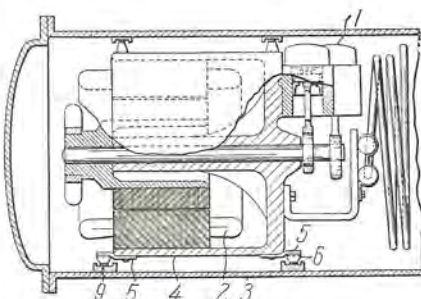


図 1

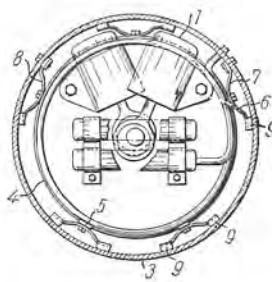


図 2

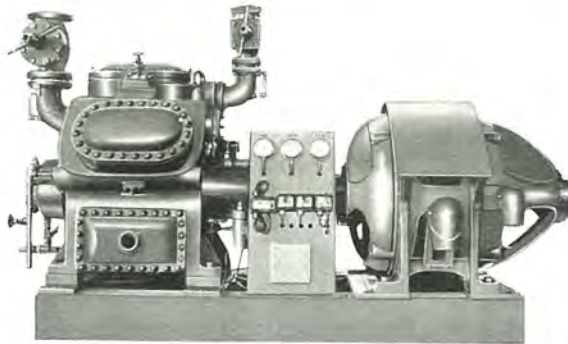
最近登録された当社の特許および実用新案

区 別	名 称	特許または 登 録 日	特許または 登 録 番 号	発 明 考 案 者	所 属 場 所
特 許	圧縮液体遮断器	33- 5-21	242332	米沢克昌	伊 丹
"	電磁接触器の耐衝撃装置	"	242333	木藤六吉	長 崎
"	圧縮液体遮断器	"	242334	富永正太郎	伊 丹
"	積算無効電力計	33- 5-24	242335	山 県 穆	福 山
"	研磨盤装置	"	242336	国崎 重・早田作平	福 岡
新 案	変圧器騒音防止装置	33- 4-16	475662	坂田邦寿・藤木 一	無 線 機
"	テーパ底合締付用ボルト	"	476563	黒岩利明	姫 路
"	エンジン冷却装置	"	475664	西山賢明	"
"	エンジン冷却装置	33- 4-28	476208	"	"
"	套管保護間隙装置	"	476372	鎔本 光	伊 丹
"	電気車の発電制動装置	"	476373	北川和人	"
"	足踏抵抗器	"	476374	高見 滋	福 山
"	足踏抵抗器	"	476375	木村雅夫	"
"	接触器収納筐	"	476376	宮内圭次・野間良員	伊 丹
"	遮断器接触部	"	476377	渡辺睦夫	神 戸
"	電動ホイスの手動制御装置	"	476378	高松茂利・藤木博愛	福 岡
"	巻上機車両進行方向指示装置	"	476379	吉川 宏	長 崎
"	遮断器の過電流引はずし装置	33- 7- 1	479001	小路誠春	神 戸
"	救命浮器	"	479002	尾島学二・成沢一男	世 田 谷
"	四線式、二線式どれにも接続可能な中継装置	"	479003	檜本俊弥・北垣成一	無 線 機
"	温度制御装置	"	479004	吉田太郎	名 古 屋
"	耐湿絶縁筒	33- 7-15	479619	花好精三	伊 丹
"	計量器の駆動装置	"	479620	加藤義明	福 山
"	螢光灯安定器	"	479621	東 昇・村井直道	大 船
"	ワードレオナード式揚錨機制御装置	"	479622	和田義勝	長 崎
"	電気車制御器のノッチ確認装置	"	479623	相田茂夫・小倉英雄	伊 丹
"	噴流形洗濯機の回転翼	"	479624	武井久夫	名 古 屋
"	風冷式単極水銀整流器	"	479625	楠井奈良一	伊 丹
"	風冷式変圧器の放熱器騒音防止装置	"	479626	藤木 一・坂田邦寿	"
"	早切りタイムスイッチ	"	479627	加藤義明・神本明輝	福 山
"	電動井戸ポンプ	"	479628	斎藤定臣	福 岡
"	回路遮断器の把手	"	479629	篠崎善助・高見 滋	名 古 屋
"	静止励磁形交流発電機の界磁装置	"	479630	杉山昌司・町野康男	"
"	静止励磁形交流発電機の界磁装置	"	479631	" "	"
"	内燃機関着火断続器レバー	"	479632	大村半弥	姫 路
"	断続器直空進角装置	"	479633	黒岩利明	"
"	放電灯陰極	"	479634	久保幸正	大 船
"	超音波探傷器用採傷子	33- 7-18	479829	豊田準三・近藤敬吉	無 線 機
"	放電灯陰極	"	479830	竹田俊幸	大 船
"	接触形整流機	"	479831	岡 久雄	研 究 所
"	三方弁	"	479832	今北孝次・今井 光	長 崎
"	電気通信機器	33- 7-25	480206	植竹勝人	無 線 機
"	電気炉保護装置	33- 7-31	480288	田宮利彦	伊 丹

故障がなく安心して使える

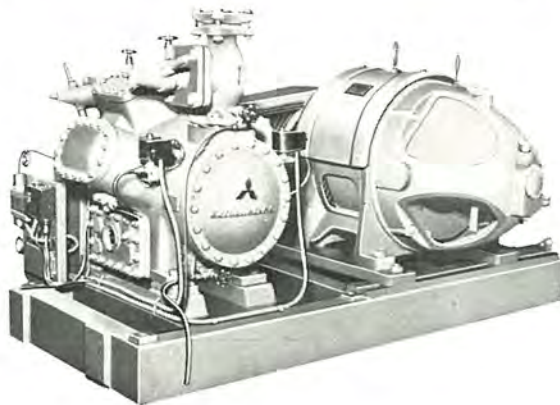
三菱冷凍機

MB-6 C 形



三菱冷凍機は各方面から広くその機能の優秀性を認められ、標準化された量産態勢のもとに年々ひやくな実績をあげ、ますます好評を博しております。

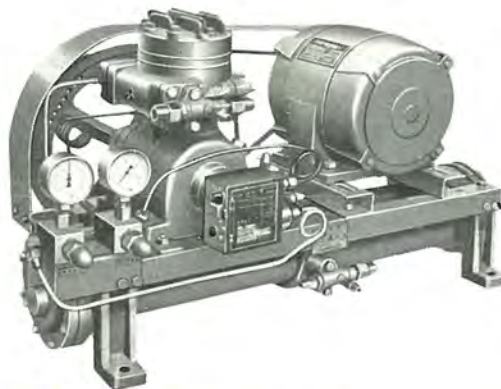
MC-8 B 形



冷凍機の種類

機 種	形 名	動力 (HP)
高速多気筒形	MA, MB, MC 形	20~200
中 形	DK 形	7 $\frac{1}{2}$ ~10
半 密 閉 形	CST 形	5~7 $\frac{1}{2}$
小 形	B, H, R, T 形	1 $\frac{1}{4}$ ~7 $\frac{1}{2}$

CW-6100 H 形



特 長

1. 小形, 軽量
2. 保守, 手入れが簡単
3. 完全なるバランス
4. 密封完全
5. 耐久性に富む

昭和 33 年 10 月 10 日 印刷

昭和 33 年 10 月 15 日 発行

「禁無断転載」 定価 1 部 金 100 円 (送料別)

雑誌「三菱電機」編集委員会

委員長	大石 久保 謙	常任委員	宗 村 平
副委員長	石 川 辰 雄	委 員	岡 屋 二
"	浅 井 次 郎	"	進 藤 潔
"	荒 井 德 二	"	立 原 二
"	安 藤 安 武	"	竹 内 村
"	木 村 富 次	"	津 松 尾
"	小 堀 得 一	"	松 尾 又
"	高 井 光 文	幹 事	井 上 八
"	中 馬 田 新	"	市 村 宗
"	松 田 栄 一		
"	山 田 一		

(以上 50 音順)

編集兼発行人	東京都千代田区丸の内 2 丁目 3 番地	市 村 宗 明
印 刷 所	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目	大日本印刷株式会社
印 刷 者	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目	長 久 保 慶 一
発 行 所	三菱電機株式会社内	「三菱電機」編集部
		電話 和田倉 (20) 1631
		日本出版協会会員番号 213013
発 売 元	東京都千代田区神田錦町 3 の 1	株式会社オーム社書店
		電話 (29) 0915・0916 振替東京 20018