

**MITSUBISHI DENKI**

# 三菱電機



山王国際会館 ホテルニュージャパン 全景

9

**VOL 34 1960**



# 三菱エレベータと エスカレータ

客用エレベータは建物玄関のもっとも目だつ場所に設置されますから、建物の設計に調和していっそう優美さを増すようにエレベータの三方ツク・乗場の戸・かご室・照明などの形状と色彩とに斬新な設計がなされております。最新の傾向としては

- ★ 三方ツクをブロンズまたはステンレス製にし表面にヘヤーライン仕上を施したもの。
- ★ 三方ツクの奥行を直線的あるいは末広形で簡潔な形状にしたもの。
- ★ 三方ツクの奥行が広くてもシキイの幅を狭くしたもの。
- ★ 乗場位置知らせ階数文字を三方ツクに埋込んだものの。

写真は ホテルニュージャパンの客用エレベータ1階中央ホールです。黄金色にかがやくツクと扉はホールの意匠デザインとマッチして莊重華麗なふんい気を作り出しています。



エスカレータは輸送能力により800形、1200形の2種類があり、仕様概要は次のとおりです。

形 名	800 形		1200 形	
欄 干 有 効 幅 踏 段 幅 定 格 容 量(毎時) 速 度 傾 斜 角 度	800 mm		1,200 mm	
	610 mm		1,010 mm	
	5,000 人		8,000 人	
	27 m/min		27 m/min	
	30 度		30 度	
最 大 揚 程	7.4 m まで	10 m まで	4.7 m まで	7.0 m まで
使 用 電 動 機	7.5kW 8 P	11 kW 8 P	7.5kW 8 P	11 kW 8 P
電 圧	200/220 V		200/220 V	
周 波 数	50/60 c/s		50/60 c/s	
外 装 内 訳 名 称	材 料 お よ び 仕 上			
内 側 パ ネ ル	1. 高級仕上銅板 メラミン または ラッカー塗装仕上 DP 形			
	2. ステンレス ヘヤーライン			DP 形
	3. 強化ガラス 全スリムライン照明			DI 形
	4. 強化ガラス 透 明 形			DTT 形
デ ッ キ ボ ー ド	アルミ合金引抜 アルブライツ仕上			
ス カ ー ト ガ ー ド	ス テ ン レ ス ヘヤーライン			
クシ板およびランディングプレート	ア ル ミ 合 金 すべり止模様入り			

写真はホテルニュージャパンの800 DI形です。クリートライザはわが国のエスカレータメカのうちで当社だけが採用している独特な方式であります。







#### 表紙説明

この会館は山王国際会館（アパートメント）およびホテルニュージャパンを収容した日本最初の複合三叉形の地上10階、地下2階の高層ビルであり、その内部設備は技術の粋をあつめた新機軸のもので、当社はその機器ならびに内部総合工事一切を施工し、本年3月完成をみたものであります。写真はホテル玄関を主とした会館の全景であります。



# 三菱電機

昭和35年 第34巻 第9号 (建築と電気特筆)

## 目次

建築設備の伸展と技術者の養成	桜井省吾	2
山王国際会館ならびに ホテルニュージャパン の設備	青山越男	4
山王国際会館 ホテルニュージャパン の冷暖房装置の概要	佐野礼次郎・志波東一	7
山王国際会館 ホテルニュージャパン の冷凍装置	清水一朗	13
山王国際会館 ホテルニュージャパン の通風機	宮内貞夫	16
山王国際会館 ホテルニュージャパン の三菱水封式電動水中ポンプ	八木 勝・本間吉夫	19
山王国際会館 ホテルニュージャパン の エレベータ、エスカレータ、ダムウエータ	石川理一・三木秀夫	23
山王国際会館 ホテルニュージャパン の電気施設	井上八郎・高橋平三	35
山王国際会館 ホテルニュージャパン の照明設備	高島秀二・橋本武雄	44
山王国際会館 ホテルニュージャパン の NC 形 コントロールセンタ	梶田保雄	53
ビル用 20 kV キュービクル	瀬戸義雄・矢野広男	57
自動車用 エレベータ	瀬原田三郎・百合草 釧	67
関西電力本社ビルの4カー オートセレクトパタン オートエレベータの実態調査	宮城 晃・板垣晃平	71
三菱 D 形 エスカレータ	武長 豊	80
閉鎖三段式 パワーセンタ	横浜 博	84
デジタル演算高速化装置(1)	穂坂 衛・嶋村和也・中島正志・吉江高明・首藤 勝	89
インド向け交流電気機関車用相変換機(2)	大野寛孝・八木 勝・白田長一・和田義彦	97
マグネットワイヤの熱劣化	森田義男・坂田桂三	109
《技術解説》		
火力発電シリーズ：蒸気タービン(2-2)再熱蒸気タービンの油圧式調速装置		126
《文献抄訳》		
原子炉炉心の新しい接合技術・シタ断器は油か、空気か、ガスか・鋼管製造装置のサイパック制御・シリコン整流器の適用技術		134
《ニュースフラッシュ》		
九州電力長崎変電所のシリーズコンデンサ実運転にはいる・台湾電力向け開放形ヒューズカットアウト完成・クリネ社付ユニテ・MA-E形電気式マニフレータ・高電圧制御用の熱陰極グリッド制御放電管5G79(MQ-7269)・関西電力尼崎第三発電所および中国電力新宇部発電所向け192,000 kVA 内部冷却タービン発電機受注・帝都高速度交通営団2号線新車用電機品受注		136
《特許と新案》		
(特)送電線保護装置・(特)遠方監視制御方式		139
《最近における当社の社外講演一覧》		6
《最近登録された当社の特許および実用新案》		15, 56
《表紙》		
2. 三菱エレベータとエスカレータ		
3. 近代照明の三菱電機		
4. 三菱クリネ		

# 建築設備の伸展と技術者の養成

芝浦工業大学教授 工学博士 桜井省吾

## Expansion of Building Equipment and Cultivation of Engineers

Professor of the Shibaura Institute of Technology Dr. Shōgo SAKURAI

Development of building equipment has undergone three stages of transition from the beginning of Meiji era to the post-war period. It has been receiving rather little attention in spite of marked progress in architecture. The equipment of modern buildings so wide a variety of lighting, traffic facility, sanitary arrangement, air conditioning and the like that its cost accounts for 40~50% of the total building budget. However, the number of engineers who have specialized this line of business is only one tenths of architects. The writer, then, lays emphasis on the point that to elevate the horizon of architectural standard in this country cultivation of specialists is one of pertinent problems at present.

日本の建築設備の発達は、次の3段階に大別できよう。第1は明治末から関東大震災のあった大正12年、第2は大正12年から昭和17年ごろ、第3は終戦の昭和20年以降である。大規模な建築がぼつぼつ建ちはじめたのは、明治末であるが、建築設備は欧米よりひどく遅れていた。建築技術は、明治の始め諸先輩が英米に留学し、あるいは政府が外人技師を招聘していたから比較的早く欧米様式のすぐれた技術が取入れられた。これに反し、設備の面では、わずかに宮沢商会（給排水設備を開業、明治18年、1885年）とか高田商会（主として暖房設備、明治23年、1890年）とか2~3の商社が外人技師の指導で行なう状態であった。

大正12年、関東大震災で東京、横浜の目抜きはほとんど烏有に帰し、この復興には米国が多量の資材や技術援助をしてくれた。これが契機となって、建築設備は本格的なものとなった。その後、数年の間暖房設備でも給排水設備でも、資材の大半は欧米の製品に依存し、国産品を用いることはごくまれであった。昭和にはいって、管類、ボイラ、放熱器、衛生陶器などの国産品が本格的に製産され、一般に使用された。技術の進歩も急速で昭和10~12年ごろは、おどろくべき隆盛さをみたのであった。

戦時中、まったく空白であった設備は終戦後米軍の進駐によって、もとに復しいっそうの隆盛を来たしたことは、記憶に新しい。現在は、欧米、ことに建築設備の先端をゆく米国に比しても、一部を除いて水準に落差がないと自負できる。遠く欧州にみると、設備の大きい発展の第1段階は英国の産業革命期（1750年からはじまる）にあった。わが国では、大正の大震災、第2次大戦の震災とが段階で、はっきり進歩の跡がうかがわれるのである。

戦後の設備の特色として、次のものがある。光電管によるボイラの自動燃焼装置、また電子管による自動方式はエレベータの発停装置、空気調和設備における温度・湿度の調整、マジック・ドアの開閉等々に利用され、その他広範に用いられている。また、多気筒高速形あるいはターボ冷凍機の進出は欧州をしのぎ、空気調和設備の研究も自動装置以外で米国と伯仲の状態といって過言でない。その普及率も、家庭用電気製品とともに大きい伸び方である。また、エレベータ、エスカレータ、電気集じん器なども、非常に進歩したといえる。これらの急激な発達は、それぞれの専門分野の方々の研究と努力によるもので、使用者側とともに設備技術者が感謝し、敬服してやまなところである。



戦後の新材料として、合成樹脂が挙げられる。身近なもので、管類に硬質塩化ビニール管、ポリエステル管があり、衛生陶器に代わるポリエステルの浴槽・流し・洗浄用システムなどができた。これらの製品の内には、まだ研究途上にあるものもあるが、広い用途が期待される。

今後、建築設備で大きい役割を果たすものは電子工学の応用であろう。おそらく、ここ10年は各国ともに電子工学の分野でエレクトロニックスの研究に没頭し、それを利用した新鋭機が生まれるものと予想される。電子冷凍器、エレクトリック・ルミネッセンス（面光源）などの実用化は待望される一つである。

電子冷凍器は、設備費をおしはず、経常費にこだわるなければ、ある程度の利用は現実には可能の状態にある。今日までに発表されたもので、 $27^{\circ}\text{C}$ を基準としてツビエトは $-45^{\circ}\text{C}$  ( $72^{\circ}\text{C}$ の温度差)、アメリカは $-43^{\circ}\text{C}$  ( $70^{\circ}\text{C}$ 差)の成果をあげている。日・英・独でも大体 $70^{\circ}\text{C}$ 差まで進んでいるという。半導体には、多くのものが用いられているが $\text{Bi}_2-\text{Te}_3$ は比較的効率がよいといわれる。効率、価格の点でそれにまさる材質が発見されれば、実用化の時代にはいったことになる。米国では、すでに工費におかまいたしの鉄道信号機、ミサイル、ジェット機に暖冷用として用いた例があるという。

エレクトリック・ルミネッセンスは3年前アメリカのある電球会社で研究中のものをみたことがある。壁面にとり付けた $2\times 2\text{m}$ 大の面光源は、ライト・グリーンの美しい光を放射していた。当時、まだ電圧が高くて市販できないといていた。最近、入手したシルバニア会社製品のナイト・ライトは、径約75mmの薄い盤でソケットに挿入すると赤色または青色の美しい光がでる。おそらく、面光源の一手前の製品と思われる。

最後に、わが国の建築設備の実状を振り返ってみたい。上述したように、設備技術は世界水準に比べておと

るとは思わないが、一つのゆきづまりがある。それは、設備技術者の不足である。建築士は約15万名を数えるが、設備士（衛生工業協会の資格試験に合格したもの）はわずか約1,000名である。仮りに、受験しないものがあるとしても、建築士の比ではない。この原因の一つは、設備技術者の養育機関が十分でないことにある。終戦直後きた米国教育視察団から、大学の建築学科に設備講座が不足していると勧告されたが、指摘がなくても実状にかんがみ充実すべきであった。大学によって土木、建築、機械工学科に含めて授業しているところもあるが、できれば、建築設備工学科（名称は1案だが）として独立したものがのぞましい。これに盛る科目は、非常に多いからである。

わが国では、おくれらせながら関東学院大学が昭和34年4月から独立の準備をはじめ、北海道大学は衛生工学科に第4講座として昭和35年4月から開講し、他の大学でも逐次新設の機運にある。しかし、この種の計画は種々な障害で早急には進まぬ面がある。

米国のCalif. State Polytechnic College, State College of North Carolina, Los Angeles City College of Engineeringなどは、すでに独立した学科をもち、イリノイ、ケンタッキー、ミネアポリス各州立、その他多くの大学では設備科目を建築学科の内で充実させている。これによって多数の人材を得て、多くの研究が進められ、同時に現実の仕事も進歩してゆくのである。

とまれ、一つの建築物を造るのに建築設備の工費は、総工費の40~50%、時には50%を越す比率となるから建築士の数の何%かに匹敵する人員を必要とする訳である。現在のように不足した技術者では、設計でも現場でも十分な業績は挙げ得ない。われわれは、この実状にたいする文部当局や工業大学経営者の認識と善処を望む次第である。



# 山王国際会館ならびにホテルニュージャパンの設備

本 社 青 山 越 男\*

## Equipment of Sanno International Hall and Hotel New Japan

Head Office Etsuo AOYAMA

In the time honored district of Sanno in Tokyo was laid a corner stone of an edifice about three years ago. Now there stand the Sanno International Hall and the Hotel New Japan provided with all possible modern facilities as such. Mitsubishi is proud of its participation in the completion of the magnificent buildings, supplying every electric apparatus needed to them. The writer gives in this report description on high-lighted points of the equipment which the company supplied, believing that the work will remain forever in the memory of all parties concerned.

昭和32年4月に帝都の由緒ある山王の杜の一角にウツが入れられてから今日まで約30年の星霜を経てここに山王国際会館ならびにホテルニュージャパンがめでたく竣工したことはまことにご同慶に堪えないところである。

地上10階地下2階延13,700坪、日本で最初の試みである6層24面採光という放射形の白亜の瀟洒な偉容を持つこの近代的ビルディングが将来邦家のため果たすであろう文化的な大きな役割はけだし測り知れないものがある、と同時にこのビルディングの設備工事全般を責任施工した当社はほのかな誇りと意義を感じる次第である。

三菱電機はさきに有楽町の読売会館（そごう百貨店）の設備全般を施工完成したが、今回右に勝るとも劣らない大規模なこのビルディングの設備全般の計画施工を佐藤武夫建築事務所から命ぜられ、建築の大成建設、鉄骨工

事の日本鋼管とともに参画したのである。

このビルディングは冒頭に述べたように佐藤武夫先生の独自のアイディアによる6層放射形という建築方式である関係上、諸設備の機械器具の配置あるいはエアコン、給排水、電気配線等そのゾーニングは他の建築に見られるものとは異なった様式を採用した次第である。

エレベータの配置も各ウイングごとの交通の流れに主眼を置いて分散配置しセントラル・システムは避けた。

ここに当初の設計計画が決定されて昭和32年4月高級アパートとして基礎工事、コンクリート打と着々建設は進展したのであるが、コンクリート打半ばとなって建物の用途が根本的に変更となった。

すなわち延床面積の63%に相当する前面をホテルにするという大幅な変更が漸行されることとなり、この間基本的な設計変更により約50日の日を費し、設備もこれに伴い大変更を余儀なくさせられたのである。

かくしてホテルニュージャパンが誕生することとなり、佐藤事務所のほかに中山克己設計事務所が加わり、相携えて原設計の建物の大部分をホテルに変更するという大工事の具体化に踏切られたのである。

すなわち建物正面入口にロビー、ならびに前面2～3階吹抜けの大パンケットホール増築、さらに地下1階にアーケードの新設、ランドリ、厨房設備の拡張、また1階～3階までの個室を全廃して和洋食堂に変更するだけでなく、トルコ風呂の設置など近代建築としてバラエティに富んだ高級ホテル様式に変容されたのである。

近代建築においてそのビルディングの機能の優劣は一つにかかってその設備いかにあることは論をまたないの



図1 外観写真  
Fig. 1 General view.





図 2 バンケット・ホール の内部  
Fig. 2 Interior of a banquet hall.

であるが、とくにこのビルディングはホテルでありアパートであり人間の生活と直結し、内容的にはその居住性、その社会性がきわめて尊重されなければならないので、われわれ設備業者としても心胆を砕き最大の努力を払ったのである。

すなわち冷暖房工事において個室部分には“オール・フレッシュエア”システムを思いきって採用し従来の考え方から大きく飛躍して居住性の万全を考えたのである。

地上10階建による各階天井高さの制限によるダクティング配管配線のサイズの縮小を工夫し、各階3系統分割によるエアコン・ゾーニングの分割などはこのビルディングの設備系統としての特長をいかに具現したものと考えている。

また建築の沈下防止と地下用水の節約をはかり、極力井水使用を避けもっとも水量を要求される冷房用水はほとんど屋上に設置した冷却塔により、その他はほとんど上水を利用した。これは衛生上の見地からもさらに上水井水と配管の輻輳を避ける意味においても効果がある。

館内照明については一般階のロビー、大食堂、バー等それぞれの異なったふんい気をかもし出すよう細心の注意を払い、また個室廊下などそのデザイン照明などいく回となく変更調整によりそれぞれその周辺の内装、デザインとマッチするよう努力を払ったわけである。

さらにゾーニングの分割による各機器の各階配置により、その振動、シャ音、吸音にはとくに留意し、宿泊者に不快な感じを与えないよう努力した。

ホテル用インディケータ、拡声装置、調光設備等あらゆる近代的建築設備を装置して現在わが国の最高級のホテル・アパートとして誇るに足るものである。

最後にビルディングの交通機関であるが6層放射形という設計を考慮し、セントラル・システムを避けて建物の各ウイングのそれぞれの人の流れを円滑にするため、エレベータおよび荷物用リフトが分散配置された。

ホテルバンケットホールの顧客の昇降をおもなる対象として山王国際会館ならびにホテルニュージャパンの設備・青山

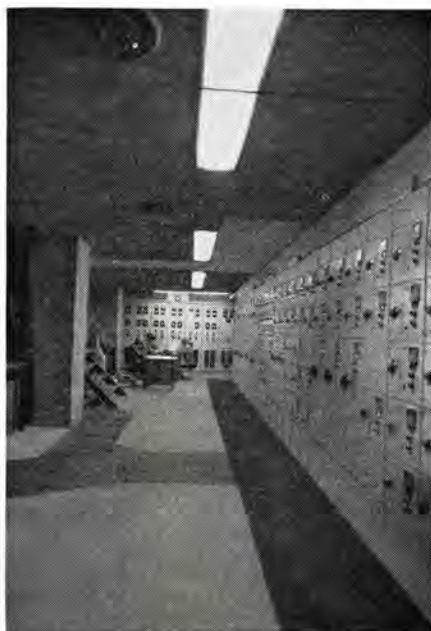


図 3 電気室全体  
Fig. 3 Electrical room.



図 4 エレベータ 姿 (正面)  
Fig. 4 Elevator.

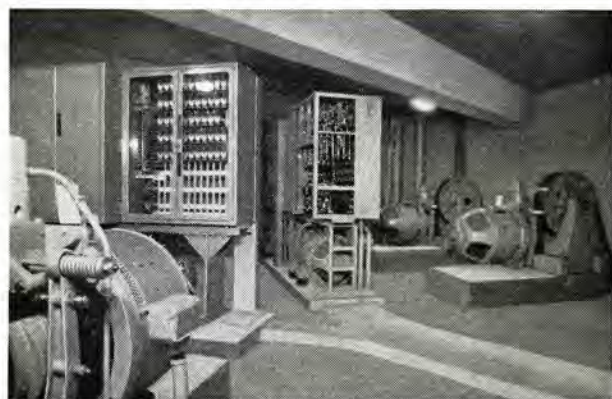


図 5 機械室全体  
Fig. 5 Machine room.

エスカレータを1基設置したが、バンケットホール周辺の内装全体にアクセントを添えた交通上の実質的效果も大きいものと考えている。

なおこの主題とは遊離するが筆者は全日本のビルディングの交通機能の向上のためエスカレータに対する規準法の適用とか解釈を欧米先進国並に緩和してエスカレータの



ビルディングへの設置を一段と促進していただくよう、建設省ならびに建築関係の諸彦に強く要望してやまないものである。

現行建築業規準法においては エスカレータ の最大幅員(踏段の規準1,000 mm内外)をこれ以上大きくすることは認められていないだけでなく 規準法第 23 条において 階段の最小幅は

1,200 mm (百貨店は 1,400 mm)

となっておりかかる点から規準法そのものによれば エスカレータ は階段の一部と認められにくい結果となるのである。

しかるところ エスカレータ はその構造機能いずれの点から見ても運転時においても停電による停止状態においても階段としてまったく安全であり有効である。

この点なにとぞ大方の諸彦の格別のご理解とご詮議をせつにお願いする次第ある。

締めくくりとしてこの ビルディング に設置された設備を摘要すると

エスカレータ (800 形)	1 台
エレベータ (客用および貨物用) 直流可変電圧式	11 台
リフト (厨房用)	3 台

冷房工事 (全館)	1 式
使用冷凍機 (300 冷凍トン、レシプロ式)	5 台
冷房工事 (パンケットホール向け)	
使用冷凍機 (40 冷凍トン、レシプロ式)	3 台
暖房工事	
高圧水管式気街 (5,900 kg/h)	3 基
電気設備	
総 容 量	3,700 kVA
衛生工事	1 式
給排水給湯設備	1 式
消火防火設備	1 式
照明設備	1 式
その他	

である。

欄筆に当たりこの工事施工にとくにご指導をいただいた佐藤、ならびに中山両建築設計事務所の各位と大成建設の各位に深甚なる謝意を表すると同時に 2 年有余の長工期中誠心誠意事に当たり 延稼動人員 15 万人を超過する困難な大工事であったにもかかわらず不撓不屈最善の努力とご協力を惜しまれなかった協力会社各位に衷心から厚く御礼申上げる次第である。

最近における当社の社外講演一覧

講演年月日	主催および開催場所	題 名	講 演 者	所属場所
35- 3- 1	交流電気機関車補機委員会	ED-7019 ED71 および印度向け交流電気機関車補機回路の試験仕様書の検討	八木 勝・大野寛孝	名古屋
"- 3- 3	マシナリー	電磁 クラッチ 性能の現況と問題点	三矢周夫	名古屋
"- 3- 4	生産技術研究会	電気機器絶縁の進歩	原 仁吾	研究所
"- 3-10	日刊工業新聞社	ダイナサイト 鋳鉄	鈴木一郎・星野克英	名古屋
"	電気学会関西支部	電気機器絶縁の進歩と絶縁診断	原 仁吾	研究所
"- 3-15	中部電気協会	電鉄用 シリコン 整流器変電所	加藤又彦	伊 丹
"- 3-18	中部照明改善委員会	住宅照明と学校照明 (眼の衛生と照明講演会)	小堀富次雄	本 社
"- 3-29	薄膜総合研究会	半導体薄膜の光電的性質	吉沢達夫	研究所
"- 3-31	応用物理学会	CdS 単結晶の電場発光	小宮啓義	研究所
35- 4- 1	応用物理学会	イオンポンプ の特性について	藤永 敦	研究所
"	応用物理学会	Mgo 冷陰極 $\alpha$ パルス 特性	青木伸一	研究所
"- 4- 2	放電加工研究会	米国の放電加工機	斎藤長男	研究所
"	応物計測学会	多成分用赤外線 ガス 分析計	安東 滋	研究所
"	金属学会、粉末冶金技術協会、計測学会	フェライト の焼結について	中村 弘	大 船
"- 4- 4	日本能率協会	設計管理 セミナ	前田幸夫	本 社
35- 6- 3	大阪府立工業奨励館	簡略図法による図面の標準化	松尾準一	本 社
"- 6-11	規格協会関西支部	社内規格の作り方・マトメ方	松尾準一	本 社



# 山王国際会館 ホテルニュージャパンの冷暖房装置の概要

本社 佐野礼次郎\* 志波東一\*

## Outline of Air Conditioning Equipment in Sanno International Hall and Hotel New Japan

Head Office Reijirō SANO Tōichi • SHIBA

The Sanno International Hall and the Hotel New Japan take a peculiar, trifurcate shape in construction. In addition, ten floors are fit in a limited height by the building law. These factors bring about unusual complication in the design of air conditioning. The most outstanding is a provision to permit personal adjustment in guest rooms of their room temperature. Soundarresting boxes eliminate noise of high pressure air from ducts indicate an advancement in design.

昭和35年3月竣工した山王国際会館 ホテルニュージャパンは、ホテル建築様式としても画期的な複合三叉形でありかつ現在わが国の建築法によって制限された高さ以内に10階をとっているため冷暖房装置は従来にない複雑さを見せている。

図1は本会館の平面を示すもので、中央、東、西、南コアと称する部分を中心としてかつまた基点として冷暖房の装置をしている。すなわち通風関係は中央を除いた各階の各コアに通風機ならびに調和器を設置しそのコアを中心として放射状に送風し新鮮空気は各コアの屋上にある塔屋機械室から通風機により取入れ各階各コアの通風機で送っている。各コアの調和器には地下2階機械室に設置された冷凍機またはボイラによって作られた冷水

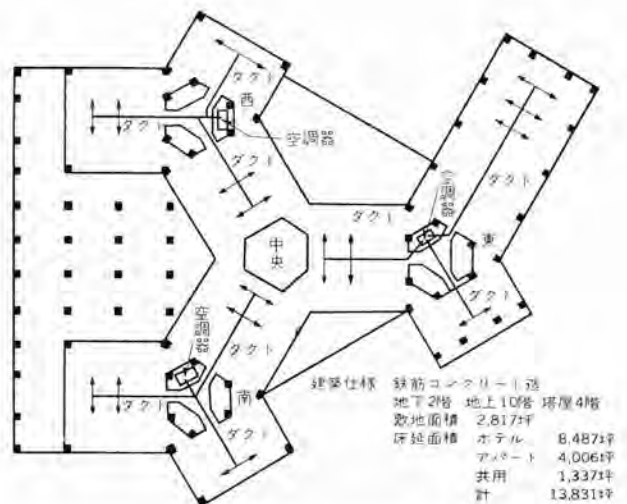


図1 山王国際会館の平面図

Fig. 1 Plan of Sanno International Hall



図2 山王国際会館地下2階機械室配置図

Fig. 2 Machine room layout of the Sanno International Hall.

- ①～⑤ 冷凍機
- ⑥ 冷凍機
- ⑦⑧⑨⑩ 冷温水循環ポンプ
- ⑪⑫⑬⑭ 凝縮機冷却水循環ポンプ
- ⑮⑯⑰⑱ 蓄電池
- ⑲ 外気処理調和機
- ⑳ ロビー用外気処理調和機
- ㉑ 地下店舗用外気処理調和機
- ㉒ 管理系統用外気処理調和機
- ㉓②④ 汚水ポンプ
- ㉔⑤⑥⑦ 汚水ポンプ
- ㉕ エアシャワー用フロア
- ㉖ 殺菌水ポンプ
- ㉗ スプレーポンプ
- ㉘ 消火栓ポンプ
- ㉙ アパート用揚水ポンプ
- ㉚ アパート・ホテル兼用水ポンプ
- ㉛ ホテル用揚水ポンプ
- ㉜ アパート用ストレージ・タンク
- ㉝⑧⑨ ホテル用ストレージ・タンク
- ㉞ ホテル厨房用ストレージ・タンク
- ㉟⑪⑫⑬ ボイラ
- ㊱ 暖房用熱交換機
- ㊲ 冷温水循環ヘッダ
- ㊳ ポンプ用制御盤
- ㊴ 冷凍機用制御盤
- ㊵ 冷凍機用制御盤
- ㊶⑭⑮⑯ ポンプ用制御盤
- ㊷⑰⑱⑲ ボイラ用制御盤
- ㊸ 機械総合監視盤
- ㊹ コントロールセンタ
- ㊺ 変圧器室
- ㊻ ショ断器室

または温水の配管がなされ夏期は冷水によって冷風、冬期は温水による温風によって冷暖房が行なわれる。

冷凍機、汽缶ならびに付属設備は地下2階機械室に設備され、通風の系統を大別すると ホテルロビー、食堂など一般階、ホテル 個室、アパート 関係の三区分となっておりとくに ホテル、アパート と個室部分については全通風量を新鮮空気をうい全通風量を排気しており、いわゆる 100 % fresh air による空気調和を行なっており快適な空気状態を得られるように考慮してある。

図2は地下2階機械室の配置を示すものである。

各通風系統ともその大部分の風導管は先に述べた階高などの建築構造上の関係から高速高圧風導(High speed high pressure duct)を用い、消音ボックスを経て吹出口から送風されている。

なお図3および図4は消音ボックス およびその試験 データを示しており、この データによるとこの消音装置によってホテル、アパート などの個室に高速 ダクト を安心して使用しうることがわかる。

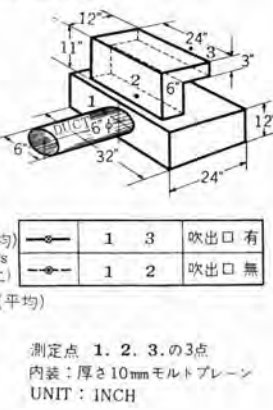
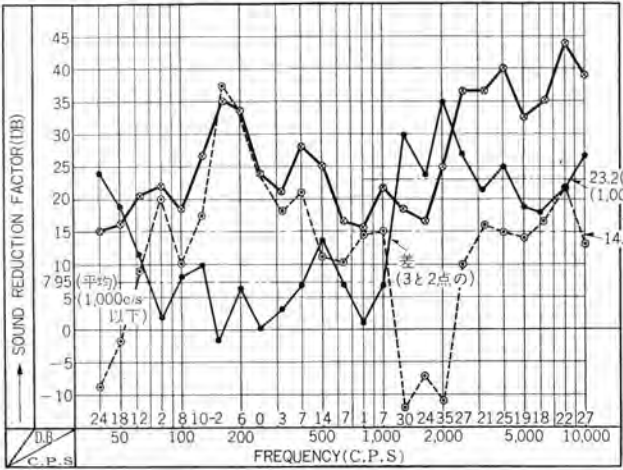


図4 消音ボックスの試験成績表  
Fig. 4 Test result of sound arresting box.

各系統の温度調節は風量は一定とし各空気調和器を循環する温水冷水の量を調節することによって行なわれる。すなわち調和器内のフィン形熱交換器(冷却器または加熱器)に接続される給水(冷水または温水)管に三方弁を設け、(三方弁はモータによって駆動される)三方弁を室内の空気の状態によって制御するものである。この電動三方弁のコントロールは交流ホイトストンブリッジを利用した高感度トランジスタ式調節器で図5でわかるように、1,000Ωまたは500Ωの抵抗式主温度調節器(図中挿入式サーモスタット)と組合され、三方弁のモータを動作させるのである。

図6は調和器の冷温水配管に電動三方弁を設置したものを示し、図7は前述の高感度トランジスタを利用した調節器いわゆる電子管パネルを示すものである。

なお図5でもわかるとおり外気処理用の空気調和器には加湿ならびに予冷却のいずれにも使用できるスプレーポンプを設備しており、各階の空気調和器のうちその一部は、冷

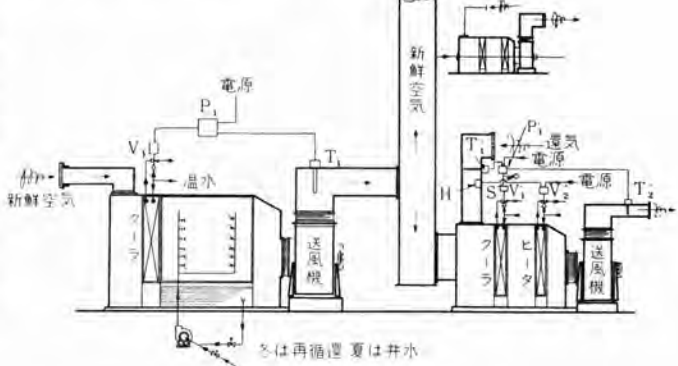
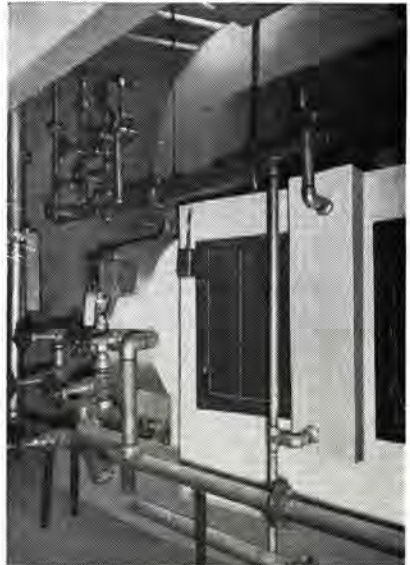


図5 空気調和器の制御方式  
Fig. 5 Control system of air conditioner.

図6 電動三方弁  
Fig. 6 Motor operated tripple valve.





凍装置の凝縮水の一部を利用した再熱器回路を設け温度の調節を行なっている。

しかし一般ビルと異なりホテルにおける個室では個人的に温湿度に対する感覚の差があるためとくに個室の吹出口に再熱器を設け、再熱器に付属されている電磁弁 (Solenoid valve) を個室に設備した温調器 (Room

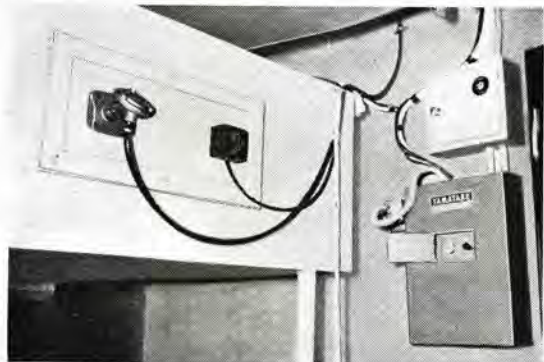


図 7 電子管 パネル  
Fig. 7 Electronic tube panel.

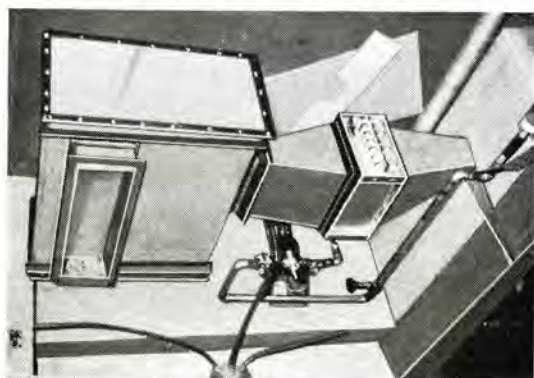


図 8 個室内温度調節用再熱装置  
Fig. 8 Reheating device for temperature regulation of a guest room.

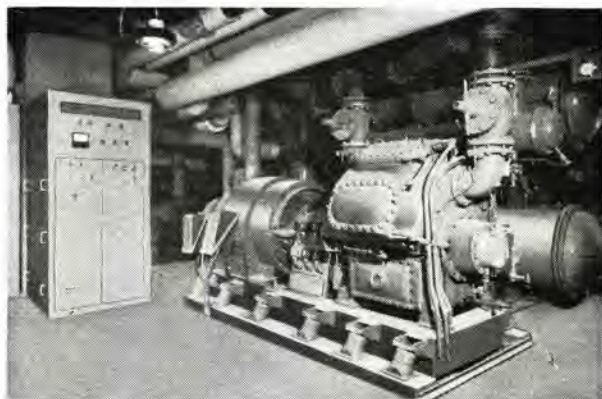
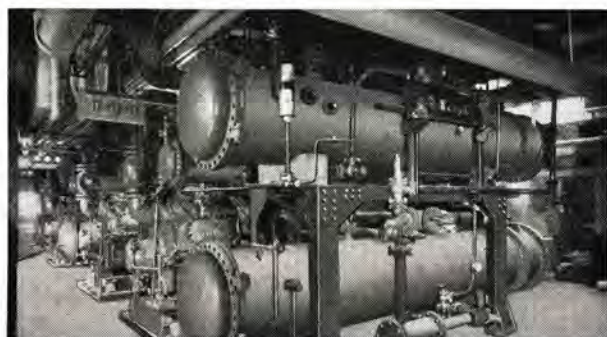


図 9 (a) MB-8 C-H 形三菱高速多気筒冷凍機  
Fig. 9 (a) Mitsubishi high speed multi stage refrigerator, type MB-8 C-H.

図 9 (b) MB-8 C-H 形三菱高速多気筒冷凍機  
Fig. 9 (b) Mitsubishi high speed multi stage refrigerator, type MB-8 C-H.



thermostat) によって制御するのである。再熱器には個室には 24 時間供給されている 70°C の温水を使用しているのがこの設備の特長ともいえる。

冬期暖房の場合 コア に設置されている空気調和器から供給される温風はやや低めの温度にしておき、(20~22°C) 個室内ではその温度に 0°C から 5°C くらいまで自由に加算することができる。夏期においては冬期と同じくやや低めの温度を送りそれによって個室内で寒く感じる人は加熱器で 0~5°C の範囲で室内の温度を上昇することができる。なおかつ個室の温調器は各個人によっていかなるときでも セット できるようになっており図 8 は再熱装置を示すものである。

新鮮空気取入用の調和器においても冷温水循環用の配管が行なわれ、この場合外気の温度状態により三方弁を調節している。(図 6 参照)

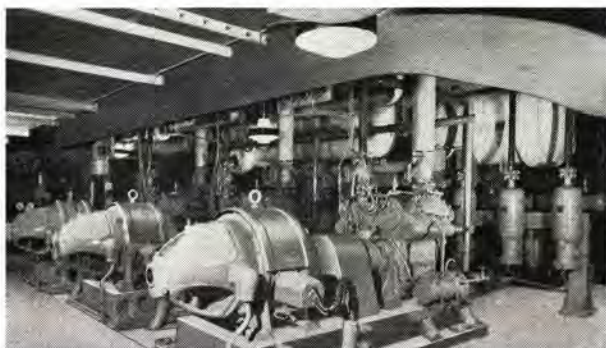
冷凍設備は当社製「MB 形高速多気筒冷凍機」5 台を使用して一般階および個室部分を冷却し、その上「MA 形高速多気筒冷凍機」3 台を使用して宴会場の冷房に使用している。この場合 MB 形 1 台で 300 冷房トン、MA 形 1 台で 40 冷房トンという大容量のもので、かかる場合往復動圧縮冷凍機を使用することはいろいろの難点があるといわれていたが、図 10 に示すようにいろいろの難点を克服し据付面積の縮小、取扱いの簡易化などいろいろの特長を有しており、図 9 はこの装置を示すものである。

この設備は図 10 および図 11 に示す制御装置によって押し ボタン 一つで起動停止を行なうことができかつ運転中の保安動作および室内の状況によって容量制御を自動的に行なうことができる。容量制御は 50 % まで行なうことができ往復動圧縮機の特長として容量制御を行なってもいちじるしい機械効率を見ずにすむ。

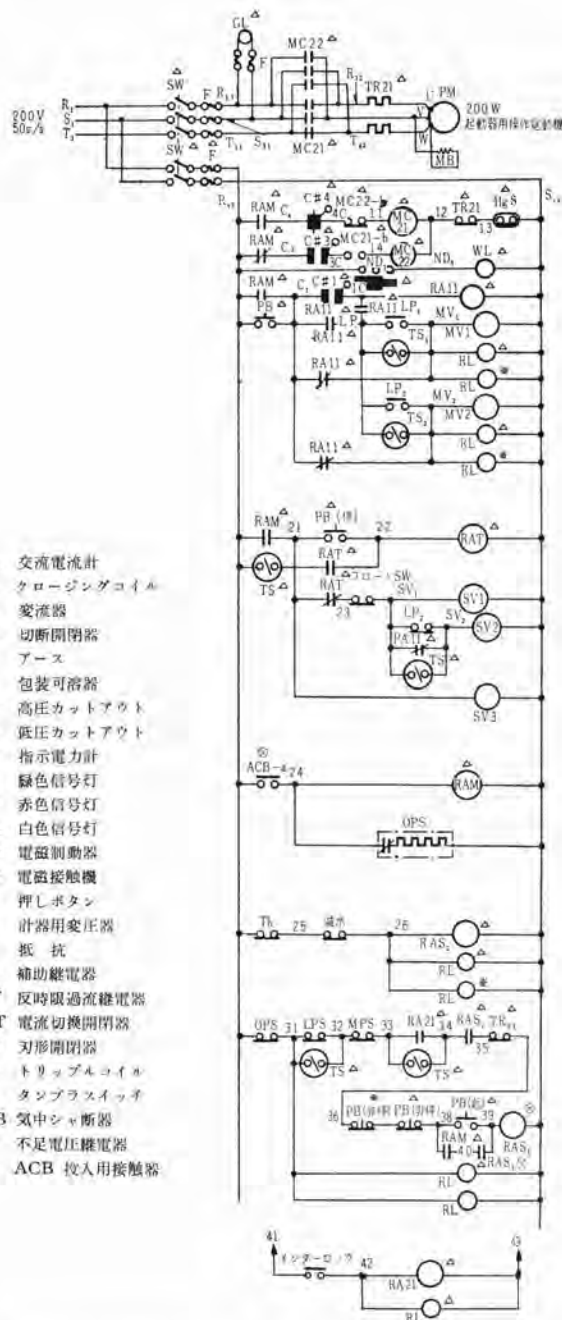
凝縮器の冷却水は屋上塔屋に設けられた「クロスフロー 形クーリングタワー」4 台を使用し、さらに一部井水を使用している。この場合においてもクーリングタワーを使用することによって生ずる凝縮温度の上昇にもかかわらず往復動圧縮機を使用しているため容量に比して軸馬力の増加を防止している。

この設備は圧縮冷凍機、凝縮器、水冷却器を 1 組とし

図 9 (c) MA-4 C-H 形三菱高速多気筒冷凍機  
Fig. 9 (c) Mitsubishi high speed multi stage refrigerator, type MA-4 C-H.



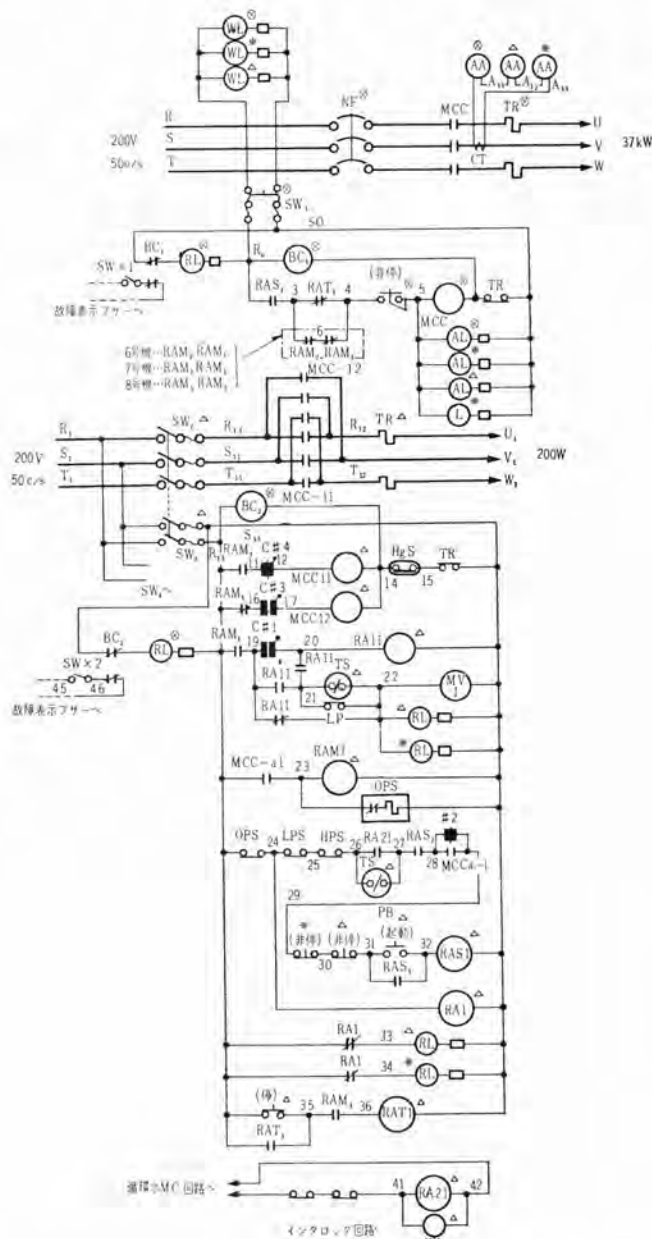




AA	交流電流計
CC	クロージングコイル
CT	変流器
DS	切断開閉器
E	アース
F	包装可溶器
FL	高圧カットアウト
FH	低圧カットアウト
IW	指示電力計
GL	緑色信号灯
RL	赤色信号灯
WL	白色信号灯
MB	電磁曲線器
MC	電圧接触機
PB	押しボタン
PT	計器用変圧器
R	抵抗
RA	補助継電器
RIT	反時限過流継電器
SW	電流切換開閉器
SAT	刀形開閉器
TC	トリップコイル
TS	タンパルススイッチ
AC	氣中遮断器
UV	不足電圧継電器
XY	ACB 投入用接触器

三菱電機・Vol. 34・No. 9





略符号	説明	備考	略符号	説明	備考
AA	交流電流計		MCC	クロージングコイル	
BC	故障表示用コイル		MV	電磁弁	
CT	変流器		NF	ノーヒューズブレーカ	
KS	ナイフスイッチ		OPS	オイルプロテクションスイッチ	
AL	コハク色表示灯		RA	補助継電器	
RL	赤色表示灯		FLSW	フロートスイッチ	
WL	白色表示灯		HPS	高圧カススイッチ	
LPS	低圧カススイッチ		KSI	KSI 補助スイッチ	

△印は手元制御盤付  
×印は総合監視盤取付  
※印はコントロールセンタ取付とする

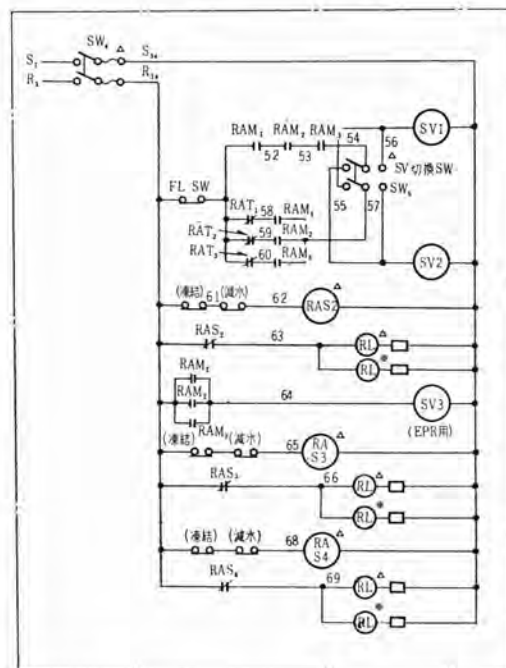


図 11 MA 形冷凍機の制御回路

Fig. 11 Control circuit of type MA refrigerator.

8 台についてそれぞれの高低圧、油圧、電流を監視することができる。その上図 10、図 11 に示した冷凍機の保安回路の動作を監視することができる。なお監視中冷凍機の異状運転を発見した場合には直ちに運転を停止することのできる非常停止用押しボタンを具備している。

また本館は 1 万坪以上に及ぶ広い建物ゆえ全館内の温度状況の監視は非常に困難なるゆえをもってこの監視盤上に電気式温度指示計を設け館内の数十個所に感応エレメントを設置、監視盤上で全館内数十個所の温度を直読式に読むことができるようになっている。また冷凍機においてもその凝縮水温度、水冷却器の出入口温度をも同じく読むことができる。

この監視盤は冷暖房関係ばかりでなく厨房、衛生関係の機器の起動停止運転監視、またボイラの運転状態の監視もできるのである。

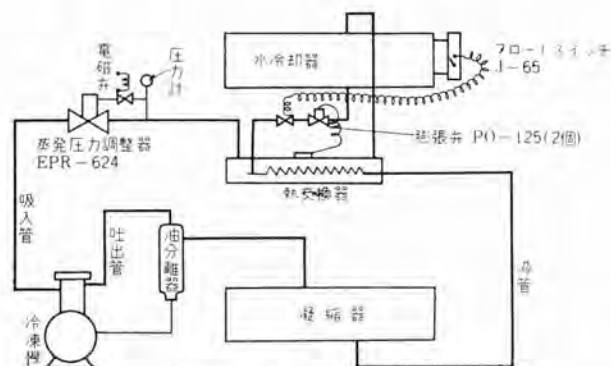


図 12 冷凍機配管系統

Fig. 12 Piping system of refrigerator.

図 13 総合監視盤

Fig. 13 Control supervisory panel.

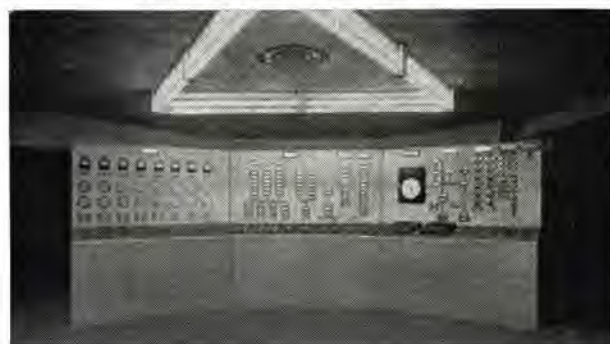




図 14 空気調和を行なっている室内  
Fig. 14 Room under air conditioning.



図 15 空気調和を行なっている室内  
Fig. 15 Room under air conditioning.

冷暖房関係として図 14、図 15 に示すような風の吹出口など建築意匠に非常に密接な関係をもついろいろの器具があり、このような器具も今後はその性能と意匠に関連した問題として相当に研究しなければならないことが考慮される。

以上でこの設備の概略を述べたがこの設備に用いた主要機器の概略仕様を列記してこの項を終わる。

### 1. 冷凍機

a. 三菱高速多気筒冷凍機 MB-8C-H 形 5 台

シリンダ数 8  
シリンダ径 180 mm  
ストローク 140 mm  
回転数 725 回/分  
容量 約 300 冷凍トン  
(蒸発温度 4°C, 凝縮温度 42°C)

冷媒 CHClF<sub>2</sub> (R-22)

電動機 MS 260 kW

b. 三菱高速多気筒冷凍機 MA-4C-H 形 3 台

シリンダ数 4  
シリンダ径 115 mm  
ストローク 90 mm  
回転数 725 回/分  
容量 約 40 冷凍トン  
(蒸発温度 4°C, 凝縮温度 32°C)

冷媒 CHClF<sub>2</sub>

電動機 MS 57 kW

### 2. 汽缶

形式 SA-160 (安藤鉄工) 形 3 基

二胴式高圧水管式 ボイラ

蒸発量 経済蒸発量 5,000 kg/h

最大蒸発量 5,900 kg/h

蒸発圧力 常用圧力 4.0 kg/cm<sup>2</sup>

制限圧力 8.0 kg/cm<sup>2</sup>

伝熱面積 160 m<sup>2</sup> 以上

付 属 品 汽缶付属品 1 式  
燃 焼 装 置 1 式  
送 炭 装 置 1 式  
灰 出 装 置 1 式  
熱管理計器 1 式  
その他付属 ポンプ 類 1 式

### 3. ポンプ

	名 称	口 径 (mm)	水量 (m <sup>3</sup> /min)	水頭 (m)	電動機 (kW)	台数	備 考
1	コンデンサポンプ	200×175	4.3	25	30	4	ターリングタワー
2	同 上	150×125	2.5	22	19	1	井 水
3	同 上	100	1.1	35	15	1	井 水
4	冷温水循環ポンプ	175×125	3.0	35	30	4	
5	同 上	175×150	3.1	30	22	1	
6	同 上	125	1.3	25	11	1	
7	スプレー ポンプ	100	0.8	22	7.5	1	
8	同 上	75	0.45	40	7.5	1	
9	同 上	100	0.6	25	5.5	1	
10	排 水 ポンプ	75	0.5	8	2.2	1	
11	スプレー ポンプ	125×100	1.6	20	11	1	
12	同 上	"	1.4	20	11	1	
13	同 上	"	1.2	20	7.5	1	

### 4. 通風機

	系統別名称	形 名	風量, (m <sup>3</sup> /min)	電 動 機 (kW)	台数
1	外気処理 No.1	FE-8030 SW	340	7.5	1
2	" No.2	FE-8027 SW	285	5.5	1
3	管 理	FE-8027	270	5.5	1
4	地下1階店舗	FE-8030	388	11	1
5	ホテルロビーその1	TV-65	113	3.7	1
6	" その2	FE-8040	710	22	1
7	主 食 堂	FE-8033	400	11	1
8	電話交換室	TV-65	108	3.7	1
9	アパートロビー	FA-8027 DW	370	7.5	1
10	2階南小食堂	TV-62 1/2 SW	80	2.2	1
11	" 西 "	TV-70	200	5.5	1
12	3階西小食堂	TV-70	170	5.5	1
13	結婚式場	TV-70	195	5.5	1
14	バンケットホール	FE-8037	400	15	2
15	3階アパート	TV-70	165	5.5	1
16	4~9 階アパート	TV-70	238	7.5	6
17	10 階アパート	FE-8027	360	15	1
18	4~9 階ホテル	TV 70	200	5.5	12
19	10 階ホテル	TV-70	285	11	2
20	外気処理 東	FE-8066	1,950	37	1
21	" 南	FE-8066	1,600	30	1
22	" 西	FE-8066	1,730	30	1

以上の通風機は当社製「サイレントペインタイプ」のターボファンであってとくに音響効果に考慮されている。

### 5. その他付属機器

a. 冷却塔 クロスフロー形 能力 300 冷凍トン 4 基

b. 空気調和器 冷温水コイル式空気調和器 40 基



山王国際会館  
ホテルニュージャパンの冷凍装置

長崎製作所 清水 一 朗\*

Air Conditioners in The Sanno International Hall  
and Hotel New Japan

Nagasaki Works Ichirō SHIMIZU

The air conditioning is now an indispensable element of modern buildings. Mitsubishi has been engaged with the manufacture of apparatus for this purpose. The latest accomplishments are five type MB high-speed multi-cylinder refrigerating machines installed in the Sanno International Hall and three type MA units in the Hotel New Japan. The formers having a total capacity of 1500 ref. tons are used for cooling a hotel lobby, a dinning room and rooms for accomodation. The latters with 138 tons in total are for air conditioning of a banquet hall system. The set consists of a compressor, driving motor, condenser, watercooler, control device and accessories. They are all operating successfully.

1. ま え が き

山王国際会館ならびに ホテルニュージャパンの冷房装置として、当社製高速多気筒冷凍機 MB 形 5 台と MA 形 3 台が設置されている。MB 形 5 台は ホテルロビー、食堂などの一般階および個室部分の冷房に使用され、MA 形 3 台は バンケットホール 系統の冷房に使用されている。

MB 形および MA 形高速多気筒冷凍機の構造、性能、特長については、すでに本誌上に紹介済みであるので、本稿ではそれぞれの標準仕様を紹介する程度にとどめ、機器の仕様、付属装置、配管据付について述べる。

表 1.1 MB 形高速多気筒冷凍圧縮機 標準仕様

形 式	MB-8	MB-6	MB-4
気 筒 数	8	6	4
気 筒 径 (mm)	180	180	180
衝 程 (mm)	140	140	140
容量制御範囲 (%)	100, 75, 50	100, 66, 33	100, 50
気 筒 配 列	VV	W	V

表 1.2 MA 形高速多気筒冷凍圧縮機 標準仕様

形 式	MA-8	MA-6	MA-4
気 筒 数	8	6	4
気 筒 径 (mm)	115	115	115
衝 程 (mm)	90	90	90
容量制御範囲 (%)	100, 75, 50	100, 66, 33	100, 50
気 筒 配 列	VV	W	V

2. 冷 凍 設 備

(1) 一般用冷凍機

一般用冷凍機は前述のように MB 形高速多気筒冷凍機 5 台を使用し、それぞれ凝縮器および水冷却器を 1 組あて付属している。5 台のうち 4 台には凝縮器冷却水設備として クーリングタワー を設け、1 台は井水を使用して

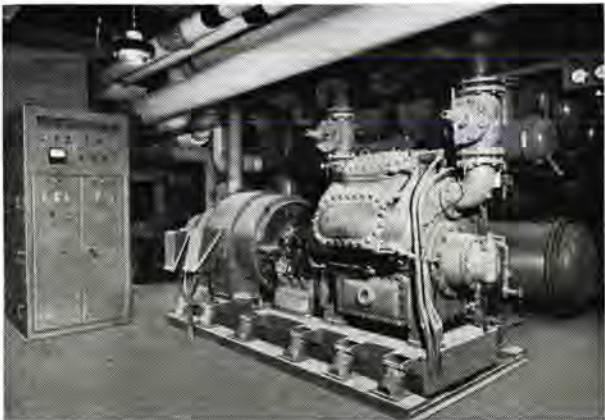


図 2.1 MB-8C-H 圧縮 ユニット

Fig. 2.1 Type MB-8C-H compressor unit.

- 冷凍圧縮機 MB-8C-H 形 (725 rpm) 5 台  
凝縮温度 42°C  
蒸発温度 4°C  
冷 媒 R-22  
冷凍能力 300 冷凍トン (U.S.) 1 台あたり  
電動機 MSBDP 形 260 kW 5 台  
凝縮器 KC-280-38 形 5 台  
ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用  
外径×長さ 754φ×3,850 (mm)  
ガス 入口弁 5B  
液出口弁 3B  
安全弁 口径 50 mm 1 個  
水通路 2 パス クーリングタワー 使用のとき  
4 パス 井水使用のとき  
水出入口 8B  
冷却水量 238 m³/h クーリングタワー のとき  
122 m³/h 井水のとき

\* 技術部



水冷却器 LB-240 38 形 (満液式) 5 台

ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用

外径×長さ 754φ×3,850 (mm)

エリミネータ付

液入口 1 $\frac{1}{2}$ B×2

ガス 出口 5B×2

安全弁 口径 22 mm 1 個

水通路 2 パス

水出入口 8B

冷水量 180 m<sup>3</sup>/h

冷水出口温 9°C

熱交換器 5 台

ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用

外径×長さ 320φ×2,550 (mm)

安全弁 (高圧側) 口径 13 mm 1 個

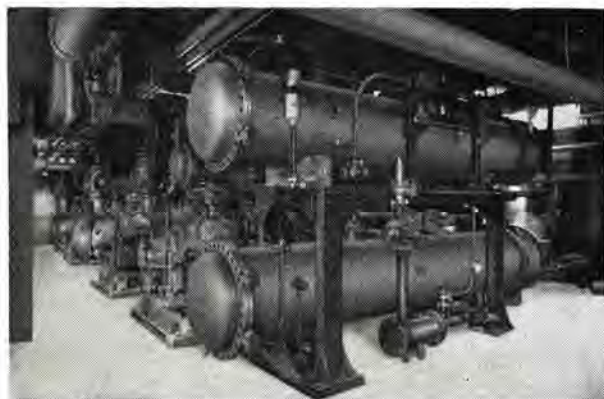


図 2.2 MB-8C-H 凝縮器水冷却装置

Fig. 2.2 Type MB-8C-H compressor water-cooling device.

冷凍圧縮機には安全装置として高低圧圧力開閉器、油圧保護開閉器を付属し、負荷制御圧力開閉器により負荷の減少に応じて自動的に アンロード する。水冷却器には、過度の液冷媒戻りを防止するため エリミネータ をとり付けてある。熱交換器では、低圧 (低温) の吸入 ガス により高圧 (高温) の液冷媒を過冷却させ冷凍能力を増加させるとともに、吸入 ガス 中の液冷媒を気化させ液戻りを防ぐ。さらに水冷却器が満液式であるので、圧縮機への油戻りが吸入 ガス 流だけでは不十分である場合を考慮し、水冷却器中の低圧液を少量ずつ常時熱交換器の吸入 ガス 入口にみちびき高圧液との熱交換により油を分離させ圧縮機または油溜に回収するようにしてある。

水冷却器への液流量 コントロール は各組ともつぎの機器により行なっている。

自動膨張弁 PO-125H (ALCO 製) 2 個

付属 パイロット 弁、電磁弁付

フLOAT 弁 100-VPF (PHILLIP 製) 1 個

付属 パイロット 弁付

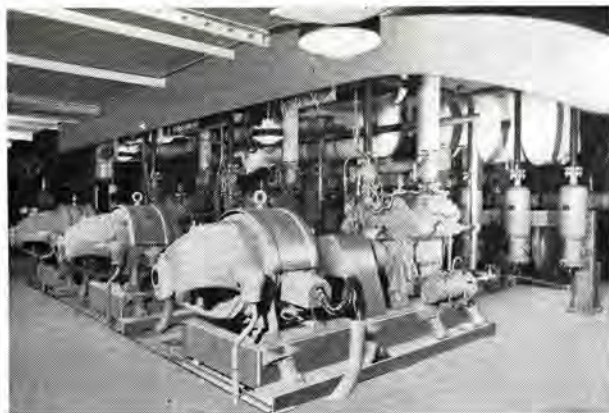


図 2.3 MA-4C-H 圧縮 ユニット

Fig. 2.3 Type MA-4C-H compressor unit.

また水冷却器の蒸発圧力を調整するため

蒸発圧力調整弁 EPR-624 (ALCO 製)

を設けてある。

## (2) パンケットホール 用冷凍機

MA 形高速多気筒冷凍圧縮機 3 台を使用、3 台を 1 組とし凝縮器、水冷却器を 1 台ずつ付属させてある。凝縮器冷却水は井水を使用している。

冷凍圧縮機 MA-4 C-H 形 (725 rpm) 3 台

凝縮温度 30°C

蒸発温度 3.9°C

冷 媒 R-22

冷凍能力 46 冷凍 トン (U.S.) 1 台あたり

電動機 MSDP 形 37 kW 3 台

凝縮機 KC-140-38 形 1 台

ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用

外径×長さ 548φ×3,850 (mm)

ガス 入口弁 4B

液出口弁 2B

安全弁 口径 32 mm 1 個

水通路 4 パス

水出入口 5B

冷却水量 62.6 m<sup>3</sup>/h

水冷却器 LB-160 38 形 (満液式) 1 台

ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用

外径×長さ 648φ×3,850 (mm)

エリミネータ 付

液入口 1 $\frac{1}{4}$ B×2

ガス 出口 3B×2

安全弁 口径 22 mm 1 個

水通路 4 パス

水出入口 5B

冷水量 83.4 m<sup>3</sup>/h

冷水出口温 9.4°C



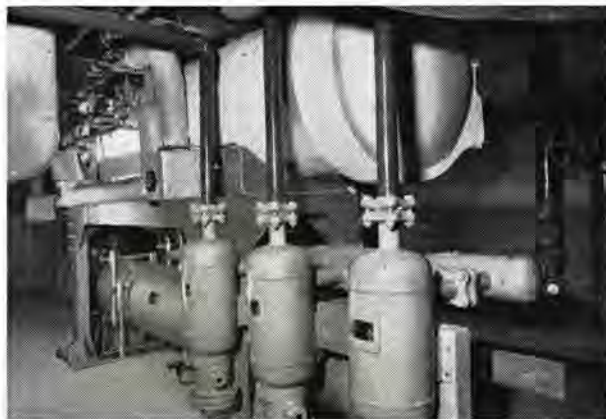


図 2.4 MA-4C-H 凝縮器水冷却器装置  
Fig. 2.4 Type MA-4C-H condenser water-cooling device.

熱交換器 1 台

ローフィン 管 (19 フィン/25.4 mm) 使用

外径×長さ 260φ×2,200(mm)

安全弁 (高圧側) 口径 13 mm 1 個

冷凍圧縮機の安全装置, 熱交換器の作用については前記一般用冷凍機と同一である。

水冷却器のコントロール 装置としては

自動膨張弁 PO-100H (ALCO 製) 2 個

付属 パイロット 弁, 電磁弁付

蒸発圧力調整弁 EPR-620 (ALCO 製)

を設けてある。

### 3. 配 管, 据 付

一般用, パンケットホール 用ともに冷凍圧縮機は防振支持とし, 配管には可撓管 (FLEXONICS 製) をとりつけて建物に振動が伝わらないようにしてある。吸入および吐出配管いずれも引抜鋼管とし, 液管は大部分銅管とし一部鋼管を使用した。パンケットホール 用は前記のように圧縮機 3 台を 1 組とし, 1 台の凝縮器, 水冷却器に接続するため吐出管および吸入管はそれぞれ ヘッド を設け集合あるいは分岐させた。凝縮器および水冷却器の安全弁の放出管は屋外にみちびき, 熱交換器 (高圧側) 安全弁の出口は水冷却器への入口液管 (低圧側) にみちびいてある。各機器の不凝縮 ガス 排出管は エアーパージ (ARMSTRONG 製) にみちびき冷媒損失を少なくしてある。

機器の配置は一般用 (図 2.1, 2.2), パンケットホール 用 (図 2.3, 2.4) ともに凝縮器を下に置き, その上に水冷却器, 熱交換器および油分離器を架台により設置した。

### 最近登録された当社の特許および実用新案

名 称	題 名	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	高周波帯における損失小なる酸化金属磁心	35-5-31	261818	河 合 登・中 村 弘	大 船
"	放電灯点灯方式	"	261821	久 保 幸 正	大 船
新案	放電加工用電極	35-4-27	512065	斉 藤 長 男	研 究 所
"	巻鉄心	"	512066	山 田 三 郎	名 古 屋
"	冷蔵庫の内箱	"	512067	石 川 嘉 孝・中 原 四 郎 市 川 健 一	静 岡
"	半導体整流器の保護装置	"	512068	加 藤 又 彦	伊 丹
"	表示装置切換操作軸	"	512069	中 村 元 男	本 社
"	演算用電子管	"	512070	菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512071	菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512072	菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512073	菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512074	大 野 才 三・菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512075	大 野 才 三・菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512076	大 野 才 三・菅 野 正 雄	研 究 所
"	演算用電子管	"	512077	大 野 才 三・菅 野 正 雄	研 究 所
"	タンク 形空気 シ+ 断器	"	512078	新 井 正 元・富 永 正 太 郎	伊 丹
"	扇風機用 スタンド	"	512079	白 石 和 雄	中 津 川
"	扇風機 カバー 取付装置	"	512080	今 井 進	中 津 川

# 山王国際会館 ホテルニュージャパンの通風機

長崎製作所 宮内 貞夫\*

## Fans for Sanno International Hall

Nagasaki Works Sadao MIYAUCHI

Forty six ventilating fans of twenty five different sizes have been built for the Sanno International Hall in Tokyo. Most of these fans are of their airfoil type having a blade of an airfoil section. Of these fans a majority is of type FE airfoil turbobane model with advantages of higher efficiency and lower noise level than type TV turbobane fans of straight blades. This new model is a recent development suitable for ventilation of steel mills, chemical plants, department stores, offices and motors. This report mostly covers its description.

### 1. ま え が き

工場、百貨店、事務所、ホテル等の暖冷房装置は近年非常に増加しているがこれらに関連して新鮮な冷空気または熱空気を送るための通風機も徐々に進歩してきている。これらに用いられる通風機は比較的狭い場所に置かれるのとビルディングの2階、3階におかれるために防振装置を施して通風機および電動機の振動がハリに伝わらないようにする必要があり空気の出口が居住区域になっているために騒音の小さい機械が望まれる。当社で製作しているFE形通風機は効率騒音の点で従来のTV形ターボファンに比べはるかにすぐれた性能を持っている。

### 2. FE形通風機

このビルディングに納入した通風機は2.2kWから37kWまでの比較的小容量のものが25種類あってその大

部分が新しく開発した翼形通風機である。翼形通風機とは数枚の後方傾斜羽根を備えたターボ通風機の改良形であって羽根断面が流線形の航空機翼形になっているものをいう。

このFE形通風機の特長は次のようである。

- (1) 効率が非常に高い。
- (2) 騒音が小さい。流線形の羽根を使うと空気が羽根に沿って流れ渦を発生しないのでこのために騒音が少ない。
- (3) 無負荷特性をもつ。使用範囲で軸馬力が最大になるので電動機馬力をそれ以上にとっておくと過負荷をしない。
- (4) ベーンコントロールができる。
- (5) 安定な性能をもつ。使用範囲で風圧が直線的に降下するので並列運転にも安定である。

この通風機は製鉄所、化学工場、百貨店、事務所およ

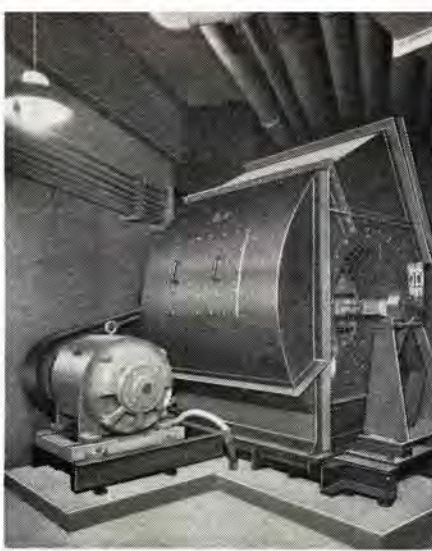
表 2.1 納入通風機一覽表

アイテム	名 称	使用目的	通風機形式	台 数	風量 (m <sup>3</sup> /min)	風圧 (m/Aq)	回転数 (rpm)	基 礎	電 機 動
01	外気処理 No. 1	空気調和	FE-8030 SW	1	340	64	1,160	木台コルク	7.5 kW 4P
02	外気処理 No. 2	"	FE-8027 SW	1	285	51	1,200	"	5.5 kW 4P
03	管 理 系 統	"	FE-8027 SW	1	270	64	1,230	"	5.5 kW 4P
04	B-1 店舗系統	"	FE-8030 SW	1	388	76	1,265	"	11 kW 4P
05	1F ロビーその1	"	TV-65 SW	1	113	76	1,540	"	3.7 kW 4P
06	主 食 堂 系 統	"	FE-8033 SW	1	400	76	1,040	"	11 kW 4P
07	電話交換系統	"	TV-65 SW	1	108	102	1,680	"	3.7 kW 4P
08	アパートロビー系統	"	FE-8027 DW	1	370	76	1,140	"	7.5 kW 4P
26	2F 南小食堂系統	"	TV-62 1/2 SW	1	80	76	1,610	防振ゴム	2.2 kW 4P
27	2F 西小食堂系統	"	TV-70 SW	1	200	89	1,380	"	5.5 kW 4P
28	3F 西小食堂系統	"	TV-70 SW	1	170	76	1,230	"	5.5 kW 4P
29	結婚式場系統	"	TV-70 SW	1	195	76	1,300	"	5.5 kW 4P
30	3F 東アパート系統	"	TV-70 SW	1	165	89	1,300	"	5.5 kW 4P
31	4-9F 東アパート系統	"	TV-70 SW	6	238	89	1,510	"	7.5 kW 4P
15	10F 東アパート系統	"	FE-8027 SW	1	360	140	1,720	"	15 kW 4P
32	4-9F 南西ホテル	"	TV-70 SW	12	200	89	1,380	"	5.5 kW 4P
17	10F 南西ホテル	"	FE-8027 SW	2	285	102	1,410	"	11 kW 4P
18	ターリグタワー排風	"	FP-250 軸流	4	2,550	6	300	"	15 kW 6P
19	機械室換気用	排 風	FE-8037 DW	1	1,220	89	1,180	木台コルク	37 kW 8P
20	機械室換気用	送 風	FE-8037 DW	1	1,160	89	1,110	"	37 kW 8P
21	外気処理東	空気調和	FE-8066 SW	1	1,950	57	560	防振ゴム	37 kW 8P
22	外気処理南	"	FE-8066 SW	1	1,600	57	500	"	30 kW 8P
23	外気処理西	"	FE-8066 SW	1	1,730	57	520	"	30 kW 8P
24	1F ロビーその2	"	FE-8040 SW	1	710	108	1,050	"	22 kW 6P
25	パンケットホール系統	排 風	FE-8037 SW	2(右, 左)	400	89	930	"	15 kW 4P

SW 片吸込

DW 両吸込

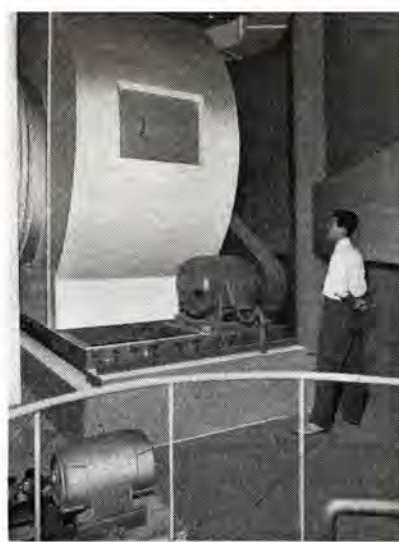




風量 1,950 m<sup>3</sup>/min  
風圧 57 mm Aq  
回転数 560 rpm  
電動機 37 kW 50 c/s 8P

図 2.1 FE-8066 片吸込翼形通風機

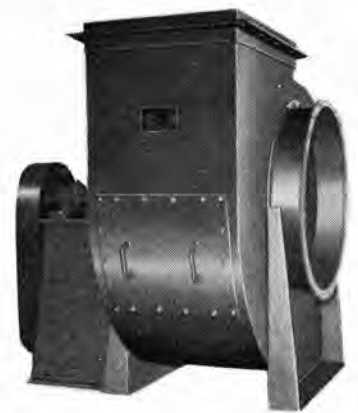
Fig. 2.1 Type FE-8066 single suction turbovane ventilating fan.



風量 1,600 m<sup>3</sup>/min  
風圧 57 mm Aq  
回転数 500 rpm  
電動機 30 kW 50 c/s 8P

図 2.2 FE-8066 片吸込翼形通風機

Fig. 2.2 Type FE-8066 single suction turbovane ventilating fan.



風量 400 m<sup>3</sup>/min  
風圧 76 mm Aq  
回転数 1040 rpm  
電動機 11 kW 50 c/s 4P

図 2.3 FE-8033 片吸込翼形通風機

Fig. 2.3 Type FE-8033 single suction turbovane ventilating fan.



風量 340 m<sup>3</sup>/min  
風圧 64 mm Aq  
回転数 1,160 rpm  
電動機 7.5 kW 50 c/s 4P

図 2.4 FE-8030 片吸込翼形通風機

Fig. 2.4 Type FE-8030 single suction turbovane ventilating fan.



図 2.5 翼形通風機扇車

Fig. 2.5 Turbivane fan.

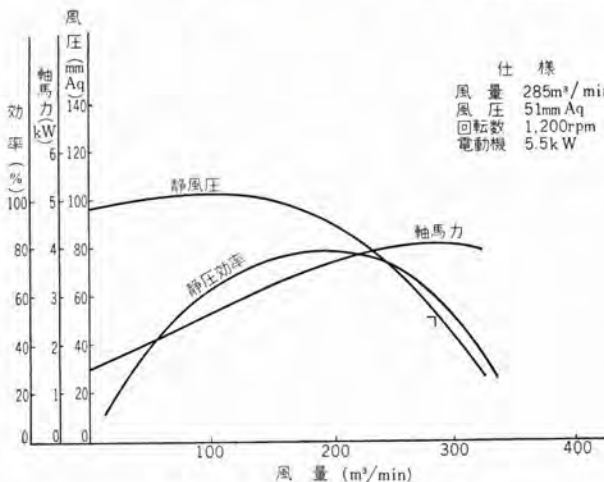


図 2.6 特性曲線 FE-8027 SW

Fig. 2.6 Characteristic curves of type FE-8027 SW fan.

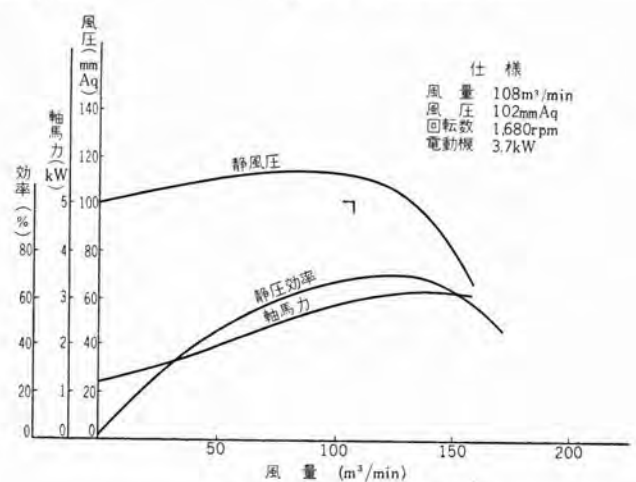


図 2.7 特性曲線 TV-65 SW

Fig. 2.7 Characteristic curves of type TV-65 SW fan.

び電動機などの換気冷却用として使えるもので、火力発電所 セメント 工場など大容量の用途に対しては別に FA 形翼形通風機を製作している。FE 形通風機は風圧 150 mm 水柱までに適するもので V ベルト 駆動を標準としている。軸受には アダプタ 付自動調心玉軸受を用い軸受台は ケーシング に固定した簡単な構造となっている。

羽根車は溶接構造であって曲形および治具を用い高効率を得るために十分な精度をもつよう製作し完全な動的釣合をとっている。

これらの通風機は建物の途中に納められるので据付面積、設置場所、使用方法の関係から小形軽量なものを選び合わせて騒音の軽減を計っている。また ケーシング の下

には木台 コルク または防振 ゴム を敷いて建物に振動が伝わるのを防いである。

### 3. 騒音の大きさ

一般換気冷却用として騒音の大きさが問題になることが多いのでこの点について従来の TV 形と新しい FE 形の比較を行なってみる。

音の大きさはある一定の音圧を基準にとってその値との比で表わす。基準音圧を  $0.0002 \mu \text{ Bar}$  にとるものをデシベル といひ、 $P$  を音圧とすれば

$$L = 20 \log_{10} \frac{P}{0.0002} \text{ db}$$

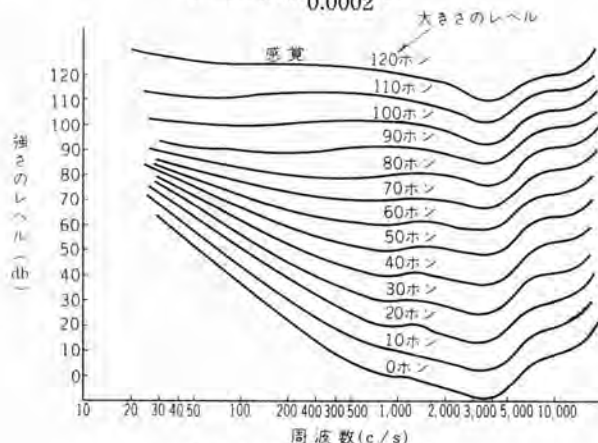


図 3.1 等ラウドネス 曲線  
Fig. 3.1 Equal loudness curves.

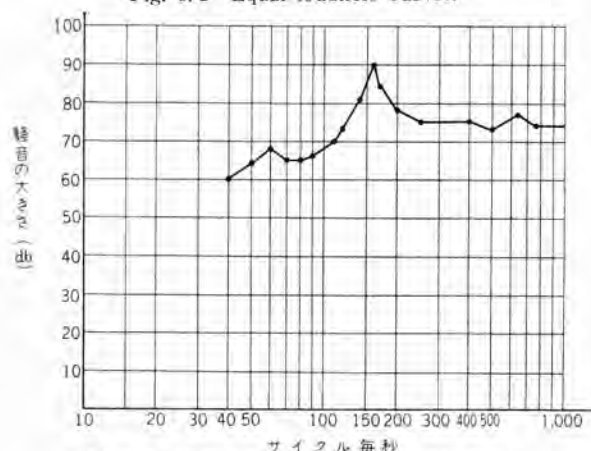


図 3.2 騒音分析 FE-8037 DW 1,170 rpm  
Fig. 3.2 Noise spectrum

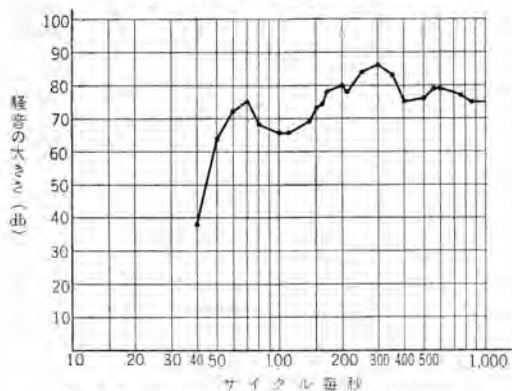


図 3.3 騒音分析 TV-70 SW 1,410 rpm  
Fig. 3.3 Noise spectrum.

人の耳の感覚は音の大きさでも周波数が異なると違ってくる。この関係を図 3.1 に示す。

これは Fletcher が実験したもので 1,000 サイクルの音と等しい感覚の音の大きさを同じと見なしこれを Phon といふ。これらの値は等間隔目盛でないので 20 db (または 20 ホン) の音が 10 db (また 10 ホン) の音の大きさの 2 倍だという訳ではない。

等間隔目盛にするために ソン という単位があって次の経験式がある。

$$\log_{10} LN = 0.03L - 1.2 \text{ sone}$$

$$L = \text{音の大きさ ホン}$$

通風機の容量と騒音の間には次の経験式が成立する。

$$L - L_0 = 10 \log_{10} \frac{Q}{Q_0} + 20 \log_{10} \frac{H}{H_0} \text{ db}$$

ここで

$L$	考えている通風機の騒音の大きさ	
$L_0$	標準	" "
$Q$	考えている	風量
$Q_0$	標準	" "
$H$	考えている	風圧
$H_0$	標準	" "

したがって  $Q_0 = 100 \text{ m}^3/\text{min}$ ,  $H_0 = 100 \text{ mmAq}$  を標準ととりそのとき発生する騒音の大きさ  $L_0$  をその通風機に固有の特性 (すなわち比騒音値) と考えることにする。

一例として山王会館向けの通風機についてこの値をとれば板羽根の TV 形では  $L_0 = 50.5 \text{ db}$  (2.07 sone) 翼形通風機の FE 形では  $L_0 = 47 \text{ db}$  (1.62 sone) を得る。

もちろん各通風機は据付場所使用目的の関係で使用効率および基礎が異なるので厳密な比較値ではないが羽根を翼形にしたために大体 3.5 db だけ騒音の大きさが小さくなる (すなわち音の大きさは約 80% に減少する) ことがわかる。

つぎに納入品の内発生風圧および回転数が似ていて総合騒音が平均値に近いもののうちから TV 形および FE 形の周波数分析結果を見ると、FE 形では最大騒音値の位置がずっと低周波側でほぼ半分の サイクル 近くによってきていることがわかる。

### 4. む す び

図 3.1 によれば人の耳に感ずる音の大きさは周波数の小さい所では相当小さくなるのでこの最大騒音値を下げる事ができれば総合騒音の大きさを大幅に下げることができる。これは主としてケーシングの騒音であって当社では将来一般換気用通風機の騒音低減のためにいっそう努力したいと考える。



# 山王国際会館 ホテルニュージャパンの三菱水封式電動水中ポンプ

名古屋製作所 八木 勝\*・本間 吉夫\*

## Mitsubishi Water-Sealed Motor-Driven Submersible Pump delivered to Sanno International Hall and Hotel New Japan

Nagoya Works Masaru YAGI・Yoshio HOMMA

Marvellous progress in the latest synthetic resin chemistry has led to the success in the manufacture of excellent water-resistant insulation wire. This in turn has brought to being a motor driven submersible pump which has been longed for. This new pump is almost displacing the bore hole pump which has been in use for a long time. The production of pumps of this type by Mitsubishi is increasing year after year as a result of exhaustive study. A recent accomplishment is a 30 kW unit built for use in the Sanno International Hall and the Hotel New Japan. This article expounds this water sealed submersible pump and also gives brief description of the company's products of the kind.

### 1. ま え が き

地下水の利用ということは一般日常生活には不可欠な問題であるが、とくに河川沼湖にほど遠い所は、都市農村を問わずその発展にとって根本的な問題であり、生活と直結した一般家庭の小規模なポンプによる揚水をはじめとして生産に関連する農業かんがい用水、工業用水、あるいは近年いちじるしく増加した高層建築内の雑用水、一般飲料用水等大規模な揚水が盛んに行なわれている現状である。



これら地下水の利用が盛んになりその揚水量の増大とともに、一部には地下水位の低下をきたし井戸はますます深くなり、深井戸用揚水ポンプとしてボアホールポンプが従来広範囲に使用されてきたのである。この方式は地上に電動機を、地下水中にポンプを設置しその間を長い中間軸によって連結し運転するものであって、井戸の深さの増大とともにこの中間軸はますます長くなりこれに付随して、据付、保守、価格等についての問題が生じてくるのは当然のことであった。この不備を一挙に解決したのがいわゆる電動水中ポンプであって、電動機の絶縁電線

図 1.1 三菱水封式電動水中ポンプ組立写真  
30kW 2極 全揚程75m 揚水量 1.5m<sup>3</sup>/min  
Fig. 1.1 Mitsubishi water-sealed motor driven submersible pump.

の耐水性の問題が合成樹脂化学の進歩発達に伴って解決した今日、出力の大小を問わず各社こぞってその生産を始め、従来西欧諸国からの輸入にまっていたこの種のポンプがごく短期間に国内で製作されるようになり、従来のボアホールポンプにとって代わるに至ったのである。

当社においても過去数年間の種々の研究を経てすでにその量産態勢も整い、その生産台数も年々増大して大いにその成果をあげている現状である。

今回山王国際会館 ホテルニュージャパ 向けとして製作納入した電動水中ポンプは、当社独特の水封式水中電動機によって駆動されるものであって、その出力 30 kW はこの種のものとしては大形に属するもので、以下本論においてその構造、性能の解説と特長を示しあわせて当社電動水中ポンプの概要を紹介する。

### 2. 三菱水封式電動水中ポンプの特長

前述のようにボアホールポンプは、井戸の深さが深くなればなるほどその据付、保守に困難を生じ、また価格も高くなり、ために長い間渴望して待たれていた電動水中ポンプの出現があらゆる方面にわたって大いなる期待をもって迎えられたことは、また当然のことといえるのである。

いまこの電動水中ポンプが過去のボアホールポンプに比してどのような特長をもっているかを列挙してみると、下記の事項があげられる。

- (1) 構造が簡単で軽量のため据付取はずしが容易である。したがって非常の場合の処置が短時間ででき

る。

- (2) ポンプ室が不要となり 価格も安いので 設備費が安くなる。
- (3) ポンプと電動機は カップリングで直接連結されているため非常に振動、騒音が少なく、したがって運転寿命を長くできる。また直結のため二極の電動機が使用でき小形軽量化することができる。
- (4) 井戸の多少の曲がりは直接運転に支障をきたさない。
- (5) ポンプ、電動機とも軸受部は水潤滑であるため給油の必要がない。
- (6) 電動機内部には清水があらかじめ封入されていて、異物の浸入による事故はなく発生熱量の伝導放散が効果的である。
- (7) 揚水がつねに清浄である。
- (8) 部品が少ないので保守は簡単であり、また補修費も安い。

以上のような特長があげられ従来の ポアールポンプに代わる理想的な深井戸用揚水 ポンプ といえることができる。

### 3. 山王国際会館 ホテルニュージャパン納入 電動水中ポンプ仕様

#### 3.1 ポンプ仕様

形 式：立形多段 タービンポンプ

口 径：130 mm

全揚程：75 m

段 数：4 段

揚水量：1.5 m<sup>3</sup>/min

回転数：3,000 rpm

電動機出力：30 kW

井戸径：350 mm

ポンプ最大外径：270mm

回転方向：地上から見  
て時計方向

運転水位：75 m

#### 3.2 電動機仕様

形 式：WSB形 水封  
水中形

出 力：30 kW

電 圧：200 V

周波数：50 c/s

極 数：2 極

同期回転数：3,000rpm

ワッ ク 番 号：#100 S

#### 3.3 外形寸法

図 3.1 参照

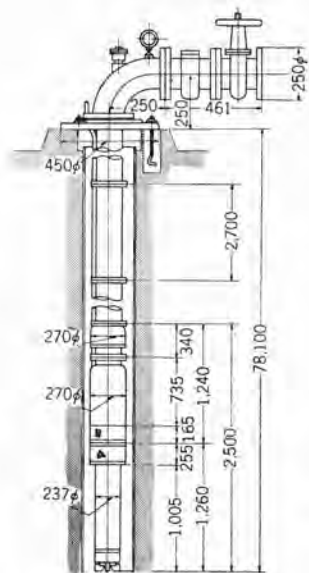
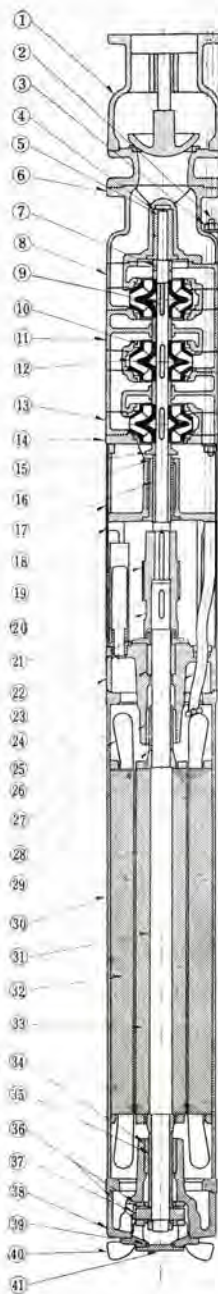


図 3.1 三菱水封式電動水中ポンプ  
外形寸法図

30kW 2 極 全揚程 75 m  
揚水量 1.5m<sup>3</sup>/min

Fig. 3.1 Outline dimensions of  
Mitsubishi water-sealed motor  
driven submersible pump.



- ① ポンプ逆止弁
- ② 締付ボルト
- ③ ナ ッ ト
- ④ 軸 受
- ⑤ 主 軸
- ⑥ 排水カバー
- ⑦ 羽根車ナット
- ⑧ ステージ
- ⑨ 羽根車キー
- ⑩ ライナーリング
- ⑪ ケーシング
- ⑫ 羽 根 車
- ⑬ 構 羽 根
- ⑭ 吸水カバー
- ⑮ 他 切 り
- ⑯ 軸 受
- ⑰ 主軸ライニング
- ⑱ ストレータ
- ⑲ 接続フランジ
- ⑳ カップリングカバー
- ㉑ カップリング
- ㉒ 上部カバー
- ㉓ 注水口および水圧調整装置
- ㉔ 上部ブラケット
- ㉕ シ ー ル
- ㉖ 口 出 軸
- ㉗ 固定子コイル
- ㉘ 軸 受
- ㉙ 主軸ライニング
- ㉚ フレーム
- ㉛ 主 軸
- ㉜ 固 定 子
- ㉝ 回 転 子
- ㉞ 軸 受
- ㉟ 主軸ライニング
- ㊱ スラスト軸受
- ㊲ ラ ジ ナ
- ㊳ 下部ブラケット
- ㊴ パッキング
- ㊵ 下部カバー
- ㊶ 排水カバー

図 4.1 三菱水封式電動水中  
ポンプ組立断面図

Fig. 4.1 Vertical section of  
Mitsubishi water-sealed sub-  
mersible pump assembly.

### 4. 電動水中ポンプの構造

#### 4.1 ポンプ構造

ポンプは両吸込形の セルフバランス 式で回転部分は 完全な  
バランス 試験を行ない、電動機上に直結され動力は カップリ  
ング により伝達される。(図4.1)

##### (1) 羽根車 (品番 12)

砲金製で両吸込形である。これによって ポンプスラスト  
が完全に除去される。

##### (2) ケーシング (品番 11)

高級鋳鉄製で十分な耐圧力をもっている両吸込形のため  
流れは複雑であるが、ケーシング、導羽根、吸水 カバー、  
排水 カバー 等に分解され 所要個数を組合せて容易に一体  
とできる構造となっている。



### (3) 主 軸 (品番 5)

強靱炭素鋼で軸受部分には 13 Cr ステンレス のスリーブを使用し摩耗部分の部品交換が容易にできる。

### (4) 軸 受 (品番 4, 16)

主軸の上下は リン 青銅製の水中軸受で支持し、砂切りを設けて井水中の砂の流入を防いでいる。

### (5) ストレーナ (品番 18)

ポンプ吸込口に 黄銅板製の ストレーナ を設け井水中の固形物の流入を防いでいる。

### (6) 逆止弁 (品番 1)

ポンプケーシングの上に リフト 式の逆止弁を設け、ポンプの停止による ウォータハンマ および揚水管中の砂が沈積するのを防いでいる。

### (7) 揚 水 管

ガス管に鉄製 フランジ を溶接し所要長さを ボルト で接続し地上部分で井戸カバーに取付け、ポンプおよび電動機を井戸内につり下げる。

### (8) 地上部分

井戸カバー、吐出曲管、仕切弁、逆止弁、空気弁、連成計より成り、空気弁はポンプの起動、停止とともに自動的に空気を出入させ、起動停止の ショック を防ぐ作用をしている。

## 4.2 電動機構造

電動水中ポンプ用電動機はポンプも同様ではあるが、井戸径によってその外径が制約されるためその電気部分の設計は一般の電動機と異なり、鉄心径の小さい鉄心長の長い寸法のものとなることは当然のことである。当社の電動機はあらかじめ電動機内部に清水を封入し、これを密封構造によって外開の水と隔離し、とくに水膨張調節器を用いて内部の封入水の膨張、収縮を調整することができる特長をもっている。したがって一般に清浄な地下水の揚水だけでなく、汚水中に据付けてこれらを揚水または排水する汚水処理ポンプとしても十分その効果をあげることができる。(図 4.1)

#### (1) フレーム および ブラケット (品番 30, 24, 38)

電動機は一般に 立形 形であって、フレームは鋼管を使用し精密な内径加工後固定子鉄心を積込んでいる。上下部のブラケットは鋳鉄製で、そのベアリングハウジング部分にはガイドベアリングを保持できるようになっている。上部ブラケットは上部にポンプが直結されるためにフランジ構造になっており、軸貫通部からの漏水を防止する密封装置が装着され、さらに清水封入のための注水口、また内部の封入水の膨張調節器が取付けられるような構造になっている。またリード線取出口は防水螺栓を用いて完全に漏水を防止できる構造になっている。下部ブラケットの部分



図 4.2 WSB 形水中電動機固定子コイル

Fig. 4.2 Type WSB submersible motor stator coil.

には スラストベアリング を保持する下部 カバー が取付けられ、この下部カバーには特殊なひれを取付けて電動機の下部端面を保護している。またこの カバー には内部の封入水の排水 カバー が取付けられている。フレーム、ブラケット いずれも入念な防錆塗装が施されているため長期にわたる水中使用による腐食を防ぐことができる。

#### (2) 固定子コイル および口出線 (品番 27, 26)

近年のいちじるしい電動水中ポンプの進出は合成樹脂化学の進歩による耐水絶縁電線の出現によるものであって、当社の電動機は ポリエチレン で被覆された完全な耐水性をもった電線を使用している。また外部導線には耐水絶縁ケーブルを使用し、そのコイルとの接続部は当社独自の研究によって完全に耐水性を保つことができる方式を採用しており、温度上昇の低いこととともに長い寿命を保証することができる。(図 4.2)

#### (3) 回転子 (品番 33)

回転子は封入水中で高速度で回転するためとくに回転子溝には全閉溝を採用し、回転子棒はエンドリングと一体として極力機械的安定性を高めるとともに、また運転損失の軽減を計っている。また十分 ダイナミックバランス をとることができるため運転中の振動、騒音はなく安定した運転を期待することができる。また回転子鉄心表面は特殊な防錆塗装が施してあるため鉄心表面のサビによる腐食を完全に防止することができる。(図 4.3)



図 4.3 WSB 形水中電動機回転子

Fig. 4.3 Type WSB submersible motor rotor.

#### (4) 主 軸 (品番 31)

構造上とくに長くなるため主軸径は太く強度を増すと同時に危険速度を運転速度より十分高くしている。材質は不銹鋼を使用し上端はカップリングによりポンプ主軸に直結し、下端には スラストベアリング と接する ランナ が装着してある。

(5) 軸受(品番 28, 34, 36, 37)

上下のブラケットにはガイドベアリングとして特殊な青銅鋳物を使用したスリーブベアリングが装備されている。また回転子の重量は下部のスラストベアリングで受ける構造とし、特殊な青銅鋳物のスラストメタル表面は、とくに水潤滑の効果をあげうるような構造に加工して、ベアリングの摩擦を防いでいる。



図 4.4 WSB 形水中電動機注水口および水膨張調節器  
Fig. 4.4 Type WSB submersible motor water inlet and expansion regulator.

(6) 注水口および水膨張調節器(品番 23)

上部のブラケットには清水注入のための注入口とともに電動機内部の封入水が電動機の運転中に発生する熱のため、膨張した場合の体積増加を調節する水膨張調節器が取付けてある。したがって内部の封入水はその膨張、収縮作用によって軸貫通部を通して外周の水と交換することなく水封効果を完全に果たして、当社電動機の一つの顕著な特長となっている。(図 4.4)

(7) 防砂装置(品番 21, 22, 25)

ポンプの据付直後は井水の中に相当の土砂が混ざり、万一これらが浸入した場合軸受事故の原因となる。したがって上述の水膨張調節器を使用するとともに軸貫通部には特殊なシール構造を採用して水の流入を防止し、あわせて土砂その他の不純物の内部への浸入を防止している。

## 5. 性能試験

今回当社においてはこの山王国際会館納入 30 kW の電動水中ポンプの完成とあいまってポンプ性能の詳細を試験する試験装置をとくに設置して、入念な試験によって十分所期の性能を発揮しうることを確認した。また電動機は単独に通常の商用試験を行ない、その特性の良好なことを確認した。図 5.1 にポンプと直結した電動水中ポンプとしての性能特性曲線を示している。また表 5.1 に電動機単独の場合の試験結果をまとめている。

## 6. む す び

以上山王国際会館 ホテルニュージャパン 納入 30 kW 水封式電動水中ポンプについてその特長、構造、性能等にわた

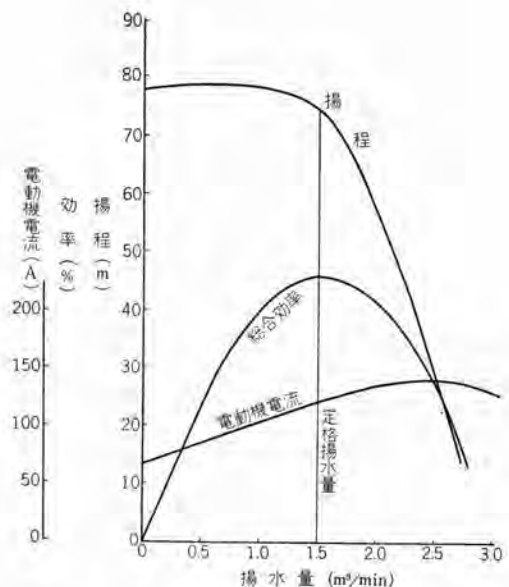


図 5.1 三菱水封式電動水中ポンプ性能特性曲線  
30 kW 2 極 全揚程 75 m 揚水量 1.5 m³/min

Fig. 5.1 Performance characteristic curves of submersible pump.

表 5.1 WSB 形水中電動機試験成績表  
30 kW 200 V 50 c/s 2 極

	電 圧 (V)	電 流 (A)	入 力 (W)	力 率 (%)
無負荷試験	200	33.7	4,010	34.4
短絡試験	87	230	16,150	46.7
全負荷特性	電 流 (A)	効 率 (%)	力 率 (%)	スベリ (%)
	118	80.5	91.3	5.8
	最大出力 (%)	停動トルク (%)	起動トルク (%)	起動電流 (A)
	193	246	168	528
固定子コイル	絶縁抵抗 (500V メガー) 100 MΩ 以上		耐電圧試験 交流 60 c/s 1,500V 1 分間良	

って解説し、あわせて当社の電動水中ポンプの概要を紹介してきた。

過去のボアホールポンプに比べて格段の利点をもったこれら電動水中ポンプの需要が急速に増加の一路をたどっているということは、まことに当然のことであるが、とくに近時は 10 kW 前後にはじまったこれらの需要も大規模な揚水計画に伴って 20 kW, 30 kW, 40 kW といった大形大出力のものに移行する傾向にあり、さらにまた反面一般家庭の 100 W ~ 5 kW といった小規模小出力のものの需要も進展している現状である。

当社としてもこれら出力範囲の増大、需要範囲の拡大されるに対処して、絶えずその生産態勢を検討し、整備して量産態勢を確立してきたが、さらに今後は、材料その他の日進月歩の改良開発とあいまって質的なものの進歩発達に対処してよりよきものへの不断の研究をつづけてゆかなければならないことを痛感する次第である。



山王国際会館  
ホテルニュージャパン

# のエレベータ, エスカレータ, ダムウェータ

本社 石川理一\*・三木秀夫\*

## Elevators, Dumb Waiters and Escalators of Sanno International Hall and Hotel New Japan

Head Office Riichi ISHIKAWA・Hideo MIKI

Extensive installation of eleven elevators, three dumb waiters and one escalator have been completed at the Sanno International Hall and the Hotel New Japan by Mitsubishi as a result of two years' planning and one year's design, manufacture and erection. The elevators assortment of varied types such as a two-car selective-collective dual system and a super signal operation system with auto-off-hour service. They are equipped with interphones and other modern facilities. The dumb waiters and escalator are all the fruit of considerable effort on the part of Mitsubishi, the detail being described herein.

### 1. ま え が き

この国際的アパート、ホテルには、それぞれの用途に応じたエレベータ、エスカレータ、ダムウェータが約2年間の企画と、1年の設計製作および据付期間を経て、昭和35年3月完成した。以下エレベータ総数11台、ダムウェータ3台、エスカレータ1台のおおのの仕様と特色を述べる。

### 2. 名称と配置

#### アパート用

乗用、人貨用エレベータ2台 東1,2号機

#### ホテル用

客用エレベータ4台 中央1~4号機

人貨サービス用エレベータ3台 中央5,6 西1号機

配膳貨物用エレベータ1台 中央7号機

用度貨物用エレベータ1台 西2号機

厨房用ダムウェータ3台 中央8,9,10号機

宴会場用エスカレータ1台

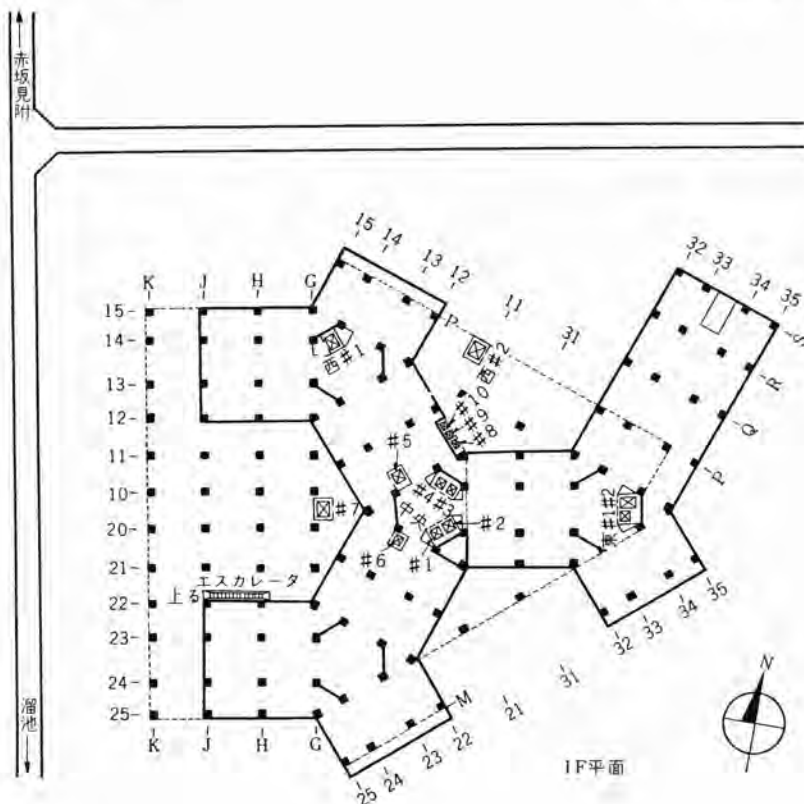


図 2.1 エレベータ, ダムウェータ, エスカレータ の設備

Fig. 2.1 Equipment of elevators, dumb waiters and escalators.

### 3. 仕様と特色

#### 3.1 東1, 2号機エレベータの仕様

台数 2台

用途 #1 乗用

#2 人貨用

運転方式 直流可変電圧歯車式

操作方式 2カーセレクトコロレクタブジュアール

容量 900 kg 定員 13名

速度 90 m/min

昇降路全高 #1 40.805 m

#2 45.025 m

昇降行程 #1 30.325 m

#2 34.545 m

停止箇所 #1 11箇所

#2 12箇所

停止階 #1 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, R, 階

#2 B<sub>1</sub>, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, R, 階

巻上機 EMH-490 T形

電動機 15 kW  $\frac{1}{2}$  時間定格

巻上ツナ 12 mm 径6本掛

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

電動発電機 #1 75 CS形

駆動電動機 16 kW 連続定格

直流発電機 10 kW 連続定格

励磁機 3 kW 連続定格

戸閉形式 2枚戸2枚片開キ 電動式 出入口幅850mm

カゴ室の形式：外形寸法は間口 1,300 mm, 奥行 #1 1,700 mm #2, 2,150 mm で, 扉, 壁, 天井は磨鋼板高級ラッカ焼付仕上になっており, 出入口柱, 幅木は塗装



図 3.1 東2号機のカゴ室奥の間仕切を開いたところ  
Fig. 3.1 Car of East No. 2 with the partition at its further end left open.

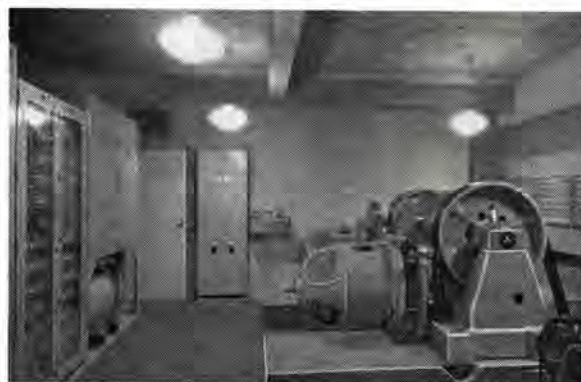


図 3.2 東1, 2号機の機械室 配置は理想的である  
Fig. 3.2 Machine room of east machine No. 1 and No. 2

でははげやすいので ステンレス を使用し, 表面に ハーライン 仕上を施しめかけを美しくしている. 床は, カゴ室色調に調和した 6 mm 厚 ゴムタイル 張りで, 敷居部分は表面機械仕上の黄銅を使用している. 設備面では操作盤, 自機用位置知らせ盤のほか付属品として, テビューザ 形強力電気鼠, テレコール, 英和両文の自動運転注意板などがついており, 照明は間接式で ケイ 光灯 40 W 4 本, 停電時非常用白熱灯 20 W 1 灯が設備されている.

乗場の形式: 出入口有効幅 850 mm, 有効高さ 2,100 mm で, 各階の敷居は優美な機械仕上の黄銅製である. 2 階の三方ツク, 扉は, 黄銅製 ハーライン 仕上, 2 階以外は, 磨鋼板高級単色ラッカ焼付仕上である. 乗物位置表示は横形フラッシュライト電気式, 標示灯は, FULL, STOP で, 2 階のみ FULL の代わりに NEXT になっている. これは 2カーセレクトコロレクタブ操作のとき, 2 階が基準階となるからである. 階数文字, 上下矢印, 標示灯文字板は三方ツクの上ツクを天井まで延長した, 幕板に埋込まれている.

乗物 ボタン は, 点灯する応答形で, 2 階の カバー は, 三方ツク, 扉に意匠をあわせて, 黄銅板を使用し, 他の階は ステンレス 板で共にハーライン表面仕上である. B<sub>1</sub> 階にある最下階用乗場 ボタン と並んで同じくらいの大サイズの自動運転あるいは運転手付運転のいずれかに切換えるスイッチ盤が取付けられている.

#### 3.2 特色

1. アパートの玄関は, 階数文字 2 の位置になっており, とくに重厚な感じをだすため, この階の三方ツク, 扉は黄銅製 ハーライン 仕上である.
2. 機械室の据付配置は理想的である.
3. 各階の幕板は表面の化粧 ネジをとれば簡単にはずれるようになっており, 位置表示器の点検が容易にできる.
4. 人貨用 2 号機のカゴ室は引越時の貨物用として使用するとき, 奥の間仕切を開いて乗用のときより



も 450 mm 広くして使えるようになっている。この間仕切りは、乗用として使用する際、定員の乗り過ぎを防ぐために設けたものである。

5. 2カーセレクトプロセクタージュアル操作は2台のエレベータがむだなく、合理的に運動して自動運転ができるほか、1台を自動で1台を運転手付に、2台とも運転手付に、1台を休止にしておき、1台を自動もしくは運転手付単独運転がそれぞれでき、非常に便利である。

### 3.3 中央1～4号機エレベータの仕様

台数 4台

用途 客用

運転方式 直流可変電圧歯車式

操作方式 #1、#2、スーパーシグナルオペレーション

#1はオートオフアワーサービス付

#3、4、スーパーシグナルオペレーション

#3はオートオフアワーサービス付

容量 1,000 kg 定員 14名 (運転手を含まず)

速度 90 m/min

昇降路全高 37,905 mm

昇降行程 30,325 mm

停止階 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.R.階 11箇所

巻上機 EMH-490 T形

電動機 15 kW  $\frac{1}{2}$  時間定格

巻上ツナ 12 mm 径6本掛ケ

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

電動発電機 #175 CS形

駆動電動機 16 kW 連続定格

直流発電機 10 kW 連続定格

励磁機 3 kW 連続定格

戸閉形式 2枚戸2枚片開き、電動式 出入口幅 1,000 mm

カゴ室の形式：外形寸法は、間口 1,600 mm 奥行 1,750 mm で、扉、壁、天井は磨鋼板高級ラッカ焼付仕上であるが、出入口柱、幅木はステンレス製表面ヘーライン仕上になっており、床は 6 mm 厚ゴムタイルを敷き、敷居部分は表面機械仕上の黄銅製である。カゴ内には、操作盤、自機用位置知らせ盤のほか、付属設備品として、チューザ形強力電気扇、テレコール、放送用スピーカがついている。1,3号機は自動運転もできるようになっているから、英和両文の自動運転注意板がもっとも乗客に見やすい位置に取付けられている。照明は間接式でケイ光灯 40 W 3本、停電時非常用白熱灯 20 W 1 灯が設備されている。

乗場の形式：出入口有効幅 1,000 mm 有効高さ 2,100 mm で、2,3階を除く階の敷居は表面機械仕上の黄銅製である。1階の三方ツク、扉は、黄銅製表面ヘーライン仕上、2階より各階は磨鋼板単色ラッカ焼付塗装であるが、とくに2,3階は、1階の金色に対照させるため銀色塗装になっており、したがってこの階の敷居は、硬質アルミ合金を使用して調和させている。乗場位置表示器は、横形フラッシュライト電気式、標示灯は FULL, STOP で、三方ツク幕板に埋込まれている。乗場ボタンは応答形で、

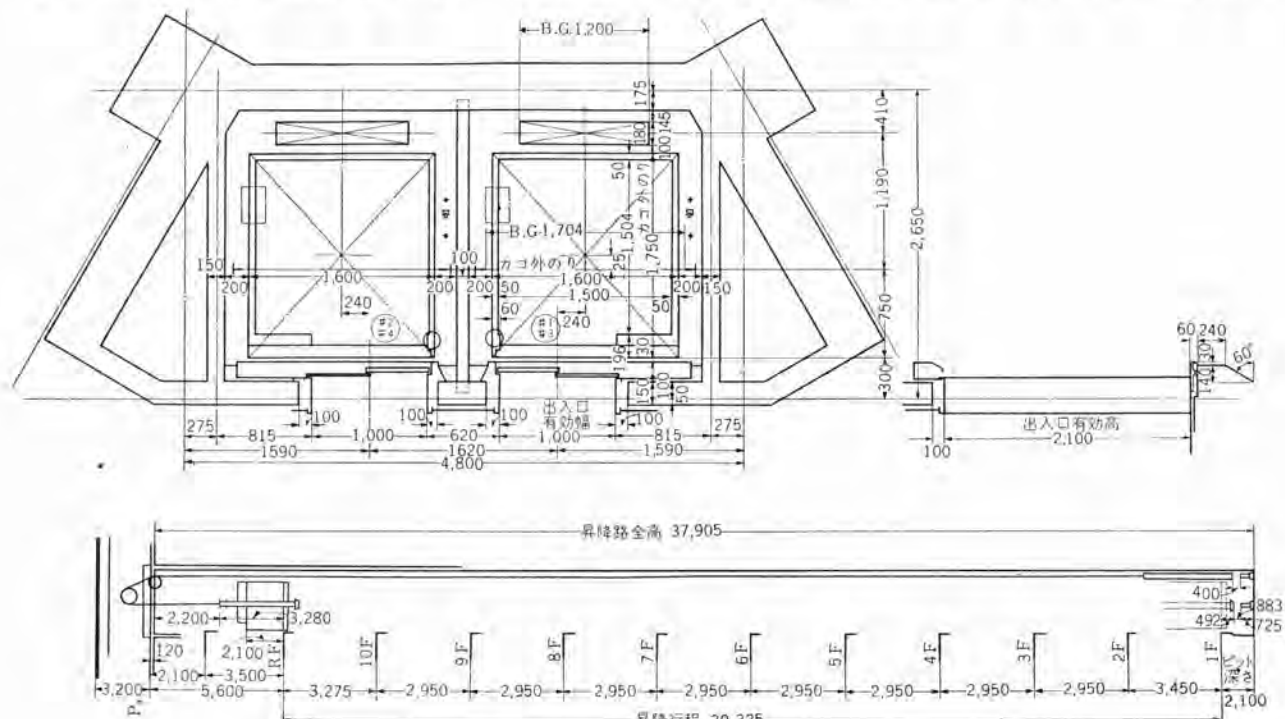


図 3.3 中央1～4号機据付図  
Fig. 3.3 Installation drawing of center machine No. 1 ~ 4.

荷重表

位 置	荷重(kg)
A <sub>1</sub> —A <sub>1</sub>	7,700
B <sub>1</sub> —B <sub>1</sub>	6,200
A <sub>5</sub> —A <sub>5</sub>	5,550
B <sub>5</sub> —B <sub>5</sub>	4,950
A <sub>6</sub> —A <sub>6</sub>	6,950
B <sub>6</sub> —B <sub>6</sub>	4,460

動荷重は2倍にして計算した

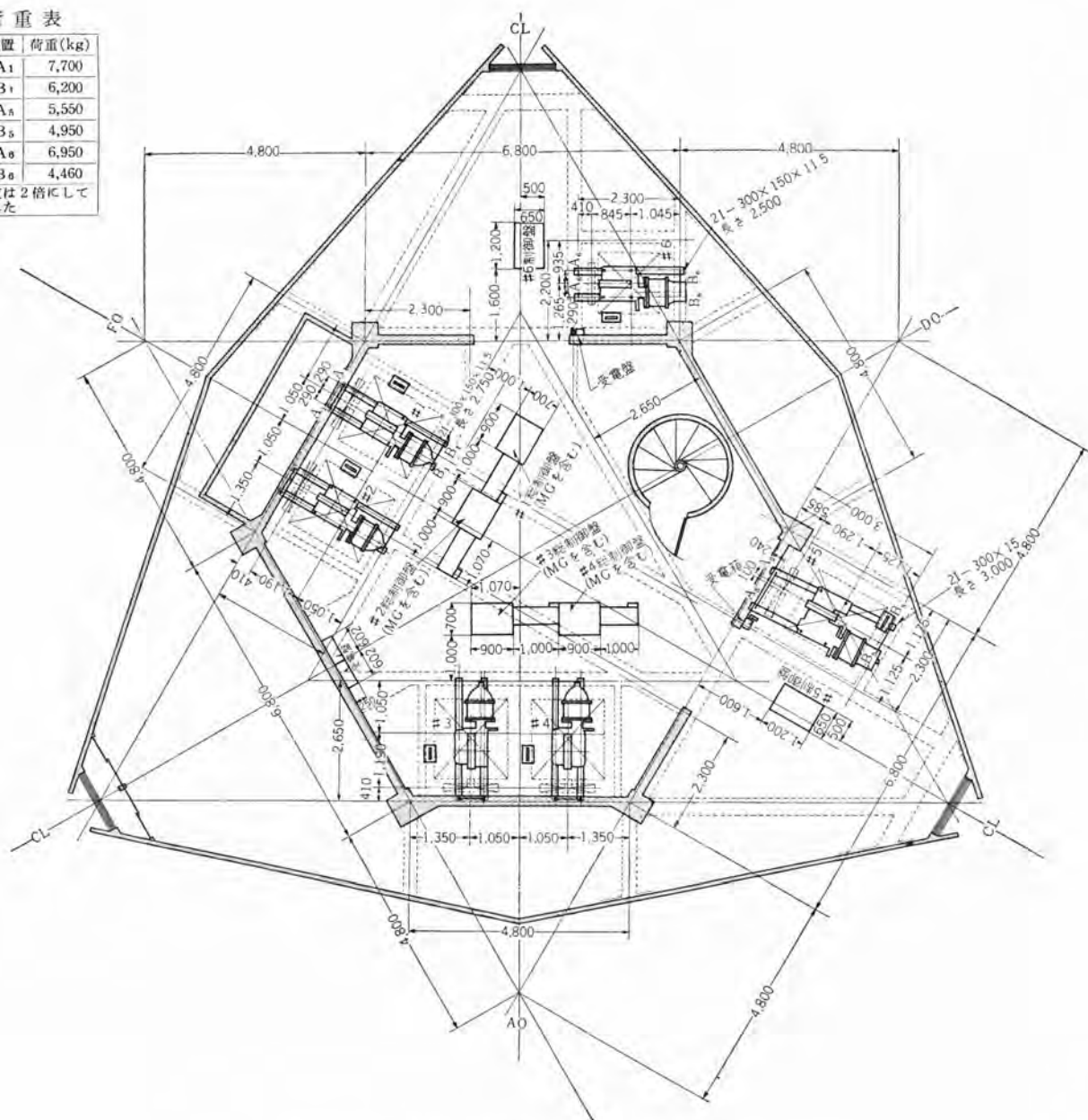


図 3.4 1~4, 5, 6号機機械室据付図  
Fig. 3.4 Machine room plan of center machine No. 1~4, 5~6.



図 3.5 中央1~4号機の機械室  
Fig. 3.5 Machine room of No. 1~4.

カバーは1階だけ黄銅製、他階はステンレスを使用し表面はヘーライン仕上である。1階の最下階用乗場ボタンには、1, 3号機を自動運転に切換えるスイッチが組込まれている。

### 3.4 特色

1. #1と#2, #3と#4の2台バンクで常時運転され、#1, #3は夜間もしくは閑散時に運転手なし自動運転ができるようになっている。
2. 1~4号機の機械室内には、中央5, 6号機の機械が据付けられており、このように一室にまとめられていれば、保守、点検に便利である。



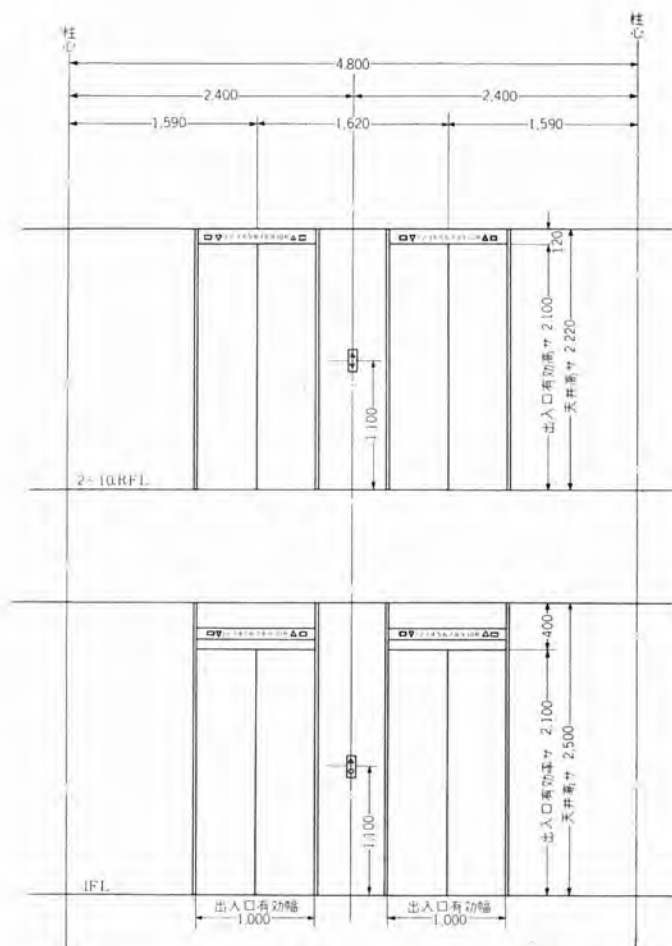


図 3.6 中央1~4号機乗場正面図

Fig. 3.6 Elevation of landing of center machine No. 1~4.



図 3.7 中央1~4号機の乗場

Fig. 3.7 Front view of elevator hall.



図 3.8 位置表示器中央1~4号機1階

Fig. 3.8 Position indicator.



図 3.9 乗場ボタン切換スイッチ中央1,2号機1階

Fig. 3.9 Landing button with change-over switch.

3. 1階の三方ツク、扉は黄銅製で、表面はヘーライン仕上を施し、重厚な感じをみせている。

4. 1階は幕板の一部分が、他階は幕板全部が、表面の化粧ネジをとれば簡単にはずれるようになっており、位置表示器のランプの取換え、ソケット配線の点検が容易にできるようになっている。

5. カゴ室の奥の壁をコinkerウ形にし、ゆるやかな感じをだしている。このため照明は出入口上部の1個所にまとめられている。

6. カゴ内位置知らせの取付部分を前傾させ、容易に位置表示がみられるようになっている。

7. カゴ内には、放送用10 cm×15 cm スピーカ が設備され、常時音楽が流れ、楽しく目的階に行くことができる。

### 3.5 中央5,6号機エレベータの仕様

台 数 2台

用 途 人貨 サービス用

運転方式 交流二段速度歯車式

操作方式 セレクチブコレクチブ

容 量 #5 900 kg 定員 13名

#6 600 kg 定員 9名

速 度 60 m/min

昇降路全高 41.525 m

昇降行程 34.545 m

停止階 B<sub>1</sub>, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, R, 階 11 箇所

巻上機 #5 EMX-475 L 形

#6 EMH-475 L 形

電動機 11 kW 1/2 時間定格 9/24 極

巻上ツナ 12 mm 径 6 本掛ケ

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

戸閉形式 2 枚戸 2 枚片開キ 電動式



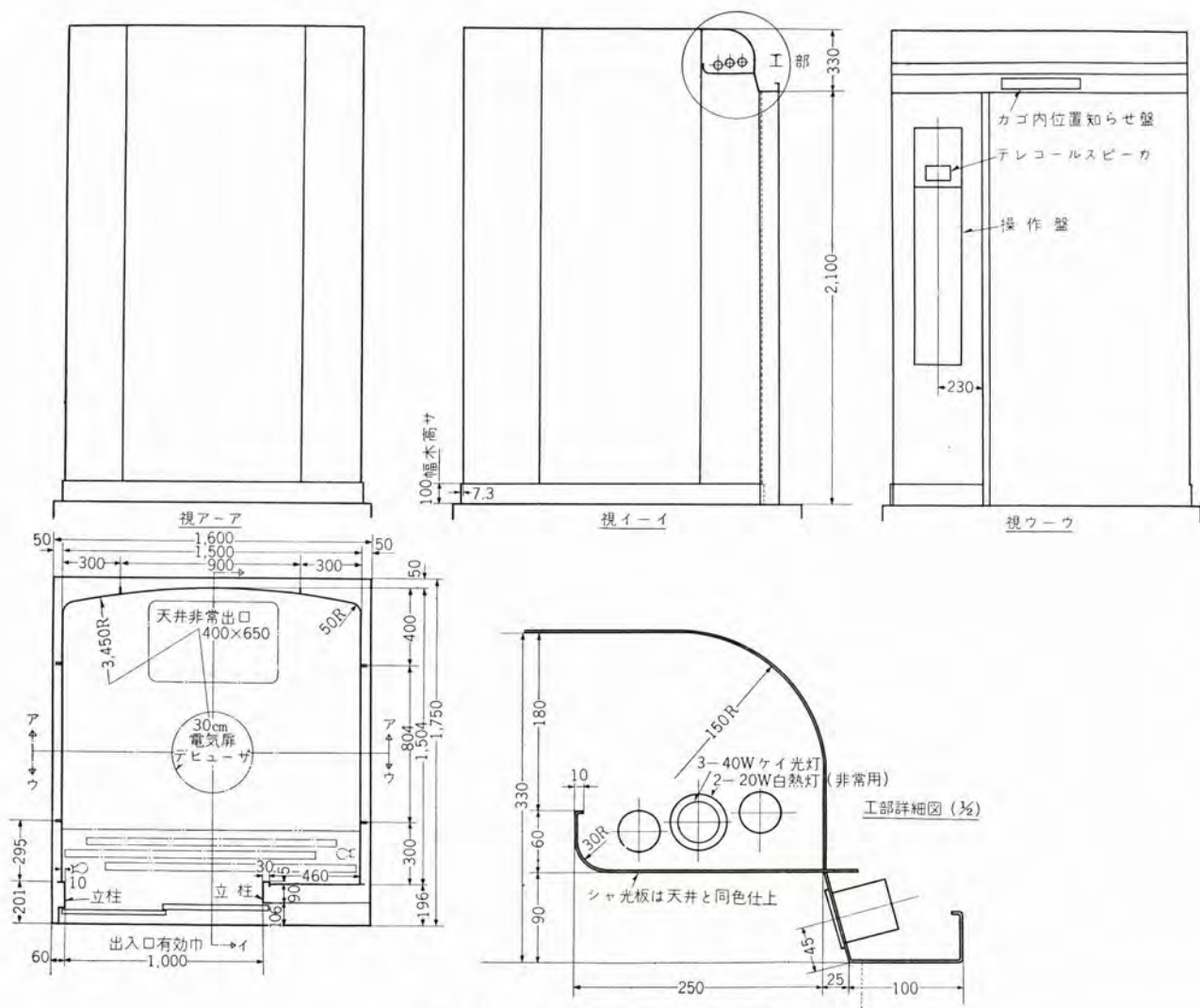


図 3.10 中央 1~4 号機 カゴ室外形図  
Fig. 3.10 Car of center machine No. 1~4.



図 3.11 中央 1~4 号機のカゴ室  
Fig. 3.11 Front view of car.



図 3.12 (a) 中央 1~4 号機 カゴ室内  
Fig. 3.12 (a) Inside of car.

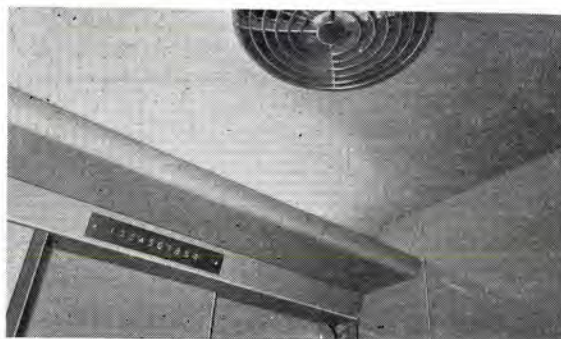


図 3.12 (b) カゴ室照明中央 1~4  
Fig. 3.12 (b) Car lighting.



図 3.13 中央 1~4 号機のカゴ操作盤  
Fig. 3.13 Car operating station.



カゴ室の形式：外形寸法 #5 は間口 1,700 mm, 奥行 1,500 mm, #6 の間口 1,320 mm, 奥行 1,340 mm で、扉、壁、天井は磨鋼板高級ラッカ焼付仕上になっており、カゴ内には操作盤、自機用カゴ内位置知らせのほか、自動運転注意板、壁掛形 30 cm 電気扇、テレコールなどが設備されている。照明は間接式で #5 は 30 W, #6 は 20 W がそれぞれ 4 本、非常用白熱灯 20 W が 1 灯ずつついている。

乗物の形式：出入口有効幅 #5 1,100 mm, #6 800 mm 有効高さ 2,100 mm で、3 階だけ建築ハリの関係で 1,950 mm になっている。敷居は各階表面機械仕上の鋳鉄製である。三方ツク、扉は磨鋼板高級ラッカ焼付仕上になっている。乗場位置表示器は縦形フラッシュライト電気式、標示灯は AUTO, STOP でカバーは黄銅板ホワイトブロンズメッキである。乗場ボタンは応答形になっており、カバーはステンレス表面ヘアーライン仕上である。

### 3.6 特色

1. 三方ツクは荷物の出し入れの際、ツクの角に突き当てて塗装をはがしてしまうようなことを少なくするため、末広形にしてある。荷扱者の注意が第一であるがとくに出入口幅の狭いものに効果があると思われる。

2. 乗場位置表示器は、建物天井との取合上縦形にしたものであるが、このエレベータのホールはそれほど広くない階が多いので、利用状態を見ても効果的であると思える。1 階の乗場は非常出口になっているためエレベータは停止しないが、表示器には階の存在を示す丸窓がはめこまれ、通過時は他の階数文字同様点灯するようになっている。

3. 1 階の非常出口は、なんらかの事故で乗用者が脱出するか、外部より救出するのが目的であるから、扉のカギは内部からはかけ金式で簡単にはずれ、外部からは、管理者が保管しているカギを使用しなければ扉が開かないようになっており、扉を少しでも開けば、エレベータの運転ができないよう安全スイッチが取付けられている。

4. このエレベータは厨房関係の従業員に多く使われ、各階の配膳がおもな用途である。

5. カゴ操作盤には、荷物を出し入れの際、自動的に扉が閉るのを防ぐために、開放ボタンがついている。このボタンを押せば開放になり、元の位置まで引けば扉は自動的に閉まる。このボタンには引戻しを忘れないよう注意板がついてある。

### 3.7 中央 7 号機エレベータの仕様

台数 1 台

用途 貨物用

運転方式 交流二段速度歯車式

操作方式 セレクトラックコレクティブ・ジュアル F

容量 1,950 kg

速度 45 m/min

昇降路全高 17,300 m

昇行程 10,520 m

停止階 B<sub>1</sub>, 2, 3 階 3 箇所 (1 階は非常口)

巻上機 EMH-565 L 形

電動機 19 kW  $\frac{1}{2}$  時間定格  $\frac{6}{24}$  極

巻上ツナ 16 mm 径 6 本掛ケ

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

戸閉形式 4 枚戸 4 枚中央開キ 電動式

カゴ室の形式：外形寸法は間口 2,700 mm, 奥行 1,850 mm で、この建物内でもっとも大きいカゴ室のエレベータである。扉、壁、天井は磨鋼板製高級ラッカ焼付仕上で、床は 4.5 m 厚しま鋼板を張り、カゴ内両側壁には取はずし可能なステンレス製タナが 2 段ずつ設けられている。照明はケイ光灯 40 W 3 本で当社大船製作所器具 FB-413 形をそのまま天井に埋込んで使用している。このほか非常用白熱灯 20 W 1 灯が用意されている。



図 3.14 中央 7 号機のカゴ室  
Fig. 3.14 Car of center machine No. 7.



図 3.15 中央 7 号機の乗場  
Fig. 3.15 Landing of center machine No. 7.

乗場の形式：出入口有効幅 1,800 mm、有効高さ 2,100 mm、2 階だけ天井の建築 ハリ との取合上 1,950 mm になっている。敷居は各階表面機械仕上の鋳鉄製、三方ツク、扉は磨鋼板製高級 ラッカ 焼付仕上である。乗場位置表示器は縦形 フラッシュライト 電気式で 1 階は停止しないので、通過時点灯する丸窓表示になっている。乗場 ボタン は応答 ボタン および戸閉 ボタン 付で カバー はステンレス板、表面 ヘヤーライン 仕上である。

### 3.8 特 色

1. 2 階の出入口有効高さは 1,950 mm であるが、扉、戸閉仕掛は有効高さ 2,100 mm のものを使用し、三方ツクを縮めた寸法だけ ハンガーケース を上げて取付けてある。中央 5, 6 号機の 3 階もこの方法である。特定の階だけ建築 ハリ が大きかったり、他の理由で規定の寸法がとれないときは ハンガーケース の上部が障害物に当たらない限り、戸閉構造を他階と同様標準にして、このように三方ツクを縮めることで解決できる。

2. 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」ボタンを戸がしまりカゴが動き出すまで押しつづける。カゴは戸閉後目的階に至って自動着床し戸が開く。戸がしまり切る前に戸閉 ボタン から手を放せば戸は反転して開く。いったんしめ切っても、目的階の押し ボタン を押さなかったり、他階からの呼がないときは戸開の ボタン を押せば開くようになっている。用済後は必ず乗場の戸閉 ボタン で戸をしめておく必要がある。カゴが自分の階にあれば乗場の呼 ボタン を押すとただちに戸が開き、いなければ呼びに応じて起動しその階に至って自動着床し戸が開くようになっている。

3. このエレベータは地下 1 階および 3 階の厨房より、2 階大宴会場を主としてその他の宴会場に大量の料理、什器類が運搬できるようにカゴ室および出入口を大きくしたものである。

### 3.9 西 1 号機エレベータの仕様

台 数 1 台

用 途 人貨用 エレベータ

運転方式 交流二段速度歯車式

操作方式 セレクタコネクタ

容 量 1,300 kg 定員 20 名

速 度 60 m/min

昇降路全高 45.275 m

昇降行程 38.295 m

停止階 B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, R, 階 13 箇所

巻上機 EMH-570 S 形

電動機 15 kW  $\frac{1}{2}$  時間定格  $\frac{6}{24}$  極



図 3.16 西 1 号機のカゴ（正）操作盤  
Fig. 3.16 Car operating station of west machine No. 1.

巻上ツナ 16 mm 径 6 本掛ケ

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

戸閉形式 2 枚戸 2 枚片開キ 電動式

カゴ室の形成：外形寸法は間口 1,900 mm、奥行 1,800 mm で意匠は中央 5, 6 号機と同じである。

乗場の形式：出入口有効幅 1,400 mm、有効高さ 2,100 mm で意匠は中央 5, 6 号機と同じである。

### 3.10 特 色

このエレベータはもっとも停止階数が多く、従業員専用のほか、諸雑貨運搬にも使用されているので使用頻度は他のエレベータに比較してかなり激しい。意匠、設備面では中央 5, 6 号機とほとんど同じであり特記する事項も前記程度である。

### 3.11 西 2 号機エレベータ

台 数 1 台

用 途 貨物用

運転方式 交流一段速度歯車式

操作方式 シングルオートマチック F

容 量 1,500 kg

速 度 20 m/min

昇降路全高 9.800 m

昇降行程 4.500 m

停止階 B<sub>1</sub>, 1 階 2 箇所

巻上機 EMH-560 S 形

電動機 11 kW  $\frac{1}{2}$  時間定格 8 極

巻上ツナ 16 mm 径 6 本掛ケ

レール カゴ側 24 kg/m オモリ側 13 kg/m

戸閉形式 乗場側 2 枚戸 2 枚片開キ 手動式

カゴ側 タタミ 格子戸 手動式

カゴ室の形式：外形寸法は間口 1,900 mm、奥行 1,900



mm で、扉、壁、天井は磨鋼板製高級ラッカ焼付仕上である。床は 4.5 mm 厚し鋼板張り、敷居は表面機械仕上、鋼板製である。カゴ内には操作盤、自動運転注意板、壁掛形 30 cm 電気扇、テレコール等が設備されており、照明はケイ光灯 40 W 2 灯、非常用白熱灯 20 W 1 灯が設備されていて、ケイ光灯照明器具は当社大船製作所製 FB-44 形を天井に埋込んで使用している。

乗場の形式：出入口有効幅 1,400 mm、有効高さ 2,100 mm である。敷居は表面機械仕上鋳鉄製で、三方ツク、扉は磨鋼板製高級ラッカ焼付仕上になっている。乗場位置表示器は縦形フラッシュライト電気式で、カバーは黄銅板ホワイ Bronzeメッキ仕上である。

乗場ボタンは呼ボタンのほかに使用中灯が組込まれたもので、カバーはステンレス板、表面にヘーライン仕上を施したものである。

### 3.12 特色

1. B<sub>1</sub> 階と 1 階の出入口が逆になっているため、カゴ室出入口は 2 方口である。どちらの入口に立っても運転ができるように、両方の袖壁に操作盤を取付けてある。

2. 着床をぴったり合せたいときには、カゴが行きすぎていれば操作盤の「下」ボタンを押して床合せを行ない、行きたりなければ「上」ボタンを押して床合せを行なう。

3. このエレベータは、外部より搬入される用度品などを主として運搬するために設備されたものである。最初の計画では、カゴ室はセリ上げ式で機械を地下室に置くベースメントタイプであったが、この方式は巻上ツナが多くのソラ車によって曲げられるため、摩耗が早いと若干のオーバーロードでもスリッパを起しやすい欠点があるため、当時監理委員会で討議された結果、機械室を上部にする現在の形に変更になったものである。

### 3.13 中央 8, 9, 10 号機ダムウェータの仕様

台数 3 台

用途 厨房用

運転方式 交流一段速度歯車式

操作方式 相互階制御

容量 150 kg

速度 20 m/min

昇降路全高 6.650 m

昇降行程 4.220 m

停止階 B<sub>1</sub> 1 階 2 箇所

巻上機 EMG-120 M 形

電動機 0.75 kW 1/2 時間定格 6 極

巻上ツナ 6 mm 径 2 本掛ケ

レール L 形鋼 50×50×6

戸閉形式 出し入れ口 1 枚戸上下開キ 手動式 カゴ室は安全棒だけ

カゴ室の形式：外形寸法は間口 850 mm、奥行 850 mm で、壁、天井は磨鋼板製ラッカ塗装仕上で床には 3.2 mm 厚し鋼板が張られている。B<sub>1</sub> 階と 1 階の出し入れ口が逆になっているため、カゴ室は 2 方口になっており載せた配膳車や荷物が昇降中に飛び出さないように安全棒が付いている。

出し入れ口の形式：出し入れ口有効幅 850 mm、有効高さ 900 mm で、敷居は 4.5 mm 厚し鋼板製になっており、三方ツク、扉は磨鋼板製ラッカ塗装仕上である。操作盤および到着灯は、出し入れ口の近くに取付けられており、信号装置は伝声管とブザーを使用する。

### 3.14 特色

1. 一般にダムウェータは機械室を中間階に設けるものが多いが、ここでも 1 階の天井に機械室が設けられている。このように 3 台も並ぶと、機械室の床をコンクリートで作るのに非常に手数がかかるとの理由で、1 階より鋼材の支柱を立て、これに機械台や機械室床の荷重をもたせている構造になっている。

2. ダムウェータの操作方式には、基準階を基点として各階との間を往復する復帰制御と、各階相互階を自由に送ったり呼んだりできる相互階制御があるが、ここでは B<sub>1</sub> 階が主厨房、1 階が配膳室で階が近接しているので相互階制御になっている。

3. ダムウェータの出し入れ口は床面より出し入れするフロア方式と、床面より 500~800 mm 高くして膳板を利用して出し入れするテーブル方式があるが、ここでは配膳車を運搬するのがおもな目的なのでフロア式である。



図 3.17 ダムウェータの出し入れ口

Fig. 3.17 Access to the dumb waiter.

## 4. インターホン設備

各号機エレベータ共通の特色として連絡用インターホンが設備されているので、その関係を図4.1配置図で示す。

## 5. エスカレータ

### 5.1 エスカレータの仕様

形名 800 DI 形 (内側照明入り)

階段速度 27 m/min

傾斜 30度 (対水平)

輸送能力 5,000 人/h

階高 3.100 m 1~2階間

電動機 7.5 kW

### 5.2 エスカレータの特色

1. ホテル1階のクロック付近より2階宴会場に至るロビーまでの間に設置されている。エスカレータの内容については本誌80ページ「D形エスカレータ」の項で詳細に説明されているのでここでは省略するが、スリムライン内側灯を光り輝かせるこのデラックスエスカレータは絢爛豪華な建物にふさわしく真価を発揮してくれるものと期待している。

2. エスカレータのデッキボードに沿って1,2階間は両側

とも合板で間仕切りされた建築仕上になっているが、合板の色調と調和していることとエスカレータ上部の天井が高いため、それほど狭苦しい感じは受けない。上部にはエスカレータ専用の防火シャッターを設備したが、SP形と称する図5.2に示すような機構になっていることと、周囲の建築仕上のカーによってシャッターの存在が目ざわりにならないようになっている。

## 6. むすび

最近のエレベータの意匠品も旧時代的な装飾を省き、単純化された中に造形の美しさを見出そうとする傾向が強いようである。建築にもっとも密接な関係を持つエレベータの三方ツクの板幅や、敷居を狭くしたり、位置表示器のカーを細くし、フラット形にしたものなどスカッとした線の美が多く見られるのはその一例であろう。以上述べたエレベータの意匠面についてとくに飾り立てようと意図されたところはなく、東1,2号および中央1~4号の1,2階三方ツク扉にはとくに黄銅材ヘーライン仕上が採用されているが、これもスカッとした直線美と周囲と調和した色彩で成功を納めている。幸いこの建物内のエレベータ類は関係者各位の深い理解と決断によって、ほとん

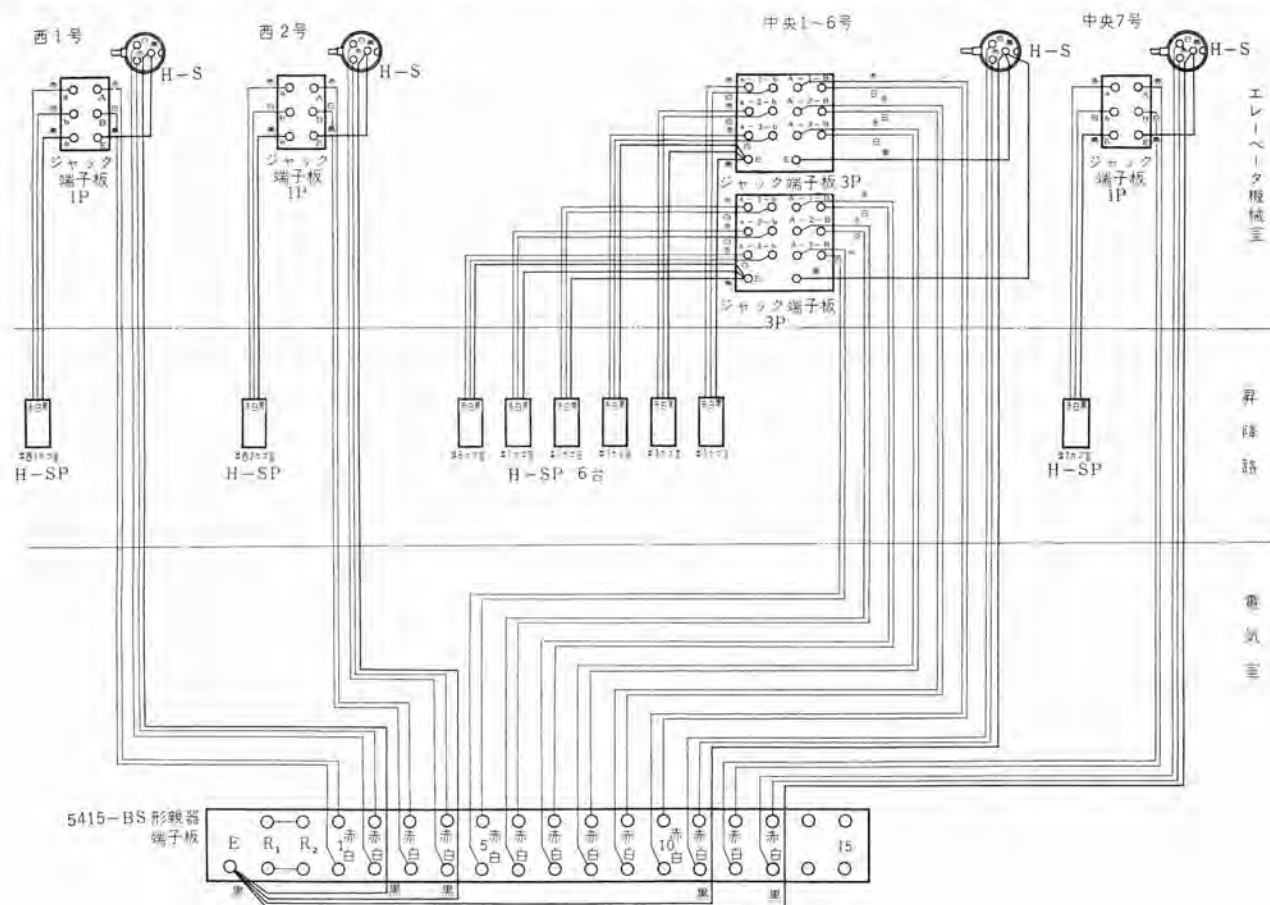


図4.1 中央1~7、西1、西2号機インターホン配置図

Fig. 4.1 Arrangement of interphones center machine 1~7, west machine No. 1~2.



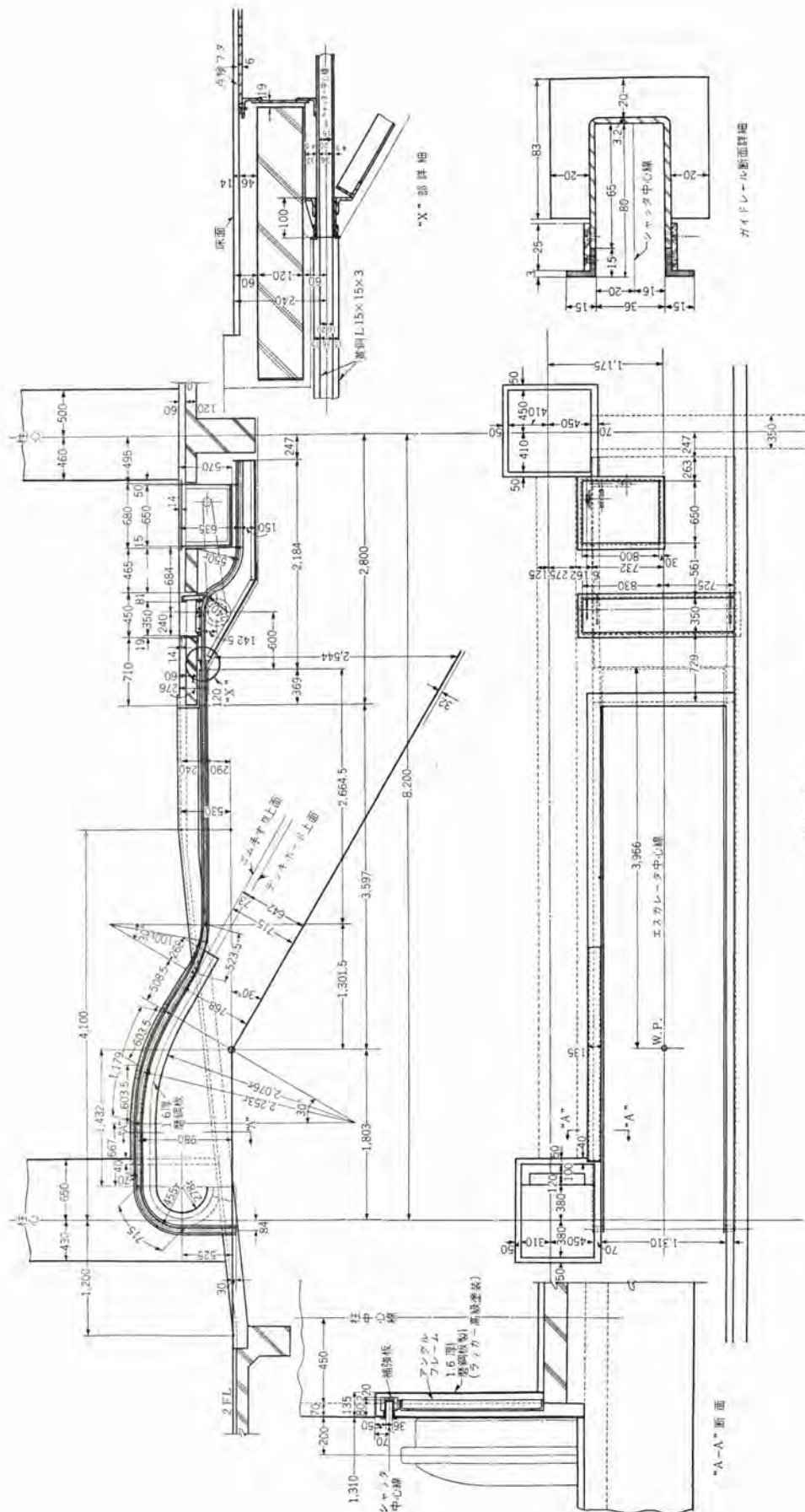


図 5.2 SP 形 エスカレータ 防火 シャッター 据付図  
Fig. 5.2 Installation of type SP escalator fire shutter.

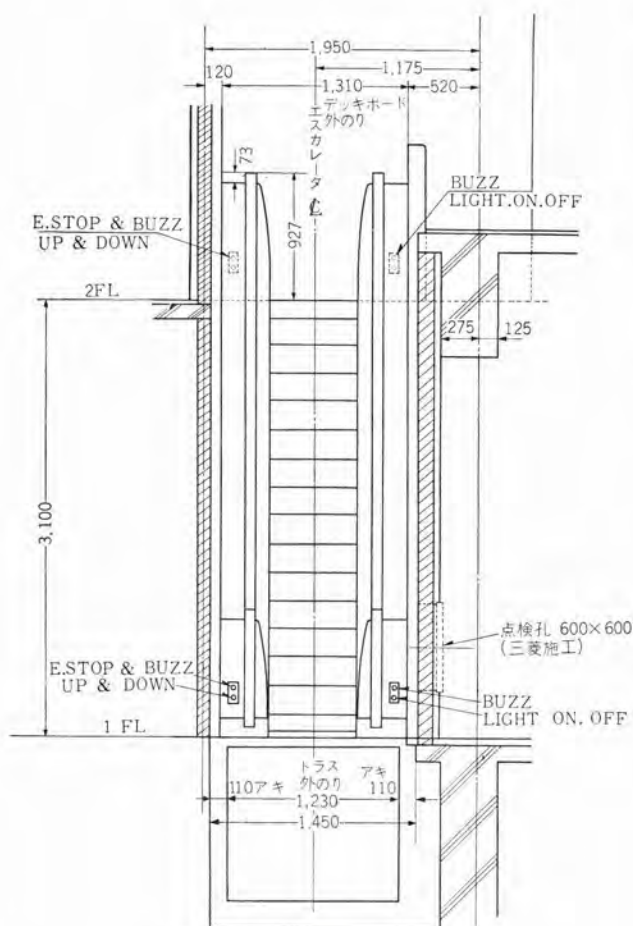


図 5.1 エスカレータ 正面図  
Fig. 5.1 Front view of escalator



図 5.4 エスカレータ 防火 シャッターが閉り始めたところ  
Fig. 5.4 Escalator (Fire shutter began to close)

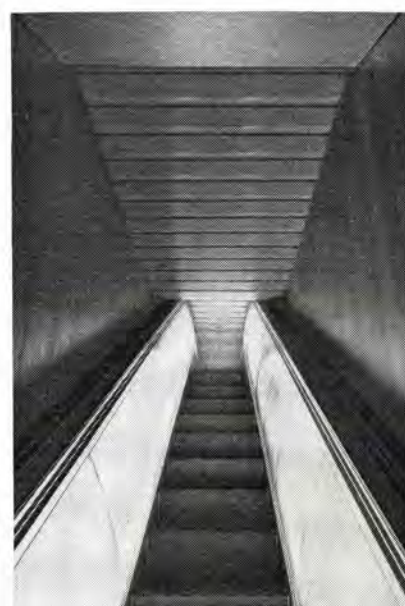


図 5.5 エスカレータ 防火 シャッターが完全に閉ったところ  
Fig. 5.5 Escalator (Fire shutter was shut completely).



図 5.3 エスカレータ  
Fig. 5.3 Escalator.

ど当社の標準品で設計を進めることができたため十分にその機能を果たすことができることを信じている。しかしすべてが満足できる状態ではないので、それらの部分についてはさらに良いものを作り上げるための反省の資料としたい。終りに一言、「標準品」は特価品の意味ではなく幾通りものふるいにかけられ最後に残った優良品であること、価格を安くする要因であること、納期が短縮できることの三つの内容を持っていることをエレベータ設備に関係される各位に理解していただくことをお願いして終わる。



# 山王国際会館の電気施設 ホテルニュージャパン

本社 井上 八郎\*・高橋 平三\*\*

## Electric Equipment of Sanno International Hall and Hotel New Japan

Head Office Hachirō INOUE・Heizō TAKAHASHI

Building boom in recent trend has added an epochal edifice to Tokyo. The Sanno International Hall and the Hotel New Japan have made a new landmark in the metropolis. Electric equipment in the premises leaves nothing to be desired. Of various installations Diaresin impregnated instrument transformers are worth mentioning. Sound equipment for background music and public announcement, TV receiver arrangement for guest rooms, electric clocks and the like are all marked new facilities.

### 1. ま え が き

一般経済界の好況を反映して大都市のビル建築が活発に続けられている。この傾向は今後も盛んになると見込まれ、いわゆる建築ブームの上昇が予測される。昭和35年3月山王の森の一角に複合三叉形のモダンな建築様式による山王国際会館、ホテルニュージャパンが完成したので、その電気施設の概要について述べる。

### 2. 変電設備

この会館内の東京電力山王変電所から、ケーブルにより高圧3,300 V (将来6,600 V) の電力供給を受け、地下2階の電気室で、高圧配電盤を経て高圧動力にいたるもの、および電灯動力用変圧器で低圧に降圧しコントロールセンタを経て低圧電動機に接続される。

#### 2.1 電気方式および設備機器

##### (1) 電気方式

###### a. 引込高圧動力

交流三相三線式 3,300 V 50 c/s (将来6,600 V)

###### 変圧器二次側動力

交流三相三線式 210 V 50 c/s

###### 電灯幹線

交流三相四線式 105 V 50 c/s

交流三相三線式 105 V 50 c/s

###### 非常電源

蓄電池 (ファイバークラッド式 エポナイトそう入り密閉形)

直流二線式 100 V 300 Ah

##### b. 高圧電動機 (冷凍機 MB-8 C 形)

シヤ断器室内の高圧母線より 6-DH-50 形三極単投磁器 シヤ断器を経て床下ピット内を3,300 V 耐圧 プチルゴム 電力 ケーブル にて高圧電動機に接続する。

##### c. 低圧電動機

容量を統一化した 300 kVA 三相変圧器より低圧バスダクトによりコントロールセンタに接続、コントロールセンタは低圧電動機を運転するに必要な器具を各ユニットごとにまとめ、電動機の中央管理を行なうものである。その特長は次のようで詳細は別の論文を参照願いたい。

- i 効果的な中央監視制御
- ii スペースの経済的な利用
- iii 取付けおよび配線手数の節約

##### (2) 仕様

a. 変圧器	300 kVA 三相油入自冷式
動力用	6,600-3,300/210 V 50 c/s
電灯用	6,600-3,300/105-182 V 50 c/s
	4台
電灯用	6,600-3,300/105-210 V 50 c/s

図 2.1 高圧配電盤

Fig. 2.1 High voltage distribution panel.

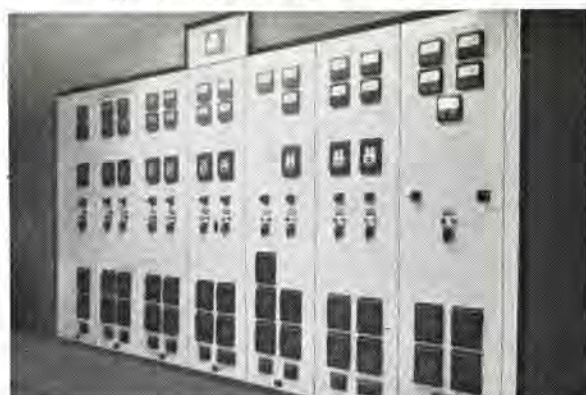






図 2.2 配電器具 フラーム組  
Fig. 2.2 Framework for distribution instruments.

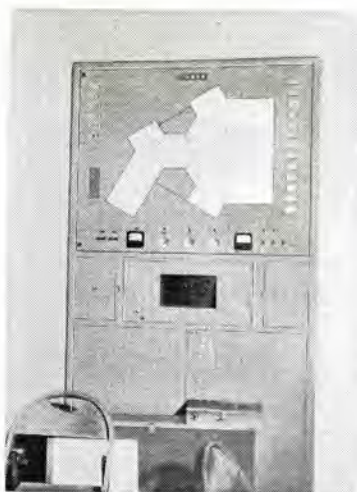


図 2.5 火災警報  
Fig. 2.5 Fire alarm.



図 2.6 調光装置  
Fig. 2.6 Dimmer.



図 2.3 シヤ断器室  
Fig. 2.3 Circuit breaker room.

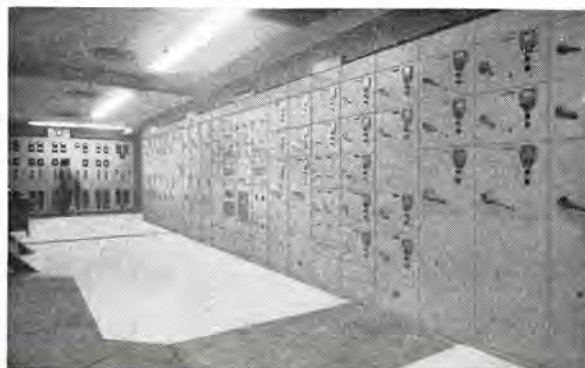


図 2.4 コントロールセンタ  
Fig. 2.4 Control center.

- 2 台
- b. コンデンサ 300 kVA 50 c/s 放電 コイル 付  
3 台  
3,300 V 三相静電形
- c. 高圧配電盤 HN 開放形, 壁面埋込み 7 面
- d. 三極単投磁器 シヤ断器 6-DH-50 形 9 台  
7,200 V 1,200-600 A 屋内形  
シヤ断容量 3 kV (6 kV) にて  
250 MVA (500 MVA)
- e. 低圧配電盤 コントロールセンタ 79 面
- f. 低圧配電架 プラズマクト 210 V 用 1 式  
(変圧器-コントロールセンタ 間)

## 2.2 高圧配電盤および配電器具

高圧配電盤は図 2.1 のように直立開放形とし配電盤室の壁面に埋込み コントロールセンタ と直角に配置してある。高圧キ電線は 2 回線を 1 面とし、計器および継電器はいずれも半埋込形とし形式をそろえて体裁を整えてある。3.3 kV 配電器具は メタルクラッド 形とせず高圧配電盤の裏面の隔離された シヤ断器室に シヤ断器・計器用変圧器・変流器・断路器などを パイプワーク組に取付けた開放形である。その写真は図 2.2, 2.3 および図 2.4 に示してある。

## 2.3 6-DH-50 形磁気 シヤ断器

3,300 V 回路の シヤ断器として価額が若干高価であるが、多くの特長を有する磁気 シヤ断器が選定されたのである。この変電設備は将来 6,600 V に昇圧されることを考慮して 6-DH-50 形が採用された。シヤ断容量は 6,600 V において 500 MVA, 3,300 V 回路では 250 MVA である。磁気 シヤ断器は油なし シヤ断器として次の特長を有する。

表 2.1 6.9 kV 500 MVA 磁気 シヤ断器 シヤ断試験成績表

試験番号	動作 実務	給電 電圧 (kV)	回復 電圧 (%)	シヤ断電流 (A)		シヤ断時間 (c/s)		投入電流	相別	MVA
				交流分	直流分 R M S	開極アーク 全	全			
139-1-1	O	6.9	96.0	9,000	6,700	11,200	2.70	0.80	3.50	128
1-2	O			8,800	1,700	8,950	2.70	0.95	3.65	
"	15秒			8,950	8,100	12,100	2.70	0.95	3.65	
139-2-1	O	6.9	96.5	8,200	7,250	10,900	2.70	0.85	3.55	117
2-2	O			8,400	2,830	8,850	2.70	1.00	3.70	
"				8,400	4,650	9,600	2.70	1.00	3.70	
139-3-1	O	6.9	93.5	19,000	5,650	19,850	2.70	0.70	3.40	251
3-2	O			21,200	4,250	21,600	2.70	0.80	3.50	
"	15秒			21,200	2,830	21,400	2.70	0.80	3.50	
139-4-1	O	6.9	93.0	19,500	6,100	20,400	2.70	0.80	3.50	257
4-2	O			21,200	4,000	21,600	2.70	0.75	3.45	
"				22,000	1,400	22,150	2.70	0.80	3.50	
139-7-1	CO	6.9	89.0	32,000	8,500	33,200	3.00	0.45	3.45	391
7-2	CO			31,700	11,300	33,600	3.00	0.80	3.80	
"				30,900	1,900	31,000	3.00	0.80	3.80	
139-10	O	4				40	2.75	0.10	2.85	充電電流シヤ断試験 (1φ)
-13	O	4				20	2.80	0.10	2.90	
-16	O	6				13	2.80	0.50	3.30	
735-1	CO	7.5	91	37,300	0	37,300	2.50	0.90	3.40	54,700 U 7,000 V 93,500 W
				37,400	3,500	37,500	"	1.10	3.60	
				37,300	0	37,300	"	"	"	
735-2	CO	7.5	91	37,000	0	37,000	2.50	1.05	3.55	76,500 U 22,800 V 100,000 W
				37,000	8,800	38,000	"	1.25	3.75	
				36,800	9,000	38,000	"	"	"	
735-3	O	7.2	92	40,000	27,700	48,700	2.50	0.90	3.40	U V W
				40,000	28,800	49,300	"	"	"	
				39,700	0	39,700	"	"	"	



1. 磁気シヤ断器は油を全然使用しないので火災発生の危険はないが、油シヤ断器は油の劣化していたときおよびシヤ断容量の選定が適当でなかった場合には油さうの破壊に伴う火災発生の憂いがある。

2. 磁気シヤ断器の主接触部は銀コンタクトで通過電流値が大きく、アーク接触子は耐弧性合金を使用しているが、油シヤ断器は普通銅接触部を使用しているのでシヤ断による損耗は前者は後者に比較して格段に少ない。

3. シヤ断性能をシヤ断試験設備で実験した結果によると磁気シヤ断器は油シヤ断器に比してすこぶる優秀な結果が出ている。所要寸法も前者がわずかながら少ない。

4. 磁気シヤ断器の消弧室は軽くて簡単に取はずしができ接触部の点検も迅速かつ容易であるが、油シヤ断器は油さうを下降して点検しなければならない。

5. 磁気シヤ断器の消弧室は耐弧性絶縁物の特殊耐熱性陶器であるから消弧物質の劣化によるシヤ断能力の低下はなく、開閉頻度が多くても半永久的に使用できるが、油シヤ断器の消弧室は油の劣化によるシヤ断能力の低下はまぬがれない。

図2.7は6-DH-50形磁気シヤ断器、表2.1はシヤ断試験成績表である。

#### 2.4 ダイアレジン含浸計器用変圧器

従来の絶縁ワニスあるいはコンパウンド処理乾式計器用



図 2.7 6-DH-50 形磁気シヤ断器

Fig. 2.7 Magnetic blow out circuit breaker.

変成器は、種々欠点があり、とくに吸湿性のため絶縁破壊の危険があったが、最近各社ともポリエステル樹脂を使用したモールド形乾式変成器の製作を開始し、絶縁劣化の問題を解決して特高回路でも安心して使用できるようになった。当社においても早くから材料および処理方法の研究を重ね、独自の真空含浸方式による“ダイアレジン含浸形乾式変成器”を多量に製作しており、その使用実績に対しては各方面より好評を得ているので、当会館の計器用変成器は全部ダイアレジン含浸形を採用している。図2.8はダイアレジン含浸変流器、図2.9はダイアレジン含浸計器用変圧器でその特長は次のとおりである。

##### 1. 湿気の侵入がほとんどない

従来の乾式変成器の絶縁劣化の主原因は吸湿であるが、その原因は絶縁ワニスにあり、この従来のワニスは約50%の溶剤を含んでいるため、乾燥処理の際皮膜は約1/2の厚さにやせるから、巻線に巻いた繊維質材料のすきまを完全に埋めるには処理を何回もする必要がある。しかも溶剤が蒸発し去るとき微細な穴が残れば、これを完全に埋めることは困難である。当社独特のダイアレジン含浸形変成器では樹脂がよく充填し気泡を残さず硬化するから湿度の侵入がほとんど考えられず、しかもダイアレジン自体の吸水率はきわめて少ないから、長期使用せず保管してあっても特性の変化なく、また使用時に再乾燥の必要はない。

##### 2. 温度に対して影響が少ない

従来のコンパウンドは常温において固形であるため、巻線に含浸させるためには加熱して液状とすることを要する。ダイアレジンは常温において液状であり、操作温度も100°C内外のため操作が簡単である。またコンパウンドは大体80°C内外で軟化し始めるから室温の高いところでは使用不可能である。

##### 3. 過電流試験における電磁力に対する抵抗が大きい

ダイアレジンは樹脂配合により適度の硬度および柔軟性を持たしているため、巻線構造と相まって過電流試験における電磁力に対する抵抗が大きく、絶縁その他に損傷を生じない。

##### 4. 耐薬物的に強い

ダイアレジンは大部分の薬品に対して強く、また使用電線も当社エナメル銅線を使用しているため、ダイアレジン処理変成器は化学工場その他有害なガス発生の場所でも十分使用できる。

#### 2.5 DXM 形 カットアウト

DXM 形 カットアウトは近代的な配電系統の苛酷な要求に適合するよう NEMA 規格で設計されており、正確な動作と長い寿命を保証するため品質管理の完備した工場



図 2.8 TN-O 形 ダイアレジン含浸変流器

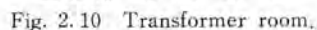
Fig. 2.8 Type TN-O Diarasin immersed current transformer.

図 2.9 TV-O 形 ダイアレジン含浸計器用変圧器

Fig. 2.9 Type TV-O Diarasin immersed potential transformer.







つぎにその特長を述べるとつぎのとおりである。



図 2.12 送配電系統図



1. ヒューズ筒は強力で定格シヤ断電流を5回保守なしでシヤ断しても異常がない。

2. 断路うレードと取換えて200 A 断路器として使用できる。

3. 単純なトグル機構でヒューズシヤ断後迅速確実に筒がドロップアウトする。

4. 開路時 ヒューズ筒をフック棒で安全確実に本体より取はずせる。

5. ガイシは多ヒダ形で凹部や縮小部分のない大きな強いガイシを使用し耐汚損性が大きい。

図2.11はDXM形カットアウトのドロップアウト動系位置を示す。



図 2.11 DXM 形 カットアウトドロップアウト 動作位置

Fig. 2.11 Position of drop cutout after operation.

### 3. 音響設備

全館用 B. G. M. 呼び出し装置

全館内に B. G. M. (バックグラウンド・ミュージック) を流すための装置であり、おもな機器は操作卓と電力増幅器架装用の不二音響 ラッキーキャビネット 内に収容され放送室内に装置されてある。この放送機から各階の端子箱に配線され個々のスピーカに流される。スピーカ群は部屋の用途に応じ音量調整ができ、エレベータ内にもスピーカを取付けてある。

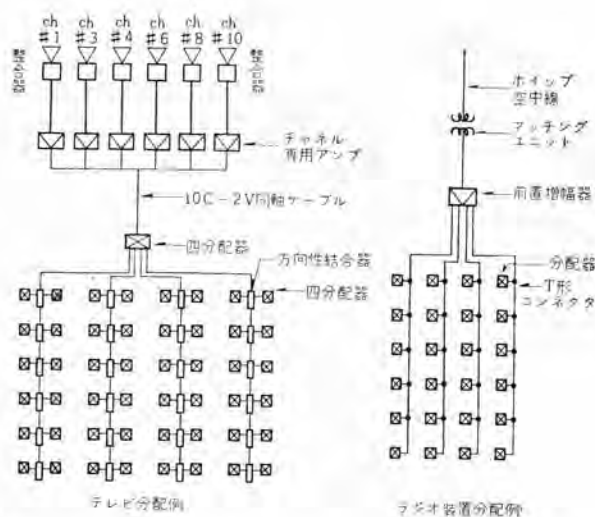
操作卓はマイクホン1回路、B. G. M. 1回路、大宴会場などよりのライン回路2回路、ディスクレコードなど増幅器より1回路の5回路が収容され各回路はトランジスタ増幅器により線路出力(-0dbm)に増幅され、クロスパー式の押しボタンスイッチにより5台の50 W 高忠実度増幅器の入力を選択されるようになり必要に応じ各種の音源を所要の系統に流せるようになっている。

なおほかに主食堂、バー、ロビー、自動車呼び出し、パンケットホール用増幅器は330 W および50 W の高忠実度電力増幅器により構成される。

この装置の音源はレコード、テープレコードはもちろんのこと別途に近年盛んに使用されている。有線放送による音楽配給会社のミュージックを長時間スイッチを切換えるだけで何の手間もなくラジオ同様に終日メロディを楽しむことができる特長を持っている。

### 4. テレビジョンおよびラジオ共同聴視(取)装置

最近ビル建築において盛んに行なわれているものであ



注：ラジオ用前置増幅器は線路損失を補償するために使用され、その増幅度は約30 db となっており入力 75 Ω、出力 75 Ω×5 それぞれ独立した出力回路となっている。

図 4.1 テレビ、ラジオ 系統図

Fig. 4.1 Radio system.

るが、この建物においてはアパート、ホテルの要求数1,100個の多数となり、必然的に、また地理的(NHK, KR, NTVなどの塔直下)条件により、かかる装置をこのように大規模に共同聴視(取)が行なわれたことはわが国ではめずらしいことであり、詳しく述べる。

この装置は図4.1のような系統図から成り3組の親アンテナから相互干渉なく600台のテレビ受像機および500台のラジオ受信機を動作させるものである。

この共同聴視(取)方式は双方とも高周波分配方式を用いており、ラジオの場合には出力端子レベル、60 db以上、受信周波数帯域は550~1,650 kcで上記共同装置は下記の性能を満足するように設計されている。

出力レベル	各チャンネル	60 db 以上
受像品位	解像度	250 本以上
雑音	雑音	S/N 比 30 db 以上
	トースト	目ざわりにならない程度
	全期安定度	受像機の規定度を満足すること
	コントラスト	パターンの規定コントラストを得られること

#### (1) TV 親アンテナ

親アンテナは東京6局を受信しうる八木のチャンネル専用空中線をそれぞれ下記のように使用している。

(図4.2参照)

ch #1. YAGI~15	ch #6. YAGI~68
ch #3. YAGI~35	ch #8. YAGI~UB 8
ch #4. YAGI~48	ch #10. YAGI~108

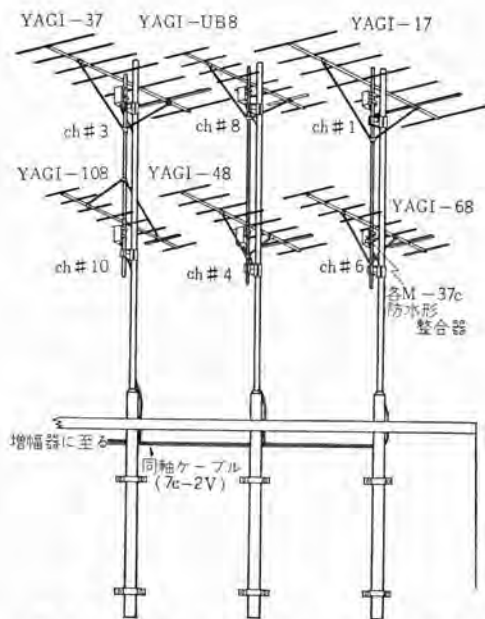


図 4.2 親 アンテナ および アンテナマスト 取付図  
Fig. 4.2 Antenna and antenna mast installation.

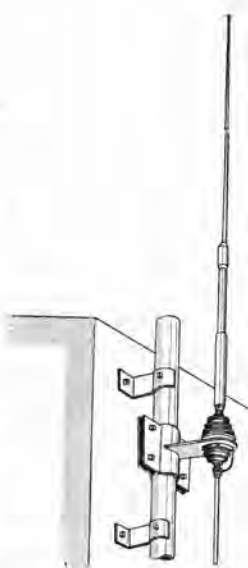


図 4.3 ラジオ用親 アンテナ  
Fig. 4.3 Master antenna for radio.

取付は屋上塔屋にそれぞれ架設された9本のマストに2組ずつ取付けている。

## (2) ラジオ用親 アンテナ

図4.3のようなホイップ 空中線を TV アンテナマスト の上部に取付け、その出力は整合器を通して前置増幅器に加えられる。

## (3) TV 用 アンテナ 整合器

親 アンテナ の給電点は平衡形であり、このアンテナインピーダンスと不平衡形同軸 ケーブル の インピーダンス の整合をとるのが アンテナ 整合器である。アンテナ 整合器は二重巻螺旋形 コイル を2段直列に接続した広帯域 インピーダンス 整合器 M-37C 形を用いている。

## (4) TV 用前置増幅器および ラジオ 前置増幅器

TV 用前置増幅器は各チャンネルのレベルを合わせる目的に使用され、表4.1のような仕様を有する。

## (5) 混合器

各前置増幅器により増幅された信号は混合器に挿入され低損失にて相互干渉なく混合され混合器の出力端子に送られる。

## (6) 立下がり幹線 (高周波同軸 ケーブル)

アンテナ 整合器から増幅器までは5C~2V 75Ω 同軸 ケーブル を用い、増幅器から各階までの立下がり幹線は10C~2V 同軸 ケーブル を用いている。

中心導体は0.5mm×7本の軟銅ヨリ線で構成され外部導体は同じく軟銅素線0.2mm×8本ヨリ合せてこれを24棟打した編組からなり両導体間には9.6mm±0.4mmφのポリエチレンを充填した絶縁物にて絶縁され、さらにその外部を厚さ約1.6mmの塩化ビニールで保護している。

表 4.1

項 番	項 目	仕 様 明 細
1	増 幅 チ ャ ネ ル	第 1, 3, 4, 6, 8, 10 チ ャ ネ ル
2	入 イ ン ピ ー ダ ン ス	75Ω
3	S. W. R	1.5 以下
4	入 力 レ ベ ル	各チャンネルとも80db
5	出 力 レ ベ ル	各チャンネルとも110db
6	出 力 偏 差	最大出力のとき±2db
7	ワ イ ン 率	(1) 30%以下であることただし400c/s 8%変調のとき (2) AGC を可変にして波形変化を認められぬこと (3) 同期信号期間中の AGC 電圧変化を制御するため時定数を最適値に定めること (4) テレビスセットに受像をしてならびズミによる障害が認められぬこと
8	周 波 数 帯 域	amp を 6 台シリーズに接続したとき-5db の点で6Mc
9	選 択 度	帯域中心周波数より9Mcの位置で-45db
10	周波数帯域内偏差	±1db 以下
11	遅 延 特 性	帯域内において10mm/s 以下 (4.5 項入出力のとき)
12	雑 音 指 数	6db 以下 (4.5 項入出力のとき)
13	B 電 源 ノ イ ズ 特 性	0.1 VP-P 以下のリップルにおきえる
14	電源電圧変動による利得変化	±10V に対し ±2db 以下でさらに ±10V にして動作しなれば支障をきたさないこと
15	真空管交換に対する利得変化	±2db
16	温 度 特 性	-10~+40°C に対して ±2db 以下
17	湿 度 特 性	30~90% で性能に ならん 支障をきたさないこと
18	A. G. C	各ユニット 2nd チューブのみにかける
19	真 空 管	入力段 6RHH 2 出力段 6AK 5 6RHH 2 6AK 5 5VAGB は日立製品を使用 VR-150GT に関してはこの限りでない
20	絶 縁 耐 圧	B 回路接地間は 500V 以上耐え 500MΩ 以上
21	利 用	AC 回路接地間は 500V メガにて 500MΩ 以上
22	S/N	30db
23	出 力 リ ニ ア リ テ イ	マニュアルゲインコントロールにその出力リニアリティ特性に ならん びズミを生じぬこと

高周波電波は中心導体の表面と外部導体の内側を流れるため外部雑音は完全にシールドされて画質の低下を防止することができる。

この立下がり幹線は各親 アンテナ から増幅器混合器を経て四分配器によって ホテル 部分は A・B・C 系統に分配され、アパート は各所要階に作られた弱電専用 ダクト を経て1階の最終末端まで立下がっている。

## (7) 方向性結合器

方向性結合器は各所要階に立下がり幹線に直列に挿入され親 アンテナ からの 致来信号はほとんど減衰することなく次の結合器に加えられ、分岐信号は結合器内対称に配置された分岐線路に結合されて所要の電力を分岐するものである。

## (8) 分 配 器

方向性結合器の分岐回路に接続される四分配器はD~774A 形が用いられている。本器は入力出力端子間に長さ l 特性 インピーダンス 2W (W=75Ω) を有する理想変成器を通して結合されたものでこの理想変成器には二重巻螺旋回路素子が用いられている。

## (9) 分 配 線 路

分配器から各部屋のアウトレット 端子間は5C~2V 形



同軸 ケーブル により接続されこの線路を分配線路という。この分配線路は分配器収容箱から床下に陰パイ配管された19～25 mm 電線管内に収容されている。

分配線路の終端は部屋の アウトレット 端子の R 形座に接続されている。

(10) 受像機整合器

受像機を動作させるには受像機の アンテナ端子 と アウトレット 端子を接続するに 十分な長さを持った 受像機接続用 5C～2V 形同軸 ケーブル を用いている。

この両端に Y 形接 セン を接続し片側をこの アウトレット 端子に反対側を受像機の アンテナ 整合器とまったく反対の動作をし、 不平衡 75Ω から平衡形 300Ω に インピーダンス 変換を行なうものである。

受像機整合器を用いずに直接同軸 ケーブル を受像機に平衡形 アンテナ 端子に接続すると画像が不安定となるばかりでなく時として受像機を焼損することがあるので、この点注意を必要とする。

5. 電気時計設備

水晶の自動振動数を基本発信器とするいわゆる水晶親時計で、地下2階の配電盤室に設置してある。水晶親時計を正親時計とし、一方副親時計は特殊小形トルクモータとテンピンとを組合せた高精度のクロノメータを用いてある。停電時または正親時計の故障の際は、自動的に副親時計に切換えるように設計し、この正水晶親時計の日差は1秒程度であり、このような親時計より1秒有極信号および30秒有極信号の出力信号を8回線の配電盤を通して親時計と同時刻に全館の各部屋やロビーの多数の子時計を同時に駆動させている。また子時計の機構には無音式回転方式によるシーメンスタイプを使用している。

8 回路配電盤付

親時計	正副	1 基
子時計		91 個

6. 電話交換設備

電話交換室は図6.1に示すように、山王国際会館ならびに ホテルニュージャパン 用として建物中央部3階に設けられてあり、その設備内容は下記のとおりである。

本機は ホテル 用と アパート 用に区別され、写真右側のホテル 用は、富士通信機 H 形特殊 700 回線交換装置にし

	種 類	実 装	容 量	備 考
ホ テ ル	局 線 総 数	50	50	対自動方式
	内 線 総 数	30	30	
	内 線 総 数	10	10	
	内 線 総 数	650	700	共電式ただし、着信は自動式とする 自動式内 40 回線は度数登算装置付
	内 線 総 数	450	500	
ア パ ー ト	局 線 総 数	200	200	
	内 線 総 数	30	40	度数登算装置付
	内 線 総 数	20	30	
	内 線 総 数	10	10	
	内 線 総 数	250	250	



図 6.1 電話交換室  
Fig. 6.1 Telephone switchboard.

て、24 V 方式自動交換機と共電式交換機を併用している。写真左側の アパート 用は H 形 24 V 方式自動交換機で局線はすべて市外制御機能を有し内線各個に度数登算装置を具備している。その概要は、表に示すとおり。

6.1 ホテル交換方式

(1) 自動式は業務用を使用し“0”発信をもって直接外部と通話できうるものと“0”発信不能のもの、いわゆる構内専用のものに区分される。各店舗の自動式内線電話機に対しては度数登算装置を具備している。

(2) 共電式は客室の全部とその他の客用 サービスに配置しすべて交換台(中継台)を通して通話する。

(3) 自動式電話機は3数字ダイヤルすることによって直接共電式の電話機を呼出することができる。たとえばお客に対しボーイステーションの自動式電話機より客室の番号をダイヤルするとその客室の共電式の電話機へ直接接続する。ただし共電式電話機より直接自動式電話機へは接続できない。

(4) 交換台は特殊中継台と称し共電式 500 回線自動式 200 回線実装し4台8座席3パネルマルチである。

6.2 アパート交換方式

(1) 本機は日本電信電話公社仕様による H 形 24 V 方式自動交換機の標準品である。

(2) とくに アパート の特殊性から内線加入者(個室)より直接都内には自由に発信できるが市外通話に対してはすべて交換手(中継台)を通して行なう(市外制御装置付)。

(3) 内線加入者(個室)よりの発信に対しては発信度数を記録する装置を具備している。

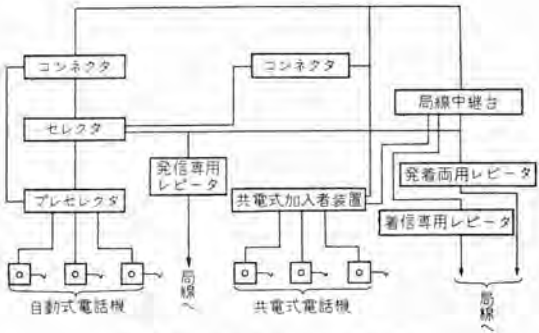


図 6.2 電話交換機中継方式図  
Fig. 6.2 Relaying system of telephone switchboard.



図中主要機器の用途目的は下記のとおり、

a. プレセクタ

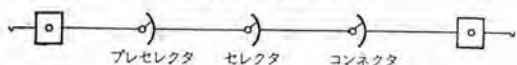
自動式構内交換機において加入者回線ごとに装置し加入者電話機とセクタとの間に配置する。空中継線選択用の回転スイッチであって他方コンネクタから接続された場合、被呼者電話機に接続するのに用いられる。

b. セクタ

自動式構内交換機において100位番号の選択、局線発信扱者呼出ならびに制御台と併用して局線装置への接続を目的とした、上昇回転スイッチでプレセクタとコンネクタの間に配置する。

c. コンネクタ

自動式構内交換機において交換動作の最終段階たる被呼内線加入者の選択接続または制御台と併用して局線装置への接続を目的とした上昇回転スイッチでセクタの後に配置しプレセクタボード(7個まで)または局線ボード(5個)まであるいはコンネクタボード(15個)までに搭載して使用する。



d. 共電式加入者装置

この装置はリレー鉄板2板で1シェルフを構成し1シェルフ中に15回線が収容されており、中継台との接続用端子板は15回線に対して1個取付けられている。また1回線当たりのリレー数は2個でありヒューズは5回線ごとに1A1個を使用している。



図 7.1 インジケータ装置(親)  
Fig. 7.1 Indicator device.

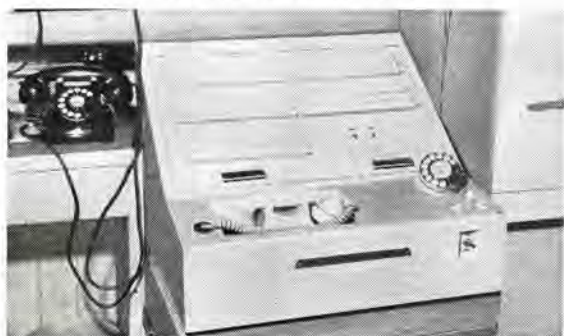


図 7.2 インジケータ装置(子)  
Fig. 7.2 Indicator device.

e. 着信レピータ

このレピータはF17号A中継台F10号双組式中継台などの双組式の局線中継台と併用して用いられる。

f. 発着レピータ

このレピータはF10号中継台またはF17号中継台などの双組式局線中継台と24VH1号自動式構内交換機とに併用して使用される発着両用の局線レピータであって対局方式は自動式および共電式の場合に使用可能であり、内線加入者からの自動発振も行なうことができる。

g. 発信レピータ

このレピータは構内加入者から局線(対自動共電磁石など)に自動発信するために使用する。

## 7. インジケータ装置 (フロントボイスステーション 連絡表示およびボーイ呼出表示装置)

この装置はホテルにおけるサービスを迅速に行なうために設けられたものであり1階フロントにおいて全客室の使用状況を把握するとともに来客時にはボイスステーションに通知し、またボイスステーションにおいては各個室からの呼出しを受けることができる。

### 7.1 概要

この装置はホテル用として特別設計製作したもので、その概要は

1. フロントおよびボイスステーションに客室全般の状況を表示する装置。
2. 客到着の際フロントからボイスステーションにそれを告げ客室の指定をするための連絡表示。
3. 客室からボイスステーションにボーイの呼出表示を行なう装置。

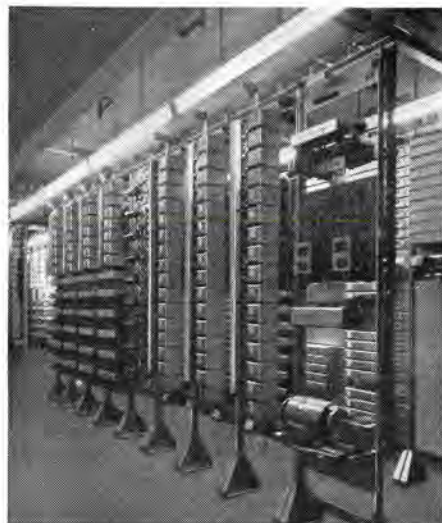
### 7.2 構成

この装置は下記の各機器により構成される。

- |                     |    |
|---------------------|----|
| 1. フロント用表示盤(容量200窓) | 2台 |
| 2. 同上用制御継電器架        | 1式 |
| 3. ボイスステーション用表示盤    | 7台 |
| 4. 同上用制御継電器架        | 7台 |

図 7.3 電話器用  
継電器架

Fig. 7.3  
Telephone relay  
rack.





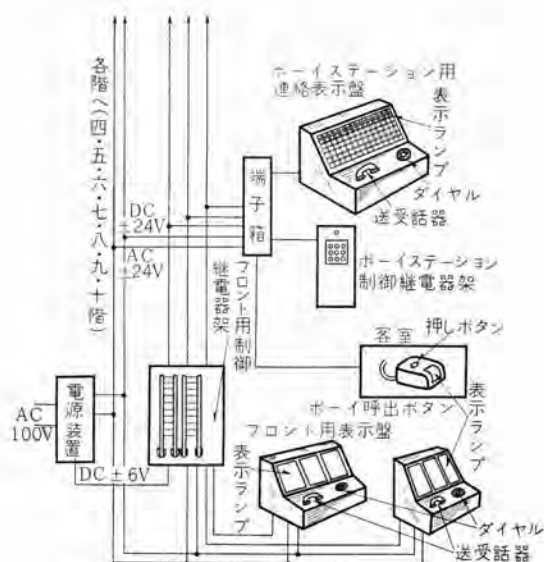


図 7.4 フロント、ボイスステーション 連絡および  
ボイス呼出装置配線系統図

Fig. 7.4 Wiring sytem diagram for emloyee service call.

- |                    |       |
|--------------------|-------|
| 5. ボイス呼出 ボタン (卓上形) | 150 個 |
| 6. 同上 (埋込形)        | 200 個 |
| 7. 呼出表示 ランプ        | 350 個 |
| 8. 復旧 ボタン          | 350 個 |
| 9. 電源装置            | 1 台   |

- 注 1. フロント 用表示盤の 2 台のうち 1 台は実装 150 窓  
2. ボイスステーション 用制御継電器架には ボイス 呼出  
表示盤および同制御継電器を含むものである。

### 7.3 機器の機能概要

#### (1) フロント 用表示盤

幅 800 高さ 400 奥行 600 の卓上形の ランプ 式表示盤であり、表示面は 50 室×4=200 室分の到着 (黄 ランプ) 宿泊中 (青 ランプ) 掃除中 (赤 ランプ) を示す照光式表示ランプ からなり各表示窓には客室番号が記入されている。

この表示盤には、表示信号用 ダイヤル、階数選択用電鍵および各 ボイスステーション との連絡用簡易電話装置をも具備する。表示は フロント および ボイスステーション における 2 数字 ダイアリング により該当客室が選択され黄青赤のランプ 切換えが行なわれ客室の使用状況を表示する。

#### (2) 同上用制御継電器架

幅 508 高さ 2,000 奥行約 300 の鉄架 4 組から成り、フロントおよび ボイスステーション から発せられるダイヤルパルスによりこれに搭載される継電器群を動作し、客室選択および表示切換えを行なう。

この継電器架の制御する表示盤は フロント 用表示盤だけに留まる。

#### (3) ボイスステーション 用表示盤

幅 600 高さ 400 奥行 550 の卓上形の ランプ 式表示盤である。表示面は 50 室分の各室 3 色からなる 照光式表示 ランプ を備え、各表示窓に客室 No が記入されている。

るほかに表示信号用 ダイヤル および フロント との連絡用簡易電話装置を有している。表示は フロント および ボイスステーション における客室 No. 2 数字の ダイアリング により行なわれ、フロント における表示と併行して行なわれ担当客室の使用状況を表示する ランプ 表示の復旧用として室ごとの復旧 ボタン を有する。

#### (4) 同上用制御継電器架

幅 600 高さ 1,900 奥行 350 の ロック 形継電器架である。この装置は ボイスステーション 用表示盤 1 台の制御継電器群ならびに担当客室 (50 室) からの呼出表示制御の継電器群を搭載し前面には呼出表示盤が組込まれている。

呼出表示盤は 50 室分の客室 No を記した照光式表示ランプ と室ごとの応答 ボタン とからなり客室から客の呼出しに應ずるものである。

#### (5) ボイス 呼出 ボタン

客室内に 1 個設け ボイス に来室を命ずるに用いる形状として、卓上形、埋込み形の 2 種があり、いずれも信号用の押し ボタン と呼出しに対する応答の有無を知るための応答確認 ランプ を各 1 個備える卓上形は大きさ 75×55×38 (mm) の プラスチックモールド 製の フレキシブルコード 付 ボタン 箱で、コードは壁面に設けられた ジャック に挿入できる プラグ を有する。埋込み形は ナイトテーブル に設置された 1 個用 セーリスボックス 内に収められ、黄銅製 WB 仕上の プレート を併用するものである。

#### (6) 呼出表示 ランプ

客室入口上部の壁面に設け同室内より ボイス 呼出したることを通行中の ボイス に知らせるものである。

セーリスボックス 用 プレート に取付けられた ジャック に挿入して使用できる プラグ 付の構造を有し側面から識別するに十分な突出部を有する。

#### (7) 復旧 ボタン

客室入口の壁面に設け ボイス が呼出しに応じて客室にはいるとき、あるいは出るときにこれを押すことにより呼出表示は復旧する 1 個用 セーリスボックス に用いる黄銅製 WB 仕上 プレート に取付けられた押し ボタン である。

#### (8) 電源装置

この装置に使用される電源の定格は下記のとおりである。

入 力	AC	100 V	1 φ
出 力	AC	24 V	1.5 kVA
	DC	24 V	50 A
	DC	6 V	2 A

## 8. む す び

本文は山王国際会館 ホテルニュージャパン の地下変電設備その他の電気施設の概要について略述したのであるが、多少なりとも需要者各位のご参考になれば幸甚の至りである。

# 山王国際会館 ホテルニュージャパンの照明設備

大船製作所 高島 秀二\*・橋本 武雄\*\*

## Lighting Equipment of Sanno International Hall and Hotel New Japan

Ofuna Works Shūji TAKASHIMA・Takeo HASHIMOTO

Lighting of hotels or apartment houses are usually considered the repetition of a similar design and construction because of grouping of rooms of little difference. In the case of the Hotel New Japan, however, the accomodation is so modern that it has taken up every possible advanced concept in lighting of guest rooms, the lobby, a banquet room, corridors, halls, a stage, dining rooms, grills, a photo studio and so forth. The lights used are incandescent and fluorescent lamps, all being in special design to match with the architectural beauty. This report gives particulars of this epochal lighting equipment.

### 1. ま え が き

一般に ホテル とか アパート の照明はほとんど同一の個室の集合であるから照明設計、意匠、器具構造に払われる努力はそれほど多岐にわたることはないと考えられる。

ところが ホテルニュージャパンの場合はまったく逆で単なるアパート と ホテル の建物というよりはむしろ国際的な社交場の性格を持ち極論すれば都市に散在するあらゆる高級サービス施設を一堂に集めた内容を持つだけに照明についても新しい構想と数多くの研究を必要とした。

ここに照明の概要を各施設に分けて紹介する。

### 2. 主 要 施 設

ホテルニュージャパンは地下2階地上10階の延坪14,000坪の複合三叉式の外観をもつ建物でありアパート 個室は3階から10階まで ホテル の個室群は4階から10階までにありつまり同一階の様子は中央エレベータホールを境にしてアパート と ホテル の两部分に分れている。3階の半分および2階以下の各フロアは大小宴会場、バー、結婚式場から店舗群、郵便局に至るサービス施設ならびに機械室等である。

これらに対する照明を漏れなく紹介することはあまりにも冗長にわたるのでサービス施設の代表ともいえるホテルの1階およびホテル と アパート の個室さらにその他のおもなサービス施設の3項に大別して述べる。

#### 2.1 ホテル1階

ホテル1階の電灯配置図を図2.1に示す。

この図にはそれぞれのサービス・エリアの名称とそこに使用してある光源と灯具の概要ならびに平均照度が記入してある。光源と灯具についての記号は次に例示しているものを参照されたい。

- (1) 100W と単に記入してあるのは白熱球 100W の意味である。
- (2) FL-20 あるいは FCL-20 はそれぞれ JIS 記号による 20W 直管ケイ光灯および 20W 円形ケイ光灯を意味する。
- (3) FL-40×2 の記号は1個の照明器具に 40W 直管ケイ光灯が2本装着されていることを示す。
- (4) FL-40×1×6 の記号は 40W の直管ケイ光灯1本を装着した器具が6個直列に連なっていることを示している。
- (5) FCL-30×2, FCL-20×2 と1個所に併記してある記号は円形ケイ光灯 30W 2灯と円形ケイ光灯 20W 2灯が1個の照明器具に装着されていることを示す。

図2.1で明かなようにこの会館は極端に照度を上げること避け優雅なモードを出すように建築照明の粋を尽くすことに努力が払われている。図2.2から図2.9までに各サービス・エリアの写真に掲載した。各写真の使用光源および灯具配列は図2.1を参照されたい。

#### 2.2 ホテルとアパートの個室

図2.10に4階から10階までのほとんど同一であるフロアを基準階として示した。この図でエレベータを持つ中央部のコアでフロアがアパート と ホテル の個室群に分れている状況がわかる。さらにアパート と ホテル の個室の様子を詳細に示したのが図2.11～2.13である。図2.10から図2.13に記入されたデータから照明について光源、照明器具の配置、平均照度を知ることができる。

アパート および ホテル の個室も照度を全体的に極端に高めることを避けて落ち着いたふんい気を与え高照度を必要とするところには随所に個別照明の方法を採用している。



図 2.1 1階 ホテル 電灯配置図  
 Fig. 2.1 Lay out of electric lights  
 of the first floor.







図 2.2 ホテル 1 階玄関ホール  
Fig. 2.2 Hotel entrance hall of the first floor.



図 2.3 ホテル 1 階 グリル  
Fig. 2.3 Grill of the first floor.



図 2.4 ホテル 1 階 バー  
Fig. 2.4 First floor bar.



図 2.5 ホテル 1 階主食堂  
Fig. 2.5 Main dining room of the first floor.



図 2.6 ホテル 1 階談話 ロビー  
Fig. 2.6 First floor lobby.



図 2.7 ホテル 1 階 スナック、バー  
Fig. 2.7 First floor snack bar.

図 2.8 ホテル 1 階中央 コアエレベータ 前  
Fig. 2.8 First floor center core elevator landing.



図 2.9 ホテル 1 階 バンドステージ (連続調光照明)  
Fig. 2.9 First floor band stage.

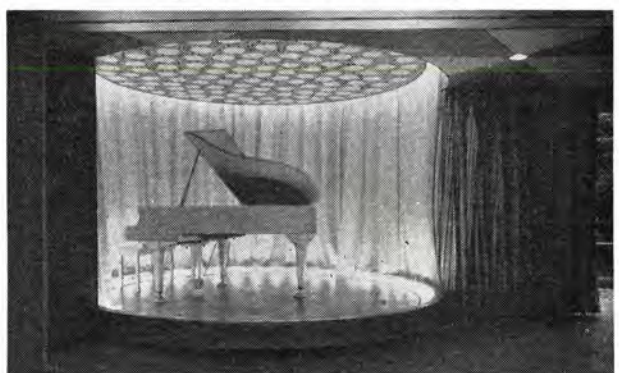
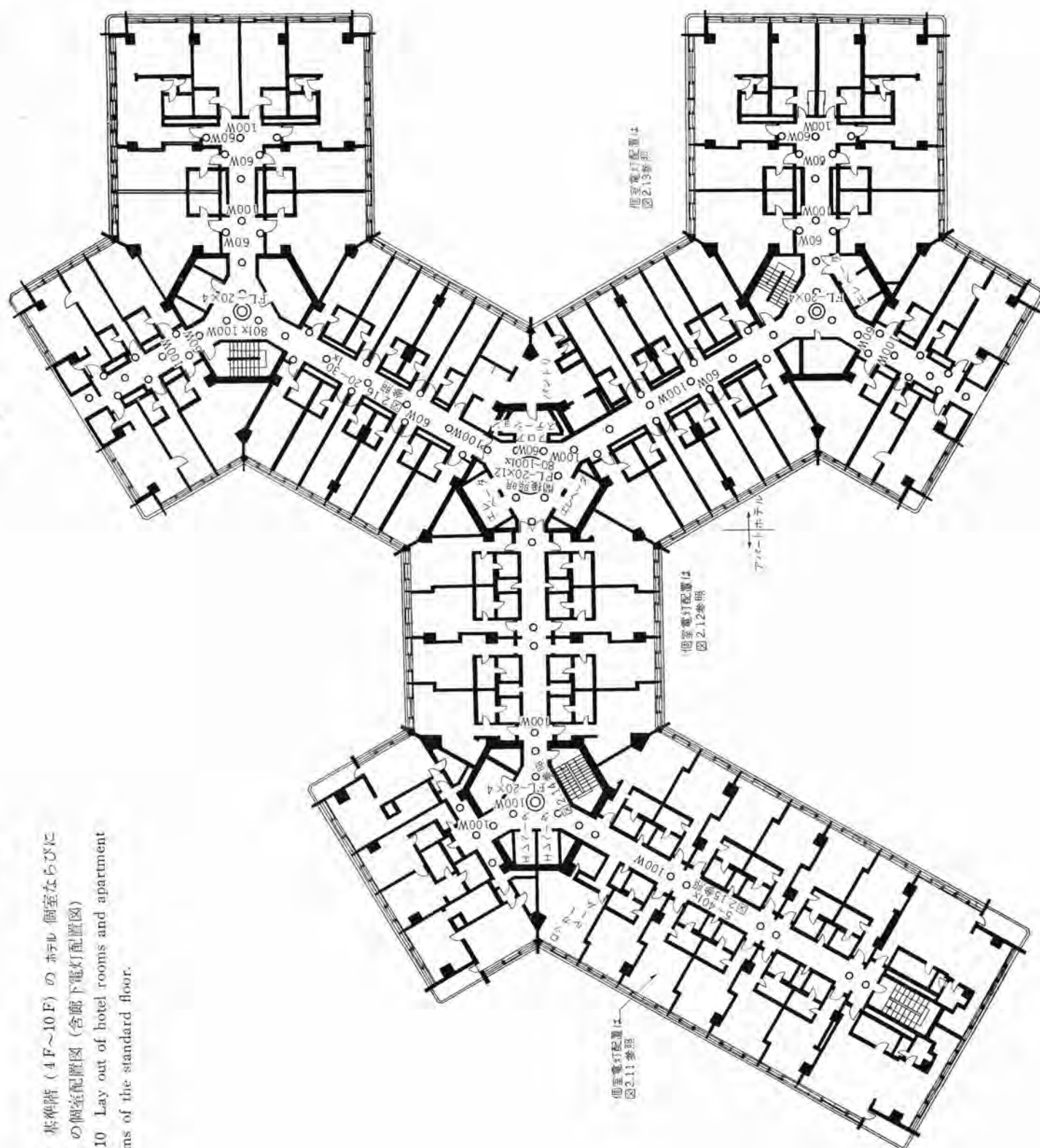




図 2.10 基幹階 (4F~10F) の ホテル 個室ならびに  
アパートの個室配置図 (含廊下電灯配置図)

Fig. 2.10 Lay out of hotel rooms and apartment  
rooms of the standard floor.



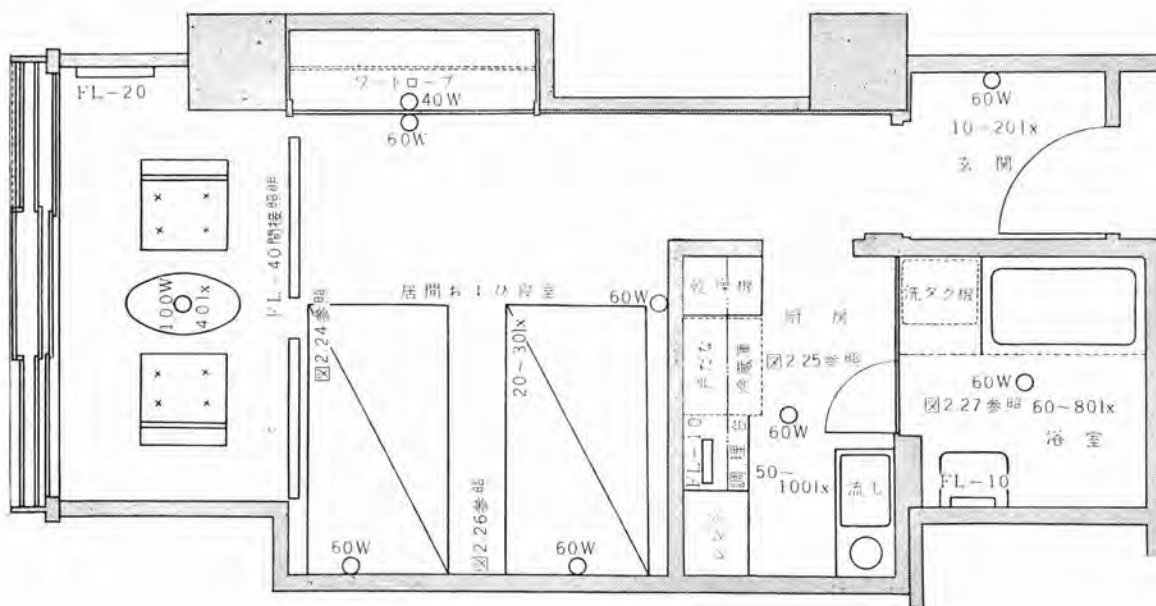


図 2.11 アパート 個室電灯配置図

Fig. 2.11 Lay out of electric lights of apartment rooms.

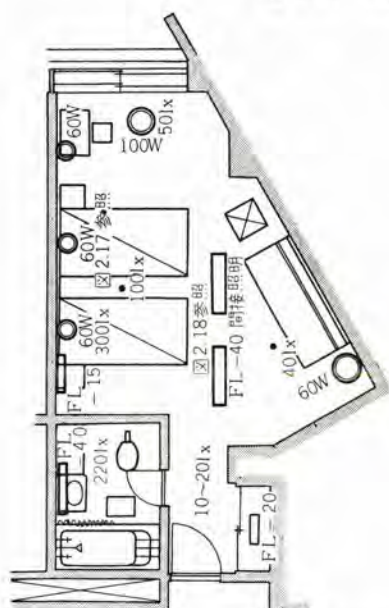


図 2.12 ホテル 個室(洋室)電灯配置図

Fig. 2.12 Lay out of electric lights of hotel rooms.  
(Western style)

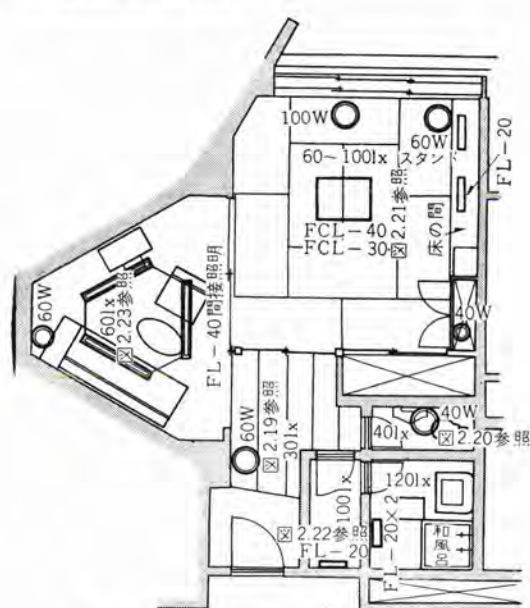


図 2.13 ホテル 個室(和室)電灯配置図

Fig. 2.13 Lay out of electric lights of hotel rooms.  
(Japanese style)

またここでも特別にアクセントを強めたい場合以外は建築照明を徹底的に採用して上品な感じを出すこととめている。図 2.14 から図 2.28 までに ホテル および アパート 関係の各部の照明を示した。使用光源および灯具の配列ならびに平均照度は前掲の図 2.10 から図 2.13 までの該当箇所を参照されたい。

### 2.3 その他のおもなサービス施設

サービス施設としては数多くの個所があるがこの項には代表的なものとして2階の小宴会場と大宴会場ならびに結婚式場を紹介する。



図 2.14 アパート 東コアエレベータ前

Fig. 2.14 Apartment east core elevator landing.





図 2.15 アパート 廊下  
Fig. 2.15 Apartment corridor.



図 2.19 ホテル 個室 (和室玄関)  
Fig. 2.19 Hotel room (Japanese style entrance)



図 2.16 ホテル 廊下  
Fig. 2.16 Hotel corridor.

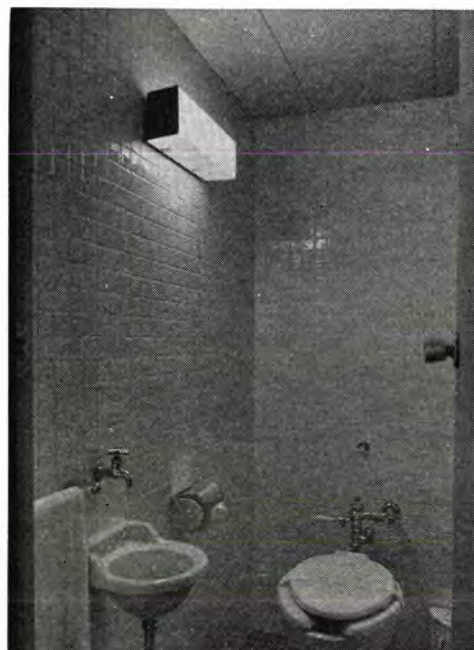


図 2.20 ホテル 個室 (和室 トイレ)  
Fig. 2.20 Hotel room (Japanese room toilet).

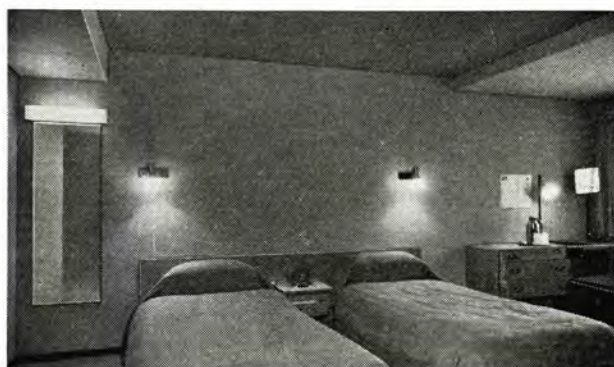


図 2.17 ホテル 個室 (洋室寝所)  
Fig. 2.17 Hotel room (Western style).

図 2.18 ホテル 個室 (洋室居間)  
Fig. 2.18 Hotel room (Japanese style).



図 2.21 ホテル 個室 (和室居間)  
Fig. 2.21 Hotel room (Japanese style sitting room)







図 2.22 ホテル 個室 (和室化粧室)  
Fig. 2.22 Hotel room  
(Japanese style room washing room).



図 2.25 アパート 個室 (厨房)  
Fig. 2.25 Apartment room (kitchen).



図 2.26 アパート 個室 (寝所)  
Fig. 2.26 Apartment room (bed room).

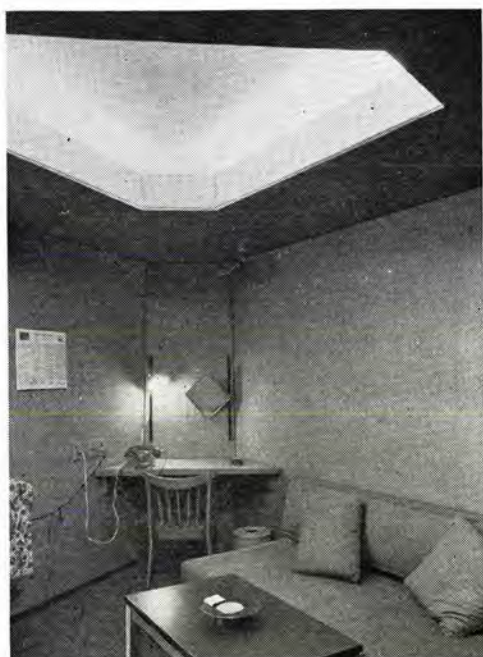


図 2.23 ホテル 個室 (和室書斎)  
Fig. 2.23 Hotel room (Japanese style room study)

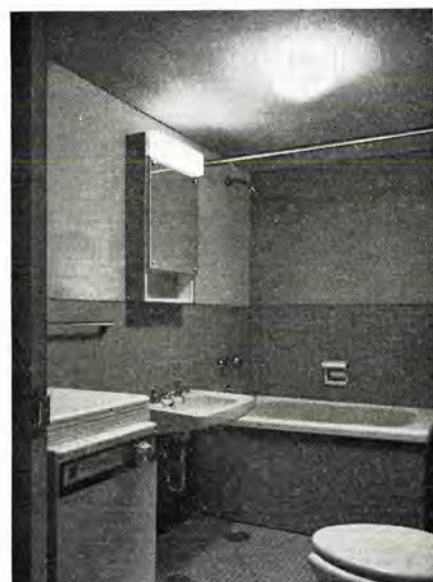


図 2.27 アパート 個室 (浴室)  
Fig. 2.27 Apartment room (bath room)



図 2.24 アパート 個室 (居間)  
Fig. 2.24 Apartment room (sitting room).

図 2.28 アパート 2階玄関 ホール  
(ハニカム ルーパ 使用, FL-20 70 本ならびに  
白熱灯 60W コードペンダント 6 個)

Fig. 2.28 Apartment 2nd floor entrance hall.





### (1) 2階小宴会場

小宴会場の照明施設を図2.29に示す。天井に12個の円形のドームを設け各ドームにケイ光灯 20W 3灯を使



図 2.29 2階小宴会場  
Fig. 2.29 Second floor small dining room.

用して間接照明とし別に白熱灯 100W ダウン・ライト 34個を使用して照度 80~140lx を得ている。濃淡に輝く大小の円を天井に点在させた意匠は何か晴れた夜の空を連想させる ルマンチズム とまた形態的に軽いまとまりをみせた点において小宴会場の照明に大きな効果をおさめている。

### (2) 2階大宴会場

総面積 270 坪に及び中央の大天 がい形 ドーム の天井を有する バンケット・ホール の両側に袖室が広がる大宴会場の偉容はこの会館 サービス 施設中の圧巻といえよう。

図2.30に バンケット・ホール の電灯配置図を示す。各灯具の光源照度が図中に記入されている。

大天 がい形 ドーム の照明器具の模様を図2.31に示す。使用光源、器具の配置、照度等は 図2.30 に記載されているが特筆すべき問題は ドーム 頂点の ケイ 光灯照明部分

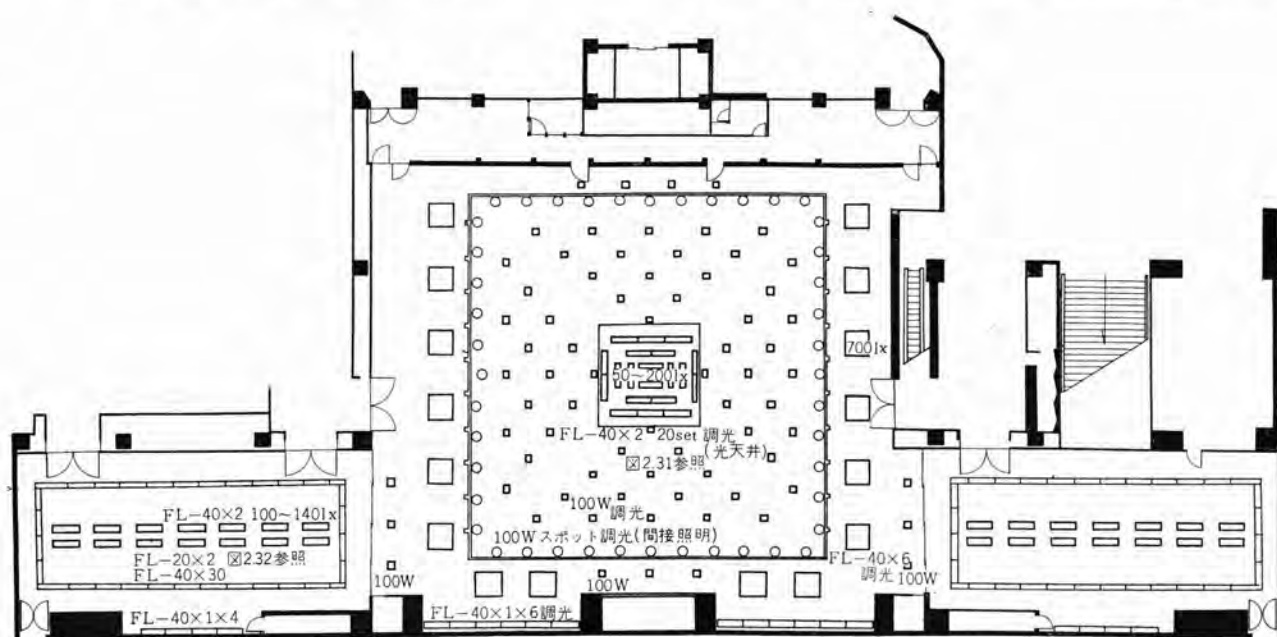


図 2.30 ホテルバンケット・ホール 電灯配置図  
Fig. 2.30 Lay-out of electric lights in the hotel banquet hall.

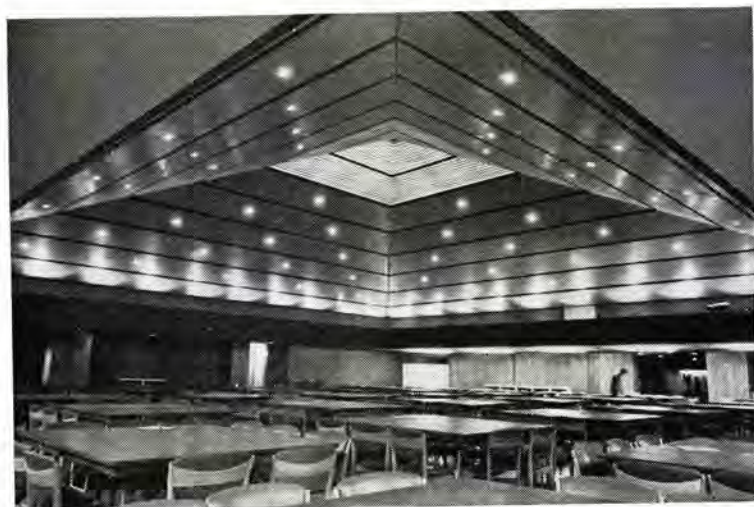


図 2.31 大天 がい形 ドーム  
Fig. 2.31 Canopy dome.

が当社の電圧制御式調光装置により明るさが約 0% から 100% まで連続調光が可能なことである。なお 図2.30 のうち 両袖室の模様を図2.32に示す。

### (3) 結婚式場

図2.33に結婚式場を示す。神殿には 40W ケイ 光灯 8 本、式場には 100W 白熱灯 ダウン・ライト 10 個を使用した。照明上もっとも問題になる点は神殿と式場の明暗の対比であった。この場合は平均照度を神殿 450lx、式場 70lx とし両者に コントラストをつけた。これによって神々しい感覚を相当出すことに成功した。





図 2.32 パンケット・ホール 袖室  
Fig. 2.32 Banquet hall annexed room.



図 2.33 結婚式場  
Fig. 2.33 Mariage ceremony room.



図 3.1 写真室  
Fig. 3.1 Photograph room.

### 3. 写真室のケイ光灯使用

従来 カラー写真撮影の場合被写体の照明には レフレクタ形の白熱球が使用され ケイ光灯は使用されなかった。しかるにこの ホテルニュー・ジャパン の写真室に初めて カラー撮影の光源として ケイ光灯が採用されたことは特筆すべき画期的な問題であると思う。ホテルニュー・ジャパン の写真室をご担当された 東京銀座有賀写真館館主有賀長敏氏は カラー写真の光源研究に非常な熱意を持たれ当大船製作所に来場されてわれわれとともに結論の出るまで数ヵ月にわたって実験を行なわれ データ を整理された。ここに ケイ光灯が カラー写真の被写体照明用光源として登場すること

ができたのは有賀氏の写真に対するご高識とご熱意によることはもちろんとしてまた終始われわれと実験の渦中にはいつにない徹底したご指導をいただいた賜物であることをご報告するとともに有賀氏に対して改めて深甚な謝意を表明する。

実験内容は光源としては ケイ光灯のすべての色温度のものおよび演色性を改善した当社のいわゆる デラックスケイ光物質の組合せとさらに白熱球との結合を考え一方 フィルム は コダクローム、アグファ、フジ、コニシ の各感度のものを考え両者の膨大な組合せ実験を行なったのである。

実験は相当大掛りであったためにその結果を定量化するため今なお計算中であるから完成次第別途論文を書いて報告する。ここに定性的結論の大略を報告すれば当社の色温度 4,500°K 冷白色 デラックスケイ 光灯で 被写体に約 50% の照度を与えこれに白熱灯 レフレクターランプで約 50% の照度を重畳したときが最良の条件を与え同じく デラックスケイ 光灯で 3,500°K 温白色の色温度のものだけを使用した場合も相当の成功を納めた。ホテルニュー・ジャパン 写真室を 図 3.1 に示す。使用 ケイ 光灯の全数は FL-40 が 110 本、FL-30 が 30 本で被写体に対する水平照度は約 2,700 lx である。

### 4. 使用ランプの総計

照明設備を述べた最後に ホテルニュー・ジャパン に使用したランプの総数、消費電力を表 4.1 のとおりに報告する。

表 4.1 使用ランプの総計表

光 源	大きさ種別	使用個数	消費電力 (kW)	備 考
ケイ 光灯	FLR - 40	2,900	(小計) 240	
	FL - 30	320		
	FLR - 20	2,350		
	FL - 15	120		
	FL - 10	620		
白 熱 灯	IL - 100	2,600	(小計) 480	
	IL - 60	3,450		
	IL - 40	400		
	IL - 10	70		
水 銀 灯	HF 1000	6	(小計) 13	投 光 器 投 光 器 外 灯
	HF 400	6		
	HF 300	12		

(合 計) 733 kW

### 5. む す び

以上山王国際会館 ホテルニュー・ジャパン の照明設備について大要を述べた。

近代の照明は完全に建築照明の段階でありいかに建築の構想に素直に照明を マッチ させて行くかということが問題点である。その点、佐藤建築事務所ならびに大成建設の諸賢から種々ご教導いただいたことをここに厚く感謝する。



# 山王国際会館 ホテルニュージャパンのNC形コントロールセンタ

名古屋製作所 梶田 保 雄\*

## Type NC Control Center for Sanno International Hall and Hotel New Japan

Nagoya Works Yasuo KAJITA

Recently Mitsubishi has delivered total seventy-eight type NC control centers to the Sanno International Hall to be used for low voltage circuits of motors and lights. They are mostly in the second floor of the underground room, receiving power from ten 300 kVA transformers. Some of the control centers are on the roof and in the boiler room. The type NC control center, designed chiefly for the control of low-voltage motors, are safe to operate and easy to maintain. Each unit is perfectly interchangeable. Simple installation, easy wiring and a small floor space are also notable features of the product that permit economical application to buildings.

### 1. ま え が き

近年におけるビルディングの建設はめざましい。したがってビル内の諸設備もいちじるしく発展し、ビル内において使用される低圧電動機の数も非常に多くなり重要な役割を果たすようになった。これら低圧電動機の制御には、従来主としてコンビネーションラインスタータなどが使用されていたが、今回山王国際会館には制御装置としてより高度の信頼を要求され、電灯、動力のキ電回路を含めて全面的にコントロールセンタを採用し、合計78面を納入したのでその概要について紹介する。

### 2. コントロールセンタの一般的説明

#### 2.1 コントロールセンタの概要

元来多数の電動機を制御する場合には、電磁開閉器とノーヒューズシャ断器またはナイフスイッチとヒューズの組合せによる、コンビネーションラインスタータなどが使用され、これらは通常、使用する機械の近くに設置されていた。このような場合保守、点検、安全および制御の見地から決して望ましいとはいえなかった。数年前からこれらの制御装置を集中化し、できるだけ少ないスペースで有効に据付ができ、かつ電氣的に安全である制御装置が望まれるようになった。コントロールセンタは低圧電動機の制御を主目的としたもので、ノーヒューズシャ断器と電磁開閉器などの組合せを基本とし引出構造のコンパクトなユニットを、集合組立して全閉構造の自立形キュービクルとしたもので、つぎのような特長を持っている。

- (1) 電氣的、機械的ならびに人的にきわめて安全である。

- (2) 回路および負荷の保護が確実にできる。
- (3) 標準寸法の採用により完全な互換性を持っている。
- (4) 保守点検が容易で故障が少ない。万一故障を生じてもユニットの取換えが簡単迅速にできる。

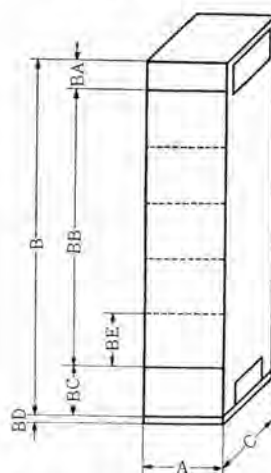


図 2.1 NC形コントロールセンタ外形寸法図

Fig. 2.1 Type NC control center outline dimensions.

- (5) 据付面積が少なく、据付および配線が簡単である。

#### 2.2 外 箱

外箱は図2.1および表2.1のような直方体で幅、高さおよび奥行を標準化しており必要に応じて何面でも並べて設置することができる。上部のBA部分には共通の電源となる水平母線が貫通するような構造になっており、各キ+ベネットの中央には水平母線から分岐した垂直母線が強固に取付け

表 2.1 NC形コントロールセンタ標準外形寸法表

形式記号	基 ユ ニ ッ ト 数		負 荷 端 子 引 出 し	外 形 寸 法 (mm)							概 略 重 量 (kg)
	360mm	240mm		A	B	BA	BB	BC	BD	C	
NC-2300B	5	8	下	510	2,300	180	360×5 240×8	320 200	50	520	300
NC-1900B	4	6			1,900		360×4 240×6	280			250
NC-1600B	3	5			1,600	200	360×3 240×5	320 200			150
NC-2300T	5	7			2,300	420	360×5 240×7	80 320			300
NC-1900T	4	6	上		1,900	380	360×4 240×6	80			250

"注" BAおよびBCのスペースは主母線ならびに相互の結線あるいは配線端子用である

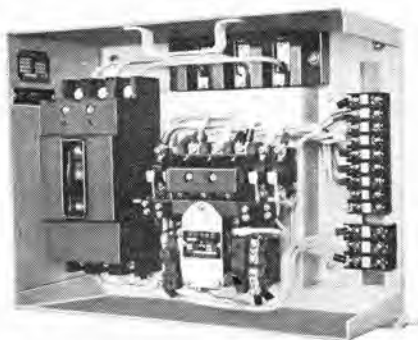


図 2.2 コントロールセンタユニット (NCU-IB 形)  
Fig. 2.2 Type NCU-IB control center unit.

られている。

### 2.3 ユニット

ユニットには図 2.2 のように ノーヒューズシタ断器、電磁開閉器および電源接続用 クリップ などを取付けており、この クリップ により垂直母線との接続が行なわれるので外箱から簡単に脱着することができる。ユニットの縦寸法は図 2.1 および表 2.1 の寸法 BE に示したように、360 mm の 1～5 倍と、240 mm の 1, 2, 4 倍の 8 種を標準としている。



図 3.1 地下 2 階電気室設置 コントロールセンタ (正面側)  
Fig. 3.1 Type NC-2300 B control centers on the second floor of the underground substation. (front side)

図 3.2 地下 2 階電気室設置 コントロールセンタ (裏面側)

Fig. 3.2 Type NC-2300 B control centers on the second floor of the underground substation. (rear side)



## 3. 山王国際会館に納入したコントロールセンタ

### 3.1 地下 2 階電気室設置のコントロールセンタ

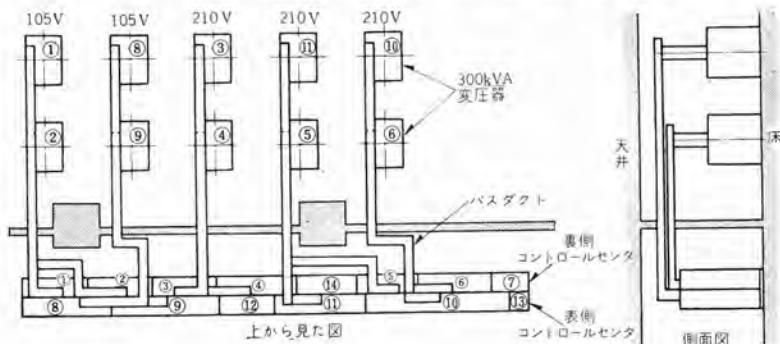
地下 2 階電気室には、隣室に電源である 300 kVA 変圧器が 10 基設置された関係上、表 3.1 のうち主要な動力および電灯回路がまとめて設置された。すなわち図 3.1 に示す冷凍補機動力、表示盤、アパート 動力、ホテル 動力および交直切換盤を正面側に設置し、これと背中合せの裏面側に、図 3.2 に示す アパート 電灯、ホテル 電灯などの 3φ4 W 105 V 電灯 電回路と アパート 動力、ホテル 動力などの 3φ3 W 210 V 動力 電回路を設置し、電源変圧器と コントロールセンタの間は図 3.3 のように 3φ3 W または 4 W 1,000 A 容量の バスダクト で接続し、電源側配線の簡易化と回路の安全を計った。正面側のほぼ中央部に図 3.4 のような表示盤を 3 面並べて設置し、各電源別の電流計、電圧計、電力計および積算電力計などと、前記裏面側 電盤の盤別故障表示灯、および他の場所に設置された盤の故障表示灯などをまとめて取付け、電力関係の測定と故障監視を容易にした。したがっていずれの

表 3.1 山王国際会館納入 コントロールセンタ 一覧表

番号	盤 名 称	形式記号	面数	据 付 場 所	電 源 引 込
1	アパート電灯 [I]	NC-2300B	3	地下 2 階電気室	上部よりバスダクト
2	" [II]	"	3	"	"
3	ホテル電灯 [I]	"	3	"	"
4	" [II]	"	4	"	"
5	アパート動力 [II]	"	3	"	"
6	ホテル動力 [II]	"	4	"	"
7	直 流	"	2	"	"
8	冷凍補機動力 [I]	"	5	"	"
9	" [II]	"	6	"	"
10	ホテル動力 [I]	"	8	"	"
11	アパート動力 [I]	"	5	"	"
12	表 示 盤	"	3	"	"
13	交 直 切 換 盤	"	1	"	下部よりケーブル
14	電 線 シ ャ フ ト	—	1	"	"
15	塔屋動力 [I]	NC-2300B	4	塔屋 3 階	下部より母線
16	" [II]	"	6	"	"
17	塔屋電灯	"	2	"	下部よりケーブル
18	ボ イ ラ 動 力	"	4	地下 2 階ボイラ室	"
19	揚 水 ポ ン プ	NC-1600B	5	地下 2 階ポンプ室	上部よりケーブル
20	汚 水 ポ ン プ	"	3	地 下 2 階	下部よりケーブル
21	汚 物 ポ ン プ	"	4	"	"

図 3.3 地下 2 階電気室 コントロールセンタ

Fig. 3.3 Layout of control centers and transformers on the second floor of the underground substation.





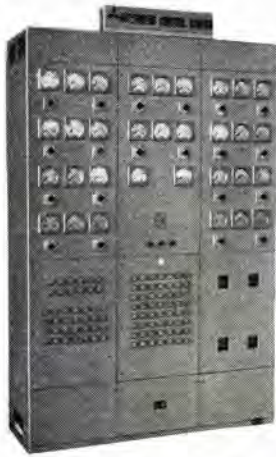


図 3.4 表示盤  
Fig. 3.4 Indicating panels.

び制御 ケーブル はいったん下部の ピット に下げ裏面側の中央部に設けた配線 シャフト 盤を通し、上部 ケーブルダクト を経て各所に配線された。

### 3.2 塔屋 3 階コントロールセンタ

塔屋 3 階には図 3.5 および表 3.1 に示す塔屋動力盤および電灯盤が設置され主として、クーリングタワー、スラポンプ、エレベータ電源および塔屋空調などの用途に使用されている。電源はコントロールセンタの垂直母線を 3 階の床を貫通して延長し、2 階に設けられた 300 kVA 三相変圧器 2 台と単相変圧器 1 台に接続する方法を採用した。3 個の受電を示す計器ユニットを設けて電力関係の測定を便にし、故障表示は各ユニットと前記地下 2 階の表示盤の双方に設けた。



図 3.5 塔屋 コントロールセンタ  
Fig. 3.5 Type NC-2300 B control centers for the machine room at the roof.

盤で故障を生じた場合でも、表示盤に取付けたラザーで警報するとともに故障表示灯を点灯するようにした。なお、正面側の盤については各ユニットごとに故障表示灯を設け表示盤のそれは省略した。正面側の向かって最右端には交直切換盤を設け停電時にバッテリー回路への自動切換えを行なうとともに直流予備電灯回路を自動投入するようにした。各負荷のケーブルおよび

### 3.3 ボイラ室コントロールセンタ

主として石炭コンベヤ、灰出コンベヤ、灰出リフト、ストーカなどの制御をし各ユニットには互いに電氣的なインターロックを設けた。なお盤の中央部に制御押しボタンなどをまとめたユニットを設けて制御を容易にした。

### 3.4 揚水ポンプ室コントロールセンタ

消火栓、揚水ポンプ、温水ポンプなどの制御に使用され外観を図 3.6 に示す。この盤には表 2.1 に示すなかでもっとも小形の NC-1600 B 形を採用したので据付面積を最少にすることができた。

### 3.5 汚水、汚物ポンプ用コントロールセンタ

図 3.7 に示すように揚水ポンプ室コントロールセンタと同じ NC-1600 B 形を採用、1 セットにつき 2 台のポンプモータは液面制御リレーからの運転指令がでるたびに交互運転装置により交互に運転するようにした。なお必要に応じて下部に設けた切換スイッチにより手動運転もできるようにした。



図 3.6 揚水ポンプコントロールセンタ  
Fig. 3.6 Type NC-1600 B control centers for water pumps.



図 3.7 汚水、汚物コントロールセンタ  
Fig. 3.7 Type NC-1600 B control centers for sewage.

表 3.2 山王国際会館納入 コントロールセンターユニット 一覧表

区別	ユニット形名	電動機容量(最大) 200～220V その他	ユニット たて寸法	シャッ ス容 量 (A)	個	数
非可 逆 電 磁 開 閉 器 ユ ニ ッ ト	NCU-1B	7.5 kW	360	15,000	76	131
	NCU-2B	11 kW	360	〃	19	
	NCU-2.3B	15 kW	720	〃	9	
	NCU-3	22 kW	1,080	〃	2	
	NCU-4	37 kW	1,080	〃	9	
	NCU-801	22 kW	960	〃	1	
	NCU-802	37 kW	960	〃	15	
NF だ け の ユ ニ ッ ト	NCU-111	2×100A フレーム	360	〃	35	86
	NCU-115	1×100A フレーム	360	〃	4	
	NCU-701	1×225A フレーム	480	〃	37	
	NCU-208	1×225A フレーム	720	〃	4	
	NCU-215	1×600A フレーム	720	30,000	6	
その他	NCU	特 殊 ユ ニ ッ ト	360		22	22

### 3.6 各ユニット

電動機起動用ユニットには、一般標準取付器具のほか、に電流計、運転表示灯および押しボタンなどを取付け、さらに電磁開閉器のサーマルリレーが動作した場合表示盤に故障信号を出すとともに、各ユニットにつけた故障表示灯を点灯するようにした。また、主電回路には、その盤の上部に故障表示灯をつけ内部のノーヒューズ遮断器がトリップした場合点灯するとともに、表示盤に信号を出すようにした。表3.2は山王国際会館に納入したコントロールセンタのユニットを示す。

#### 4. コントロールセンタの採用

ビルディングなどの低圧電動機回路にコントロールセンタを使用することは決してぜいたくでなくむしろ適当な制御装置であると思う。コントロールセンタは他の制御装置に比べ、その価格はやや高いがつぎの理由によってその大半を補うことができる。

(1) ビルディングなどの建設費は地価を含めれば他の一般工場などに比して高いので、据付面積を少なくすることは建設費を下げることになる。(据付面積はコンベクションラインスタートに対し30~75%である。)

(2) コントロールセンタは工場において内部の配線が完全に行なわれるのでその配線は電源側と負荷側を接続するだけでよい。(コンピーションラインスタターなどの場合電源への接続は困難である。)

(3) 集中化して一つのキャビネットとしてあるので据付場所に置くだけでよく、据付のための機材を必要としない。

(4) 他の制御装置に比べて故障が少なく、万一故障を生じてそのユニットだけはずして点検することができるので、他のユニットの運転をさまたげることがなく、電源を切る必要もない。

(5) 最近の建築物に調和した優美な体裁をもっている。

5. む す び

以上で簡単に コントロールセンタ の概要を述べ山王国際会館に納入した コントロールセンタ の内容について説明したが、一般にビルディングなどのこの種電機品は、それを保守する人員の関係から十分な保守をすることができない場合が多い。しかし事故を生じたときにはその損害が意外に大きい場合が多い、この点からも コントロールセンタ を採用することが望ましい。本文によって若干でもビル電機品の向上に役だつことができれば幸いである。おわりにこの コントロールセンタ の採用にご指導協力願った山王国際会館関係者はもちろん、佐藤武夫設計事務所、弘電社関係者に謝意を表してむすびとする。

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	所屬場所
特 許	並列整流器の電流平衡装置	35-5-31	261888	阿部久康・岡 久雄	研究所
新 案	タイマー	35-4-27	512081	加藤義明	福 山
"	電気 ホイスト 用制限 スイッチ 調整装置	"	512082	入江 厚	福 岡
"	隅取 コイル 形軸方向空隙電動機の固定子	"	512083	柘植 恵	中津川
"	スナッパースイッチ	35-4-28	512202	伊藤史郎	名古屋
"	気中 ショ 断器	"	512203	吉田太郎・小野久雄	名古屋
"	同調指示管取付具	35-5-12	512473	牟田克己	無線機
"	交流巻上機の制御装置	"	512474	和田義勝	長 崎
"	直流発電機の調整装置	"	512475	小山建次	神 戸



## ビル用 20 kV キュービクル

本 社 瀬 戸 義 雄\*  
伊丹製作所 矢 野 広 男\*\*

## 20 kV Cubicles for Building Use

Head Office Yoshio SETO  
Itami Works Hiroo YANO

It is a modern trend for large city buildings to have their own substations provided with 20 kV cubicles for power reception. Under the circumstances Mitsubishi has tried to reduce the outline dimensions of the cubicles having their capacity ranging from 1,500~8,000 kVA, and also to divide the device into small units. The effort is so successful that the company has made standard products of this kind. Up to present Mitsubishi has experience of twenty six cases of cubicle installation elsewhere in this country. However, spaces allotted for the installation are mostly small and further have diversified conditions for carrying in the apparatus or laying power cables. These adverse conditions have been contended with by designing the cubicles specially case by case. Then the introduction of the new products of reduced size has done away with the troubles.

## 1. ま え が き

丸の内界わいの昔なつかしい赤レンガの建物が次々と特高受電設備をそなえた大形ビルディングに姿をかえつつあるが、全国の大都市においても大形ビルディングの建設はますます延つづくと思われる。これらの大形ビルディングの自家用特高受電設備にキュービクル方式を採用することはその特長とする確実な運転、簡便な保守、建物に調和したスタイルにくわえて、とくに据付面積の縮小にともなう総合設備費の経済性が顧客の認識をうるところとなり、その普及はまことにめざましいものがある。

当社としては昭和29年に東京新宿の伊勢丹百貨店に初めてビル用特高キュービクルを納入し、じ来東京を始めとして各方面の都心ビルディングに表1.1に示す納入実績をおさめた。この間顧客のご意向を参考にして創意と工夫を加え、とくに輸送、搬入、据付の簡便化と、据付面積をさらに縮小したものの標準化を行なった。

昨昭和34年東京銀行ビルの自家用20 kV受電設備用



図 1.1 ビル用 20 kV キュービクル 外観  
Fig. 1.1 Appearance of 20kV cubicle for building use.

\* 電機部 \*\* 技術部

表 1.1 ビル用特高キュービクル 製作実績表

35-7-21 現在

地区	納入場所	受電様式	受電容量	納入期日
東 京	伊勢丹デパート	20kV×2回線	2,500kVA×2バンク	昭和29-6
	国際観光会館	"	1,800 ×1 (乾)	29-8
	鉄道会館	"	1,500 ×2 (乾)	29-9
	経会館	"	3,000 ×1 (乾)	29-10
	東京ビル	"	2,250 ×1	29-11
	松竹会館	"	3,000 ×1	31-4
	大和証券ビル	"	750 ×2 (乾)	31-3
	東海上ビル	"	3,000 ×1	31-12
	読売会館	"	2,000 ×2	31-10
	住銀大手町ビル	"	1,750 ×2	33-2
	第二大手町ビル	"	6,000 ×1	33-3
	三菱商事ビル	"	6,000 ×1	33-4
大 阪	N. H. K	"	4,500 ×1	34-3
	東京銀行ビル	"	750 ×2 (乾)	34-9
	J. T. B ビル	"	1,200 ×2 (乾)	35-6
	ホテルパレス	"	2,000 ×2	製作中
	近鉄あべのデパート	"	1,800 ×2	昭和31-12
	阪神ビル	20kV×1回線	2,000 ×3 (乾)	32-2
名 古 屋	南海会館	"	4,000 ×2 (不)	32-5
	勸業銀行ビル	20kV×2回線	1,000 ×2 (乾)	製作中
	十合デパート	"	2,000 ×2	"
	大丸デパート	"	"	"
小 倉	井筒屋デパート	"	1,500 ×2	昭和32-10
神 戸	丸栄デパート	30kV×1回線	2,000 ×2	31-3
神 戸	十合デパート	30kV×2回線	2,250 ×1	31-8
	大丸デパート	"	2,250 ×1	32-3

注：(乾)とあるのは乾式変圧器、(不)とあるのは不燃性油入変圧器を示す。

として、標準化キュービクルの第1号を納入し好評をえている。「建築と電気」特筆号発刊を機会に以下、三菱標準ビル用20 kVキュービクルについてその概略を紹介する。

## 2. キュービクルの概要

ビルの自家用20 kV受電設備における受電は20 kV地下ケーブル引込による2回線受電が標準となっている。2回線の内訳は電力会社の送電方式により異なるが、一般に1回線を常用線とし他の1回線を予備線とする放射状送電方式によるものと、常用2回線、非常の場合どちらかの1回線となるループ送電方式との2方式に大別することができる。

受電容量は電力会社の給電事情その他により多少異なる。

以上の見地から三菱標準 ビル用キュービクルの母線および機器の配列はおおむね、図2.1の単線接続図に示すとおりで20kV回路のすべてと変圧器二次回路の一部がキュービクルとして製作され、その仕様の標準は下記のとおりである。

三相 22kV 50~60c/s

0 $\mu$ CT  
CHd  
2 $\times$ CT  
DS  
3 $\times$ CT  
A.C.B  
DS

同

右

DS

3 $\times$ CT

MOF

同

右

R.DS

3 $\times$ CT

TR

DS

SD

Chd

三 相 33kV

もっとも原始的なキュービクルの構造としては、鉄構  
取付による従来の開放据付  
受電設備に使用される構造  
の機器を、そのまま鉄箱の  
中に取り付けこれに適当な配  
線を施したもので、このよ  
うなものでも一般にはキュー  
ビクルと呼ばれている。こ  
のような構造のものでは鉄  
箱内に多くのフィードスプ  
を生じ、また保守、点検な  
どを行なうにあたって、鉄  
箱の中にはいられなければ  
ならない不合理を生じると  
ともに、さらにそれだけの余

Fig. 2.1 Schematic connection diagram of 20kV receiving equipment for building use.

このような構造のキュービクルを小形化するためには保償性能の低下、保守、点

三菱標準ビル用20kVキュービクルの特長は、このような不合理を生ずることなく、さらに進んで保償性能の向上と保守、点検等の簡便化と併行して、その小形化をなしたものである、すなわち内蔵機器のすべてがキュービクル組込形となり、機器単位、さらに各相単位に、また特高充電部と低圧部とに区画されたフレームに、組込めるようになっている、フレームと機器間とはもとより機器相互間においても、構造的、性能的に協調をとり、キュービクルとして組立られることにより、装置としての特長が発揮されるようになっている。

キューピクルには変圧器、シヤ断器、圧縮空気発生装置、断路器、負荷断路器、計器用変成器、ケーブル終端箱、ケーブル分岐箱等と、これらを繋けいする主母線、接続導体、接地母線、空気配管、排水管等および低圧配線が内蔵されている。計器用変圧変流器、ケーブル終端箱、ケーブル分岐箱は電力会社支給品となる場合が多い。

油入変圧器は CR 形窒素封入完全密閉式で套管をタンク側面にとりつけ、キュービクルと背中合せに結合できる構造となっている。完全密閉式であるので窒素封入タンクを別置にする必要がなく、コンサーバタもタンク内に納められている。また油漏れの心配がない。

一次電圧	22-21-20-19 kV
二次電圧	3.3 kV
定格周波数	50-60 c/s
定格容量	三相 750~4,000 kVA
商用周波耐压	一次側 50 kV
	二次側 15 kV

衝擊電圧耐圧 一次側 150 kV (油入) 95 kV (乾式)  
二次側 60 kV (油入) 35 kV (乾式)

三菱電機・Vol. 34・No. 9



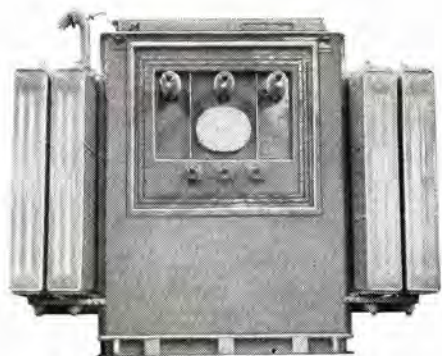


図 3.1 キュービクル 接続形三相油入変圧器  
Fig. 3.1 Appearance of cubicle connection type phase oil immersed transformer.

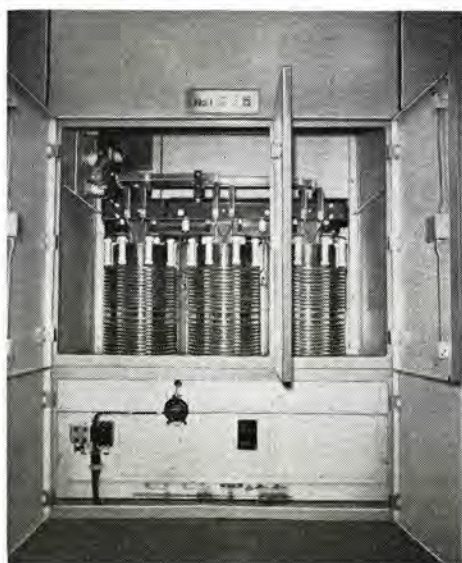


図 3.2 三相乾式変圧器の キュービクル 組込状態  
Fig. 3.2 Set-up of 3 phase dry type transformer cubicle.

で外雷に対しては考慮をばらう必要がなく、主として開閉異常電圧だけを考慮すればよく、この種の回路の開閉異常電圧は、回路対地電圧の3.5倍をこえないことが明らかにされているので、この値には十分な裕度をもっている。

### 3.2 シャ断器

キュービクル組込式の横吹付形空気シャ断器で、火災の危険が重要視される場所、また短絡容量の大きな電力会社の重要回路にも多くの使用実績をもっているものである。図3.3はキュービクルに組込まれた状態を示すもので、ビル用としては下記の定格のものを標準としている。

形 式 20-C-100 形 三極単投  
横吹付式 圧縮空気操作

定 格 電 圧 24,000 V

定 格 電 流 600 A

定 格 周 波 数 50-60 c/s

定 格 シャ 断 容 量 1,000 MVA (24 kV において)

定 格 シャ 断 時 間 5 c/s

ビル用 20 kV キュービクル・瀬戸・矢野

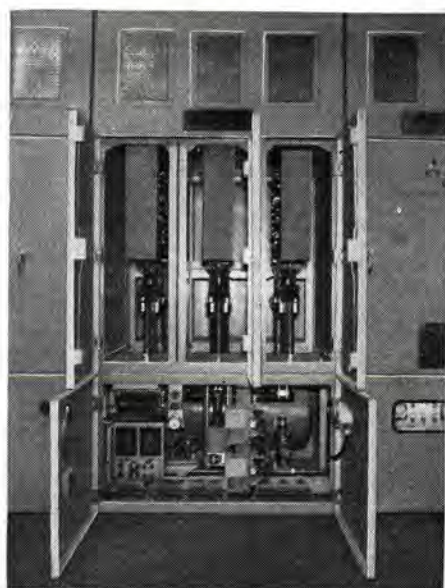


図 3.3 C形空気シャ断器のキュービクル組込状態  
Fig. 3.3 Set-up of type C air circuit breaker.

商用周波耐圧 50 kV

衝撃電圧耐圧 150 kV

標準動作責務 甲号 シャ断器補助タンクだけによる CO 可能回数 2 回

定格操作圧力 10 kg/cm<sup>2</sup>

定格制御電圧 DC 100 V

定格制御電流 投入 1 A (0.2 sec)

引はずし 5 A (0.07 sec)

### 3.3 断 路 器

キュービクル組込形の多重線銀銀接触式断路器で、操作はまことに軽快であり100,000回操作耐久試験に合格している。また大きな短時間電流にも耐えうるものである。図3.4は断路器本体の右端1相分のキュービクル組込状態を示すもので、ビル用としてはつぎの定格のものを

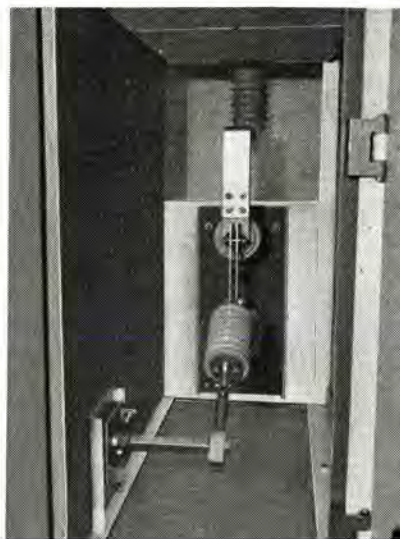


図 3.4 LC-C 形断路器のキュービクル組込状態  
Fig. 3.4 Set-up of type LC-C disconnecting switch.



標準としている。

形 式 LC-C 形 三極単投 F-B 接続  
多重線銀銀接触式  
遠方手動または電動 (DC 100 V 100 W) 操作

定 格 電 圧 23,000 V

定 格 電 流 600 A

定格短時間電流 20,000 A 2 秒

商用周波耐圧 50 kV

衝撃電圧耐圧 125 kV

### 3.4 負荷断路器

2 バックの主変圧器の切換操作を無停電で行なうため、主変圧器一次側の断路器を負荷断路器としている。

負荷断路器の本体は LC-C 形断路器と同一設計のものであるが、デアイオン 消弧と パネ による速切りにより、励

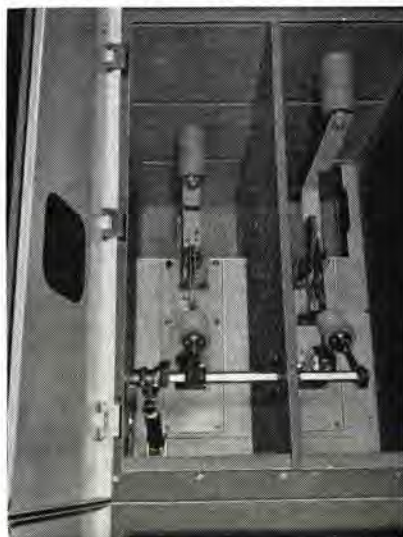


図 3.5 LC-B 形負荷断路器のキュービクル組込状態  
Fig. 3.5 Set-up of type LC-B load disconnecting switch.

磁電流の シュ断を行なうようになっている。また操作機構としては操作途中における自己保持を強力な パネ により機械的に行なうようにしてある。図 3.5 は負荷断路器本体の中と右端との 2 相分の キュービクル 組込状態を示すもので ビル 用としては下記の定格のものを標準としている。

形 式 LC-B 形 三極単投 F-B 接続  
多重線銀銀接触式  
遠方手動または電動 (DC 100 V 100 W) 操作

定 格 電 圧 23,000 V

定 格 電 流 600 A

定格短時間電流 20,000 A 2 秒

商用周波耐圧 50 kV

衝撃電圧耐圧 125 kV

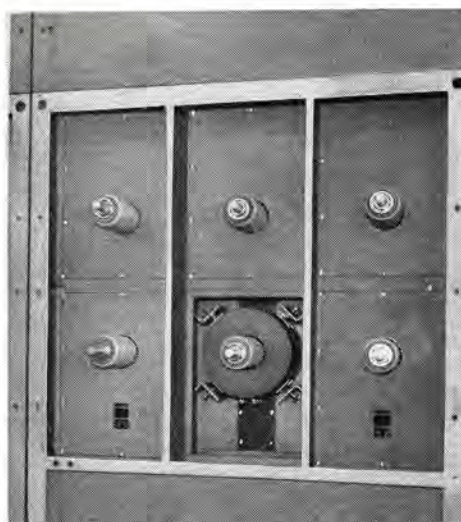


図 3.6 BS 形変流器のキュービクル組込状態  
Fig. 3.6 Set-up of type BS current transformer.

励磁電流 シュ断電流 5 A 100 回

### 3.5 変 流 器

大きな過電流強度を必要とすることと、取付スペースの節減をはかるため、套管形乾式変流器を採用している。20 kV 750~4,000 kVA 2 バックの受電回路では、普通套管形変流器は構造上誤差確度の向上が困難であるが、特殊 コア を使用しかつ誤差補償法を施して一次電流比の不足する欠点を償っている。図 3.6 は套管形変流器のキュービクル 組込状態を示すものである。現在ビル用の標準として製作しているものの仕様は下記のとおりである。

形 式	BS 形	単相	乾式套管形
変 流 比 (A)	100/5	150/5	150/5 200/5 以上
負 担 (VA)	40 以下	15 以下	40 以下 40 以下
誤 差 階 級	3.0	1.0	3.0 1.0
過電流強度 (2 秒)	200 倍	150 倍	150 倍 40~100 倍



図 3.7 計器用変圧変流器のキュービクル状態  
Fig. 3.7 Set-up of cubicle for potential and current transformers.



以上のほかに特殊仕様として複比のものも製作している。

### 3.6 計器用変圧変流器

電力取引用であるのでほとんどが電力会社標準品の支給を受けることになるが、その種類が多いためにキュービクルの設計にいつも支障をきたしている。図3.7は電力会社支給の計器用変圧変流器のキュービクル取付状態を示すものである。

### 3.7 ケーブル終端箱および分岐箱

受電引込ケーブルは電力会社によって施行されるのでケーブル終端箱および分岐箱は電力会社支給品となり、その取付作業も電力会社によって行なわれる。図3.8はキュービクル内におけるケーブル末端処理の状態を示すものである。



図 3.8 受電ケーブルキュービクルの内部  
Fig. 3.8 Interior of receiving cable cubicle.

### 3.8 圧縮空気発生装置

空気シャ断器2台操作で、主空気タンク充気容量だけで、空気シャ断器をCO7回操作できる。図3.9は圧縮空気発生装置の主空気タンクと制御盤の組込状態を示すもので、空気圧縮機はこのキュービクルの裏側に2台組込まれている。シャ断器と接続する空気管と排水管はキュービクル中を最短距離で配管されていて配管接続はリムジョイント方式を採用している。ビル用の標準として製作しているものの仕様は下記のとおりである。

形 式 CV-AA 形 複交流式  
定 格 圧 力 25 kg/cm<sup>2</sup>  
供 給 圧 力 10 kg/cm<sup>2</sup>  
空 気 圧 縮 機 空冷式電動機 (3.7 kW) 直結駆動形  
操 作 電 圧 AC 200 V 三相 50-60 c/s  
主空気タンク容量 500 l

ビル用 20 kV キュービクル・瀬戸・矢野

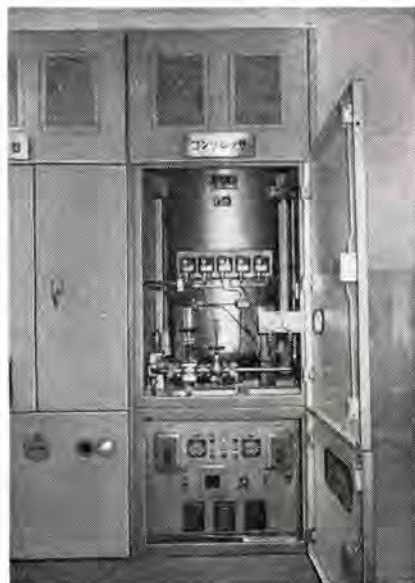


図 3.9 圧縮空気発生装置のキュービクル組込状態  
Fig. 3.9 Set-up of cubicle for compressed air generator.

### 3.9 母線および接続導体

キュービクルに内蔵される母線は三相三線式相間隔壁形で、キュービクルの床面部と天井部に配置されている。異常電圧、事故電流に対して大地絶縁強度の劣化、母線接続部の電気抵抗変化を生じない安定度の高い構造とし、長期間の運転においても点検不要のものとしている。

母線の対地絶縁には空気と磁気によるもっとも安定した絶縁方法で、また母線室に密閉されているのでジニアイによる絶縁耐力低下も生じない。

母線導体は事故電流に対する機械的、熱的強度を保償するため 600A 定格(硬平銅 6 × 75, 450mm<sup>2</sup>) のものを使用しているので、ビルディングの受電容量からみれば 8,000 kVA 受電としても 200 A 程度となる。またループ回路でも地中線ケーブル容量からみてせいぜい 400 A 程度であるので、定格電流に対しては大きな余裕をもっている。

事故電流に対する機械的強度は突入電流波高値として 50,000 A、熱的強度は実効値 20,000 A 2 秒を保償している。機械的強度を支持パイプの強度を基礎にして計算し母線支持点間隔を決定している。母線導体は熱的強度を必要とする断面積以上に大きなものになっている。

すなわち熱的強度の計算は次式で表わされるが、

$$I = \frac{S}{\sqrt{t}} \times 155 \quad \text{ただし初期温度 } 60^{\circ}\text{C} \\ \text{最終温度 } 240^{\circ}\text{C のとき}$$

$$I = \text{許容電流} = 20,000 \text{ A}$$

$$S = \text{導体断面積} = 450 \text{ mm}^2$$

とすれば

$$t = \text{許容時間} = 5.9 \text{ 秒となる}$$

母線導体の断面形状を変えて荷重方向の断面係数を増すことにより、定格電流および熱的、機械的に平均した



裕度をもつ導体とすることもできるが、支持ガイシとの取付方法と導体接続部の構造が複雑となる。

母線と機器端子間は銀銀接触による接続導体により接続されている。変圧器、シタ断器等震動を生ずる機器との接続には可撓接続導体を使用している。

支持ガイシおよび套管用ガイ管は「JEM-1144, 1145」規格による多ひだ形のものを使用している。

以上のほかに硬平銅  $3 \times 38$  114 mm<sup>2</sup> の接地母線が、フレームを一括して設けられている。銅板製の接地母線取付座を約 500 mm の間隔でフレームにロウ付し、これに接地母線をボルト締めしているの、接地母線とフレームは良好な接触を保っている。

### 3.10 低圧配線

低圧配線は 600 V ビニル電線とジャケット形多心制御用ビニルケーブルを使用し、いずれも 3.5 mm<sup>2</sup> のものを使用している。3.5 mm<sup>2</sup> 以上のものを必要とするコンプレッサモータの電源回路などは 3.5 mm<sup>2</sup> を 2 本並列に使用している。配線については細心の注意が払われていて、ジャケット形多心制御用ビニルケーブルはキュービクル内に設けられた低圧配線ダクト内を流し、600 V ビニル電線は絶縁クリート配線を施し、これに接地金属カバーを施し、電気的、機械的な保護を行なっている。

スペースヒータの接続部はビニル絶縁をはがしてジュズガイシによる絶縁を施し耐熱性を考慮している。またこれらの配線接続部はすべて AMP 端子を使用した確実な接続が行なわれている。

図 3.10 に示すようにすべての配線は 1 個所にまとめられた集合端子盤に集められているので、キュービクルへの低圧ケーブルつなぎ込みは一括して 1 個所で行なうこ

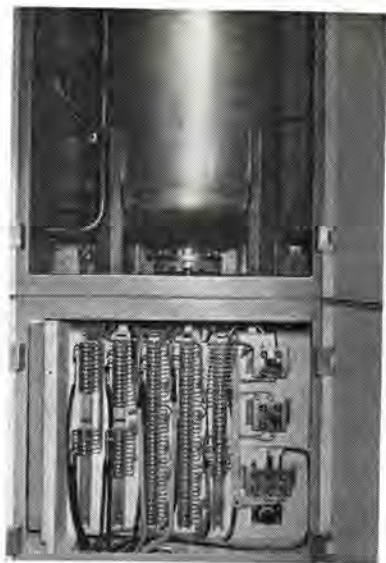


図 3.10 低圧配線集合端子盤

Fig. 3.10 Collective wiring terminal board.

とができる。

## 4. キュービクルの構成

乾式変圧器を採用したキュービクルは二つのグループに分れ、グループ間はキュービクル天井部からブスタクトによりブリッジ状に連継されている。各グループはさらに単位キュービクルに分れ、配列構成の内訳は下記のとおりである。

### 第一 グループ

受電 ケーブルキュービクル 2 面

### 第二 グループ

シタ断器 キュービクル 2 面

コンプレッサキュービクル 1 面

主変圧器一次 キュービクル 1 面

主変圧器 キュービクル 2 面

### グループ間

連継用 ブスタクト 2 組

油入変圧器を採用した場合のキュービクルは四つのグループに分れ、グループ間はキュービクル天井部からブスタクトによりブリッジ状に連継されている。各グループはさらに単位キュービクルに分れ、配列構成の内訳は下記のとおりである。

### 第一 グループ

受電 ケーブルキュービクル 2 面

### 第二 グループ

シタ断器 キュービクル 2 面

コンプレッサキュービクル 1 面

主変圧器一次 キュービクル 1 面

### 第三 グループ

No. 1 主変圧器 キュービクル 1 面

### 第四 グループ

No. 2 主変圧器 キュービクル 1 面

### グループ間

連継用 ブスタクト 4 組

受電 ケーブルキュービクル から主変圧器一次 キュービクル までの二つのグループ、すなわち単位キュービクル 6 面とブスタクト 2 組は、主変圧器の乾式、油入を問わずまた容量の大小にも関係なく、その配列構成はもとより単位キュービクルの細部構造もまったく同様のものである。

図 4.1 は乾式変圧器の場合のキュービクル配列構成を示し、図 1.1, 4.2 はその現地据付状態である。図 4.3 は油入変圧器の場合の配列構成を示す。

各単位キュービクルにはそのキュービクルの表面に内容を表示する、定格名板と名称板が付属しており回路構成が明了にされている。



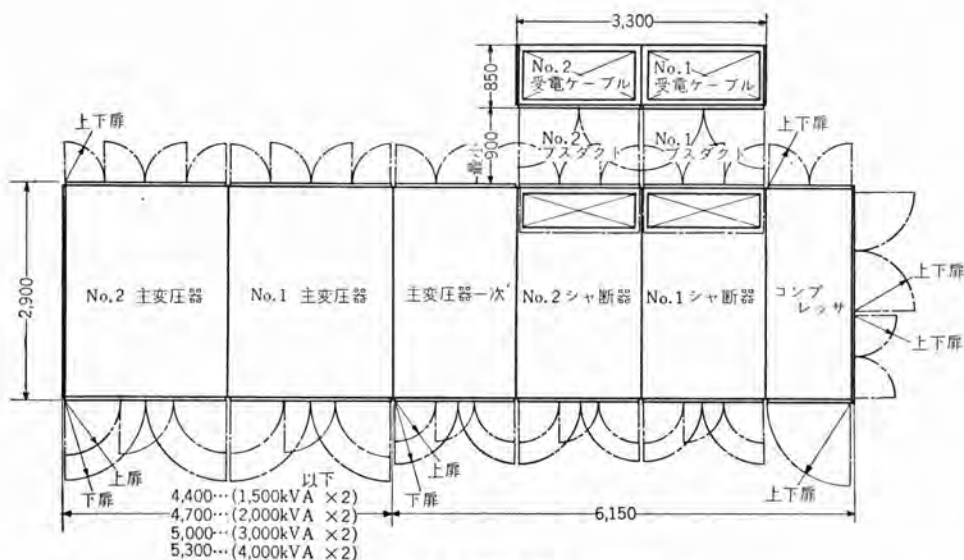


図 4.1 乾式変圧器の場合のキュービクル  
Fig. 4.1 Plan of cubicle for dry type transformer.

グループごとの単位キュービクルは互換性をもった側面隣接接続となっているので配列を対称なものにすることもできる。接続は特殊構造となっていて単位キュービクルに発生する震動の伝達を防止し、据付誤差によるフレームの競合を生じないようにになっている。また必要に応じて単位キュービクルの引出し移動を行なうことができる構造になっている。

ビルディングの消費電力が将来増大して、受電容量を増加したい場合は、主変圧器キュービクルがユニット式になっているので、変圧器のパック数を増やすことは容易に行なえる。

#### 4.1 受電ケーブルキュービクル

このキュービクルは受電ケーブルの末端処理部が納めてある、ケーブルの終端箱と、分岐箱

が取り付けられる。またケーブル保護リレー用の変流器が取り付けられる場合もあるが、これらの取付品は電力会社より支給されるものであって、その取付位置はケーブルのサイズなどにより多少異なるが、キュービクルの外形寸法は変わらない。

変流器が取付く場合はその二次配線を行ない、キュービクルからの引出口付近に端子盤をそなえている。

図 4.4 は受電ケーブルキュービクルの構造を示すもので内部取付機器は、東京電力のループ送電方式による場合のものである。

#### 4.2 シャ断器

##### キュービクル

受電用シャ断器 1 台と、これを回路から切放すための断路器がシャ断器の両側に 1 組ずつはいっている。断路器は 2 組連動操作式となっていて、受電側のものは必要に応じて各相選択操作の可能なものとすることもできる。



図 4.2 キュービクル据付状態  
Fig. 4.2 Installation of cubicle.

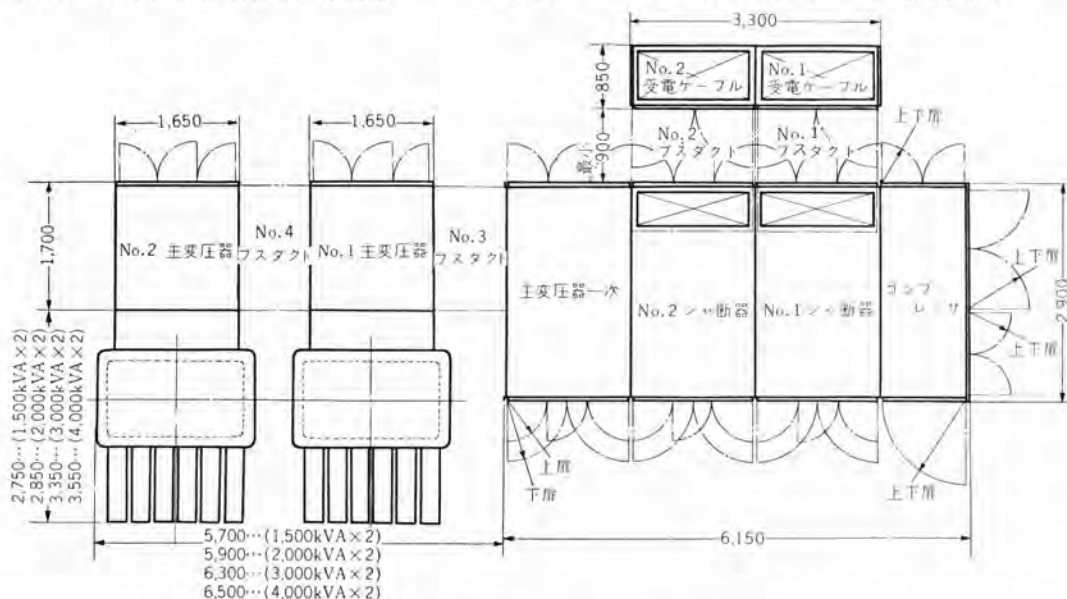


図 4.3 油入変圧器の場合のキュービクル  
Fig. 4.3 Plan of cubicle for oil immersed transformer.

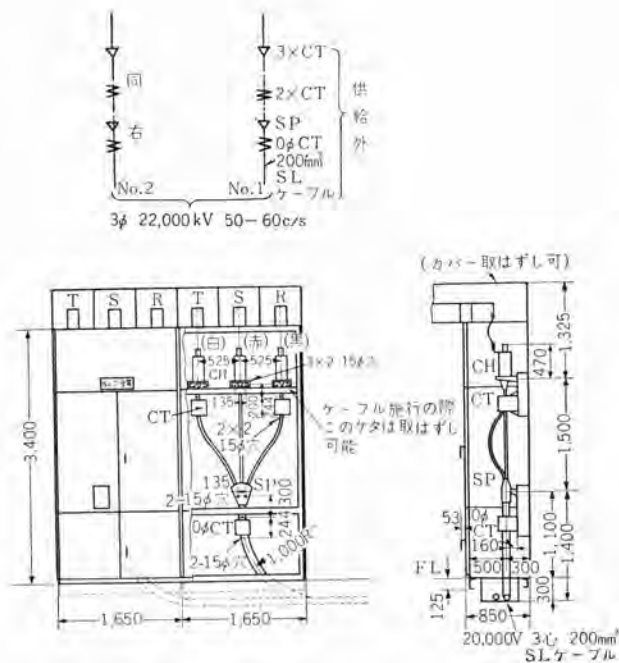


図 4.4 受電 ケーブルキュービクル 外形図  
Fig. 4.4 Outline of receiving cable cubicle.

図 4.5 はシャ 断器 キュービクル の構造を示すものである。断路器の套管部に変流器 3 相 2 組までの取付は可能である。

#### 4.3 コンプレッサキュービクル

圧縮空気発生装置が内蔵されているほか、低圧配線の集合端子盤が取付けられている。この キュービクル は、キュービクルグループの端に配置され、扉は前、後、側面開きとなっている。

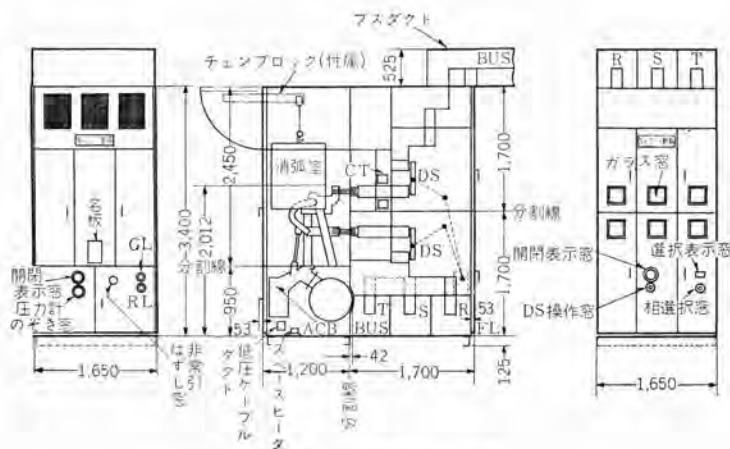
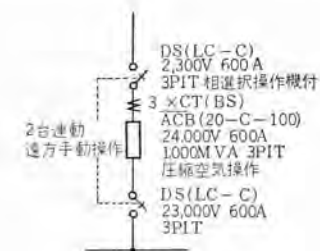


図 4.5 シャ 断器 キュービクル  
Fig. 4.5 Outline of circuit breaker cubicle.

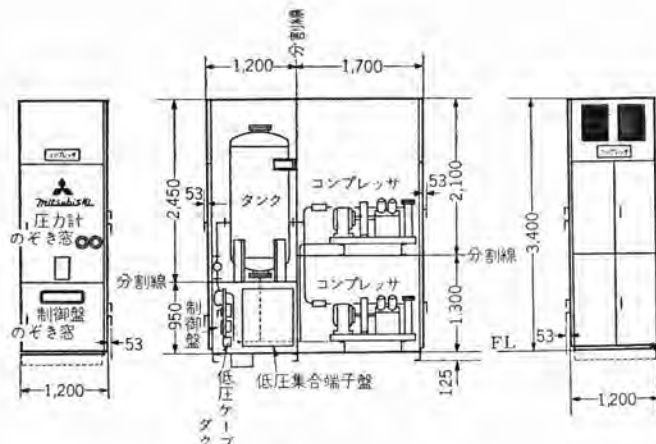


図 4.6 コンプレッサキュービクル  
Fig. 4.6 Outline of compressor cubicle.

図 4.6 は コンプレッサキュービクル の構造を示す。

#### 4.4 主変圧器一次キュービクル

電力会社の送電上の責任分界となる断路器 1 組、電力取引用計器用変圧変流器 1 台（電力会社支給品）変流器

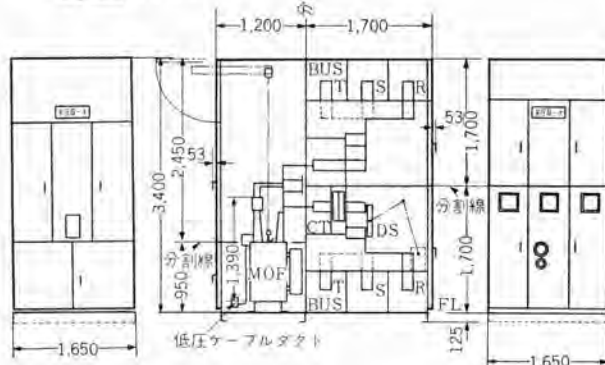
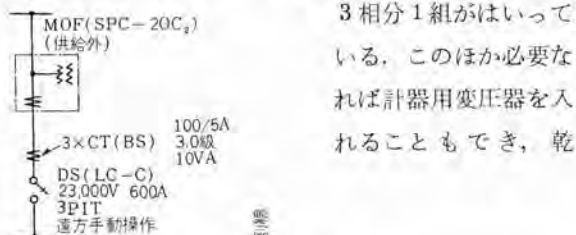


図 4.7 主変圧器 キュービクル  
Fig. 4.7 Outline of transformer cubicle.

式で絶縁階級 20 B 号のものを標準としている。

図 4.7 は主変圧器一次 キュービクル の構造を示す。

#### 4.5 主変圧器（乾式）キュービクル

H 種乾式三相 750 kVA から 4,000 kVA までの容量の変圧器とその一次側に負荷断路器 1 組、二次側に スタチックジスチャージ が 1 組は入っている。二次側引出しは 3 kV ケーブルによることになっている。ほかに変圧器冷却用ファンモータとグラスウール製 エアクリーナ が付属されている、キュービクル 天井に排気口があり、排



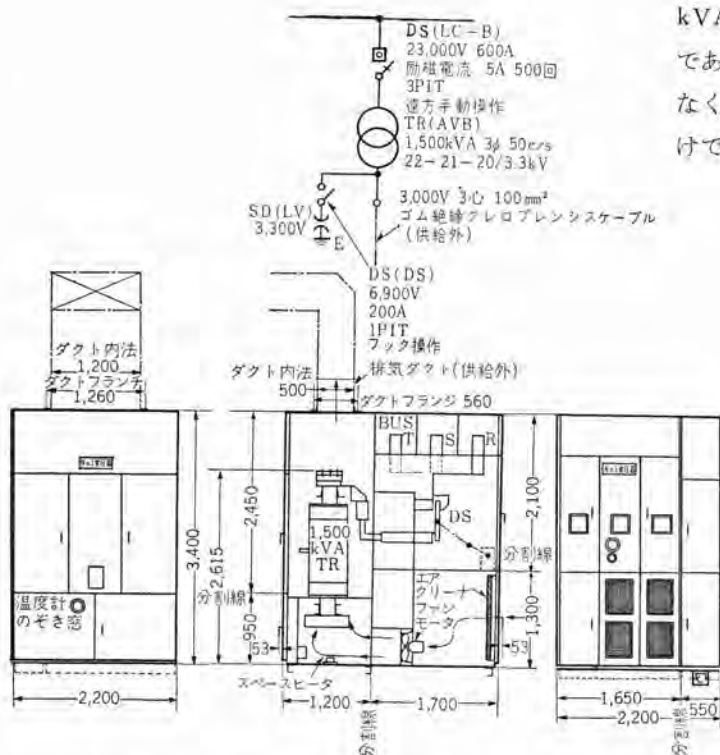


図 4.8 主変圧器 (乾式) キュービクル

Fig. 4.8 Outline of dry type main transformer cubicle.

気ダクトに接続される。

図 4.8 は乾式変圧器 キュービクル の 1,500kVA の場合の構造を示し、2,000 kVA 以上になると キュービクル の幅寸法だけが大きくなる。

#### 4.6 主変圧器 (油入) キュービクル

主変圧器一次側に負荷断路器 1 組、二次側に スタチック ジスチャージャ が 1 組はいっていて、二次側引出しは 3 kV ケーブル によることは、乾式変圧器の場合と同じであるが、

主変圧器が キュービクル 外にあって キュービクル と背中合せに組合されている。

図 4.9 は 2,000

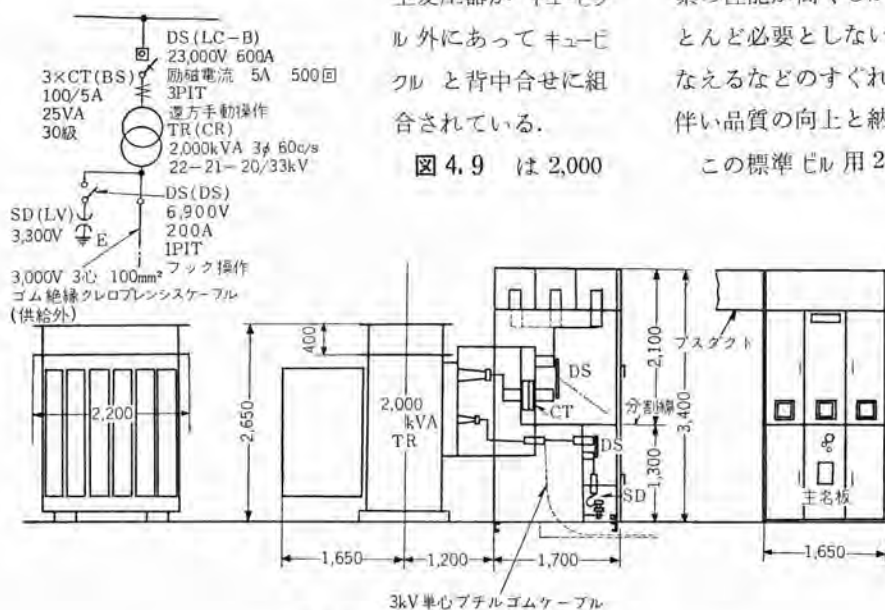


図 4.9 主変圧器 (油入) キュービクル

Fig. 4.9 Outline of oil immersed main transformer cubicle.

kVA 油入変圧器の場合の キュービクル の構造を示すものである。キュービクル の大きさ構造は変圧器の容量に関係なく、グループ 間に接続する ブスダクト の長さが変わるだけである。

#### 4.7 ブスダクト

三相相間隔壁形で キュービクルグループ 間の接続に使用する。外形寸法は幅 1,650 厚さ 525 で長さに制限はないが 4m までならばブリッジ状に取付けた場合でも建家天井からのつり下金具は不要である。

#### 5. 操作回路

操作回路は図 5.1 およびその説明のとおりであるが、インターロック はすべて電氣的機械的方式としている。インターロック により誤操作の絶無を期し、保守、点検に際しては各機器の合理的組合せ配置により、とくに保守、点検を必要とする個所は、点検扉を開くだけでキ

ュービクル 外部より、手あるいは目の容易に届く所にあるので安全、確実に保守、点検が行なえる。

#### 6. む す び

以上述べたようにこの キュービクル は外形寸法が極力縮小され、しかも分割できるので、工場組立の状態での輸送、搬入、据付が簡単確実に行なえることを始め、据付面積が少なくすみ、乾式変圧器を採用した場合では約 6 m×13m 程度の面積に十分据付けることができるもので従来のものに比較して大幅に小さくなった。また各要素の性能が高くしかも安定していて、また保守点検をほとんど必要としないが時に必要な場合でも安全確実に行なえるなどのすぐれた特長をもっている。また標準化に伴い品質の向上と納期の短縮を期することができる。

この標準ビル用 20 kV キュービクル の製作にあたって終始適切なご指導とご協力をいただいた、各方面の関係各位に深く感謝する次第である。

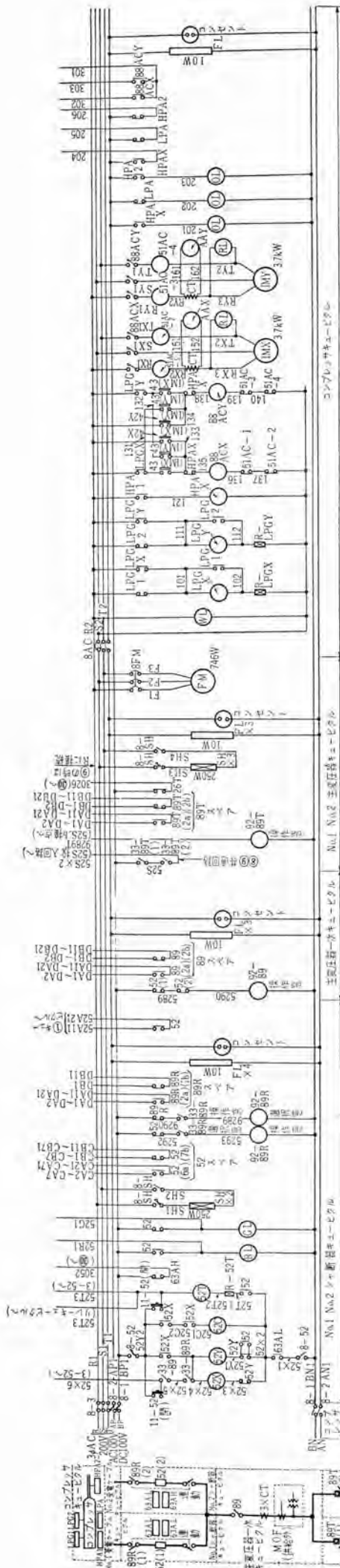


Fig. 5.1 Description of control circuit of 20 kV cubicle for building use.



# 自動車用エレベータ

名古屋製作所 瀬原田三郎\*・百合草 剣\*

## Garage Elevators

Nagoya Works Saburō SEHARADA・Tsutomu YURIKUSA

Recent increase of motor cars has brought forth a parking problem that racks the brain of city authorities. One of the solutions is to provide a garage to each office building. This is now in a popular trend everywhere. To convey the cars from the ground floor to other floors, there are two methods: one is a ramp type and the other an elevator type. Mitsubishi manufactures elevators for the latter purpose and the writers' article covers the standard specification of garage elevators used for passenger cars in general. In construction they are divided into three types. One is a standard type with a machine room directly over the hoistway. The other is a basement type having the machine room at the bottom or the side. The last one is a hydraulic type of the similar arrangement. The selection of the type must be made after thorough study of buildings, otherwise the elevator may not function effectively.

### 1. ま え が き

最近、大都市においては自動車の増加により駐車場の問題が大きく取上げられている。自動車の数と駐車設備とのアンバランスは今後ますますはなはだしくなるものと思われる。その打開策として、新設ビルには専用の駐車場を必ず設ける機運にあり、さらには駐車専用のビルも出現するようになった。これらのビルで1階から他の階に自動車を誘導する方法として、従来は螺旋形あるいは直線形の傾斜通路を設ける方法が採用されていたが、床

### 2. 標準方式

自動車用エレベータとしては電気式のものと同圧式のものがあり、大きさとしては中形車までを対象とした容量2,500 kgのものと、さらに大形車の積載も考慮した3,000 kgのものがある。

また、電気式には巻上機の配置により、巻上機を頂部に置く頂部機械室形と、巻上機を下部階に置く下部機械室形（ベースメントタイプ）がある。

表 2.1 形式の分類

形 式	形 式 号	容 量 (kg)	積 載 対 象	戸閉方式	カゴ室
エ レ ベ ー タ 式	頂部機械室形	FB-11	2,500	小形車, 中形車	電動C形
		FB-12	3,000	大形車も可能	
	下部機械室形 (ベースメント タイプ)	FB-21	2,500	小形車, 中形車	戸閉 レギュラ タイプ
		FB-22	3,000	大形車も可能	
油 圧 式 エ レ ベ ー タ		FB-31	2,500	小形車, 中形車	金 網
		FB-32	3,000	大形車も可能	

これらの分類を表2.1に示す。なお、この標準方式は建築基準法に示されている自動車用エレベータの荷重等級にもとづいて設計されている。

### 3. 一般構造

一般に自動車用エレベータはその特質としてカゴ床奥行きが大きく、自動車の出入時におけるカゴ床への偏荷重とか、昇降時の偏荷重が大きい。したがってレールとガイドシューの間の反力が大きくなるので大形のガイドシューを使用し、レールも50 kgレールを適用している。また、この反力に対応するためカゴワクの構造も一般エレベータに比較してよりがん強に設計してある。



図 1.1 自動車用エレベータ  
Fig. 1.1 Garage elevators.

面積の占有が大きいので次第に専用エレベータを利用する傾向に変わっている。

当社ではこの種の自動車用エレベータを多数製作納入してきたが、ここで自動車用エレベータの当社標準仕様について紹介する。

\* 昇降機部

戸閉装置としては昇降路のスペースを有効に利用し、できるだけ出入口幅を大きくとるため上下戸の採用を推奨する。この方式のカゴの戸は1枚のメッシュ戸で、オモリでバランスをとり駆動モータにより上方に開く。また乗場の戸は中央から二つに分割され、おのおのがバランスを保ちながら、各乗場に装置された駆動モータによって上下方向に開けられる。これら扉の動きはカゴ側に設けた位置スイッチにより、カゴの戸、乗場の戸が同期するようにコントロールされる。上下戸の自重をお互いにバランスさせる乗場の戸は、戸閉装置がとくにコンパクトにできるので昇降路を占有するスペースが少なくすむ。こうした戸閉方式をC形戸閉<sup>(1)</sup>と呼んでいる。また、自動車の運転を容易にするため、カゴの出入口は2方口が良く、当社ではこれを標準としている。一方の出入口が開扉中は他の出入口は絶対に開扉できない構造になっており、安全性をたかめている。また、カゴの戸には要求に応じて扉安全スイッチを設けることにより自動車の保護をすることもできる。(特許出願中)

この種のエレベータはビルの外壁から少し内にはいった所に出入口を設けるのが実際の使用状況からいっても望ましいのであるが、ときには設置場所が道路に面した建物の端部になることも多いので、エレベータに出入りする自動車の動きとか、そのときのエレベータの状況を正確にとらえて、適確に警報を発する各種の警報装置(特許出願中)を備えるのを標準としている。すなわち、公道に近接したエレベータでは、これを利用するために出入りする自動車を警報装置で誘導しないと、公道での交通状況がいちじるしく混乱してしまう。カゴに自動車が積載されて昇降中であればこのことを運転表示灯で乗場に表示し、カゴの到着予定階に対しては信号ラザーを発してその階で待機している他の自動車に出入口の直前から待避するよう待避表示灯で指示する。また、昇降中のカゴが自動車を積載しているかどうかをハカリ装置で検出し、カゴが空であればこれらの表示をしないなど、非常にいいねいな警報装置を設けている。

#### 4. 電気式エレベータ

頂部機械室形と下部機械室形があるが、どちらもカゴと対応する釣合オモリをもち、16ミリロープ6本掛け、2:1ローピングで結合され、これを巻上機で駆動する方式である。

巻上機はベッドと一体構造になっているので、回転部分の心出しが保証され、直交度調整式の軸受および偏心軸方式によりギヤの中心距離を適宜変更することができる。したがって摩耗によるバックラッシュの変化を補正す

ることができ、歯当たりはつねに良好に保持できる。

ツナ車の溝はアンダーカット形であり摩耗しても一定のトラクション能力を保つように設計されている。ロープはツナ車に確実に巻付き、十分なトラクション能力を持っているので実用上はロープのスリップは絶無であり、エレベータの運転は正確でかつ円滑である。

安全装置としては、一般エレベータと同じく頂部に調速機があり、カゴ床下部には大形非常止め、ピット底面にはスプリング式衝突受がある。

頂部機械室形は、巻上機、調速機、制御盤およびそれらの付属品はすべて頂部機械室に集中しており、能率良く運転できるし、ローピングの簡明さとあいまって保守調

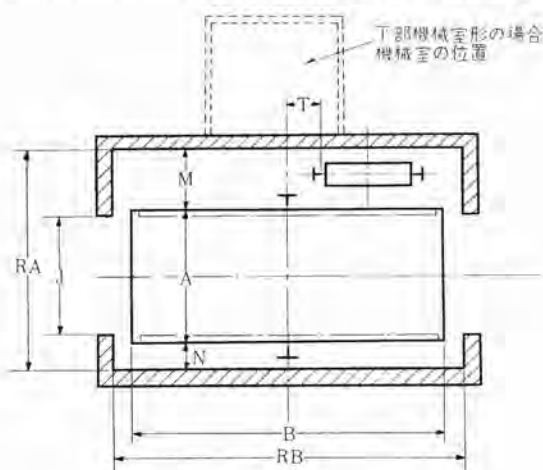


図 4.1 電気式エレベータ 昇降路平面  
Fig. 4.1 Plan of elevator hoistway.

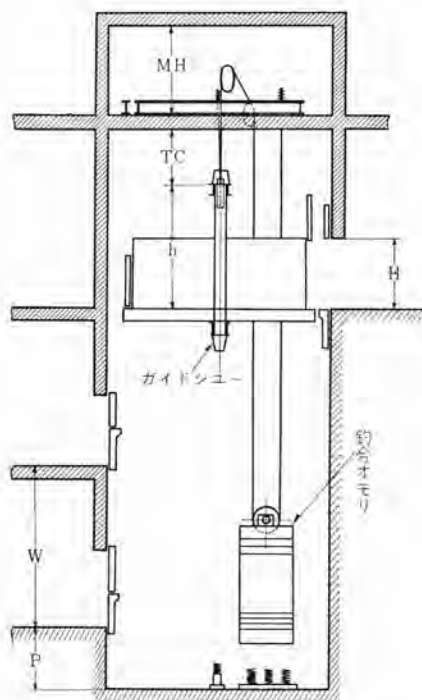


図 4.2 頂部機械室形エレベータ 昇降路縦断面  
Fig. 4.2 Vertical section of a hoistway with a machine room at the top.



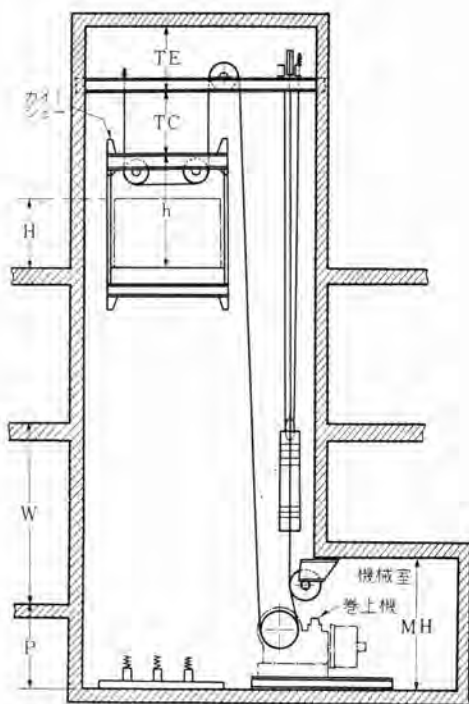


図 4.3 下部機械室形 エレベータ 昇降路縦断面  
Fig. 4.3 Vertical section of hoistway with a machine room at the bottom.

整の点からも非常に有利な方式である。構造の大要は図 4.1 および 図 4.2 を参照されたい。

下部機械室形は昇降路の頂部に機械室を設けるのを避けたい場合とか、そのスペースがないときに、巻上機と制御盤を下部に設けた機械室に配置する方式である。この方式でも巻上機は釣合 オモリ やカゴの真下に配置しないから安全である。機械室は最下階に置くのを標準とするが、途中階でも可能である。しかし、頂部機械室形と比べて、ソラセ 車の個数が多くなり、ローピングの複雑化に伴い、ロープ 寿命の低下、運転効率の低下はまぬがれない。構造の大要を図 4.1 および 図 4.3 に示す。

## 5. 油圧式エレベータ

油圧式は図 5.1 に示すように、油圧 プランジャによってカゴを下方から押し上げる方式であり、電気式と比較して構造上かなりの相違がある。油圧式の最大の特長は昇降路の上部に機械室を置く必要がないこと、および頂部すきまが少なくてすむことである。その結果、図 5.1 に示すように 2 階からは床面をフルに利用でき、スペースファクタが向上する。

カゴ 室、レール、戸閉装置、操作方式、警報装置等については一般構造の項で述べたとおりであり、電気式と同じ構造であるが、油圧式では非常止め装置、调速機、つり車等が不要となりカゴ自重は電気式に比べて軽減できる。また、頂部すきまが少なくてすむという利点を生か

自動車用 エレベータ・瀬原田・百合草

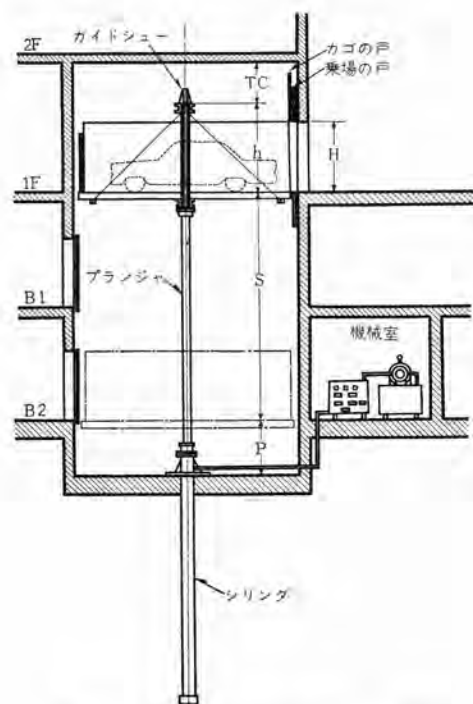


図 5.1 油圧式 エレベータ 昇降路縦断面  
Fig. 5.1 Vertical section of hoistway of hydraulic elevator.

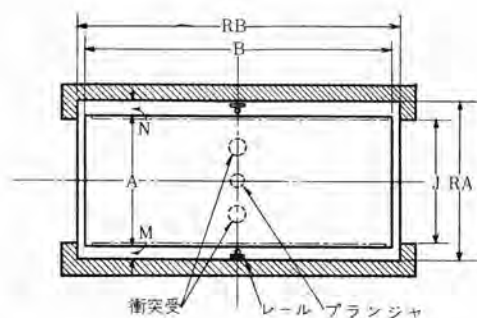


図 5.2 油圧式 エレベータ 昇降路平面  
Fig. 5.2 Plan of hydraulic elevator hoistway.

すため、一般には釣合 オモリ を設けないのが普通である。その結果、昇降路面積は小さくてすむが、反面、動力消費が多くなることはやむをえない。

自動車の出入時、あるいは昇降中の偏荷重によって発生するカゴの モーメント は 2 本の ガイドレール と ガイドシューによって保持されるから、プランジャ には曲げ モーメントは発生せず、垂直荷重だけを支持する。プランジャ は最大昇降行程 (7.5m) のときでも圧縮座屈に対して十分な強度に設計された パイプ によって構成される。シリンダはその頂部にある 1 個の スペリ 面でプランジャを案内するだけの構造である。シリンダ は フランジ で ピットの基礎 コンクリートに固定され、全荷重を基礎 コンクリートに伝達する。シリンダの下部は地中に埋没する。

機械室に設置した油圧 ポンプ によって発生され、コント

ロールパネルに設けたバルブ類によって圧力と流量を調整された圧油は、パイプを通じてシリンド内に流入してエレベータは上昇する。油圧パネルには特別な流量調整装置を備えており、加速・減速はきわめて円滑であり、油圧器械に発生しやすいショックの問題は完全に解決されている。

自動車用に限らず一般に貨物用エレベータはとくに着床誤差の少ないことが要求されるため、着床前に約4分の1速度に減速し着床を正確にしている。エレベータが着床を完了するか、あるいは停電によってポンプが止まっても、油圧回路中に設けたパイロットチェックバルブによってシリンド内の油の戻りは阻止されるから不時にカゴが降下することはない。カゴが降下する場合には、操作圧力回路によってパイロットチェックバルブをパスさせる。その結果、カゴ自重によってシリンド内の油はコントロールパネルを通してタンクに還流する。下降時も、加速、減速、最大速度、および着床のための低速度はすべてパネルに取付けた流量調整装置により予定されたプログラムに従ってコントロールされる。また、停電などによってカゴが途中で停止したときにカゴを降下させる非常バルブを備えている。

パワーユニットとシリンドはパイプ1本によって連結するだけですむから、機械室の位置を自由に選べる利点がある。最大昇降行程は7.5mであるから3個所停止まで十

分可能である。

油圧式は昇降速度をあげるとそれに正比例して油圧装置や電動機が大容量となるので、昇降行程も比較的短いから経済的な10m/minを採用した。

なお油圧式エレベータは自動車用に限らず、乗用または一般貨物用としても、頂部機械室を嫌うビルには有効に使用できる。

各形式の標準仕様を表5.1に示す。

## 6. む す び

以上、自動車用エレベータの各方式について説明したが、それらの特長をまとめると表6.1のようになる。これら

表 6.1 各形式の特長

	電 気 式 エ レ ベ ー タ		油 圧 式 エ レ ベ ー タ
	頂 部 機 械 室 形	下 部 機 械 室 形	
長 所	(1) 他の方式のどれよりも設備費が安価である。 (2) ソラセ車の数が少ないのでロープの寿命が長い。 (3) 速度が早い。 (4) 昇降行程を大きくとれる。 (5) おもな機器が頂部に集中するので、保守、調整が容易である。	(1) 頂部に機械室を設けないので頂部のスペースが少なくすむ。 (2) 速度が早い。 (3) 昇降行程を大きくとれる。 (4) 昇降行程を大きくとれる。 (5) おもな機器が頂部に集中するので、保守、調整が容易である。	(1) 釣合オネリ、ロープ、非常止め、調速機などが不要である。 (2) 頂部の寸法が他の電気式と比べて少なくすむ。2階から上階は有効に利用できる。 (3) 昇降路面積が少なくすむ。
短 所	(1) 昇降路頂部に機械室を設けるためのスペースを必要とする。	(1) 設備費は割高になる。 (2) 下部に機械室を設けなければならない。 (3) ソラセ車の数が多くロープの曲げ回数が多いのでロープの寿命が比較的短く運転効率が低い。	(1) 設備費は割高になる。 (2) 昇降行程が制限される。 (3) 速度が遅い。 (4) 消費動力が多い。

表 5.1 標準仕様表

記号	電 気 式 エ レ ベ ー タ				油 圧 式 エ レ ベ ー タ		
	頂 部 機 械 室 形		下 部 機 械 室 形				
	FB-11	FB 12	FB-21	FB 22	FB-31	FB 32	
容 量 (kg)	2,500	3,000	2,500	3,000	2,500	3,000	
運 転 方 式	AC-2				2 段 速 度		
制 御 方 式	1 BF				1 BF		
速 度 (m/min)	30				10		
カゴ床外法開口	A	2,650	3,050	2,650	3,050	2,650	3,050
“ ” 奥行	B	6,150	7,000	6,150	7,000	6,150	7,000
カゴ室内法開口		2,500	2,900	2,500	2,900	2,500	2,900
“ ” 奥行		6,000	6,850	6,000	6,850	6,000	6,850
出入口有効幅	J	2,500	2,900	2,500	2,900	2,500	2,900
出入口有効高さ		2,000				2,000	
昇 降 路 間 口	RA	3,420	3,820	3,850	4,250	3,250	3,650
“ ” 奥行	RB	6,450	7,300	6,450	7,300	6,450	7,300
	M	470		900		300	
	N	300 (最小 220)				300 (最小 220)	
	T	350		715			
最 小 路 高	W	3,150				3,150	
頂 部 寸 法	TC	1,200				900	700
ピ ッ ト 深 さ	P	1,500		1,700		1,500	
上 ハ リ 高 さ	h	3,000	3,100	3,000	3,100	2,700	2,900
有効機械室高さ	MH	2,300				2,300	
頂 部 余 裕	TE	1,250				1,250	
最大昇降行程	S					7,500	
使用する電動機		15kW	50c/s 15kW 60c/s 19kW	15kW	19kW	19kW	22kW

注 記入なき単位はmm

の選択にあたっては、ビル の機能を十分に発揮できることを主眼として選ぶべきである。概していうならばつぎのようになる。

- (1) 駐車専用ビル、または上部階や屋上を駐車場にすするビルなど昇降行程が長く20~30m/min速度を要求されるビル、および2階に機械室の設置を許されるビルでは頂部機械室形。
- (2) 昇降行程も比較的長く、20~30m/min速度を要求されるが頂部に機械室の設置を嫌うビルでは下部機械室形。
- (3) 停止個所が3個所以下で、上階をフルに利用したいビルでは油圧式。

当社では前記の標準仕様を確立し、今後ますます増加する自動車用エレベータの需要に答える態勢にある。

## 参 考 文 献

- (1) 武長豊：エレベータC型電動戸閉装置、「三菱電機」, 30, No.10 (昭31)。



# 関西電力本社ビルの4カー オート セレクトパターン オートエレベータの実態調査

名古屋製作所 宮 城 晃\*・板 垣 晃 平\*\*

## Study on Practical Operating State of Four Car Auto Select-O-Pattern Auto Elevators of Kansai Electric Head Office

Nagoya Works Akira MIYAGI・Kōhei ITAGAKI

Increase in the number of elevators in a large building necessitates excellent control function of the elevator group. Without it the building may be less efficiently made use of. It was in 1957 when Mitsubishi installed its first auto select-O-pattern system to Nagoya Railway Building. Since then the company has supplied a great number of these elevators with success. This report deals with the one just delivered to Kansai Electric and also results of study on the practical operating conditions of the facility with regard to the full automatic group control running.

### 1. ま え が き

大きなビルになるほどエレベータの設置台数は当然増加するが、これらのエレベータ群に対する管理機能の優劣がビルの経済効率を大きく左右するということが認識され、優秀な群管理機能をそなえたエレベータの需要が日ごとに強くなってきている。この要望に先がけて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パターンオートシステムを開発し、昭和32年に名古屋の名鉄ビルに第1号機として3カーオートセレクトパターンオート方式のエレベータを設置して以来、同方式のエ

レベータを多くのビルに納入しいずれも江湖の好評を得ている。これはこの方式のエレベータが使用上非常に便利であるとともに輸送能率が高く、待時間が平均していて、すべての階に対して平等にして良質なサービスを提供することが認められたからである。

今回関西電力本社ビルに4カーオートセレクトパターンオート方式のエレベータを納入したのを機会に、全自動群管理運転の実態調査を行なったので、その結果の一部を紹介しご参考に供する。

### 2. 4カー オート セレクトパターン オートシステムの概要

オートセレクトパターンオートシステムについてはすでに数回、雑誌「三菱電機」において紹介されているので詳細は末尾に掲げた参考文献をご参照願うことにして、今回は、関西電力本社ビルに納入した4カーオートセレクトパターンオートシステムの特長および改良された点について説明するに止める。

#### 2.1 オートセレクトパターン

従来、パタンの種類は4～6種類であったのに対して関西電力本社ビルの場合には交通状況をさらに細分化してつぎの8種類のパタンに分類し、輸送力の増大とサービスの向上をはかった。とくにインテンスアップピークは出勤時のように昇り方向の需要がきわめて激しい場合に用いるものでバンクを上層行と下層行に2分して輸送力の飛躍的な増大をはかったものとして注目に値する。

- (1) Intense up peak
- (2) Up peak
- (3) Off peak



図 1.1 関西電力本社ビル

1階エレベータホールと1, 2, 3, 4号ギアレスエレベータ

Fig. 1.1 First floor elevator hall and gearless elevators Nos. 1,2,3 and 4 Kansai Electric Head Office building.

- (4) Heavy up
  - (5) Heavy up down
  - (6) Heavy down
  - (7) Down peak
  - (8) Off hours
- } Off peak heavy

図2.1はパタンの自動選択の移行を示すブロック図である。インテンス アップ ピークの選択においてはビルの上層に対する需要と下層に対する需要とがほぼバランスしていることが絶対必要な条件である。(特許出願中)いくら昇りの交通需要が多くても一つの階に集中したりある

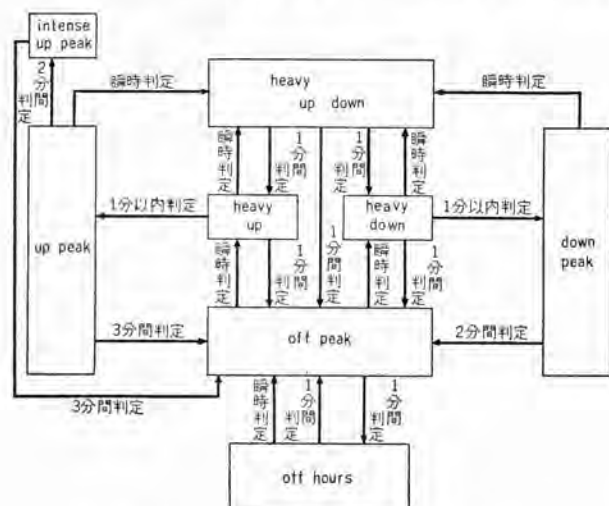


図 2.1 オートセレクトパターンブロック図

Fig. 2.1 Block diagram of auto select-O-pattern.

いは一方の層に集中するような場合には、すなわち、上層と下層の交通需要のバランスがくずれた場合には一方のグループのカゴは過負荷で運転され、他方のグループのカゴは軽負荷で運転されることになり、かえって輸送力の低下をきたしサービスを悪くする結果となる。

## 2.2 インテンス アップ ピーク 時の特長と オフ ピーク 時の特長

インテンス アップ ピーク および オフ ピーク 以外のパタンの特長については末尾に掲げた参考文献を参照願うことにし、ここでは従来と異なった特長をもつ上記二つのパターンについてだけ説明する。

### (1) インテンス アップ ピーク

エレベータのバンクを上層行と下層行に2分する。したがって各エレベータの平均停止数は減少し1周時間も短縮されるから輸送力は増大する。上層行、下層行のグループは独立した管理下におかれしたがって基準階ではそれぞれ到着順に先発の指定を受ける。また1階の乗場には各エレベータごとに行先階を明示したランプが点灯し待客の混乱を防いでいる。上層行のカゴは下層の階に対するカゴボタンは登録されないようになっておりまた下層行の

カゴは上層の階に対するカゴボタンは登録されないようになっている。また途中階からの昇り呼には下層行のカゴは応答せずに上層行のカゴだけが応答し輸送力を一段と向上する。しかし途中階には行先階が明示されていないので途中階から上層行のカゴに乗った客が下層の階でおりたい場合でも乗り換えずに目的を達することができるように特別の考慮が払われている。(特許出願中)

上層行と下層行の指定はインテンス アップ ピークが選択されると直ちにではなくて、おのおののカゴが昇り方向から降り方向に反転したときに指定され同時に1階乗場の行先階の表示灯が点灯する。このように指定の時期を遅らせるのは1階の待客の混乱を防ぐとともに指定される前にすでにカゴに乗った客の目的を達するために必要なことである。関西電力本社ビルの場合には上層は8階以上の階であり下層は7階までである。下層の最上の階を負荷中心階というがこの負荷中心階は上層と下層の入口に変化が生じた場合にはスイッチ一つで選択し直せるように考慮されている。

### (2) オフ ピーク

地下に食堂や談話室があり、昼食事以外の時間においても地下へ運行される頻度がきわめて多くそのため普通のオフピーク時の運転方法ではカゴの間隔が乱れいわゆるダンゴ運転になりがちである。すなわち、地下から上昇して基準階に到着したカゴは先発に指定されると否にかかわらず地下からの乗客に待遠しい感じをいだかせないために正規の出発時間を待たずに出発させる。したがって地下行の頻度が多い場合には基準階において出発間隔を調整している効果が半減しカゴの間隔が乱れる原因となる。このように地下へ運行される頻度がきわめて多い場合には次に述べるように三菱エレベータ特有の管理方法を採用して多大の効果をあげている。すなわち、他のパターンにおけるように基準階を1階と12階というように一つの階に限定しないで1階と地下あるいは12階と屋上というように地下や屋上をも含めて複数の階を出発階床域としたことである。したがってカゴはこの出発階床域に到着して方向を反転した順に先発の指定を受ける。(特許出願中) 先発の指定を受けたカゴの乗場には先発灯あるいはホールランターンが点灯し待客を誘導する。先発の指定を受けたカゴは前のカゴが出発してから適当な出発時間が経過すれば出発指令を受けて出発する。この出発時間は交通需要の軽重そのものによってあるいは先発に指定されたカゴが地下にいるか1階にいるかなどによってつねに最適な値に自動的に調整される。したがってカゴはつねに適当な時間間隔で運行されカゴの間隔の乱れは激減し均等な待時間を提供する。また急激な交通需



要の変化や交通需要の一時的なとだえによってカゴの間隔が乱れカゴの間隔が非常にあいたような場合には先頭を上昇中のカゴが最高呼で自動反転し遅れをとり戻しカゴの間隔を適正に保つ。

### (3) 昼食時の地下 サービスの問題

通常、1階乗場の降りボタンあるいは地下の乗場ボタンを押すと4台のうちいちばん適当な状態にあるカゴが1台だけ自動的に地下行に選択される。しかし食堂が地下にあるために昼食時には非常に混雑することが予想され地下からの要求に対して選択された1台が応答するだけではとうていこの交通量をさばき切れない。したがって昼食時には地下からの交通量を判断して自動的にすべてのカゴが地下まで運行され昼食時のラッシュをさばくように考慮されている。

### (4) トラフィック センチネル (乗客の流れに応じて制御する戸閉装置)

運転手なしエレベータの運行能率は戸の開いている時間で大きく左右される。したがって戸の開いている時間を必要最少限に保つことが望ましい。トラフィック センチネルと称する新しい光電戸閉装置が関西電力本社に初めて設置された。この装置は乗客の出入の有無およびその間隔を監視するための投光部と受光部、受光部からのシグナルを受けてドアコントローラに適切な指示を与えるための制御部および各部に必要な電源を供給する電源部から構成されている。なお受光部には温度特性経年変化に安定なCdSセルを使用し制御部には高頻度動作に耐えるトランジスタ継電器を使用している。この装置はたとえば次のように動作する。カゴの戸が開き切ってから3～5秒以内に人が出入りしなければ戸はしまり始める。カゴ内乗客の呼だけで停止した場合にはカゴがすいていれば最初の人が入り口の光線を横切ってから0.9秒以上出入がとだえと戸がしまり始める。カゴがある程度混んでくるとカゴの奥にいる人が出るのに時間がかかるのでこの時間をカゴの大きさによって1.3～2秒に延長し、さらにつぎの人が出入口を横切ってから1.3秒以上出入がとだえと戸がしまり始める。

乗場の待客は比較的ちらばっていることが多く出入口から離れた所にいるおそれがあるので時間を長目に選ぶ。戸がしまりかけてから人が光線を横切ると戸はふたたび開くが前記の時間客の出入がとだえと戸はふたたびしまる。また満員になったりあるいは一定時間以上出入口をふさいだりすると強制戸閉となり光電装置は働かなくなる。実際には戸をしめ始める時期はさらにパタン、運転方向、混雑の程度、中間階、基準階、反転階の別などによって巧妙に調整されるので、乗客の出入が促進さ

れ、戸が途中で開閉を繰り返す回数が減り戸が開いている時間は必要最少限に保たれ、しかもセーフティエッジとともに乗客に二重の安全を与える。(特許出願中)

### (5) ホールランターン

通常のインジケータの代わりに各乗場にはホールランターンを設けた。これはエレベータが到着する4～5秒前にブザーが鳴ると同時に点灯し間もなくエレベータが到着することを待客に知らせると同時にその階から出発するときの方向も知らせる。したがってどのエレベータが先に到着するかをたえず注意する必要がなくまたエレベータが停止してから方向灯が切り変わるためにまちがって乗り込むという従来見られた欠点もなく気楽に安心して乗れる特長をもっている。

## 3. 関西電力本社ビルのエレベータの仕様

1, 2, 3, 4号機ともに停止個所を除いては同一仕様で下記のとおりである。

駆動方式	可変電圧歯車なし ロットロール制御		
操作方式	4カー オート セレクトパタン オート		
容 量	1,120 kg	定員	17名
速 度	150 m/min		
停止個所	1号機	B <sub>1</sub> 1～12 R <sub>1</sub> 階	14 個所
	2号機	B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 1～12 R <sub>1</sub> 階	15 個所
	3および4号機	B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 1～12 階	14 個所

## 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

朝の出勤時(8時～9時)には4台とも群管理系統下において運転されているがそれ以外は1号機はつねに重役専用として使用し残りの3台が群管理運転を行なっている。しかし関電側のご協力によってオフピーク時にも4台の群管理運転の実測をすることができた。

実測は各エレベータに調査員2名ずつが乗り、各階の乗降客数、各階からの出発時刻を記録する。また1階の乗場には2名の調査員がパタンの移行した時刻とそのときのパタンを記録する。またエレベータはいずれも運転手なしで運転を行なっている。以後の実測結果に表われる人数のなかには調査員の2名は含まれていない。

実測日時は下記のとおりである。

昭和35年6月28日(火)

8時20分～8時50分	4台パタン
10時0分～10時30分	3台パタン
11時50分～12時50分	3台パタン
13時45分～14時20分	4台パタン
17時10分～17時40分	3台パタン

昭和35年6月29日(水)

8時20分～8時50分 4台 バンク

9時30分～10時0分 3台 バンク

10時30分～11時0分 4台 バンク

なお関西電力の出勤時は8時40分、退勤時は17時20分である。

## 5. 交通需要とパタンの自動選択

輸送能力を向上し、すぐれたサービスを提供するには絶えず変化する交通需要を適確に判断し、適正なパターンを選択することがもっとも大切なことの一つである。

交通需要の判断を誤りパタンの選択の適確さを欠く場合には、各パターン特有の運転を管理する管理機能がいかにもすぐれたものであっても意味をなさないばかりか時にはかえって有害ですらある。実測の結果パタンの自動選択がほぼ理想的に行なわれていることが確認された。

図5.1は29日の8時25分から8時50分までの25分間の出勤時におけるカゴ内人数とパタンの移行の状況を示している。また図5.2は同時間における2分間ごとの1階からの乗客数のうち上層行の人数(8階以上へ行く乗客数)と下層行の人数(7階までの乗客数)との関係を示したものである。

上層行の交通需要と下層行の交通需要がほぼバランスしており、しかもほとんど同時刻に各層の乗客を運び終わっている。このことはインテンスアップピークを選択する上にもっとも重要なことである。図5.1、図5.2からわかるようにオフピークからヘビーアップへ移り、さらに

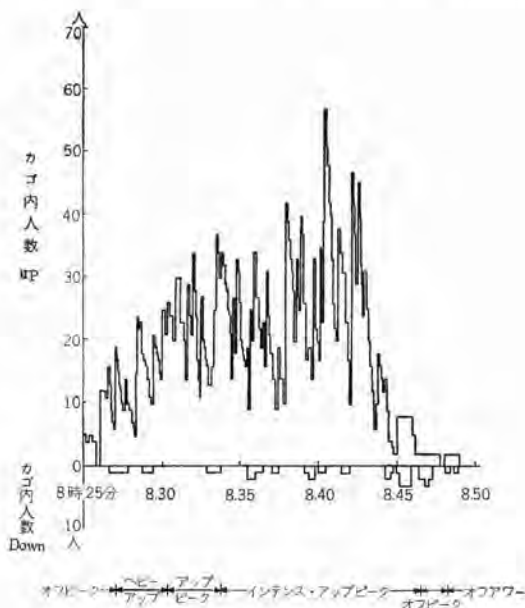


図 5.1 カゴ内人数とパタンの関係  
(8時25分～8時50分)

Fig. 5.1 Relation between number of passengers and pattern.

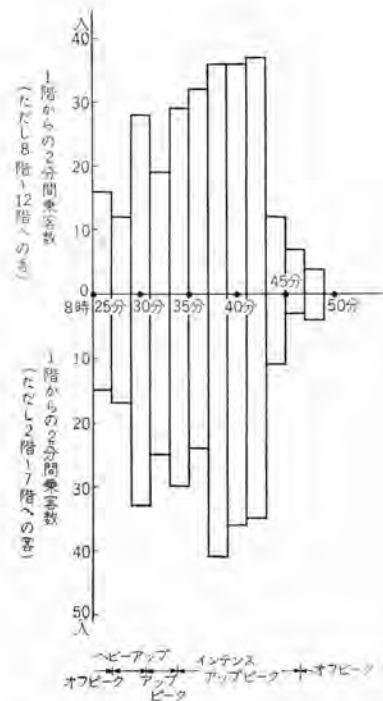


図 5.2 2分間乗客数の内訳とパタンの関係  
(8時25分～8時50分)

Fig. 5.2 Relation between the detail of passenger for 2 min. and pattern.

アップピークからインテンスアップピークへと、昇りの交通需要の増加につれてパターンが自動的に移行し、ほぼ理想的にパタンの選択が行なわれていることがわかる。

図5.3は28日の17時10分から17時40分までの退勤時の30分間における2分間乗客数とパタンの切り換えを示している。残業者が相当数あるということと退勤時には降り客がそれほど集中せず、また図で見るように昇りの客もかなりあり、昇りと降りの交通需要のかたよ

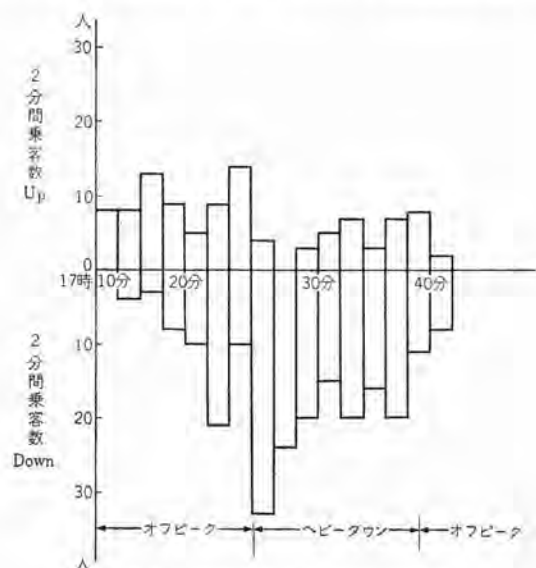


図 5.3 2分間乗客数とパタンの関係  
(17時10分～17時40分)

Fig. 5.3 Relation between number of passengers for 2 min. and pattern.



りがあまり激しくないという交通需要を適確に判断し、オフピークからヘビーダウンへとパターンが移行している。交通需要とパターンの移行を見るときこれもほぼ理想的な選択が行なわれている。

## 6. 輸送能力の問題

図6.1はアップピークおよびインテンスアップピークにおけるエレベータの運行状況の一部を示したものである。インテンスアップピークになると、1号機と2号機は上層行のカーとなり、3、4号機は下層行のカーとなる。この指定はすでに乗った乗客の目的を達するためと、1階乗場の待客の混乱を防ぐために昇り方向から降り方向に反転したときに行なわれる。上層行あるいは下層行の指定を受けたのちは各カーの平均停止数は減少し、1周時間が短縮され、したがって輸送能力を向上するが、このことは運行図においてアップピークとインテンスアップピークの運行状態を比較してもわかる。8時25分から45分までの20分間に上層行の客257人、および下層行の客267人の計524人を運んでいる、もっとも乗客の集中する8時37分から8時42分までの5分間輸送能力を表6.1に示す。この5分間の輸送人員217人は出勤時にこれらエレベータ

表 6.1 8時37分から8時42分までの5分間輸送能力

上層行カゴの輸送人員	105人
下層行カゴの輸送人員	112人
5分間輸送人員(A)	217人
2~12階の在籍者(B)	約850人
在籍者に対する5分間輸送人員の比率(A/B×100)	25.5%

を利用する総人口850人の25.5%に当たり、出勤時の輸送能力としてはほぼ満足な状態を示している。

また退勤時には17時20分から40分までの20分間に帰宅する人数は186人で、しかもこれらの人があまり集中せず、また昇りの乗客も62人もあり、昇り、降りの交通需要の差があまり大きくなく、この程度の交通需要に対してヘビーダウンのパターンでしかも3台で十分余力を持ててさばっている。

図6.2は昼食時の運行状況の一部を示す。図6.3に11時50分から12時30分までの40分間における2分間乗客数の分布とパターンの関係を示している。地下2階の食堂へ行く客(down)と昼食が終わって自席に戻る客(up)とによって昇り降りともに非常に混雑し、オフピークからヘビーダウンへ、そしてヘビーアップダウンへとパターンが移行し、交通需要そのものを表わしている。

表6.2は12時から12時25分までの25分間における

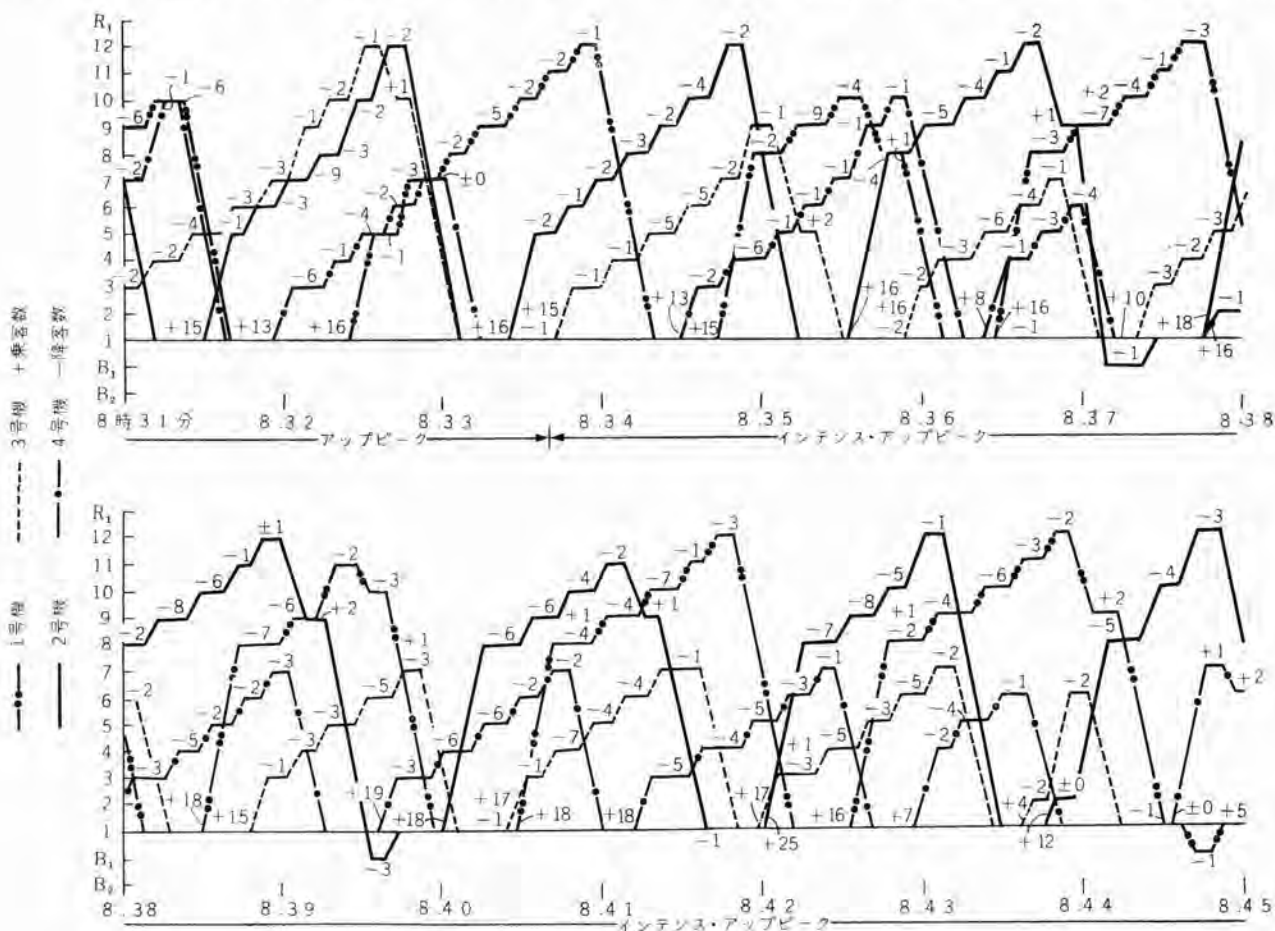


図 6.1 8時31分から8時45分までの運行図(4台バンク)

Fig. 6.1 Operating diagram from 8.31 A.M. to 8.45 A.M. (4 cars)

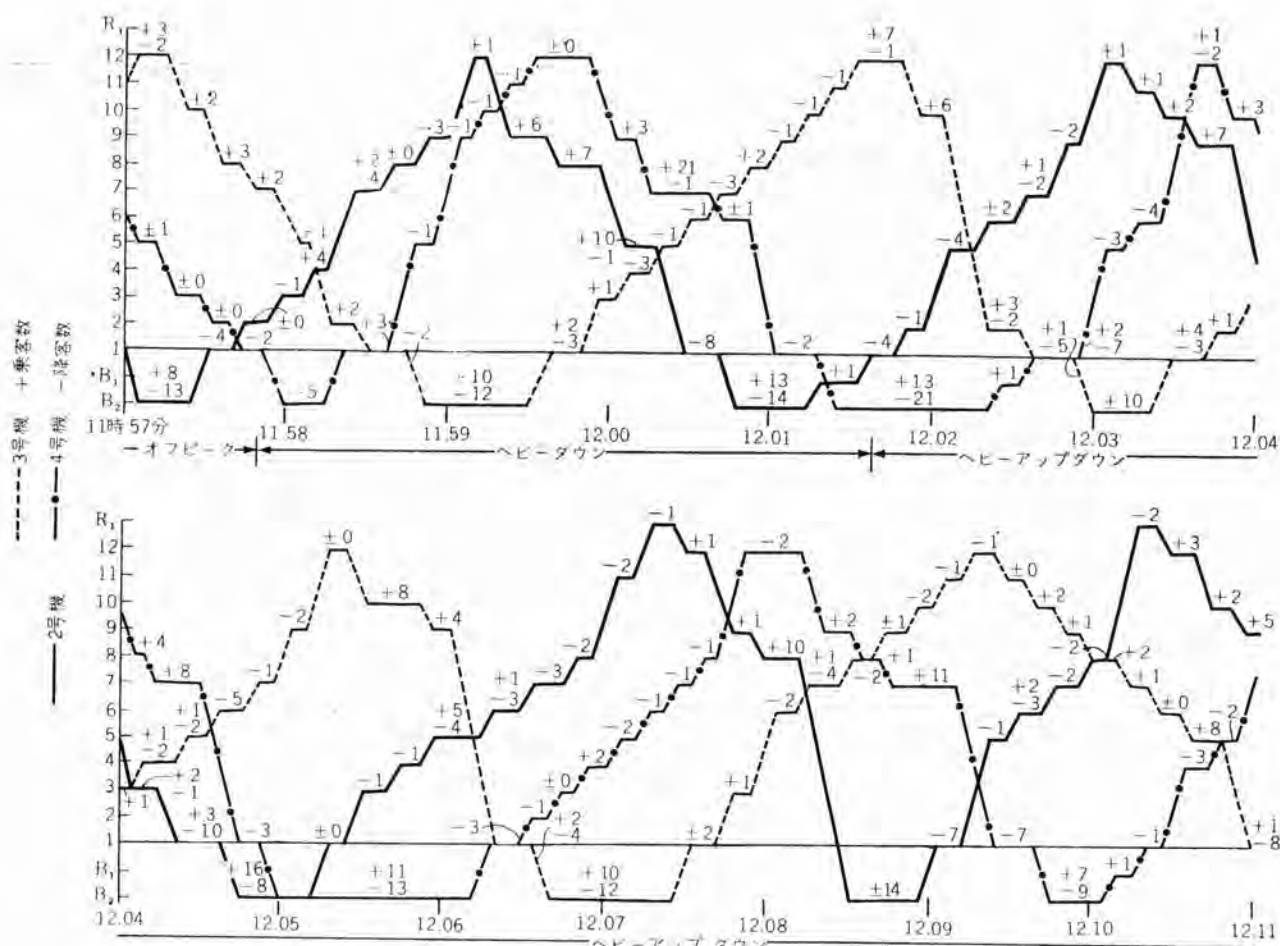


図 6.2 11時57分から12時11分までの運行図 (3台パンク)

Fig. 6.2 Operating diagram from 11.57 A. M. to 0.11 A. M. (3 cars)

3台のエレベータの輸送人員の内訳を示している。この25分間に昇り客251人、降り客291人、計543人を運んでいるが、これほどの輸送能力を発揮しているのはパタンの選択が適確でありかつむだのない群管理運転が非常に

表 6.2 12時0分から12時25分までの25分間における輸送人員

昇りの乗客数	251人
降りの乗客数	292人
全輸送人員	543人
地上2階から地下2階へ乗った人数	181人
地下2階で降りた人数	243人

うまくいっている結果である。

## 7. サービスの問題

図 7.1, 7.2はオフピーク時の3台パンクの場合の運行状態の一部を示している。また図 7.3, 7.4は4台パンクの場合の運行状態の一部を示している。表 7.1はリピータースタタスを示す目安として平均停止回数、運転間隔、平均待時間などを示してある。表 7.2, 7.3には5階における平均待時間の分布を3台パンクと4台パンクの場合について示したものである。表の中で平均1周時間とは、ガが1階を出発してから次にふたたび1階を出発するまでの時間で、出発階床域における出発調整時間をも含んでいる。また平均待時間は運転間隔の1/2である。運行図や表からわかるように、関西電力本社ビルの場合には地下へ運行する頻度、あるいは各階相互間の交通需要が非

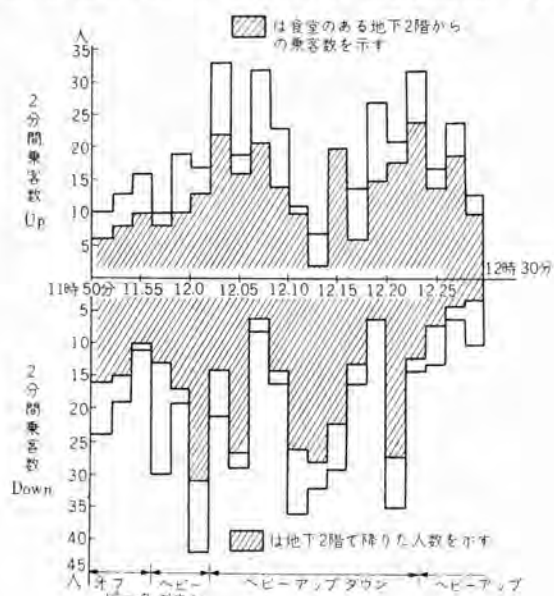


図 6.3 2分間乗客数とパタンの関係 (11時50分~12時30分)

Fig. 6.3 Relation between number of passengers for 2 min. and pattern.



常に多い。このように停止頻度が多く地下行の回数が多いにもかかわらず運行図や表からわかるように、適正でかつ平均した間隔を保って運行していることは前にも述べたように、かつピーク時には基準階を1階と12階に限定せずに地下や屋上をも含めた出発階床域を設けて管理する三菱エレベータ特有の群管理運転の結果であって、か

かる方法をとらなければ均等な間隔は保たれず、良好なサービスは望みにくいと思われる。また一時的な交通需要のたえなどによってかぎがたまる場合も生じるが、それも次の出発階床域において修正され、この方式が間隔の乱れに対してすぐれた修正能力を持っていることがわかる。

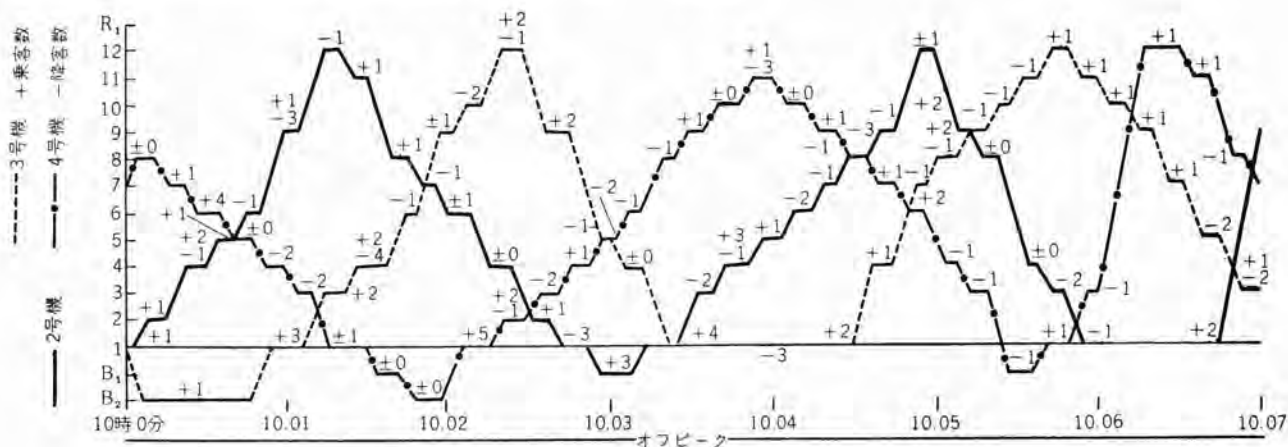


図 7.1 10時から10時7分までの運行図 (3台 バック)

Fig. 7.1 Operating diagram from 10 A. M. to 10.07 A. M. (3 cars)

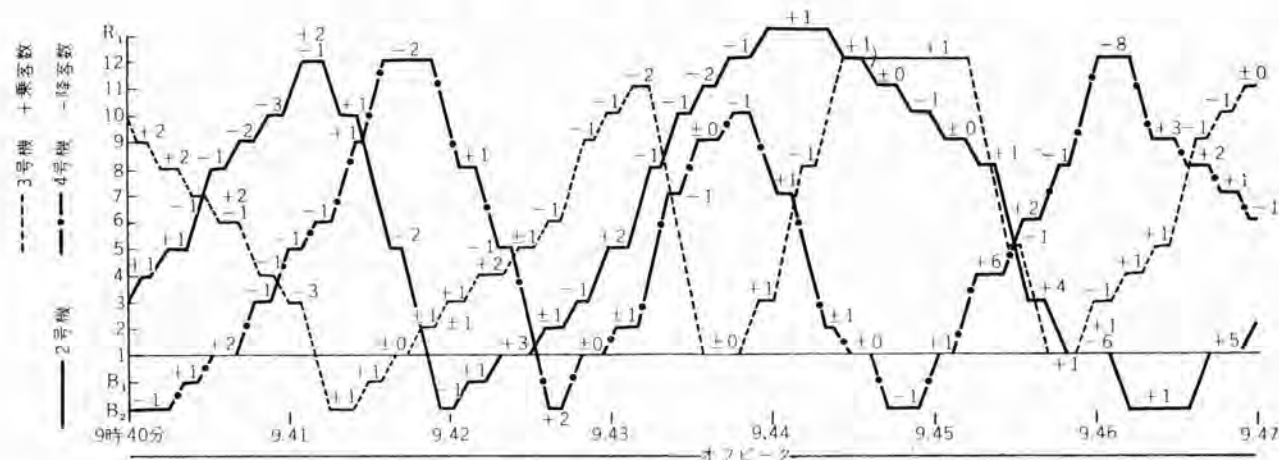


図 7.2 9時40分から9時47分までの運行図 (3台 バック)

Fig. 7.2 Operating diagram of 9.40 A. M. to 9.47 A. M. (3 cars)

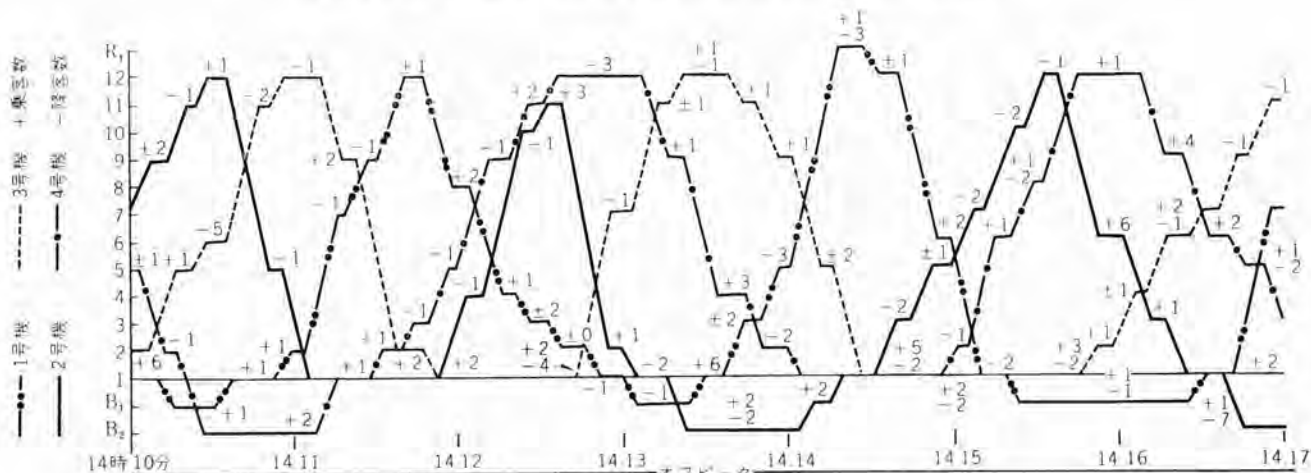


図 7.3 14時10分から14時17分までの運行図 (4台 バック)

Fig. 7.3 Operating diagram from 2.10 P. M. to 2.17 P. M. (4 cars)

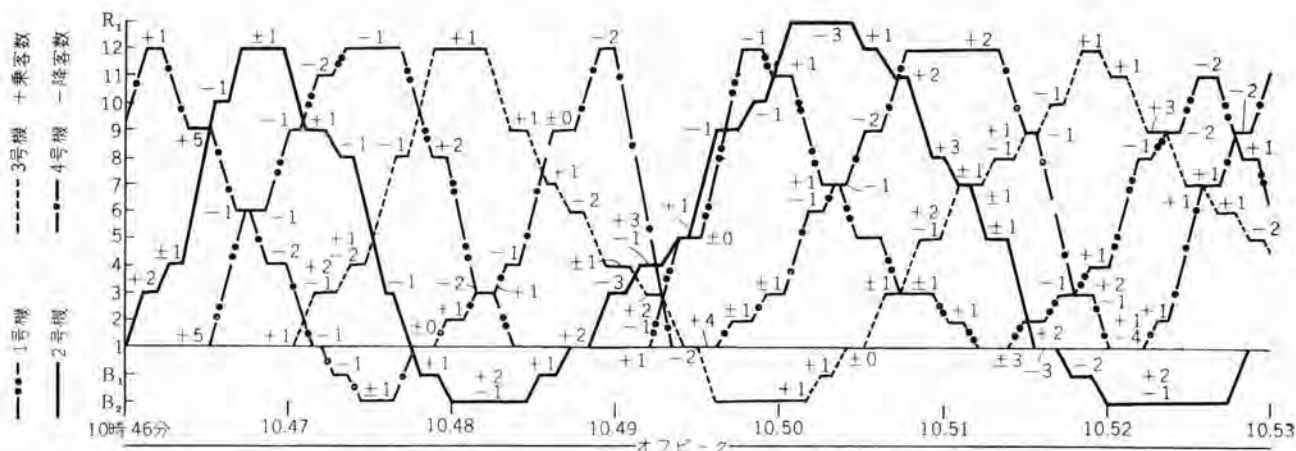


図 7.4 10 時 46 分から 10 時 53 分までの運行図 (4 台 バック)  
Fig. 7.4 Operating diagram of 10.46 A.M. to 10.53 A.M. (4 cars)

3 台 バック と 4 台 バック の場合との実測時間は異なっているが全停止回数や全乗降客数はほぼ等しく同じような交通需要であると見なしてさしつかえない。3 台 バックの場合には 1 周時間が長く、したがって平均待時間が 4 台 バック の場合の 4/3 倍よりも長くなっている。これは乗客数が一定であるから 3 台 バック の場合の 1 台当たりの乗客数が 4 台 バック の場合の 4/3 倍になり、したがって平均停止数が増し 1 周時間が長く要する結果である。したがって表 7.1 からわかるように 4 台 バック のほう

表 7.1 オフピーク時のサービス状況

測定日時	昇り方向	降り方向	3 台バックの場合	4 台バックの場合
			28 日 10 時 10 分 ~ 10 時 30 分 30 分間	28 日 13 時 45 分 ~ 14 時 15 分 30 分間
ビル の 交 通 状 況	全停止回数	昇り方向	183 回	189 回
		降り方向	153 回	157 回
	全乗降客数	昇り方向	348 人	356 人
		降り方向	252 人	232 人
測定時間は異なるが交通需要はほとんど同程度である				
備考			9.14 回	11.6 回
往復回数			197 秒	155 秒
平均 1 周時間			66 秒	39 秒
平均運転間隔			33 秒	20 秒
1 周当たりの平均停止回数			12.3 回	7.5 回
1 周当たりの平均乗降客数			21.8 人	12.7 人

表 7.2 10 時 0 分から 10 時 30 分までの 30 分間における  
3 台 バック の場合の 5 階における平均待時間の分布

平均待時間 (sec)	回数	
	昇り方向	降り方向
10 秒未満	2	2
10~20	0	1
21~30	7	6
31~40	13	13
41~50	6	2
51~60	0	1
61~70	0	1

表 7.3 13 時 45 分から 14 時 15 分までの 30 分間における  
4 台 バック の場合の 5 階における平均待時間の分布

平均待時間 (sec)	回数	
	昇り方向	降り方向
5 秒未満	2	2
5~14	9	6
15~24	20	20
25~34	8	11
35~44	3	0
45~54	0	1

のサービス状況は当然とはいえ 3 台 バック の場合にくらべて飛躍的に良くなっていて平均待時間が約 20 秒であり、また平均待時間のバラツキも少なくほぼ良好なサービスといえる。一方 3 台 バック の場合には平均待時間が 33 秒であり良好なサービスとはいいがたい。また、昼食時のサービス状況は図 6.2 からわかるように昇り降りともに非常に多い交通需要のため間隔は全般的には平等であるが非常に長い。昇り降りの交通需要がこのようにきわめて多く適切な群管理運転の結果高い輸送能力を示しているとはいえ 3 台 バック では良好なサービスはとうてい望めず、ぜひとも 4 台 バック として運転する必要性を痛感する。

## 8. トラフィック センチネルの効果

トラフィック センチネルなしの場合には乗降客数の有無にかかわらず約 3~5 秒は戸が開いたままであり、また乗降が続いている場合でもこの時間で戸はしまり始めるためセーフティエッジに乗降客が触れ戸が反転して開く。

しかし、トラフィック センチネル 装置を設置した関西電力本社ビルの場合には前述のように無用に戸の開閉を繰り返すことは激減されており、また乗降客の数と乗降の早さに応じて戸の開いている時間を最小限に保つことが確認された。このことは運行図からもわかるようにたとえば乗り込み客がいなくて降りる客が 1 人だけの場合には戸の開いている時間はわずか約 1 秒程度である。かくして群管理機能とあいまって輸送力およびサービスともに一段と向上していることが確認される。

なお運行図上でカゴが停止している時間から戸のしまる時間 (約 2.3 秒) を差し引いた時間が戸が開いている時間である。



## 9. 実測結果の総まとめ

### 9.1 パタンの自動選択

監督者が手動でパ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状況を推測判断してパタンを切換えるため時には適切なパタンを選ぶが、交通需要からかけはなれたパタンを選ぶこともある。ことに交通需要の変化のはげしいビルにおいては適切にパタンを切換えることはむづかしい。一方この実測からもわかるようにオートセレクトパタン方式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交通需要に応じてほぼ理想的に自動的に選択されていることが確認できた。

### 9.2 輸送能力とサービス状況

出勤時には4台バンクとして使用し、かつインテンスアップピークによって上層行と下層行に2分する効果が如実に現われ、またトラフィックセンチネルの効果とあわせて満足すべき輸送能力を発揮し運転手付にくらべて勝るとも劣らない結果を示している。退勤時には降りの客が集中せず3台バンクでも余裕をもって交通需要をさばっている。また将来降り客が集中したとしても4台バンクとして使用すれば出勤時の輸送能力から判断して十分な能力を有していることが推定される。

一方昼食時には昇り降りの需要がきわめて激しくエレベータ自身としては最大限の輸送力を発揮し間隔もほぼ平均しているがこの程度の交通量を乗客に満足行くように処理するためにはぜひとも4台バンクとして使用する必要がある。オフピーク時におけるサービスは地下や屋上を出発階床域に含めたことによって地下行の頻度が多くまた、各階相互間の需要が多いにもかかわらず、すべての階に対してつねにはほぼ平等のサービスを提供し、また間隔の乱れに対する修正能力もきわめて大きいことが確認された。

しかし地下行の頻度と各階相互間の需要が多いため3台バンクで使用する場合には当然待時間が長くなっていて良好なサービスとはいえない。しかし4台バンクとして使用した場合には各階ともに平均待時間は約20秒であり、3台バンクの場合にくらべて飛躍的にサービスが向上され、ほぼ良好なサービスが得られることが確認できた。

関西電力本社ビルの場合、現在出勤時以外は3台バンクで使用しているが、これを4台バンクで使用すればつねに良好なサービスが得られる。またトラフィックセンチネル方式を付け加えたことによって、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とその速さによって変化し、むだに戸を開いている時間がなくなり、また途中で戸の開閉する回数が減り、輸送能率ならびにサービスともに一段と向上し、運転手付よりむしろ勝っていることが確認された。

### 9.3 その他の問題点

つねに運転手なしで運転しているが乗客はなんら混乱せず気楽に乗降している。これは先発灯を大きくしこの位置からもはっきりわかるようにしたこと、また各階の乗場にはホールランターンを採用したために、さきに到着すると思われるエレベータを判断したり、方向灯の切換わりに注意したりする必要がなくなったこと、またカゴ内の表示灯も不要のものはできるだけ取り去り、必要最小限にとどめて乗客の混乱を防いだこと、またトラフィックセンチネルやセーフティエッジの安全装置が完備していて安心して乗れるなどのためであろう。

乗場で待っている客が乗場の昇りと降りのボタンを両方押す風景が時々見受けられた。その結果運行曲線に見られるようにカゴが停止したにもかかわらず乗降客の1人もいない場合がかなり多くサービスの低下を招いているが、これは慣れるに従って減少して行くと思われる。

豊富な経験と実績とをもとにして改良を加え、また安全についてはとくに慎重に十分な対策を施した、さらに起こりうる障害の大部分は自動繰り返しまたは自動切換えにより自動的に排除されるので、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いに非常に少なく安全性も高いことが確認された。

## 10. むすび

関西電力本社ビルでの実測結果の一部を報告したが、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。

この実測にあたって種々ご便宜をはかっていただくとともに、有益なご教示を賜った関電産業株式会社の清水寿栄次氏に厚く御礼申上げるとともに、実測にご協力いただいた当社大阪営業所、菱電サービス株式会社、菱興工事株式会社の方々に対し深く感謝する。

### 参考文献

- (1) 宮城：「三菱電機」、セレクトパタン方式、30, No. 10. (昭31).
- (2) 宮城：「三菱電機」、オートセレクトパタンオート、31, No. 10. (昭32).

# 三菱 D 形 エスカレータ

名古屋製作所

武

長

豊\*

## Mitsubishi Type D Escalators

Nagoya Works

Yutaka TAKENAGA

The escalator is appreciated by public so much that a department store can hardly deserve its name without it. Mitsubishi has been long engaged with the manufacture of this apparatus, supplying the market with type L escalators as many as 300 units. Based on this experience the company has newly developed type D as a radical improvement of the old model. The chief objective of new design is increased safety particularly by the use of cleated risers. The article describes the standard specification of the new product for the reference to the design of buildings.

### 1. ま え が き

縦の交通機関の一つである エスカレータ の設置台数は年々増加し、とくに デパート においては エスカレータ を設けることにより売上げが伸びることが立証され、昇り用降り用の複列はもちろん、いまや顧客への サービス として複々列に エスカレータ を設備するまでになっている。当社は戦後一早く エスカレータ の製作を再開し三菱 L 形 エスカレータ として市場に送り出した。累計製作台数は図 1.1 に示すとおりすでに 300 台以上に達している。この間の製作、据付および保守の経験に基づいて、より安全性の高い、性能の良いしかも保守の容易を目標として今回思い切って設計を根本的に改めた新形を完成し、三菱 D 形 エスカレータ として市場に送り出した。幸いに好評裏に斯界に迎え入れられているのでこの機会に三菱 D 形 エスカレー

タについて紹介する。

### 2. クリートライザ (Cleated Riser) の採用

三菱 D 形 エスカレータ において外観上、安全上変わった点はこの クリートライザ すなわち棧付の ライザ を採用したことであり、またもっとも大きな特長の一つにもなっている。この機能をつぎに説明する。

エスカレータ の踏段が上昇あるいは下降運動しているときに上下部でその運動方向が変わる所で前後の踏段は互いに相対運動する。すなわち図 2.1 の A, B において、図 2.2 で示されるように踏段が階段状から同一レベルになろうとする。このとき踏段の後端 (ライザ と反対側) と次の踏段の ライザ との間の スキマ に異物が引き込まれる

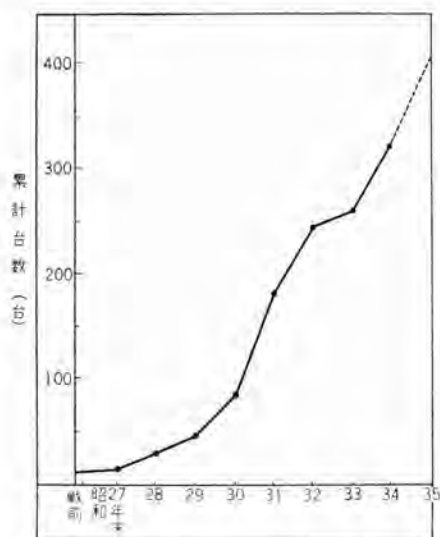


図 1.1 エスカレータ 製作台数累計図表

Fig. 1.1 Chart of number of escalators manufactured.

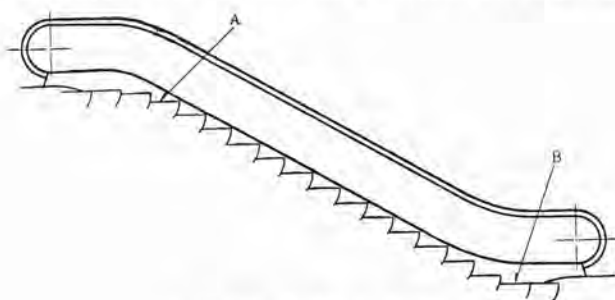


図 2.1 エスカレータ の踏段  
Fig. 2.1 Steps of escalator.

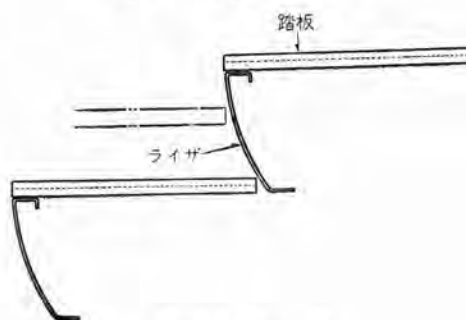


図 2.2 踏 段  
Fig. 2.2 Step.





図 2.3 クリートライザ付踏段  
Fig. 2.3 Step with cleated riser.

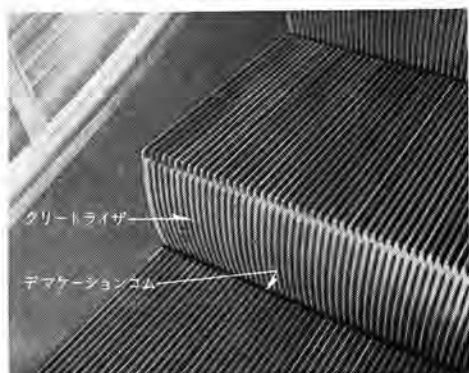


図 2.4 クリートライザ かみ合部  
Fig. 2.4 Mesh of cleated riser and demarcation comb.

恐れがある。従来のエスカレータではライザは主としてステンレスのフラットな板で造られており、踏板の端とのスキマは細長いスリット状であった。このスキマの幅はごくわずかではあるが、子供のゴム靴などがそのスキマへ引き込まれる恐れがまったくないとはいえなかった。このおそれをまったく除くことがクリートライザによって可能になったわけである。クリートライザ付踏段の1ユニットは図2.3の写真で示される。これを組合せた状態は図2.4の写真のようになる。すなわちライザに設けられた棧と踏段の踏板の端に設けたコムがかみ合っておりゴム靴がとられることはなくなり、かつクギなどのようなものがすいて出されてエスカレータの内部へ落ち込む心配もない。図2.5にクリートライザとコムのかみ合状態を示す。

一方このコムはデマケーションコム (Demarcation Comb) と呼ばれ、上下部の乗場の境のコム (Comb) と同じく黒色ペークライト製で踏段と踏段の境を明瞭にさせている。すなわち踏板の棧の表面の金属光沢に対比され乗客が踏板の中央に乗るときの標識になっている。従来のエスカレータで境界を示すため塗装を施しているのを見受けるが、はげて見苦しくなりがちであった。

踏板の溝は黒色とし、クリートライザの溝は淡青色のいわばツートンカラーとしたが、従来のステンレスハナライン仕上と比べ目に対するチラツキもなく意外に好評であった。

三菱D形エスカレータ・武長

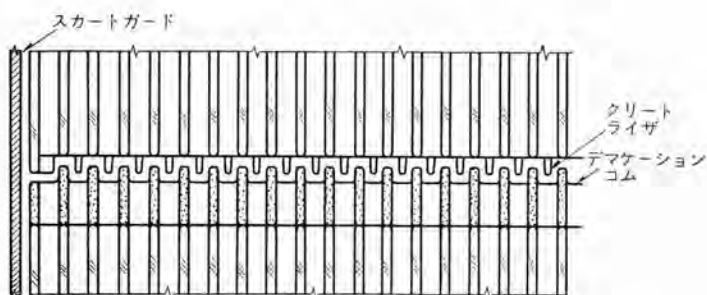


図 2.5 デマケーションコムとクリートライザのかみ合い  
Fig. 2.5 Mesh of demarcation comb and cleated riser.

ライザの溝の塗色は淡青色を標準としているが、他に淡紅色も引受可能である。色について客先の要望に答えることは一時的には容易であるが、補用品などの点からみてかえって客先に迷惑をかけることになると思われるのであえて最少限に止めた次第である。

### 3. 機構意匠部分の改良

上述のクリートライザのほかにも機構部分や意匠部分にも改良が加えられた。

ゴム手すりについてはエスカレータにおいてもっとも問題の多いものの一つであるが、駆動機構の改良、調整代の増加およびゴム手すりの構成において改良が加えられ、工場試験の結果寿命は従来のものに比しはるかに増大させることができた。

踏段クサリはL形のものよりもさらにピッチの細い、かつ強力なものとしたので、鎖歯車とのかみ合いが良好となり、回転によってチェーンに生ずる上下、左右動を小さくできた。また踏段のローラを案内するレールの剛性を高め、かつ据付の際の取付けの誤差が出ないように取付けにしたので、踏段クサリのローラがレールから鎖

表 3.1 エスカレータ運転中の騒音測定の一例

測定場所	55 ホン		58 ホン	
	up	down	up	down
上部乗場付近	57	57	58	58
上部機械室の下側	58	58	59	59
直線部側面	60	60	58	58

歯車に乗り移るときのショックを減少させることができた。表3.1は三菱D形エスカレータの回りで騒音を実測した一例であるが、この例によってわかるように周囲の騒音とはほとんど変わりなく、銀行や一般事務所においても執務の妨げになることはないであろう。

踏段の各ユニットは容易に取はずすることができるようにしたのでレールの清掃その他保守が非常に楽になった。また踏段クサリが切断したとき、または異常に伸縮したときに作動してエスカレータの運転を停止するスイッチは

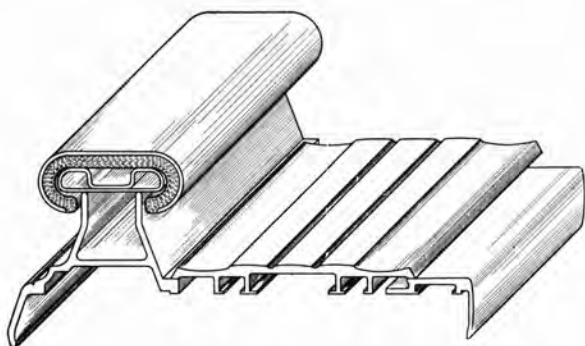


図 3.1 デッキボード 断面  
Fig. 3.1 Section of deckboard.

従来下部 トラス の内部に設けてあったが、下部の乗場から容易に手の届く位置にもってきたので点検保守に際していちいち床下にもぐり込む必要がなくなった。

建物の壁との 接合部分である デッキボード の形状は 図 3.1 に示すとおりである。材料は耐食 アルミ 合金(52S)で表面は アルブライト 仕上である。上下部の乗場の ランディングプレートは アルミ 板の張付にしたので長年の使用により摩滅した場合は、簡単に取換えることができる。



図 4.1 三菱 800 DI 形 エスカレータ、平行配置  
Fig. 4.1 Mitsubishi type 800 DI escalator, parallel arrangement.



図 4.2 三菱 1200 DTT 形 エスカレータ、交差配置  
Fig. 4.2 Mitsubishi type 1200 DTT escalator, criss-cross arrangement.

#### 4. 三菱 D 形エスカレータの標準仕様

輸送能力上「800 D」と「1200 D」との 2 種があり、800 D とは左右の内側板間の有効幅が 800 mm で大人と子供が並んで乗れる幅であり、1200 D は 1200 mm で大人 2 人が楽に乗れる幅である。

意匠上図 4.1 の写真に見られるように エスカレータ 全長にわたって内側板照明とし、豪華な感じの出るものを DI 形と名づけた。図 4.1 の場合は 800 DI 形で エスカレータの配置において平行配置 (Parallel arrangement) と呼ばれ、据付面積上は不利であるがもっとも豪華な配置方法とされているものである。内側板は強化 ガラス を使用し裏面に乳白の アクリ 板を張合せて照明効果を上げている。

内側板の強化 ガラス の代わりにステンレス (または鋼板塗装) として地下鉄などの実用向きをねらったものを DP 形と名づけた。

図 4.2 の写真のように ム 手すりと スカート 部の間を透明にして エスカレータ の壁ができるのをさけ、軽快を主



図 4.3 DI 形エスカレータ 下部乗場  
Fig. 4.3 DI escalator lower landing.



図 4.4 DTT 形エスカレータ 下部乗場  
Fig. 4.4 DTT escalator lower landing.



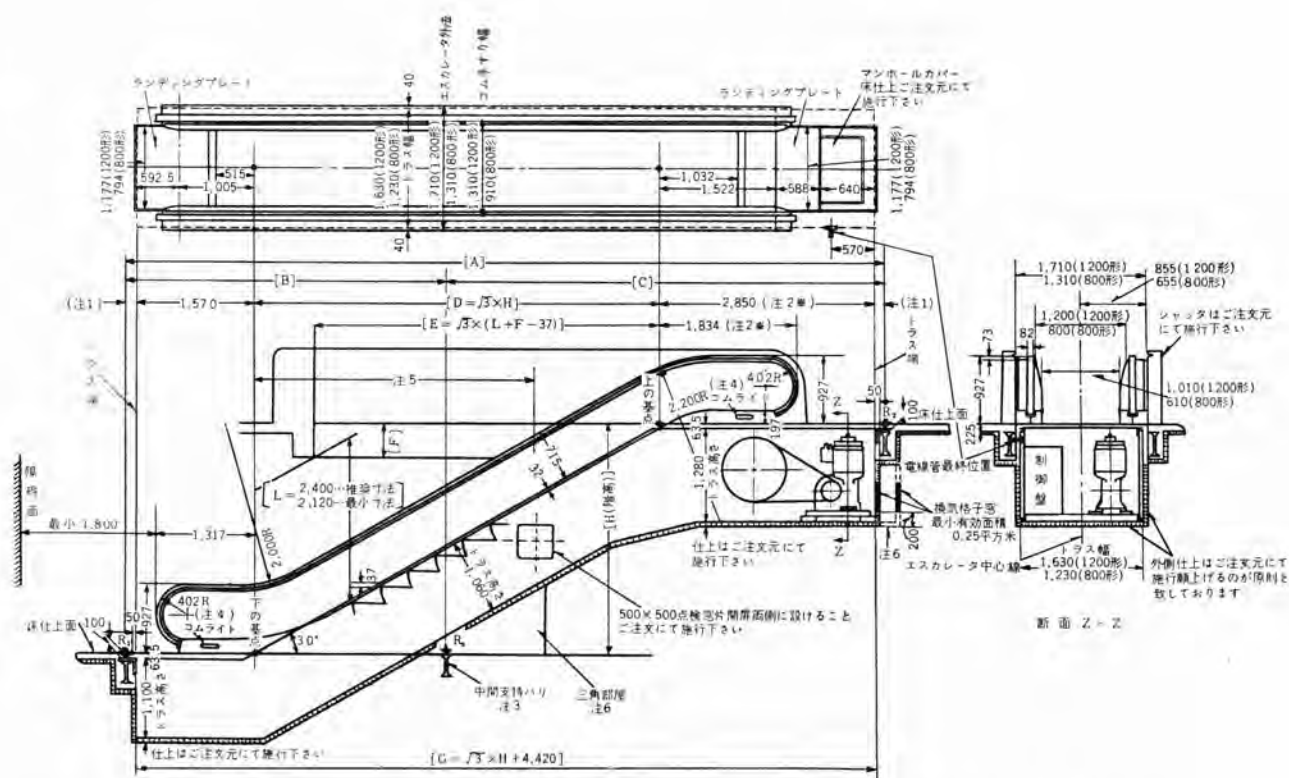


図 4.5 三菱 D 形 エスカレータ 据付図

Fig. 4.5 Layout for Mitsubishi type D escalator.

梁 = 加ワル荷重 kg タダシ中ノ α = 0480 (800 形) 0605 (1200 形) β = 1130 (800 形) 1810 (1200 形) ABCノ耗寸法		
中間支持梁無し	中間支持梁有リタダシ B < C ノ場合	中間支持梁有リタダシ B > C ノ場合
$R_1 = \alpha A + \beta$	$R_1 = (\alpha A + \beta) \frac{A}{A+C}$	$R_1 = (\alpha A + \beta) \frac{A}{A+B}$
$R_2 = \alpha A + \beta$	$R_2 = 2(\alpha A + \beta) \frac{C}{A+C}$	$R_2 = 2(\alpha A + \beta) \frac{B}{A+B}$
	$R_3 = (\alpha A + \beta) \frac{A}{A+C}$	$R_3 = (\alpha A + \beta) \frac{A}{A+B}$

- 注 1. 支点ノ位置ハ支持梁ノサイズニヨッテ変化する寸法デアル  
 2. 1200 形ノ場合ニ階高 6 m ヲ越エル仕様ニツイテハ  
     ※ 印寸法ハ 3155  
     ※ ※ 印寸法ハ 2139 ニナル  
 3. 階高ガ 5 m ヲ越エルキマタハ G ガ 13.5 m ヲ越エルキ中間支持梁ガ  
     必要ニ付設置シテイタダク  
 4. コムライトハ内側照明ノアル場合ニハ取付ケナイノヲ標準トスル  
 5. 点検口位置ハ任意デアル 位置ガ手ノ届キ範囲ニアルキハ必ず錠付点検  
     口ヲタニ願イマス  
 6. 内側照明、手すり照明ノアル場合ハ三角部屋ヲ設ケルカタハ上部機械室  
     ノ壁ヲ鎖線ノヨウニ仕上グテイタダク

#### 標準仕様

形 名		800 形	1200 形
踏 段	速 度	27 m/min	
傾 斜	角 度	30 度	
電 源	動 力 用	200/220 V	50/60 c/s 3 φ
	照 明 用	AC	100 V
輸 送 能 力		5000 人/h	8000 人/h
最大階高	電動機	7.5 kW	4.7 m
		1.1 kW	7.0 m

#### 5. む す び

エスカレータはデパートにいちばん多く設けられているが銀行、劇場、ホテル等にも納入している。エスカレータの使用分野の拡大について本誌、29, No. 10 (昭 30) に記述があるので需要家におかれてはあわせてご参考下され、エスカレータ設置計画の一助とされることを願うものである。

としたものを DTT 形と名づけた。図 4.2 の場合は 1200 DTT 形で交差配置 (Criss-cross arrangement) と称されるもので、据付面積も少ないのでデパートなどにおいてももっとも広く行なわれている配置方法である。

図 4.3 は DI 形の下部乗場、図 4.4 は DTT 形の下部乗場の写真である。

据付計画の参考のために図 4.5 を掲げておく。

閉鎖三段式パワーセンタ

神戸製作所 横 浜 博\*

Three Position Draw Out Type Power Centers

Kobe Works Hiroshi YOKOHAMA

The scale of power stations is ever on the increase with the modernization of industrial facilities. Electric equipment is becoming larger sized year after year, and the capacity of the transformer for a low voltage circuit no longer permits the use of the conventional fuses or the no-fuse breakers because of insufficient rupturing capacities. To cope with the situation, a power center has been developed by housing a transformer, its secondary circuit breaker, and feeder circuit breakers in steel cabinets. The latest model introduced herein is a three position draw out type unit with an improvement on defects experienced by the old design.

1. ま え が き

火力発電所の大形化，工場設備の近代化にともないこれらの電気設備も大形化の一途をたどり，低圧回路の電源用変圧器の容量も増加し，したがってシャ断容量も大きくなり従来のヒューズ，ノーヒューズブレーカではシャ断容量不足の場合が多くなってきた。これらの故障電流に適した低圧気中シャ断器を収納し，ケーブルによる電力損失を減ずるため電源変圧器と引出形シャ断器を一体とした開閉装置としてのパワーセンタが発達してきた。従来のものは“試験”位置，“断路”位置にシャ断器がある場合にはシャ断器室の扉がしまらないということと，シャ断器の手動用ハンドルに誤って触れるとトリップすることがあるという欠点があった。

これらの点を改良し，回路の変化に即応しやすいものとして閉鎖三段式パワーセンタを開発製作した。以下にこの特長，応用について述べる。

2. パワーセンタの構成

パワーセンタの構成として図2.1に示すように変圧器，

同用二次シャ断器およびキ電線用シャ断器からなるものを標準とし，ワットアワーメータ，ボルトメータなどの電圧要素を要する場合，240 V 以上のときは計器用変圧器を必要とするがこれはヒューズとともに引出構造として収納される。

シャ断器は次に述べる閉鎖三段式の引出構造であるので点検のための断路器は省略することができる。なお表2.1に記載してあるような貫通形CTを収納することもできる。

表 2.1 パワーセンタ用 BS 形 CT 定格表

	DB-25		DB-50		DB-75		DB-100	
	40VA	15VA	40VA	15VA	40VA	15VA	40VA	15VA
100/5		3.0 (15VA だけ)		3.0 (15VA だけ)				
150/5		3.0 (15VA だけ)		3.0 (15VA だけ)				
200/5		3.0		3.0				
300/5	3.0	1.0	3.0	1.0				
400/5	3.0	1.0	3.0	1.0				
500/5	1.0	1.0	1.0	1.0				
	(25 VA)		(25 VA)					
600/5		1.0		1.0				
700/5		1.0		1.0				
800/5		1.0		1.0				
1,000/5		1.0		1.0				
1,200/5		1.0		1.0				
1,500/5		1.0		1.0				
2,000/5		1.0		1.0	1.0	1.0		
3,000/5					1.0	1.0	1.0	1.0
4,000/5					1.0	1.0	1.0	1.0
5,000/5							1.0	1.0

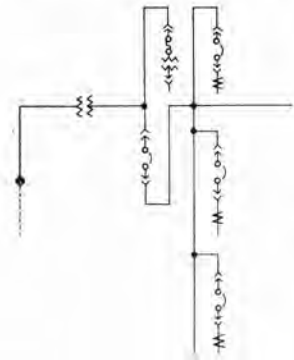


図 2.1 パワーセンタ標準回路  
Fig. 2.1 Power center standard circuit.

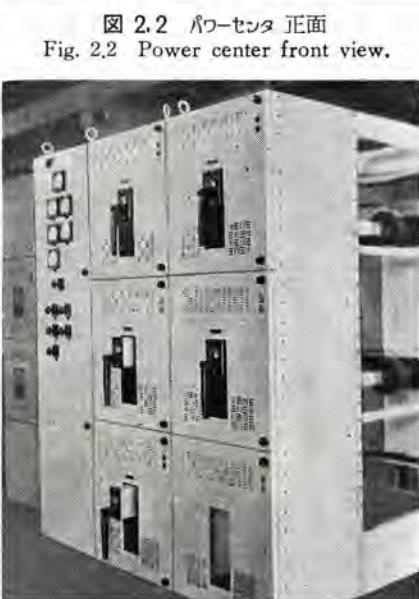


図 2.2 パワーセンタ正面  
Fig. 2.2 Power center front view.

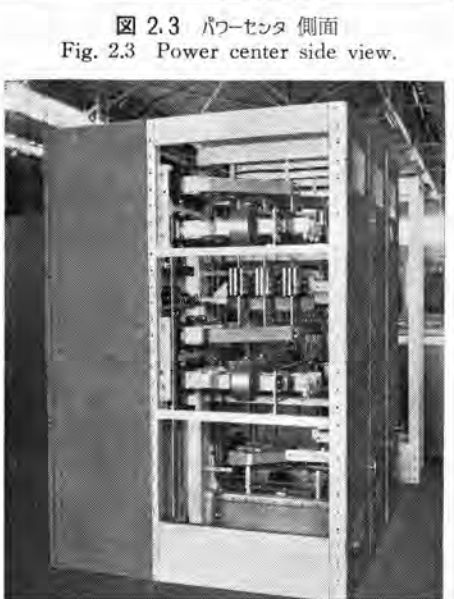


図 2.3 パワーセンタ側面  
Fig. 2.3 Power center side view.



### 3. 閉鎖三段式パワーセンタ

#### 3.1 定 格

定格の最高値として電圧は AC 600 V、電流は 4,000 A であり各電圧における変圧器容量の最大値は 表 3.1 のとおりである。これらの容量により 表 3.2 に示される 4 種類の DB 形低圧気中 シュ断器 DB-100, 75, 50, 25 を適用する。

表 3.1 最大変圧器容量

変圧器二次電圧 (V)	変 圧 器 容 量 (kVA)	母 線 容 量 (A)
240	1,500	4,000
480	2,500	4,000
600	2,500	3,000

注：1. パワーセンタ用変圧器標準容量

300 kVA, 500 kVA, 750 kVA, 1,000 kVA, 1,200 kVA, 1,500 kVA, 2,000 kVA, 2,500 kVA

2. 母線定格

600 A, 1,200 A, 2,000 A, 3,000 A, 4,000 A

表 3.2 DB 形 シュ断器定格

形 名	定格電圧	定格電流	定 格 シ ャ 断 電 流		カスケード 方式時の最 大短絡電流 〔A〕
	〔V〕 50, 60 c/s	〔A〕	短絡発生後 1/2 c/s に おける電流 〔A〕		
			非対称 3 相 平 均 値	対 称 値	
DB- 25	600	600	25,000	22,000	50,000
	480	600	35,000	30,000	70,000
	240	600	50,000	42,000	100,000
DB- 50	600	1,600	50,000	42,000	100,000
	480	1,600	60,000	50,000	100,000
	240	1,600	75,000	65,000	120,000
DB- 75	600	3,000	75,000	65,000	100,000
	480	3,000	75,000	65,000	100,000
	240	3,000	100,000	85,000	150,000
DB-100	600	4,000	100,000	85,000	100,000
	480	4,000	100,000	85,000	100,000
	240	4,000	150,000	130,000	150,000

#### 3.2 閉鎖三段式

DB 形シュ断器を引出形にした場合従来のものも接続、試験、断路の 3 位置があったが引出機構がすべての シュ断器室内に内蔵されていたため、試験、断路の位置では扉をしめられないという欠点があった。

しかし新形では試験、断路位置では引出レールを取はずせば、扉をしめることができるように改造された。シュ断器には盤正面と平行に移動する 図 3.1 に示されている

ような可動化粧板がついており、いずれの位置においても扉とシュ断器の間にすきまの

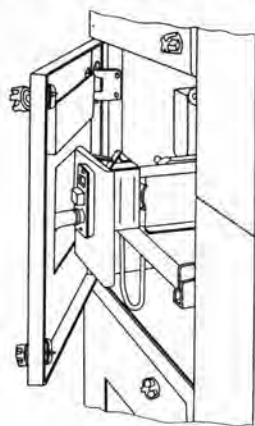


図 3.1 閉鎖三段式  
シュ断器室

Fig. 3.1 Three position  
drawout type circuit  
breaker chamber.

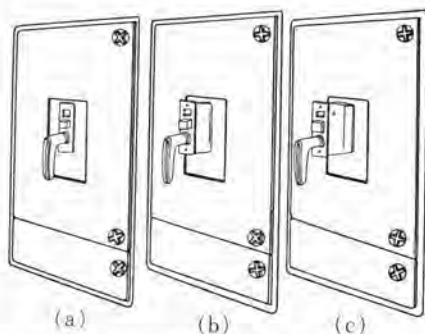


図 3.2 接続、試験、断路位置

Fig. 3.2 Connected, test, disconnected  
position.

生じないようにしている。また開閉の機械的表示、トリップ 押し ボタン、手動操作機構をおおっている被覆体は 図 3.2 のように接続、試験、断路位置ではそれぞれ (a) (b) (c) に示されたような位置にあり、被覆体側面の線によりそれぞれの位置が判別できる。すなわち閉鎖三段式とは、シュ断器が接続、試験、断路のいずれの位置でも、それぞれの機能をそこなうことなしに扉がしめられる デットフロント の閉鎖形配電盤である。

#### 3.3 接続、試験、断路位置

DB 形 シュ断器が引出構造となっているときには、これらの 3 位置がある。すなわち接続位置とは、主回路の接触子である一次接触子と制御回路の接触子である二次接触子が、ともに接触している運転位置のことをいう。

試験位置とは一次接触子は離れ、二次接触子だけ試験をしうる位置のことをいうが、表 3.3 に示されているように二次接触子の中には、接続位置では接触せず、試験

表 3.3 接 触 子 関 係 図

		接続位置	試験位置	断路位置
一 次 接 触 子	制 御 回 路 用	ON	OFF	OFF
	試 験 回 路 用	ON	ON	OFF

位置でだけ接触する特種な試験回路用接触子がある。この位置では 電磁操作の場合には 別盤の コントロールスイッチでシーケンステスト ができ、また シュ断器の投入引はずし試験は押し ボタンスイッチ ですることができる。

断路位置とは、一次、二次接触子とも離れている断路の状態をいう。

シュ断器は接続、試験の位置では接地 シュー により フレーム に接地されており、断路位置ではこの接地が離される。

#### 3.4 インターロック

シュ断器とその引出機構との間には、誤操作を防ぐため次の機能を果たす機械的鎖錠装置が取付けられている。

- (1) シュ断器が接続位置にあるとき、シュ断器閉のまま扉を開けばトリップ し、また扉を開いたままでは シュ断器の開路はできない。
- (2) シュ断器が 閉のまま試験位置から接続位置に挿入すれば、一次接触子が接触する以前にトリップ する。
- (3) 試験位置では シュ断器閉のまま扉を開いてもトリップ せず、扉を開いたまま開閉試験ができる。

運転状態で シュ断器箱の内部点検をしたい場合、扉を開けばトリップ するので、あらかじめこの鎖錠装置をはずして置くこともできる。

### 3.5 操作ハンドル

従来のものは手でシャ断器を開閉する場合、時計の回る方向に回して投入、反対方向で引はずしていた。しかし、今までに誤ってハンドルに物体などが触れてシャ断器を開路し、発電機の停止をきたしたことがあった。新形ではハンドルは取はずし可能であり、トリップは図3.1に示されるような押しボタンでなされるので、誤ってハンドルに物が触れてトリップするというような事故はなくなった。

### 3.6 自在フレーム

従来のものは一般の閉鎖配電盤のようにアングルを溶接して作られるフレーム構造であった。このような構造では一般に各オーダでは多少の相違があり、多種少量生産の傾向は避けられないのでできるだけ共通部品の使用が可能のように自在フレームを開発した。これは、DB形シャ断器を収納した部分はいずれの場合でも同じ構造であり、また引出機構は工作精度を要求されるので、この部分だけは溶接した鋼板で製作し、後部の変化の多い部分は、あらかじめ角穴のあけてある形鋼を組合せ、回路構成に応じ、必要な部品をボルト締めにする方式にしたので、種々の変化に即応しやすくなり、多量生産に適するようになった。

### 3.7 過電流強度

パワーセンタの構造としては、シャ断器の定格シャ断電流、短時間電流に機械的、熱的に耐えるのはもちろん、カスケード方式<sup>(1)</sup>を適用しているときに流れる最大短絡電流に対しても、十分耐えうるようにDB形シャ断器の

過電流強度に協調をとって設計されている。また変流器もこれらの故障電流に耐えるように貫通形のBS形CTを使用する。

### 3.8 つり上装置およびつり上運搬車

閉鎖三段式パワーセンタには、DB-25、DB-50をつり上げつり下げるために図3.3に示されるような装置が取付可能であり、とくにご注文のあった場合には図3.4のようなつり上運搬車を支給する。DB-75、DB-100はそれぞれシャ断器下部に車が付いており床面に直接引出せるのでつり上装置は不用である。またDB-75を2段階積む場合にはつり上運搬車を使用する。

### 3.9 外形寸法

主回路の構成により奥行寸法に相違を生ずることがあるが、パワーセンタの標準寸法を表3.4に示す。

### 3.10 特長

- (1) 負荷の中心に変圧器と一体として設備されるので電力損失、電圧変動も少なく、回路が経済的に設計される。
- (2) 小形に設計された大シャ断容量の低圧シ断器、主回路器具、および母線などをコンパクトに収納したもので、据付床面積が小さくてすむ。とくに引出形DB-25を収納したものは幅460mmである。
- (3) DB形シャ断器は、接続、試験、断路位置をもった引出形で、それぞれの位置で扉がしめるデットフロント形であるので、いずれの位置でも充電部はシャハイされており安全であり、シャ断器の位置により盤正面の通路をせまくすることはない。
- (4) 引出機構にはインターロックが施されているので誤操作をすることはない。

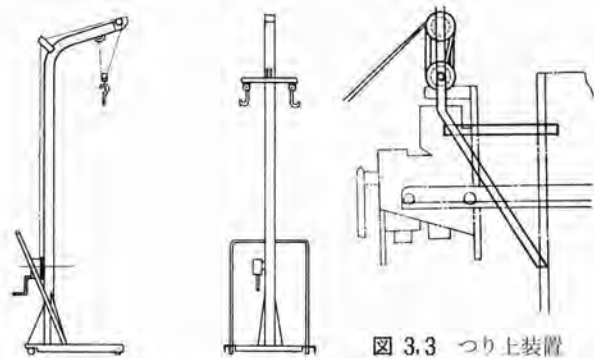


図 3.3 つり上装置  
Fig. 3.3 Lifter.

図 3.4 つり上運搬車  
Fig. 3.4 Handling carriage.

表 3.4 パワーセンタ 寸法表

	台数	外形寸法			重量 (kg)
		A	B	C	
DB-25	4	2,300	460	1,700	550
DB-50	3	2,300	660	1,700	950
DB-75	1	2,300	760	1,700	900
DB-100	1	2,300	860	1,700	1,100
LCB	1	2,300	810	1,700	350

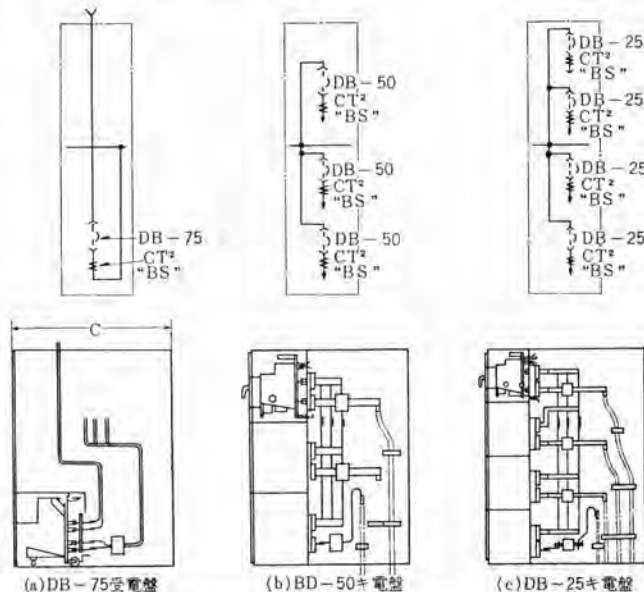
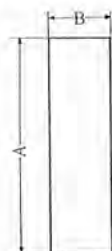


図 3.5 パワーセンタ 標準例

Fig. 3.5 Example of standard power center.



- (5) シャ断器は引出形であるので、試験をするために主回路よりこれを切離すための断路器は必要としない。
- (6) 自在フレームを使用しているので、据付後の回路変化にも速応しうる。
- (7) PT は引出形となっているので、保守点検に便利である。
- (8) 出荷の際にはシャ断器を引出して別送するほかは完全組立輸送ができるので、据付期間を短縮できる。

#### 4. DB 形低圧気中シャ断器

パワーセンタの各種の定格に適したシャ断器のシリーズとして DB-25, DB-50, DB-75, DB 100 の4種類があり、定格は表 3.2 に示されている。

#### 5. シャ断器の手動操作

シャ断器を手動で操作する場合には、保守員がシャ断器の前面に立ち操作する際にも危険のおよばないように、つぎの条件に従わなければならない。

- (1) デットフロントの閉鎖盤で、トリップ装置の整定値が 15,000 A 以上の場合には、電磁操作によらなければならない。
- (2) つぎの場合、電磁操作をするには離れた位置よりしなければならない。
  - a. シャ断容量が 50,000 A 以上の瞬時トリップ要素を持つシャ断器が、デットフロントの閉鎖盤に収納されている場合。
  - b. シャ断容量が 10,000 A 以上で Live Front のシャ断器に対して。
  - c. 定格シャ断容量をこえる故障電流を対象とするすべてのシャ断器に対して。(カスケード方式<sup>(1)</sup>の場合)

#### 6. シャ断器の決定

シャ断器の応用には、それぞれシャ断容量をもったものによる選択性シャ断と、DB 形シャ断器の大きな過電流強度を利用したカスケード方式がある。

##### 6.1 選択性シャ断

これは一般的な応用であり、

図 6.1 において M は電源の開閉および母線 A および シャ断

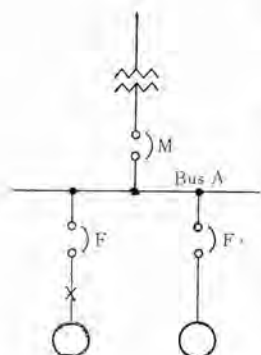


図 6.1 低圧回路の一例  
Fig. 6.1 Example of low voltage circuit.

器 (F) に故障のあった場合 シャ断し、DB (F) は負荷の事故に対し、DB (M) より早い時限で シャ断し、事故 シャ断区域を極限する。この方式では、いずれの DB も故障電流に同等か、それ以上の定格 シャ断電流を持っていなければならない。

#### 6.2 カスケード方式

可能な限りの連続通電を必要とする発電所など以外で、できるだけ経済的に設計したい場合、カスケード方式を採用する。すなわち電源に近い DB (M) は負荷に近い他の DB (F) を通して流れる大きな故障電流に対して瞬時トリップする。また DB (F) は過負荷または定格 シャ断容量以内の事故に対してはそれぞれ長限時または短限時引はずしてトリップを行なう。

#### 7. 低圧回路の故障電流の決定

##### 7.1 低圧回路の特質

- (1) 低圧回路において故障電流を考えるには、一般的にいて、最大値としてはボルト締めされた3相短絡の場合を考えればよい。また故障の際の接触抵抗、アーク抵抗は実体がつかみにくいので考慮外とする。
- (2) 直流分を含む非対称電流の実効値は次式で表わされる。

$$I = \sqrt{\left(\frac{I_{ac}}{\sqrt{2}}\right)^2 + I_{dc}^2}$$

$I_{ac}$ .....交流分波高値  
 $I_{dc}$ .....直流分

直流分  $I_{dc}$  は回路のインダクタンスと抵抗との比で変化し、対称電流と非対称電流との  $X/R$  を関数とした比は表 7.1 に示される。 $K_1$  は1相の非対称係

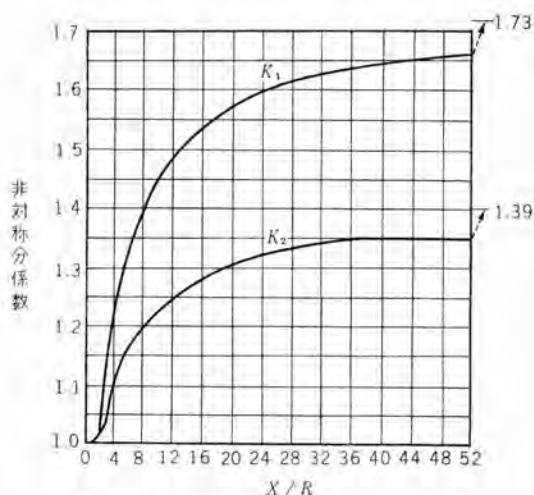


図 7.1  $t=1/2$  cy における非対称分係数

Fig. 7.1 Average and maximum asymmetry factors

数で、 $K_2$  は 3 相平均の係数である。母線の強度設計、ヒューズの定格シヤ断容量の選定の際には  $K_1$  を使用する。DB 形シヤ断器のシヤ断容量は、短絡発生後  $1/2$  サイクルの直流分を含む全電流の実効値の 3 相平均値であるので、係数としては  $K_2$  を使用する。

$X/R$  の値が不明の場合には、一般的には  $K_2=1.25$  (@  $X/R=11.72$ ) を使用すればよい。

- (3) 負荷が電動機の場合に、事故が発生すれば、過渡的には発電機として働く、誘導電動機、同期電動機により、インピーダンスの相違はあるが、平均値として次の値<sup>(2)</sup>で計算すればよい。

$$X=25\% \quad X/R=6$$

なお各電圧値における電動機負荷は、つぎのとおりとする。

$$120 \sim 208 \text{ V} \cdots \cdots 50\%$$

$$220 \sim 600 \text{ V} \cdots \cdots 100\%$$

- (4) 変圧器のインピーダンスは、容量、電圧により変化するが、一次 6.6~3.3 kV、二次 600~208 V のパワーセンタ回路における参考値として表 7.1 に示す。

表 7.1 変圧器 インピーダンス 参考値

変圧器 (kVA)	$X/R$	$R$ (%)	$X$ (%)	$Z$ (%)
300	3.50	1.14	4.0	4.16
500	3.84	1.04	4.0	4.12
750	5.45	0.94	5.1	5.19
1,000	5.70	0.89	5.1	5.19
1,500	6.15	0.83	5.1	5.18
2,000	6.63	0.77	5.1	5.17

## 7.2 故障電流の計算例

ここでは、自家発やネットワーク方式を除いた図 6.1 のような一般的な低圧回路につき考える。

諸定数

背後電力 500 MVA  $X/R=25$

変圧器容量.....1,000 kVA

電 圧.....480 V

基準 kVA .....1,000 kVA

よって

基準電流  $I_N=1,203 \text{ A}$

インピーダンスは単位インピーダンスで表わす。

背後電力インピーダンスは

$$Z_s=0.00008+j0.0020$$

表 7.1 から変圧器インピーダンスは

$$Z_T=\left(\frac{0.89}{100}+j\frac{5.1}{100}\right)=0.0089+j0.051$$

電源側インピーダンスは

$$Z_s+Z_T=Z_{ST}=0.00948+j0.053$$

電圧は 480 V であるので、100% 電動機負荷とすれば、モータインピーダンスは

$$Z_M=(1/6+j1)0.25=0.0417+j0.25$$

これら  $Z$  の  $Y$  を求める。

$$\frac{1}{Z_{ST}}=Y_{ST}=\frac{1}{0.00948+j0.053}=3.27-j18.3$$

$$\frac{1}{Z_M}=Y_M=\frac{1}{0.0417+j0.25}=0.65-j3.9$$

$$Y_{ST}+Y_M=3.92-j22.1$$

したがって非対称故障電流は

$$I_F=I_N \times (Y_{ST}+Y_M) \times K_2$$

$$=1203 \text{ A} \times (3.92-j22.1) \times K_2$$

$$=1203 \text{ A} \times 22.4 \angle 80^\circ \times K_2$$

$$\tan 80^\circ=X/R=5.64$$

表 7.1 から

$$K_2=1.15$$

$$\therefore I_F=30,989 \angle 80^\circ \text{ A}$$

## 7.3 簡略計算例

迅速に故障電流を計算するときには、インピーダンスとしては  $X$  だけを取り、非対称係数としては

$K_2=1.25$  を使用すれば、いくぶん大目に結果が出るが、概略の計算には十分である。

前項で述べた計算を簡単に行なえば

$$I_F=I_N \times \left( \frac{1}{X_s+X_T} + \frac{1}{X_M} \right) \times K_2$$

$$=1203 \text{ A} \left( \frac{1}{0.002+0.051} + \frac{1}{0.25} \right) \times 1.25$$

$$=34,378 \text{ A}$$

## 8. む す び

以上、閉鎖三段式パワーセンタの特長、応用について述べたが、DB-100、DB-75 の開発により、2,500 kVA に達するパワーセンタが可能となり、閉鎖三段式、自在フレームの開発によって欠点が改められ、生産性および回路に対する順応性が増した。

## 参 考 文 献

- (1) 横浜：最近のパワーセンタ、「三菱電機」33, No. 6, p.20 (昭 34)。
- (2) Joint Sections Committee on Air Circuit Breakers of NEMA, Short-Circuit Current in Low-Voltage Systems, AIEE. 74, Part II (Nov., 1955)。



# ディジタル演算高速化装置 (1)

東京大学航空研究所 穂坂 衛\*  
 三菱電機株式会社無線機製作所 嶋村和也\*\*・中島正志\*\*  
 三菱電機株式会社研究所 吉江高明\*\*\*・首藤 勝\*\*\*

## Digital Computation Accelerating System (Part 1)

Tokyo University Aeronautical Institute Mamoru HOSAKA  
 Electronics Works Kazuya SHIMAMURA・Masashi NAKAJIMA  
 Research Laboratory Takaaki YOSHIE・Masaru SHUDO

Marvellous development of digital electronic computers is the wonder of the present era. The concept was reported in early 18 century but was not materialized before the world war II when the technique of pulse was taken up. Now nobody entertains a doubt of its power in both technical and business field. Advent of this device has made it possible to solve many problems considered beyond reach by human efforts. To promote this ability, the writers have made to build a digital computation accelerating system, which will go with the computer to increase its operating capacity, making it feasible to use a relatively small and economical computer as good as a large, elaborate one. With this system, flexibility of the composition is increased of the computer.

### 1. ま え が き

近年わが国でもディジタル電子計算機についての関心が非常に高まってきている。この種計算機の着想は18世紀からあったが、その時代にはそれを具体化する技術が伴わなかった。しかしながら第二次大戦中に発達したパルス技術はこの分野にも長足の進歩をもたらし、米国では1946年にENIACが、英国では1949年にEDSACが完成されるに至った。本当の意味の自動電子計算機として最初のものであるといわれるEDSAC以来、この方面の研究はさらにめざましいものがあり、ここわずかに10年余りの間に、大形のものではIBMの704, 705, 7070, 7090, BarroughsのDatatron 220等、中小形のものではIBMの650, 1401, 1620, GPLのLGP 30, BendixのG 15 D等々枚挙にいとまのないほどの沢山の實用機を生み出すに至った。

今日ではディジタル計算機の技術分野、事務分野での偉力を疑うものはほとんどなく、今後人手ではとうてい不可能であるような大きな問題に対する計算、処理、また非常に膨大な系の自動制御などに対し、ますます大きな役割を果たすものと思われる。

さて、ここにのべるディジタル演算高速化装置は米国Bendix社製G 15 D電子計算機の機能を大幅に増大する目的で製作された付加装置である。G 15 D計算機は1957年日本国有鉄道技術研究所に、また1年遅れて三菱電機研究所に輸入設置され、各種技術計算問題の処理に偉力を発揮している中形電子計算機である。鉄道技術研

究所における研究の結果、特殊な論理演算回路をハードウェアで構成させ付加することによって、G 15 Dの特異性を生かしながらその演算能力を大幅に増大させることが可能との結論に達し、鉄道技術研究所、三菱電機協同してこの付加装置(Digital Computation Accelerating System……以下DASと略称する)が製作された。

非常に経済的に作られた小中形電子計算機を、比較的簡単な付加装置によって、場合によっては大形の電子計算機にも匹敵するほどの機能を持つものにする一手段であり、計算機の構成のフレキシビリティを増加する一手法としてここにその概略を紹介する。

### 2. G 15 D 電子計算機とディジタル演算高速化装置との関係

#### 2.1 G 15 D 計算機

G 15 Dはそもそも英国National Physics LaboratoryのACE(Automatic Computing Engine)をもととして開発されて来たもので、はじめG 15 Aその後DDA(Digital Differential Analyzer)を付加できる現在のG 15 Dに発展したものである。

この計算機は記憶装置として磁気ドラムを使用したプログラム内蔵形の直列式計算機で、外観は小形ではあるが設計上種々の工夫がなされており、一般には中形として使用可能の興味ある計算機とされている。

#### 2.2 記憶装置

計算機に内蔵されている記憶装置は直径約30cmの磁気ドラムである。この計算機の大きな特長の一つは磁気

\* 教授(元日本国有鉄道技術研究所自動制御研究室主任研究員) \*\*電子機器技術部 \*\*\*電気第二研究室

ドラムにある。

このドラムは1,800 rpmという低速回転のもので、低速であるがゆえに機械的にも安全で製作も容易であり、したがって信頼性も高い。しかし低速回転のドラムでは情報の読み出しや書き込みのための待時間が非常に長く、その結果総合的な計算速度も低下する欠点があるが、この点をカバーするために磁気ドラムを特殊な方法、すなわち遅延線方式で使用している。

図2.1はこの磁気ドラムを原理的に示す図である。ここにロングラインとして示されているのが一般的な記憶ラインで20本あり、1本に108語を記録できる。(後述するが1語は29ビットで構成されている)図に見られるよ

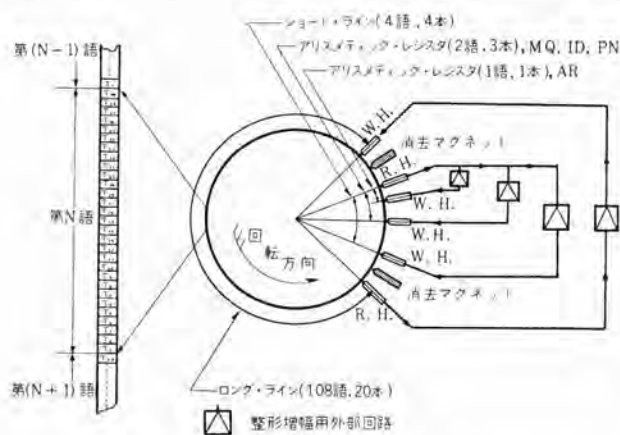


図 2.1 磁石ドラム 原理図

Fig. 2.1 Memory line construction of magnetic drum.

うに情報は書き込みヘッド、W. H. に加えられ、ドラム表面にコーティングされた磁性材料を永久磁化することによって記録される。この情報はドラムが約1回転すると読み出しヘッド、R. H. の位置に達しヘッドの巻線に電圧信号として読み出される。この再生された信号は外部回路で整形増幅された後に前の書き込みヘッドに送られてふたたび記録される。一方前に磁化された部分は読み出しヘッドを通過するとすぐに永久磁石によって消磁され記憶は失われる。このように情報は外部回路を通してつねに循環しながら記憶されており、一種のダイナミックな記録方式といえる。

図2.1に示されているショートラインもまったく同様なものであるが、書き込みヘッドと読み出しヘッドが極端に近づけられており、1ラインに4語ずつしか記録されない。このラインはヘッド間の間隔が狭いので待時間も非常に小で、ロングラインの1/27であるから Fast Access Storage と呼ばれ、演算時間を短縮するのに役だっている。4語のラインは全部で4本用意されている。

このほかに磁気ドラム上には時間基準を出すためのクロックトラック、タイミングトラック および ナンパートラック 各1本

ずつが用意されており、さらに演算回路用のアリスレジスタ・レジスタ (AR, MQ, ID および PN) が4本および入出力用のショートライン (MZ) が1本設けられている。

これら磁気ドラムの仕様を取まとめると表2.1のようになる。ここで特筆しておかなければならないのは遅延線方式の特長である。

表 2.1 磁気ドラムの仕様

項目	仕様
方式	遅延線方式
記憶	Return to Zero 方式
容量	一般 2160 語 (108 語 × 20 本)
	高速 16 語 (4 語 × 4 本)
	その他 AR (Accumulator) ; 1 語, MQ (Multiplier-Quotient) ; 2 語, ID (Multiplicand-Denominator) ; 2 語, PN (Product-Numerator) ; 2 語
平均待時間	一般 14.5 ms
	高速 0.54 ms
	その他 2 語レジスタ ; 0.27 ms 1 語レジスタ ; 常時呼出可能
記録密度	3.6 ビット/mm
回転数	1,800 rpm
クロック周波数	108 kc

遅延線方式は普通のスタティックな記録方式に比し、1本のラインに対してヘッドが2個必要なこと、書き込みヘッドと読み出しヘッドの相対位置が幾何学的な精度を要求されることなど問題となる点も多いが、ドラムの回転速度と無関係に待時間の少ないラインを作れること、読み出しヘッドが独立しているために自由度が大きく読み出し電圧を大にとれること、読み出しを行なうと同時に書き込みを行なっているので外部回路で情報の記憶の中断を行ない別の情報に書きかえることが簡単にできること、情報がつねに順次読み出されてくるのでブロックで処理することが可能なことなどの大きな利点がある。

これらの利点がこの演算高速化装置 DAS の実現を可能にしているともいえるのである。

### 2.3 数値

取扱われる数値は特別な演算のプログラムを組まない限り次のとおりである。

#### (1) 表現

2進法、(外部では10進法で使用される)

#### (2) ケタ数

a. 固定小数点演算の場合。(図2.2, 2.3参照)

##### (a) 単長数値演算

29ビット、うち符号に1ビット割当てられる。  
10進数としては7ケタおよび符号と考えられる。

##### (b) 倍長数値演算

58ビット、うち符号に1ビット割当てられる。  
10進数としては14ケタおよび符号と考えら





図 2.2 単長数値 (固定小数点)  
Fig. 2.2 Single precision number (fixed point).



図 2.3 倍長数値 (固定小数点)  
Fig. 2.3 Double precision number (fixed point).

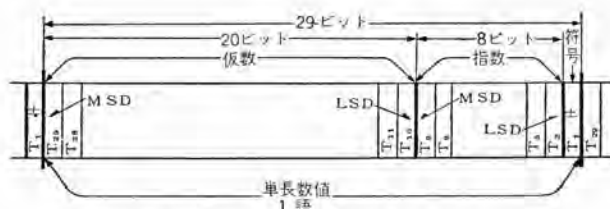


図 2.4 単長数値 (浮動小数点)  
Fig. 2.4 Single precision number (floating point).

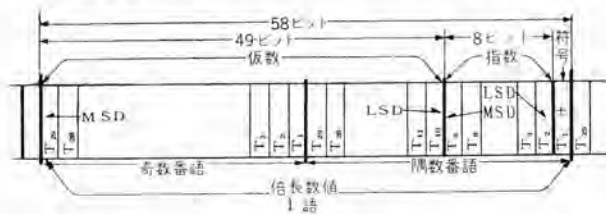


図 2.5 倍長数値 (浮動小数点)  
Fig. 2.5 Double precision number (floating point).

れる。

b. 浮動小数点演算の場合、(図 2.4, 2.5 参照)

(a) 単長数値演算

仮数部分……20ビット (10進にして5ケタ)

指数部分……8ビット ( $10^{-38}$  から  $10^{+38}$  まで)

符号……1ビット

(b) 倍長数値演算

仮数部分……49ビット (10進にして12ケタ)

指数部分……8ビット ( $10^{-38}$  から  $10^{+38}$  まで)

符号……1ビット

注. 1. 固定小数点数値および浮動小数点の場合の仮数部はすべて1より小なる数である。

2. つねに符号が時間的に最初に取出され、続いて LSD (最低ケタ) から MSD (最高ケタ) までが取出される。これらのビットはすべて時間的に表現され、 $T_1 \sim T_{29}$  として表わされる。

3. G 15 D では浮動小数点演算はサブルーチンによって実施される。

4. 浮動小数点数値の仮数部はつねにノルマライズされた形で、MSD は“1”である。

## 2.4 命令方式とプログラミング

電子計算機は俗に人工頭脳といわれるが、それを働かせるためには人間があらかじめ指図をしてやるが必要である。この動作指令が命令であり、計算機とこれを使う人間の間の意志の疎通をはかる媒体がプログラムである。プログラムは計算動作の各段階ごとの命令と計算に必要なデータからなり、これを作成するのがプログラミングである。

人間が民族ごとに互いに異なる言語をもっているのと同様に、計算機もそれぞれ固有の言葉をもっており、こ

れを機械用語といい、計算機は自分の機械用語しか理解できない。一般に機械用語は機械にとってもっとも能率のよい形で構成されているために、それを操作する人間の用語とは大きな違いがある。このため人間が計算機を操作するに当たっては、人間の指令を機械用語に変換する必要がある。この変換操作は一つの計算であり、あらかじめ機械用語で作られた計算指令群が準備され、これを使って計算機自身が人間の指令を機械用語に翻訳して行く。すなわちこの計算命令群は一種の通訳の役目を果たす。通訳の手段があるならば、人間の世界でもそのようなように、適当な通訳を使うことによってたいいていの言葉は理解することができる。

このように計算機ではそれ独自の機械用語のほか非常に多くの用語を使用することができるわけで、G 15 Dにおいても PPR 用語、Intercom 用語等が目的に応じて使用され、それぞれ Program Preparation Routine, Intercom なるルーチンと併用されて計算を実行して行く。

### 2.4.1 命令の構造 (機械用語)

以上のべたように計算機の使用語は何種類もありうるが、その基本となるものは機械用語であるのでここではそれについて説明する。

命令は単長数値と同じく 29 ビットをもって構成され図 2.6 に示す形をもっている。命令語には計算の内容 (種類、性質) を示すスタティック部分と、命令の遂行順序、時間などを示すダイナミック部分の二つの部分が存在する。命令語も数値語もすべて時間的に直列な形でサイクリックに取扱われるので、その各ビットはそれぞれ時間信号に対応をもっており、各ビットを  $T_1$  ビット、 $T_2$  ビット、…、 $T_{29}$  ビットなる形で表現する。

$T_1$  なる最初のビットはこの命令によって行なわれる

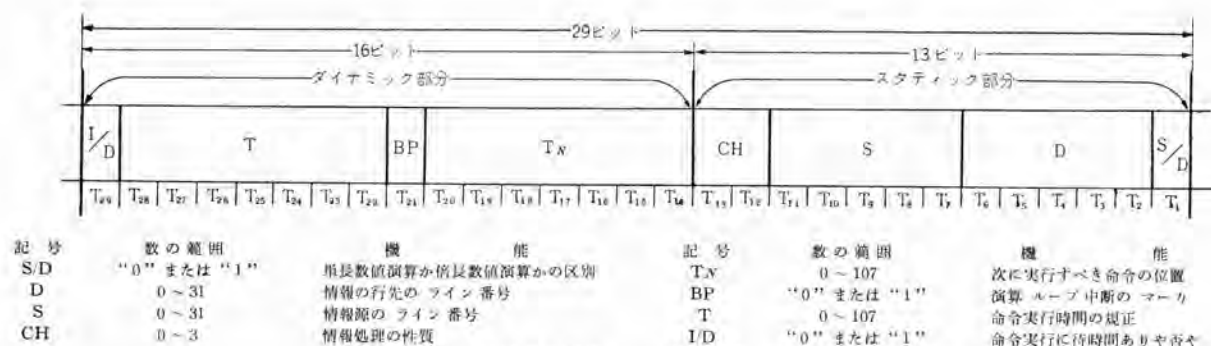


図 2.6 命令語の構造

Fig. 2.6 Command structure.

演算が単長数値演算であるか (T<sub>1</sub>ビット="0"), 倍長数値演算であるか (T<sub>1</sub>ビット="1") を示している。

T<sub>2</sub>~T<sub>6</sub>ビットはこの命令によって取扱われる情報の行先 D を, また T<sub>7</sub>~T<sub>11</sub>ビットは同じく情報源 S を表わすそれぞれ 2 進法 5 ケタの数で, 00~31 の 32 種があり, 普通磁気ドラム上のライン番号およびアリスティック・レジスタを指定するものである。これらのビットは後にのべるダイナミック部分の T と関連させて取扱うデータの磁気ドラム上の位置すなわち番地を示すことになる。

T<sub>12</sub>, T<sub>13</sub>は CH ビットと呼ばれるもので 4 種の組合せが取れる。この組合せは S および D で示される情報の流れをどのような形で処理するかという性質を示しており, S, D に対する キーナツパ と考えられる。

以上の 13 ビットがスタティック部分で, 動作の性質に関する部分である。

つぎに T<sub>22</sub>~T<sub>28</sub>はタイミングナンパ T で, 2 進法 7 ケタすなわち 00~127 まで取りうる。実際にはドラム 1 回転の語数となるから 108 までの数となる。これはスタティック部分によって指示された性質の操作をいつ実行するかという時間規正の要素で, 結局磁気ドラムの円周方向の時間位置に関連している。このことから前にも述べたように S および D で示されるラインの中に記憶されている情報のどれをピックアップするかがきまるわけで, S と T, D と T との組合せがそれぞれ情報源, 行先の番地を示すことになる。

T<sub>14</sub>~T<sub>20</sub>はこの命令を遂行し終わった後の次に実行されるべき命令を指定するビットで T<sub>N</sub>と表わされる。T<sub>N</sub>も T と同じく 00~127 まで取りうるが磁気ドラムの構造上番地指定では 107 までが有効となっている。プログラム内蔵式の自動電子計算機では, 一つの命令を実行した後次に実行すべき命令はつねに指定され, 芋づる式にあらかじめプログラムされた順序で命令群が逐次実行されてゆく。この場合, 命令をあらかじめ順序づけられた命令用の記憶回路に入れ, とくに指定されない限り順次これを読み出して行く方法と, この計算機のように各命

令語に次の命令を示す要素をもっているものと 2 通りある。

この計算機では命令は一度指定されたならばその 1 本のラインから逐次読み出され, 命令ラインの変更命令が読み出されたときだけラインが変更されるよう作られている。すなわちある時間を取って考えるならば命令のラインはすでに決められており, 命令語の番地はライン上の時間位置だけで表現できる。T<sub>N</sub>は次に実行すべき命令のこの時間位置を予告するもので, いまの命令を実行し終わったならば計算機は T<sub>N</sub>の時間に同じラインから情報を読み出してこれを次の命令と判断する。

磁気ドラムを使った計算機では待時間を極力少なくすることが必要で, このために一つの命令が実行されたならばすぐ次の命令が読み出せることがのぞましく (データについても同様である)。このため命令に時間位置のコネクションを設けているのである。

T<sub>21</sub>はブリーク・ポイント・ビットと呼ばれるもので, 計算の途中でチェックその他の目的で自動的に一時計算を中断させるための指定である。

最後の T<sub>29</sub>のビットはこの命令が読み取られた後すぐに演算の実行にはいるか (T<sub>29</sub>ビット="0"), あるいはある時間まってから実行するか (T<sub>29</sub>ビット="1") の区別を示すものである。

#### 2.4.2 基本命令と特殊命令

前項でのべたように命令語の性質はスタティック部分で定められ, 原則として S から D への情報の流れを制御するという形で取扱われる。表 2.2 は S と D との対応表, 表 2.3 は CH ビットの組合せによる制御の性質を示す表である。

表 2.2 を見ればわかるように, S, D が 23 以下の場合にはすべて記憶ラインの番号を, 24~26 および 28 のときはアリスティック・レジスタを示し, それ以外は特別な取扱いをすることになる。これらの S, D が指定されたならば, CH ビットの組合せにしたがって表 2.3 に示す制御が行なわれるが, この場合 S, D とともに 0~27 であると



表 2.2 S および D 対応表

S コード	SOURCE 情報源	D コード	DESTINATION 行先
00 (0 U)	ライン 0	00 (0 U)	ライン 0
01 (0 V)	" 1	01 (0 V)	" 1
02 (0 W)	" 2	02 (0 W)	" 2
03 (0 X)	" 3	03 (0 X)	" 3
04 (1 U)	" 4	04 (1 U)	" 4
05 (1 V)	" 5	05 (1 V)	" 5
06 (1 W)	" 6	06 (1 W)	" 6
07 (1 X)	" 7	07 (1 X)	" 7
08 (2 U)	" 8	08 (2 U)	" 8
09 (2 V)	" 9	09 (2 V)	" 9
10 (2 W)	" 10	10 (2 W)	" 10
11 (2 X)	" 11	11 (2 X)	" 11
12 (3 U)	" 12	12 (3 U)	" 12
13 (3 V)	" 13	13 (3 V)	" 13
14 (3 W)	" 14	14 (3 W)	" 14
15 (3 X)	" 15	15 (3 X)	" 15
16 (4 U)	" 16	16 (4 U)	" 16
17 (4 V)	" 17	17 (4 V)	" 17
18 (4 W)	" 18	18 (4 W)	" 18
19 (4 X)	" 19	19 (4 X)	" 19
20 (5 U)	" 20 (4 語ライン)	20 (5 U)	" 20 (4 語ライン)
21 (5 V)	" 21 ( " )	21 (5 V)	" 21 ( " )
22 (5 W)	" 22 ( " )	22 (5 W)	" 22 ( " )
23 (5 X)	" 23 ( " )	23 (5 X)	" 23 ( " )
24 (6 U)	MQ レジスタ	24 (6 U)	MQ レジスタ
25 (6 V)	ID " "	25 (6 V)	ID " "
26 (6 W)	PN " "	26 (6 W)	PN " "
27 (6 X)	ライン ライン ライン 20 + 21 + 20・AR	27 (6 X)	テスト (ノンゼロ)
28 (7 U)	AR	28 (7 U)	AR
29 (7 V)	ライン 20・(インプット・レジスタ)	29 (7 V)	(AR+) AR に加えよ
30 (7 W)	ライン ライン 20 + 21	30 (7 W)	(PN+) PN に加えよ
31 (7 X)	ライン ライン 20 + 21	31 (7 X)	特殊命令

注：コード番号のカッコ内は2進数5ビットを3ビットと2ビットに分け、3ビットを0~7と、2ビットをU~Xと表わした略称である。また20・21のような表現は論理積を表わす

表 2.3 CHビットによる制御

CH ビット	S, D < 28	S, D ≥ 28
0	Transfer (TR)	Transfer (TR)
1	Add (AD)	Add (AD)
2	Transfer Via AR (TVA)	Absolute Value (AV)
3	Add via AR (AVA)	Subtract (SU)

きとそうでない場合によって CH ビットの働きの異なっている。これは大まかにいって一般の記憶ライン間での情報の受授と累算器を含んだ場合とで動作を変更する必要があるからである。

まず S, D とともに 0~27 の例で考えて見る。

S=12, D=15, CH=0

なる命令が与えられたとする。この場合はライン 12 のデータがライン 15 の同一時間位置の場所に単にコピーされ、前にライン 15 のその位置にあったデータは消失することを意味している。もし CH=1 ならばデータの伝送は加算形となり、負数の場合補数形が伝送される。また CH=2, CH=3 は類似した形の操作ではあるが、データは累算器 AR を中継して送られることを意味し、したがって時間位置が1語分ずれることになる。この形の命令を実行させた場合、S からのデータの直接の行先は AR となつて、先に AR にはいつている内容が D に伝送されるわけである。

この間の動作は図 2.7 にシンボリックに表わされている。

デジタル 演算高速化装置・穂坂・嶋村・中島・吉江・首藤

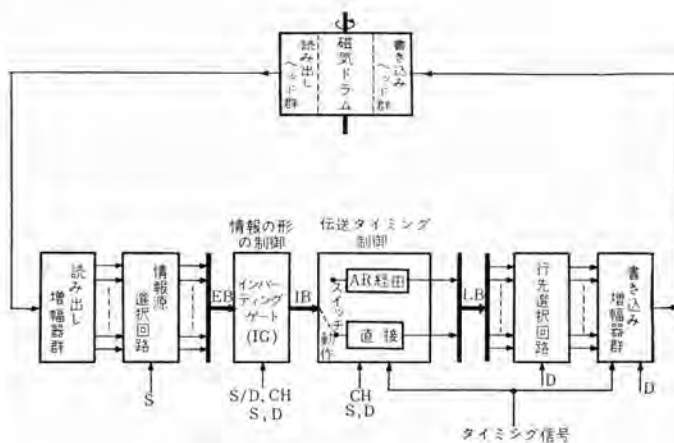


図 2.7 情報の流れとその処理

Fig. 2.7 Information flow and operation.

このような一般的な情報の流れを制御する形では、あるデータを AR にロードすると同時に前に AR にあった数を記憶ラインに蓄えるというような二重の操作も可能で、非常に融通性にとんだ取扱いが可能になる。

S, D が 24~27 の場合は多少特別な制御が行なわれるが紙面の関係でここでは省略する。

S または D が 28 以上の場合は表 2.2 に示すように S および D とともに一般の記憶ラインを示してはいない。S, D の 28 には AR が割当てられ、通常加減算に関係ある動作が行なわれる。D 29, D 30 はともに加算そのものである。表 2.3 に示すようにこのグループでは CH ビットは特別な制御を指令する。例として A (ライン 14 にあるデータ) と B (ライン 17 にあるデータ) を加え合わせるようなときの命令を、スタティック部分 (S/D ビットは除く) だけについて表わせば次のようになる。

	CH	S	D
# 1	1	14	28
# 2	1	17	29

# 1 は『累算器の内容をご破算にしてライン 14 のデータを加え込め (加算に必要な形に変換して移せ)』、# 2 は『ライン 17 のデータを累算器にあるデータに加え結果を累算器に蓄えよ』という操作を示している。このようにこの S, D 28 以上のグループは一般形とは異なった一定の約束のもとに決められているのである。

しかし計算機を動作させるためには入力、出力などの動作のように、以上述べてきた原則的な形式では表現できない沢山の命令群が必要である。これらの命令群を特殊命令とし、G 15 D では D=31 として表現させている。すなわち D=31 とした場合は D, S, CH は原則的な意味を消失し、D=31 で特殊命令であることを、S, CH の組合せでその命令の種類を表わすことになる。この組合せは 128 通りまで取ることが可能で、G 15 D に

表 2.4 特殊命令表

S Code	CH Code	SPECIAL COMMAND (D=31)
00 (0 U)		Set "Ready"
01 (0 V)	0, 1, 2, 3 *	Magnetic Tape Write
02 (0 W)	*	Fast Punch Leader
03 (0 X)	*	Fast Punch M 19
04 (1 U)	0, 1, 2, 3 *	Magnetic Tape Search, Rev.
05 (1 V)	0, 1, 2, 3 *	" " For.
06 (1 W)		Photo Tape Rev. ( $\phi$ 1)
07 (1 X)		" " ( $\phi$ 2)
08 (2 U)		Type AR } & Punch if Toggle
09 (2 V)		Type M 19/ Switch is Set
10 (2 W)		Punch M 19
11 (2 X)	*	Card Punch M 19
12 (3 U)		Type In
13 (3 V)	0, 1, 2, 3 *	Magnetic Tape Read
14 (3 W)	*	Card Read
15 (3 X)	*	Photo Tape Read
16 (4 U)		Halt
17 (4 V)	0	Ring Bell
"	1	Ring Bell and (Man. Punch) to Test
"	2	" and Start Input Register
"	3	" and Stop Input Register
18 (4 W)	*	Transfer M 20 ID to Output Register
19 (4 X)	0	Start DA-1
"	1	Stop DA-1
20 (5 U)	0, 1, 2, 3	Select Command Line & Return Exit (CH & S.D)
21 (5 V)	0, 1, 2, 3	" " " "
22 (5 W)		Sign of AR to Test ( $T_1 \cdot AR \rightarrow Test$ )
23 (5 X)	0	Clear MQ, ID, PN and IP F.F.
"	3	PN $\cdot$ M 2 to ID, and PN $\cdot$ M 2 to PN
24 (6 U)		Multiply (ID $\times$ MQ plus PN $\rightarrow$ PN)
25 (6 V)	1	Divide (PN $\div$ ID $\rightarrow$ MQ)
26 (6 W)		Shift MQ Left and ID Right
27 (6 X)		Normalise MQ
28 (7 U)	0	"Ready"
"	1	"Ready IN"
"	2	"Ready Out"
"	3	DA-1 off
29 (7 V)		Overflow
30 (7 W)	0, 1, 2, 3 *	Magnetic Tape Write File Code
31 (7 X)	0	Next Command from AR
"	1	Transfer NT to M 18 (CN or M 18 <sub>0</sub> $\rightarrow$ M 18)

実際使用されているもののリストを表 2.4 に示してある。

表 2.4 に示すように特殊命令群には相当の遊びの組合せが残されており、この使われていない命令が今回のデジタル演算高速化装置専用の命令に割当てられた。

## 2.5 G 15 D における加減算と乗算

DAS の機能を理解するために必要な、G 15 D の基本演算の動作を簡単に説明しておく。

### (1) 加減算

図 2.8 に G 15 D の加減算操作におけるデータの流れが示されている。

G 15 D が普通の計算機と非常に異なっている点は演

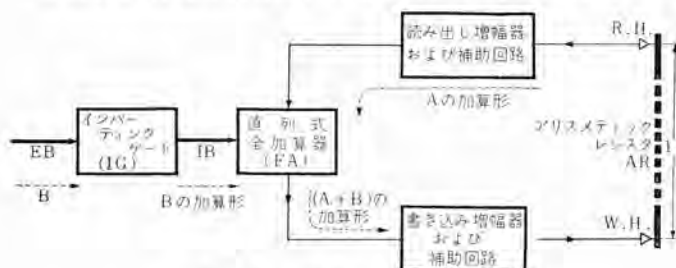


図 2.8 加減算におけるデータの流れ  
Fig. 2.8 Data flow at addition and subtraction.

算回路の一部に記憶装置を使用していることである。直列式加減算回路には累算用の フリップ・フロップ 回路で構成された ハードウェア のレジスタが使用されるのが普通であるが、G 15 D ではこの レジスタ として 1 語の遅延線形の ショートライン を使用し、これに ハードウェア の インバーティング・ゲート、直列式全加算器などを付加して加減算回路を構成させている。このような方式を使用した場合には、データの中の 1 ビット に着目したならば、その ビット が外部に読み出されている時間だけしかその ビット を処理することができず、したがって演算に或る程度の制約を受けることになる。しかしながらこの制約を巧妙な手法でのがれるならば、非常に経済的に回路を構成できて有利である。

図 2.8 において、今 AR の中に蓄えられているデータ "A" にある記憶 ライン にはいつている データ "B" を加える命令が出されたとする。図 2.7 に示したように、B は読み出し増幅器を通り情報源選択回路によって選出され EB に導入される。命令が加算を指令しているため B はさらに図 2.8 のように インバーティング・ゲート、IG に印加され加算形に変換された後に直列式全加算器、FA の一方の入力として加えられる。加算形とは データ が正の数であるならばそのまま、負の数であるならば補数形に改めたもので、減算が指令された場合には正負を逆にして取扱われる。

一方 AR の内容も読み出し増幅器を経て FA の他の入力端子に加えられ、その結果として (A+B) の加算形が A の代わりに AR に書き込まれる。この場合 AR の内容はあらかじめ加算形で蓄えられているので、データ A を IG を経由して使用する必要はない。また AR は 1 語のショートライン なので、データ B の記憶されている時間位置に無関係にいつでも加減算を行なうことができる。

AR レジスタ はつねに FA を通して循環されており、ほかから データ が加えられないときには 0 を加算されている形となり FA を通ることによって変化を受けない。加減算の実行が終わったならば、つぎに AR が指定される命令が来るまで AR の内容は変わらないで蓄えられる。

### (2) 乗算

乗算の場合にも遅延線形の記憶 ライン MQ、ID、PN が使用される。それぞれ乗数、被乗数、積をロードするレジスタである。

図 2.9 は乗算の場合のデータの流れを示すブロック図である。乗算  $A \times B$  のときにはあらかじめ被乗数 A および乗数 B がそれぞれ ID、MQ にロードされている。同図に示すように、



Fig. 2.9 Data flow at multiplication.

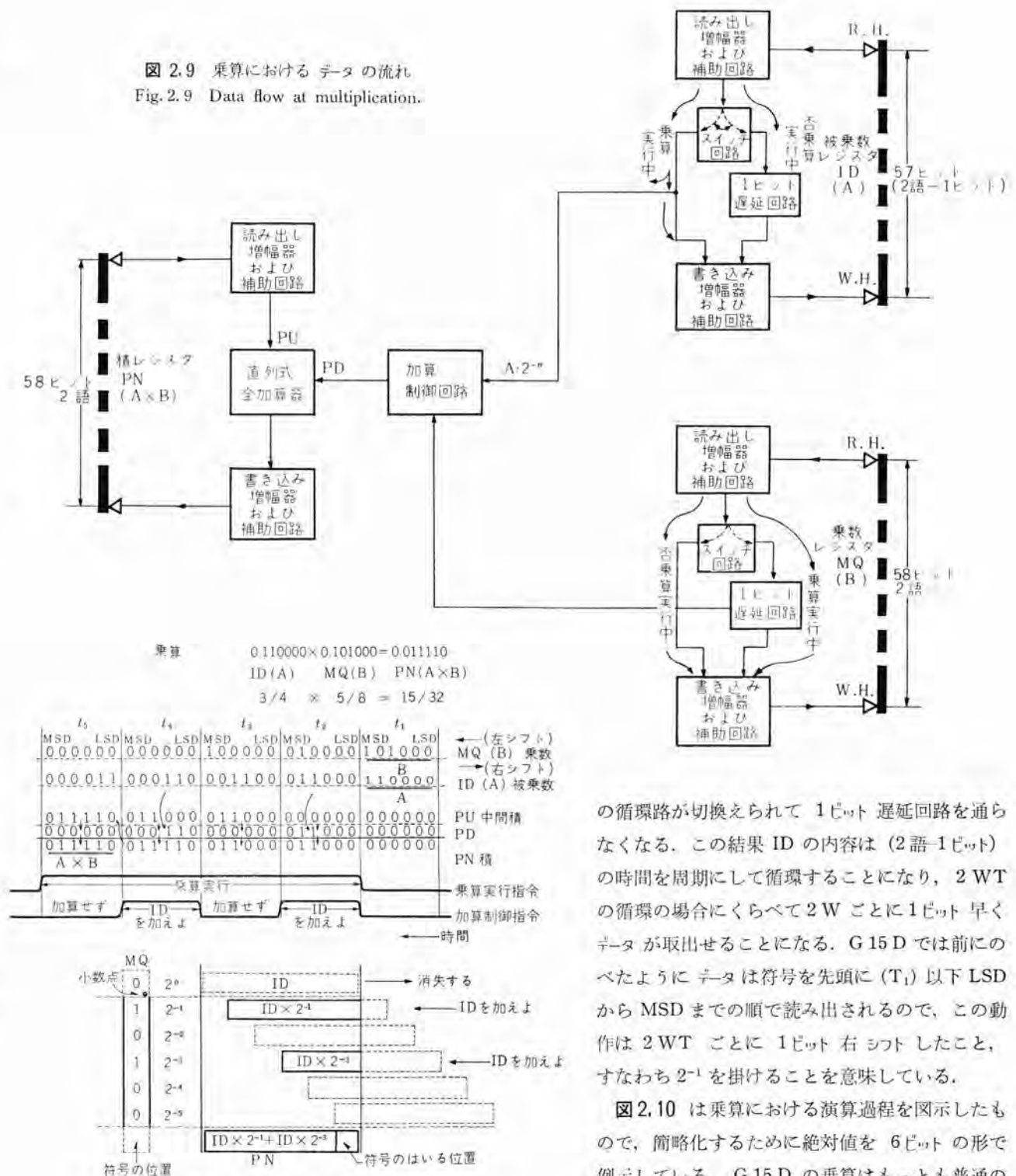


図 2.10 乗算における演算過程  
Fig. 2.10 Process in multiplication.

ID レジスタ は 57 ビットの遅延線記憶 ライン で外部に 1 ビット 遅延回路 (フリップ・フロップ で構成) をもっている。この レジスタ は普通の状態では 1 ビット 遅延回路を通して遅延線記憶 ライン が構成され 2 語ごとに データ が循環している。1 語 29 ビット を取出すに要する時間を 1 ワードタイム (1 WT と略記) とするならば、2 WT で 1 回の循環が行なわれる。もし乗算の実行が指令されると、データ

の循環路が切換えられて 1 ビット 遅延回路を通らなくなる。この結果 ID の内容は (2 語-1 ビット) の時間を周期にして循環することになり、2 WT の循環の場合にくらべて 2 W ごとに 1 ビット 早くデータが取出せることになる。G 15 D では前にのべたようにデータは符号を先頭に (T<sub>1</sub>) 以下 LSD から MSD までの順で読み出されるので、この動作は 2 WT ごとに 1 ビット 右シフトしたこと、すなわち  $2^{-1}$  を掛けることを意味している。

図 2.10 は乗算における演算過程を図示したもので、簡略化するために絶対値を 6 ビットの形で例示している。G15D の乗算はもっとも普通の直列式乗算法によっており、被乗数を乗数の各けたごとの“1”または“0”の条件にしたがって、少しずつけた移動をしながら累算して行くものである。この方法は手回し計算機の乗算原理と同様である。乗数 B をロードしてある MQ レジスタは図 2.9 に示すように、58 ビット（2 語）の遅延線および外部の 1 ビット遅延回路（フリップ・フロップにより構成）から成っている。このレジスタは普通は ID と逆に 1 ビット遅延回路をさすにデータの循環を行なっているが、乗算の実行

が指令されるとスイッチ回路が切換えられて1ビット遅延回路が挿入される。このため乗算過程ではMQレジスタの内容Bは2WTごとに1ビットずつ左シフトされる。(2をかけた形)このことは2WTごとに同じ時間位置でMQの内容を取出せばBの各ケタがMSDから順に抽出されることを意味している。

図2.10にもどって乗算過程をしらべて見るに、MQの内容は順次左シフトされ $t_i$ の時間のMQのMSDが“1”ならば $t_{i+1}$ に加算制御指令が出てIDの内容を順次加算するよう指令する。この図の例では $ID \times 2^{-1}$ および $ID \times 2^{-3}$ が累算されるべく加算制御指令が出され結果がPNレジスタに蓄えられる。この乗算過程からもわかるように、1循環は2WTに相当したケタ移動は28ビット行なわれなければならないので、乗算には単長数値の場合で56WTの時間が必要となる。

このように回路構成としては非常に経済的に作られている反面、加減算が1WTで終了するのに比して56倍という長時間を要しプログラミングのネックになっていることがわかる。

除算もMQ, ID, PNを作用して行なわれるが、DASと直接の関係がないので説明を省略する。

### (3) 浮動小数点演算の取扱い

G15Dはハードウェアとして浮動小数点演算回路をもっており、この種演算はすべてプログラムで行なっている。

すなわち外部から浮動小数点演算を命令によって指定してプログラムを組み、浮動小数点用のサブルーチンを計算

機に記憶させておくならば、計算機は自動的に数値を浮動小数点数値として取扱ってくれる。浮動小数点数値は仮数部と指数部に分れており、どの数値についてもその分け方は一定の約束(図2.4, 2.5参照)にしたがっている。サブルーチンの取扱いが可能である。

サブルーチンを使って演算を行なう場合には、演算回路の規模を増加する必要がなく非常に経済的であるが、一方演算時間が長くなること、サブルーチンの命令群をつねに記憶回路に入れておかねばならぬといったことが記憶回路の利用率が低下するなどの難点がある。

最後にG15Dの仕様を一覧表にまとめ、表2.5として示しておく。(以下次号)(35-6-20受付)

表 2.5 Bendix G15D の仕様

項 目	仕 様
方 式	プログラム 内部記憶式
	伝 送 直 列 式
数 値	表 現 2進法 29ビット(含符号)……単長数値(10進7ケタ)
	2進法 58 * ( ) ……倍長数値(10進14ケタ)
方 式	方 式 固定小数点方式(浮動小数点はサブルーチンで実施)
	方 式 Modified Two Address 方式
命 令	種 類 約60種
主 要 部 品	電子管(5965, 6197) 約450本 180パッケージ
	ダイオード 約3,000本 300パッケージ
記 憶 装 置	種 類 遅延線式磁気ドラム
	容 量 108語ライン 20本 2,160語 4語ライン 4本 16語
アリスメティック、レジスタ(磁気ドラムの一部)	
MQ; 2語ライン, ID; 2語ライン, PN; 2語ライン AR; 1語ライン	
入 力 装 置	タイプライタ (打字速度)
	光電式テープリーダー 200 CH/S 磁気テープユニット 435 CH/S (4台まで接続可能)
出 力 装 置	タイプライタ 8 CH/S
	紙テープパンチャ 17 CH/S 磁気テープユニット 435 CH/S (4台まで接続可能)
ク ロ ッ ク 周 波 数	108 kc
消 費 電 力	約 3.8 kVA
備 考	入出力装置としてカードリーダー、パンチャ接続可能。 微分解析機 DA-1 接続可能



# インド向け交流電気機関車用相変換機(2)

名古屋製作所 大野寛孝\*・八木 勝\*\*・白田長一\*\*\*・和田義彦\*\*\*\*

## A Phase Converter for an AC Electric Locomotive Exported to India (Part 2)

Nagoya Works Hirotaka OHNO・Masaru YAGI・Chōichi USUDA・Yoshihiko WADA

### 4. 相変換機のタイプテスト

相変換機の定格は表4.1に示す。インド国鉄向けの今回のものは、S.N.C.F.(フランス国鉄)立会によるタイプテストが実施されたので各テスト項目の説明と測定結果の概要をのべる。以下 I.N.51666 の各項目ごとに記述する。

#### (1) 巻線抵抗測定

運転前の冷却時に測定する。データは省略

#### (2) 回転方向のチェック

回路に抵抗を入れて起動したとき、回転方向が正しいこと。データは省略

#### (3) 相順位のチェック

(2)のテストで同時に相順位をチェックする。

#### (4) 特殊温度上昇試験

規格

端子 U,V 間に 50 c/s 電源を入れ、端子 U,V,W に負荷三相誘導電動機を接続し、力率がほぼ 0.85 になるように等価連続全負荷を加え、つぎの温度上昇試験を実施する。

- 360 V で1時間の試験
- 360 V で連続試験
- 305 V で1時間の試験
- 480 V で1時間の試験

表 4.1 本機の仕様

		相 変 換 機	直 流 発 電 機
形 式		MKO	AI-J
電 圧		400 V	110 V
電 流		1 φ 450 A/3 φ 215 A	36.4 A
周 波 数		50 c/s	—
出 力		150 kVA	4 kW
回 転 数		1,495 rpm	1,495 rpm
定 格		連 続	連 続
工 事 番 号		EO-08-58476	—
製 造 番 号		88476001	155281
絶 縁 階 級		H	B

測定結果

試験回路および計器の接続を図4.1に示す。

(a) 360 V 1時間 温度上昇試験時の負荷状態を表4.2に示す。すなわち 5,140 kVA の三相出力で最終温度上昇は

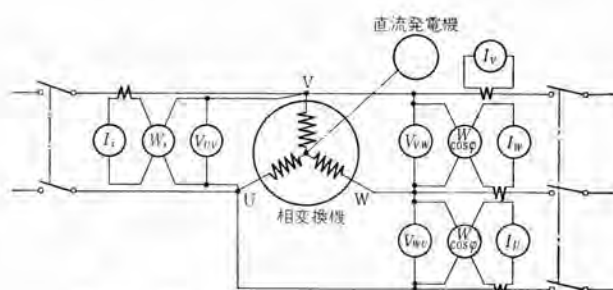


図 4.1 相変換機 タイプテスト 接続図 温度上昇試験  
Fig. 4.1 Connection diagram of phase converter type test. Temperature rise test.

三相負荷 送風機:2組 油ポンプ:1組 水ポンプ:1組 エキゾスタ:1組

表 4.2 測定記録

(UV) 電 圧 :	$V_{UV}$	360 V
(UW) " :	$V_{UW}$	340 V
(WV) " :	$V_{WV}$	368 V
単相回路電流 :	$I_U$	525 A
" " 入 力 :	$W_U$	147 kW
" " 力 率 :		77.9 %
三相回路電流 :	$I_U$	246 A
" " :	$I_V$	318 A
" " :	$I_W$	192 A
" 出 力 :		130 kW
" 力 率 :		88 %
" kVA :		148 kVA
直流発電機電圧 :		110 V
" 負荷電流 :		36.4 A

U 相 48°C

V 相 53.5°C

W 相 50°C であった。

(b) 360 V 連続温度上昇試験時の負荷状況は表4.3に示すとおりで 149 kVA の三相出力で最終温度上昇は

U 相 66.5°C

V 相 80.5°C

W 相 73.0°C であった。

以上のようにH種絶縁としてはきわめて余裕のあるも

表 4.3 測定記録

(UV) 電 圧 :	$V_{UV}$	360 V
(UW) " :	$V_{UW}$	340 V
(WV) " :	$V_{WV}$	364 V
単相回路電流 :	$I_U$	537 A
" " 入 力 :	$W_U$	148.2 kW
" " 力 率 :		76.8 %
三相回路電流 :	$I_U$	245 A
" " :	$I_V$	314 A
" " :	$I_W$	193 A
" 出 力 :		131 kW
" 力 率 :		87.5 %
" kVA :		149 kVA
直流発電機電圧 :		110 V
" 負荷電流 :		36.4 A

のであった。(a),(b)を通じ負荷力率は87.5%になったが負荷には実用負荷を用い、多少の加減は送風機の圧力調整で行なったが、定格電圧より10%低下した電圧状態であるのでI.N指定の0.85の力率に合致しない点は許容された。

#### (c) 305 V 1時間温度上昇試験

(b)のテストに引き続き表4.4に示す負荷条件で実施した。三相出力は147.2 kVAで力率は87.5%であった。最終温度上昇値は

U相 71.0°C  
V相 92.0°C  
W相 78.0°C であった。

表 4.4 測 定 記 録

(UV) 電 圧 :	$V_{UV}$	306 V
(UW) " :	$V_{UW}$	276 V
(WV) " :	$V_{WV}$	304 V
単相回路電流 :	$I_L$	600 A
" " 入 力 :	$W_i$	145.5 kW
" " 力 率 :		79.5 %
三相回路電流 :	$I_T$	295 A
" " " :	$I_U$	367 A
" " " :	$I_V$	210 A
" " " :	$I_W$	210 A
" 出 力 :		129 kW
" 力 率 :		87.5 %
" kVA :		147.2 kVA
直流発電機電圧 :		110 V
" 負荷電流 :		36.4 A

#### (d) 480 V 1時間温度上昇試験

(c)のテストに引き続き表4.5に示す負荷条件で実施した。三相出力は151.7 kVAで力率は58%であった。最終温度上昇値は

U相 78.0°C  
V相 121.0°C  
W相 96.0°C

でもっとも苛酷な条件においてもH種絶縁の許容限度より、はるかに低いものであった。

なお、同一の負荷条件で昇圧すれば力率が低下するのは当然で、(d)のテストでは先にのべた負荷のうち、送風機電動機2台だけを負荷として、出力kVAを合わせた。力率を0.85にすることは困難であった。

表 4.5 測 定 記 録

(UV) 電 圧 :	$V_{UV}$	480 V
(UW) " :	$V_{UW}$	476 V
(WV) " :	$V_{WV}$	480 V
単相回路電流 :	$I_L$	540 A
" " 入 力 :	$W_i$	114 kW
" " 力 率 :		44 %
三相回路電流 :	$I_T$	175 A
" " " :	$I_U$	213 A
" " " :	$I_V$	175 A
" " " :	$I_W$	175 A
" 出 力 :		88 kW
" 力 率 :		58 %
" kVA :		151.7 kVA
直流発電機電圧 :		111 V
" 負荷電流 :		36.8 A

#### (5) 電源波形

規 格

端子電圧U,V間を480Vとし、負荷が0,50,100,150 kVA、力率が0.8,0.9のときの三相出力UV, VW, WUの電圧値、およびオシログラムの記録、三相電流、入力、力率を測定すること。

#### 測定結果

S.N.C.F.の承認をえてUV間電圧400V、力率は前項にのべた負荷条件で可能な範囲で実施した。電源電圧の波形は図4.2 OSC No.1に負荷0 kVA、図4.2 OSC No.2に負荷50 kVA、図4.3 OSC No.3に負荷100 kVA、図4.3 OSC No.4に負荷150 kVAのおおのの場合を示した。この測定では十分な電源容量を持たせたため波形のヒズミはきわめて少なかった。

表4.6には各負荷に対する測定データを示した。すなわち定格電圧400Vにおいては力率83%、三相出力、151 kVAでほぼ指示条件を満足したものと考えられる。

表 4.6 計 測 記 録

負荷(kVA)		0	50	100	150
測定項目 電 圧 (V)	U - V	400	400	400	400
	V - W	436	420	410	405
	W - U	434	410	392	382
電 流 (A)	単 相 回 路 電 流	146	263	393	517
	三 相 U 相		55	127	210
	" V 相		70	174	275
	" W 相		85	143	184
単 相 入 力 (kW)		9.6	48	94.5	141
三 相 出 力 (kW)			36	80	125
" (kVA)			49.3	101	151
" 力率(%)			73	79	83

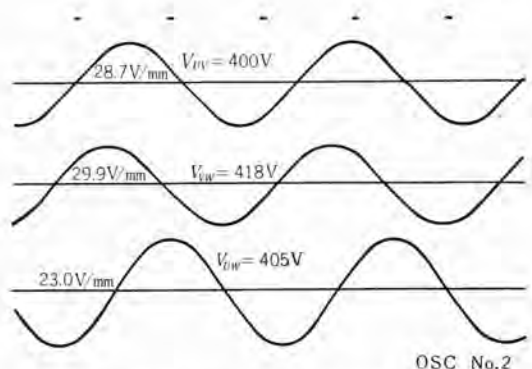
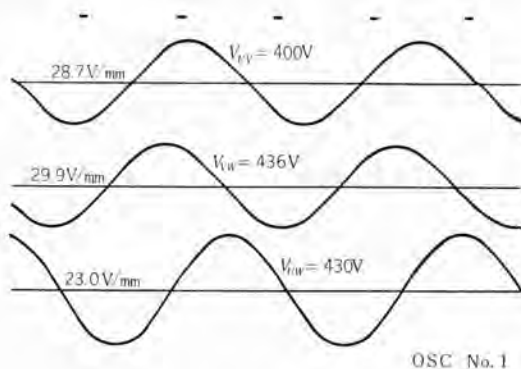


図 4.2 相変換機電圧 オシログラム

Fig. 4.2 Oscillogram of the three voltages.

#### (6) 無負荷試験

規 格



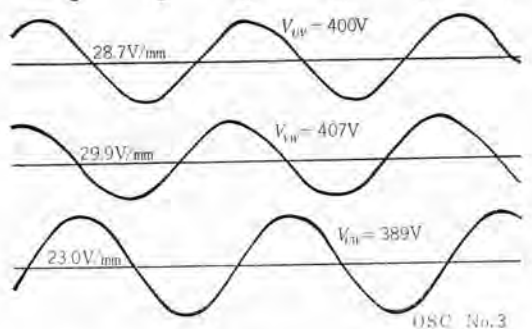


図 4.3 相変換機電圧 オシログラム  
Fig. 4.3 Oscilloscope of the three voltages.

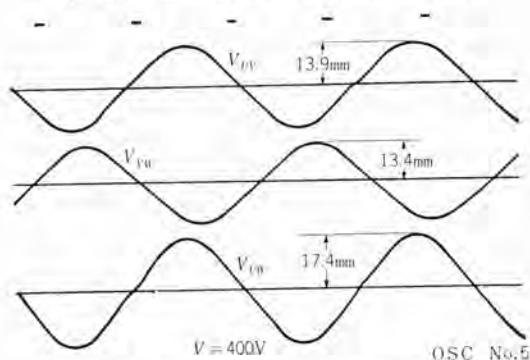


図 4.4 相変換機電圧 オシログラム  
Fig. 4.4 Oscilloscope of the three voltages.

UV 間電圧を 0 から 480 V まで変化させ、無負荷電流、および入力を測定すること、

#### 測定結果

測定回路および計器接続は 図 4.5 に示すとおりである。測定データを表 4.7 に記した。

表 4.7 無負荷試験結果

電 圧 (V)	電 流 (A)	損 失 (W)
480	190	9,800
440	160	7,200
400	140	5,700
360	125	4,500
305	102	3,300
200	65	2,100
100	37	1,400

#### (7) 短絡試験

##### 規 格

UV 間に電圧を加え、W 相は開放して、電流を 0 から 750 A まで変化し、各電流値に対する電圧、入力を測定する。

インド向け交流電気機関車用相変換機(2) 大野・八木・白田・和田

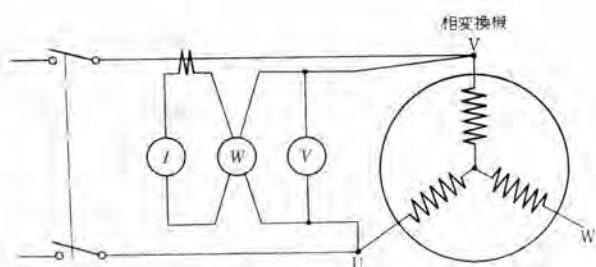


図 4.5 相変換機 タイプテスト 接続図 無負荷試験  
Fig. 4.5 Connection diagram of phase converter type test. No load test.

#### 測定結果

測定回路、および計器接続を図 4.6 に示す。この場合 W 相は開放されているので、回転トルクを生じないゆえ、特別な拘束装置は必要がない。

測定データを表 4.8 に示す。

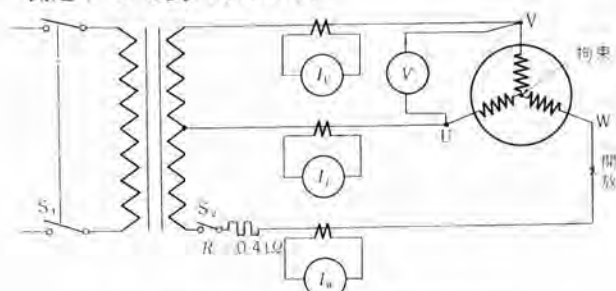


図 4.6 相変換機 タイプテスト 接続図 短絡試験  
Fig. 4.6 Connection diagram of phase converter, Short circuit test.

表 4.8 短絡試験結果

電 圧 (V)	電 流 (A)	損 失 (W)
110	750	28,400
100	675	22,200
90	600	18,000
79	525	13,800
68	450	10,500
53	350	6,600
38	250	3,600

#### (8) 停動トルクの測定

##### 規 格

UV 間の電圧を、210 V、260 V、315 V、370 V、420 V にして運転したときの停動トルクを測定する。

#### 測定結果

測定回路および計器接続を図 4.7 に示す。トルクの測定はあらかじめ特性のわかった直流発電機の出力より算

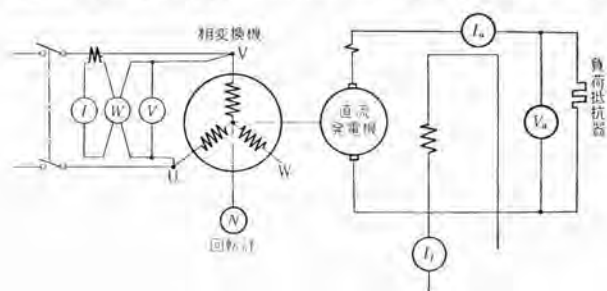


図 4.7 相変換機 タイプテスト 接続図 トルク測定試験  
Fig. 4.7 Connection diagram of phase converter type test. Torque measurement test.

表 4.9 最大トルク 測定結果

電 圧 (V)	最大トルク (kg-m)	回 転 数 (rpm)
420	228	約 1,420
368	174	"
320	132	"
260	89	"
210	58	"

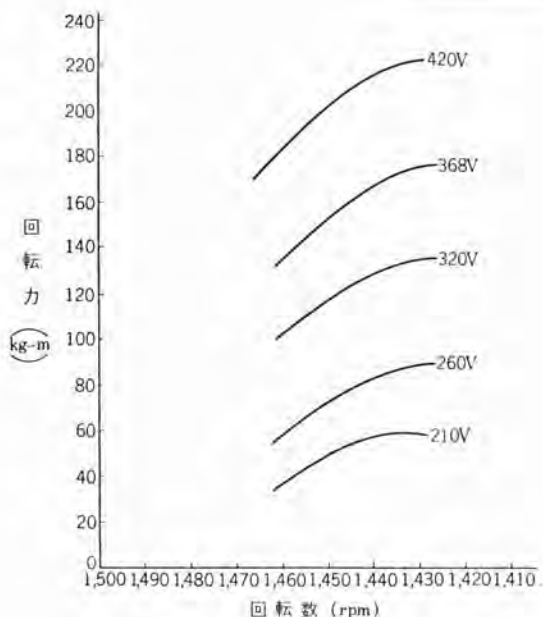


図 4.8 回転数—トルク 曲線  
Fig. 4.8 Maximum torque curves.

定した。

測定データを表 4.9 および図 4.8 に記した。

#### (9) 無負荷起動試験

##### 規 格

UV 間の電圧を、300 V、400 V、440 V とし、起動抵抗器を入れ、無負荷起動を行なわせ、起動時間を測定する。この場合、起動抵抗、変圧器の電圧降下、または付加リアクタの電圧降下を計算しておかなければならない。

##### 測定結果

測定回路は図 4.9 に示す。

電源には 50 MVA の特殊発電機を用い、起動電流による電圧降下を極力減少させた。起動抵抗には  $0.41\Omega$  を用いた。その結果無負荷起動時間は

300 V で 1.47 秒

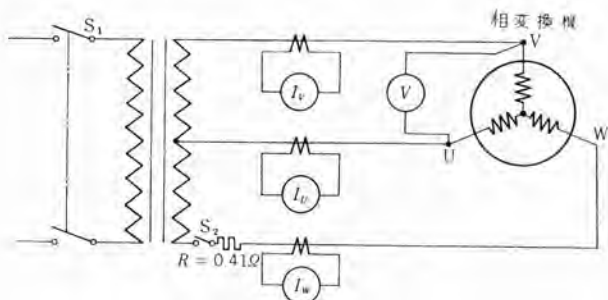


図 4.9 相変換機 タイラテスト 接続図 無負荷起動試験  
Fig. 4.9 Connection diagram of phase converter.  
No load starting test.

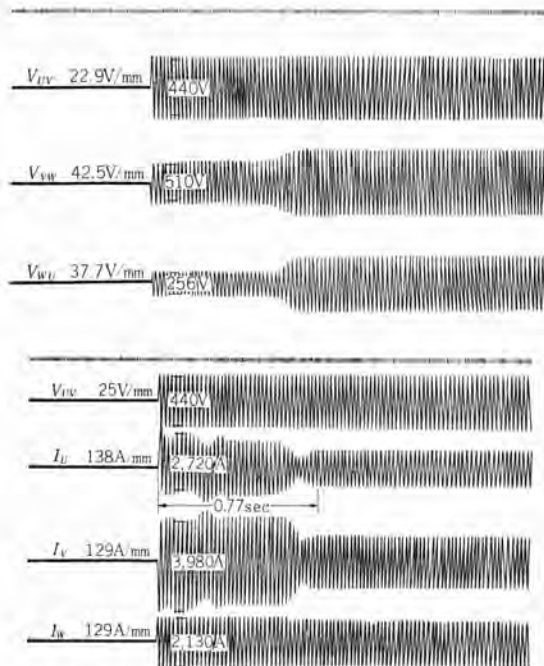


図 4.10 無負荷起動 オシログラム  $V_{uv}=440$  V  
Fig. 4.10 Oscillogram of the no load starting tests.

400 V で 0.87 秒

440 V で 0.77 秒

であった。起動状態の オシログラム は図 4.10、および図 4.11、4.12 に示した。オシログラム に見るように、400 V での最大起動電流は V 相で 3,460 A で、440V では 3,980 A に達した。また、相間電圧のうち、VW 間、WU 間が起動当初低下しているのは起動抵抗による電圧降下である。

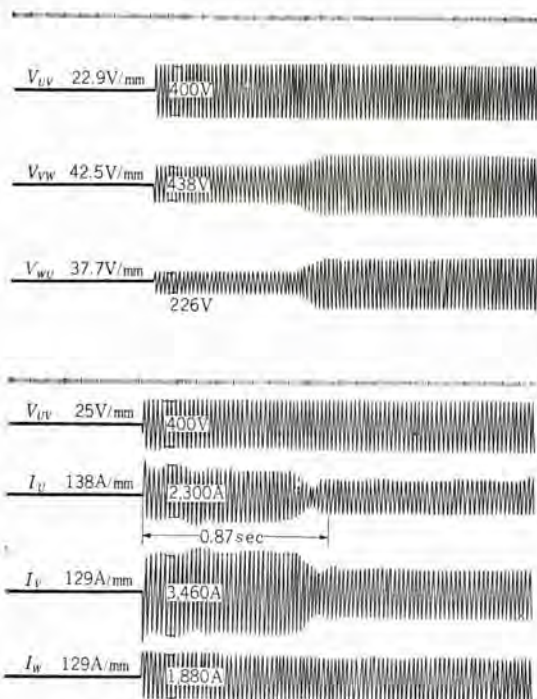


図 4.11 無負荷起動 オシログラム  $V_{uv}=400$  V  
Fig. 4.11 Oscillograms of the no load starting tests.



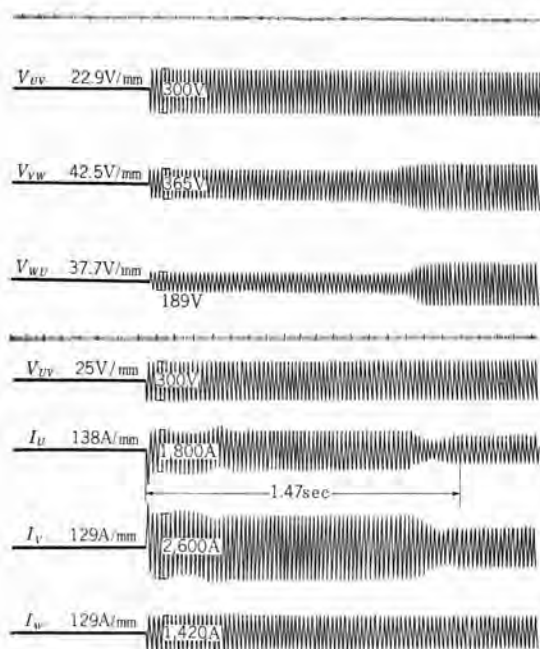


図 4.12 無負荷起動 オシログラム  $V_{UV}=300\text{ V}$

Fig. 4.12 Oscillograms of the no load starting tests.

#### (10) 拘束試験

##### 規 格

W相に起動抵抗を接続した状態で UV 間に 400V の電圧を印加し、回転子は回転しないように拘束して 5 秒間持続しても相変換機、および起動抵抗器に異常ないこと。

##### 測定結果

この試験では約 4,000 A の電流が 5 秒間持続し、しかも回路力率がわるいため、通常の変圧器では電圧降下が大きく実施困難であるので、特殊変圧器を使用し極力電圧降下を来たさないよう留意した。おそらく現車の変圧器を使用するならば、この規格条件での試験実施は困難であろう。欧州においても特殊変圧器を使用して試験を行なったようであり、S.N.C.F. の見解でもあくまで特殊試験であるとする建前をとっていたのであえて特殊条件で実施したものである。

測定回路は図 4.6 と同様である。ただし、W相は接続される。測定の結果若干の電圧降下があり 388 V になったが十分許容された。

##### 各相電流は

U 相	2,480 A
V 相	3,600 A
W 相	2,000 A

であり 5 秒間持続して相変換機および起動抵抗器ともなんらの支障もなかった。

なお、5 秒後の巻線温度上昇は

U 相	21°C
V 相	21°C

W 相 16.5°C

であった。

またテストとしては単相短絡、すなわち W 相開放で UV 間に 400 V の電圧を印加することも実施したが、この場合はトルクの発生がないので回転子拘束の必要がなく、U 相電流は約 2,700 A であった。もちろん 5 秒間の持続印加に十分耐え、かつ巻線温度上昇も 28°C であった。図 4.13 には単相短絡の回路接続を示した。

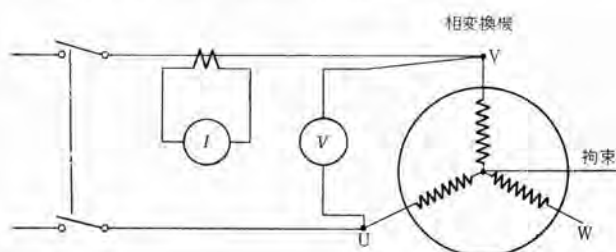


図 4.13 相変換機 タイプテスト 接続図 拘束試験

Fig. 4.13 Connection diagram of phase converter  
Single phase locked rotor test.

#### (11) 10 回起動試験

負荷に直流発電機 (4 kW)、油ポンプ電動機 (2.2 kW)、水ポンプ電動機 (1.5 kW) を接続した状態で 10 回連続に起動試験を行ない、相変換機および起動抵抗器に異常があってはならない。試験電圧は 400 V とする。

この試験に引き続き 400 V で 1 時間の全負荷温度上昇試験を行なう。

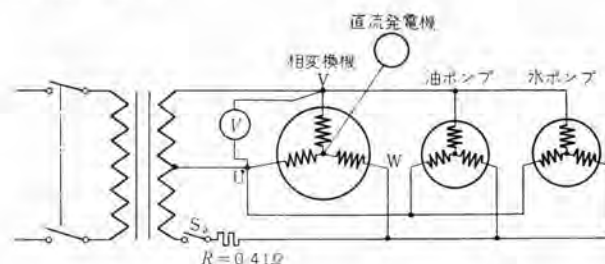


図 4.14 相変換機 タイプテスト 接続図 起動試験

Fig. 4.14 Connection diagram of phase converter.  
Starting test.

##### 測定結果

測定回路は図 4.14 に示すように、負荷には相変換機に直結された直流発電機、変圧器用油ポンプ電動機、イグナイトロン冷却水ポンプ電動機を接続したまま、起動試験を行なうものである。電源は電圧降下を来たさざるよう先のテストと同様 50 MVA の特殊発電機を用いた。起動間隔は 30 秒であるため 15~20 秒で回転子を停止させつぎの起動に備えなければならないため適当な制動方法が必要であった。運転時間は 5 秒とし、起動抵抗は 1.35 秒で開放するよう調整した。

図 4.17、4.18 は第 1 回目と第 10 回目の起動状態をオ

シログラムで示したもので加速完了時間は約0.9秒、1.35秒でW相、すなわち起動抵抗が切り放されている。10回起動後の巻線温度上昇は

U 相	41°C
V 相	37.5°C
W 相	32.0°C

であった。

10回起動試験後定格電圧400Vで全負荷温度上昇試験を1時間行なった。回路接続は図4.15のとおり。

最終温度上昇値は

U 相	57°C
V 相	60°C
W 相	55°C

であった。

(12) 過速度試験

1,880 rpm で2分間運転して異常を認めなかった。

(13) 耐電圧試験

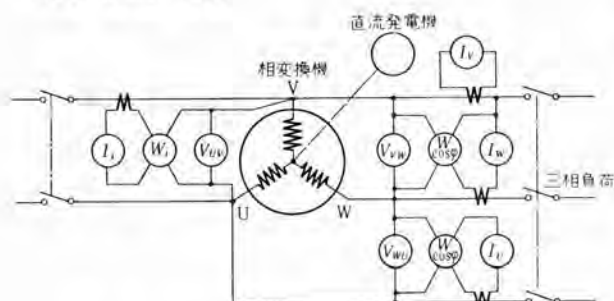


図 4.15 相変換機 タイラテスト 接続図 温度上昇試験  
Fig. 4.15 Connection diagram of phase converter type test. Temperature rise test.

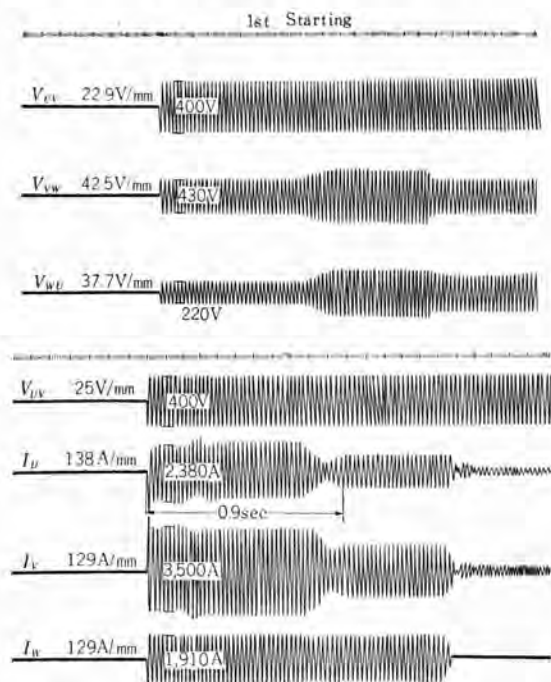


図 4.16 10回起動試験第1回起動のオシログラム  $V_{UV}=400V$   
Fig. 4.16 Oscillograms of the complete starting tests.

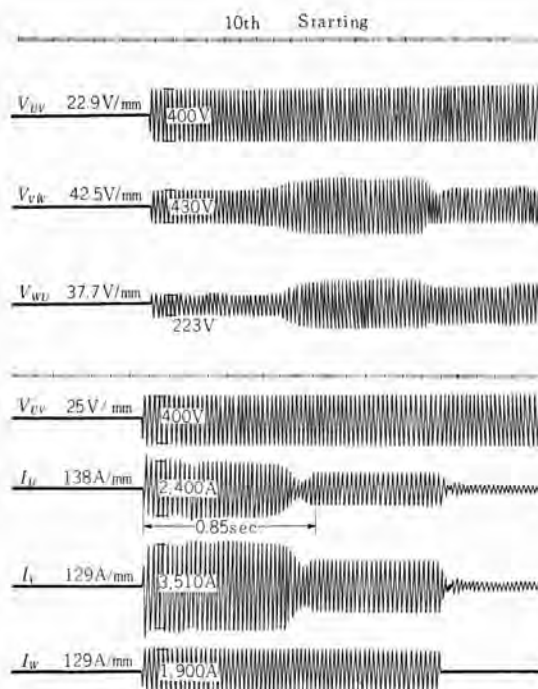


図 4.17 10回起動試験第10回起動のオシログラム  $V_{UV}=400V$   
Fig. 4.17 Oscillograms of the complete starting tests.

巻線と鉄心間に正弦波に近い、2,000Vの交流電圧を1分間印加し異常がなかった。

## 5. 補機総合組合せ試験

### (1) 概要

相変換機のタイプテストは現車の運転条件とはかなり異なっているため、現車に近い条件での負荷試験、起動試験を行なう必要がある。われわれは工場内で現車に装備される各補機電動を仮接続し、等価試験を実施した。

#### a. 電源

実使用条件では主変圧器一次側は無限母線とみなすべきものである。この試験では50MVAの特殊発電機を一次電源とし、極力電圧降下を少なくし、かつ電源波形がひずまないよう十分な配慮をした。試験電圧は、22.5kVが定格であるが、27.5kV、25kV、19kVのおおのこの場合をえらんだ。

#### b. 負荷

図5.1のような回路接続で負荷を加えた。図のおもな負荷略称はつぎのとおりである。

PC	: 相変換機 150 kVA 4P
MPE <sub>1</sub>	: 電動水 ポンプ 2.2 kW 4P
MPH	: 電動油 ポンプ 7.5 kW 4P
MVMT1	: 1号電動送風機 37 kW 4P
MVMT2	: 2号電動送風機 37 kW 4P
MCP	: 電動空気圧縮機 8.2 kW 2P
MPV <sub>1</sub>	: 1号電動真空 ポンプ 8.2/3.7 kW 2/4P



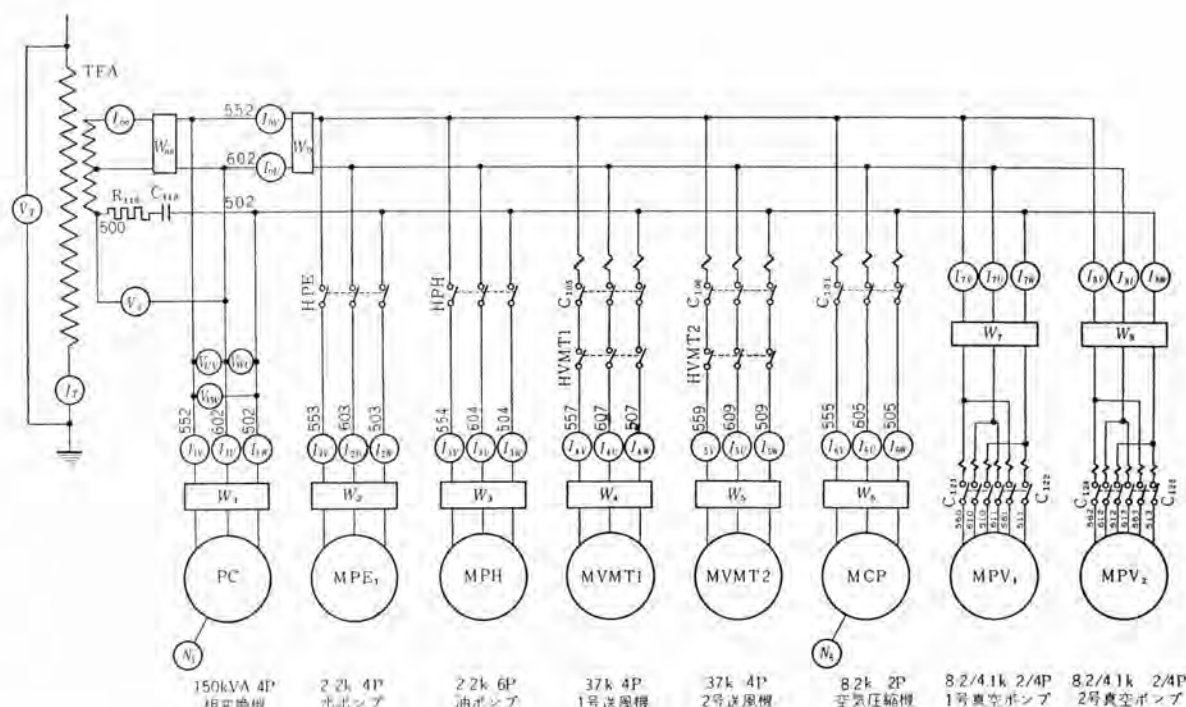


図 5.1 組合せ試験接続図  
Fig. 5.1 Connection diagram of combination test.

MPV<sub>2</sub> : 2号電動真空ポンプ 8.2/3.7 kW 2/4 P

## (2) 試験条件

### a. 定常運転試験

給電電圧 27.5, 25.0, 22.5, 19.0 kV のおのこの条件で線間電圧, 各補機電流, 入力を測定した。

### b. 相変換機の起動試験

直流発電機 (4 kW), 電動油ポンプ (2.2 kW), 電動水ポンプ (2.2 kW) を接続した状態で, 給電電圧 27.5, 25.0, 22.5, 19.0 kV のおのこの条件で相変換機の起動状態を試験した。

### c. 補機起動試験

相変換機起動後補機の起動試験を行なった。この場合, 全補機を同時に起動させる場合 (これを同時起動方式という), と MVMT 1, MVMT 2 をまず起動し, つぎに残りの 3 台を起動させる場合 (これを順次起動方式という) との 2 通りを試験した。

### d. ショット断再閉路試験

相変換機および全補機が運転中に短時間電源がショット断され, 惰行運転中にふたたび電源が投入された場合の試験を行なった。電源ショット断時間は 0.5, 1.2, 3.0 秒とし, 給電電圧 27.5, 22.5, 19.0 kV のおのこのに対して実施した。

## (3) 試験結果

### a. 定常運転試験

給電電圧 27.5, 25.0, 22.5, 19.0 kV のおのこのにたいし, MCP 運転を停止, MPV 2 P, 2 台と 4 P 1 台のお

のこの場合について総計 16 回の測定を行なった。MCP は圧力 7.4~7.7 kg/cm<sup>2</sup> に調整した。これらの測定結果を表 5.1 に示した。

力率  $\cos \varphi$  は次式により算定した,

$$\cos \varphi = \frac{1}{3} \frac{(\text{電力})}{(\text{正相電圧} \times \text{正相電流}) + (\text{逆相電圧} \times \text{逆相電流})}$$

また電圧不平衡率  $\alpha_v$ , 電流不平衡率  $\alpha_i$  は次式により算定した。

$$\alpha_v = \frac{(\text{逆相電圧})}{(\text{正相電圧})} \quad \alpha_i = \frac{(\text{逆相電流})}{(\text{正相電流})}$$

また各電圧において, MCP 運転, MPV 2 P, 2 台運転し

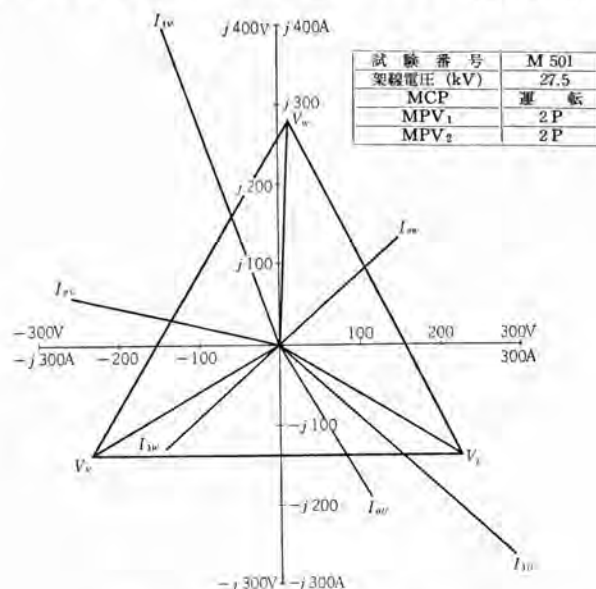


図 5.2 ベクトル図 27.5 kV  
Fig. 5.2 Vector diagram at 27.5 kV.

表 5.1 定常状態電気特性表

記号  $V$  電圧 (V)  $\cos \varphi$  力率 (%)  
 $I$  電流 (A)  $\alpha_v$  電圧不平衡率 (%)  
 $W$  電力 (kW)  $\alpha_i$  電流不平衡率 (%)

試験番号	M 501	M 502	M 503	M 504	M 505	M 506	M 507
MCP	運転	運転	運転	運転	停止	運転	停止
MPV <sub>1</sub>	2 P	2 P	2 P	2 P	2 P	4 P	4 P
MPV <sub>2</sub>	2 P	2 P	2 P	2 P	2 P	停止	停止
電源	$V^T$ $I^T$	27.5 11.8	25.0 9.6	22.5 8.4	19.0 8.1	22.7 8.0	22.7 7.3
線間電圧	$V_{UV}$ $V_{VW}$ $V_{WU}$ $\alpha_v$	455 485 470 3.7	430 450 435 2.8	398 410 390 2.9	336 342 316 4.5	403 414 396 2.8	404 417 402 2.6
単相回路	$I_{00}$ $W_{00}$ $\cos \varphi_{00}$	615 140 50.0	510 129 58.8	458 124 68.1	476 120 75	430 114 65.8	422 107 62.9
PC	$I_1 U$ $I_1 V$ $I_1 W$ $\alpha_{1i}$ $W_1$	392 425 198 249 21.0	324 363 181 262 15.4	278 321 170 278 12.6	260 303 176 328 9.6	271 313 162 275 12.8	267 309 159 272 11.8
出力	$I_0 U$ $I_0 V$ $I_0 W$ $\alpha_{0i}$ $W_0$ $\cos \varphi_0$	222 265 198 18 119 64.2	184 237 181 20 113 74.3	175 236 170 24 111 83.3	210 270 176 25 110 88.7	155 208 162 21 101 81.6	147 199 150 19 86.9 80.3
MPE <sub>1</sub>	$I_2 U$ $I_2 V$ $I_2 W$ $\alpha_{2i}$ $W_2$ $\cos \varphi_2$	3.81 4.90 3.24 27 1.09 33.9	2.84 4.35 3.18 22 0.98 37.3	2.28 4.08 2.94 40 0.95 44.8	2.28 4.17 2.19 63 0.86 56.2	2.25 4.02 3.06 36 0.93 40.0	2.28 3.93 3.06 35 0.92 41.3
MPH	$I_3 U$ $I_3 V$ $I_3 W$ $\alpha_{3i}$ $W_3$ $\cos \varphi_3$	4.17 4.74 3.75 15 2.26 66.1	3.66 4.50 3.57 17 2.23 75.6	3.60 4.50 3.45 19 2.16 85.0	4.20 5.10 3.48 23 2.06 88.2	3.33 4.26 3.42 18 2.17 77.2	3.48 4.35 3.51 16 2.08 79.6
MV MT1	$I_4 U$ $I_4 V$ $I_4 W$ $\alpha_{4i}$ $W_4$ $\cos \varphi_4$	78.6 94.6 73.2 17 41.0 61.7	64.0 82.0 64.6 18 38.9 73.7	59.0 79.0 58.4 20 37.8 83.7	71.6 90.0 62.0 23 37.8 87.6	58.4 77.2 61.4 19 38.1 84.5	58.6 75.4 64.0 17 38.1 83.3
MV MT2	$I_5 U$ $I_5 V$ $I_5 W$ $\alpha_{5i}$ $W_5$ $\cos \varphi_5$	80.2 96.2 75.0 16 44.2 65.3	67.6 85.2 67.6 18 42.0 76.3	64.4 83.0 63.0 19 40.4 83.2	76.4 95.6 67.6 23 40.6 90.5	63.0 80.2 65.6 17 40.8 84.1	63.2 80.6 67.2 16 41.0 85.1
MCP	$I_6 U$ $I_6 V$ $I_6 W$ $\alpha_{6i}$ $W_6$ $\cos \varphi_6$	17.5 18.8 12.6 16 9.05 64.9	14.4 17.6 12.0 23 8.84 78.6	14.7 18.7 11.9 26 9.12 86.9	17.8 21.5 11.5 36 8.98 91.8	— — — — — —	13.3 17.2 12.1 31 8.58 85.5
MPV <sub>1</sub>	$I_7 U$ $I_7 V$ $I_7 W$ $\alpha_{7i}$ $W_7$ $\cos \varphi_7$	17.4 19.8 13.6 25 10.3 78.2	15.0 19.0 13.6 25 9.97 82.4	15.5 20.5 13.7 27 10.1 90.3	18.2 23.1 14.1 29 9.95 91.2	14.0 19.1 13.8 24 9.56 90.0	8.40 12.1 10.3 22 4.69 65.6
MPV <sub>2</sub>	$I_8 U$ $I_8 V$ $I_8 W$ $\alpha_{8i}$ $W_8$ $\cos \varphi_8$	17.4 19.8 13.1 25 10.2 80.0	14.9 18.8 13.1 25 9.86 81.4	15.2 20.2 13.5 28 10.1 91.9	18.1 22.9 13.7 31 9.85 92.2	13.9 18.8 13.3 25 9.47 89.0	— — — — — —

(備) 各記号は図 5.1 参照のこと。

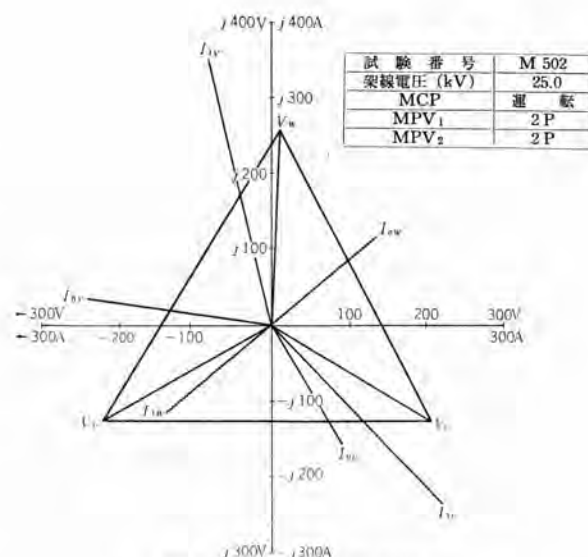
(注)  $V^T$  だけは (kV)

図 5.3 ベクトル図 25.0 kV

Fig. 5.3 Vector diagram at 25.0 kV.

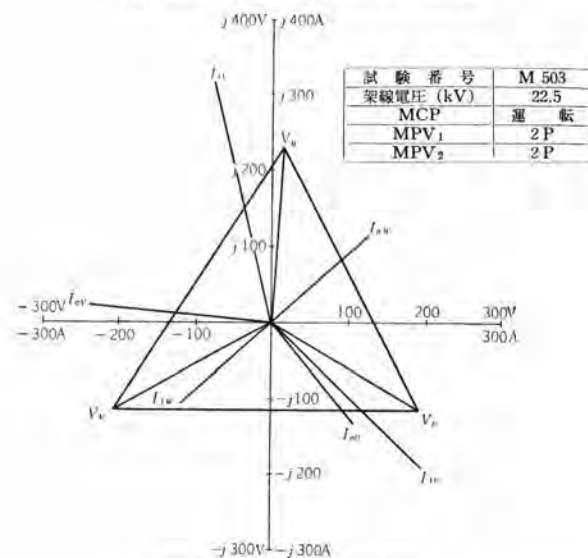


図 5.4 ベクトル図 22.5 kV

Fig. 5.4 Vector diagram at 22.5 kV.

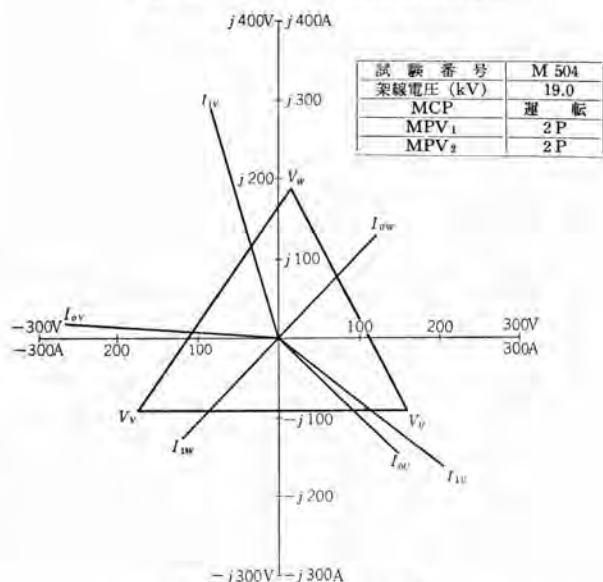


図 5.5 ベクトル図 19.0 kV

Fig. 5.5 Vector diagram at 19.0 kV.



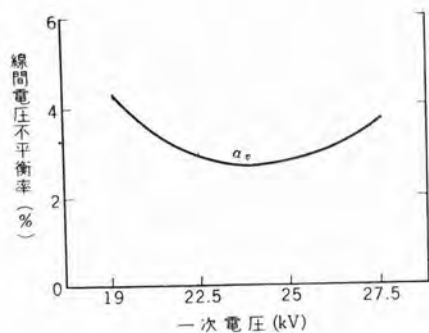


図 5.6 電圧不平衡率

Fig. 5.6 Voltage unbalance rate.

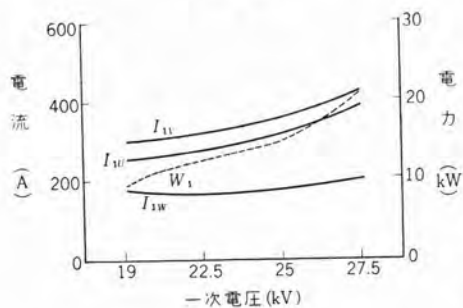


図 5.7 相変換機電流電力

Fig. 5.7 Current and power of phase converter.

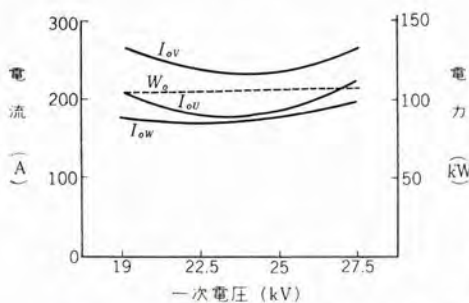


図 5.8 相変換機出力電流電力

Fig. 5.8 Output, current and power of phase converter.

図 5.10 相変換機起動試験 オシログラム (組合せ試験)  
Fig. 5.10 Oscillogram of phase converter starting test.

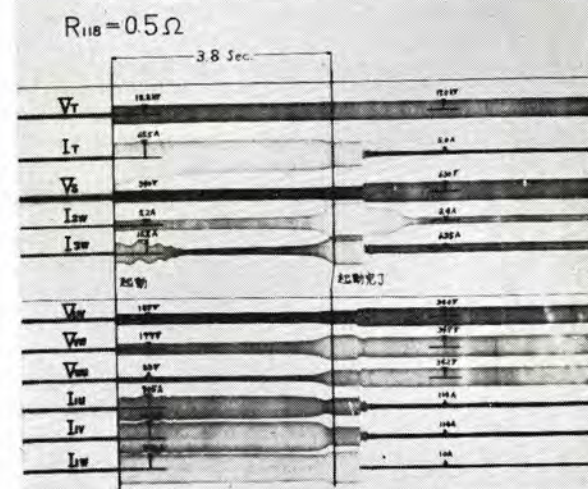
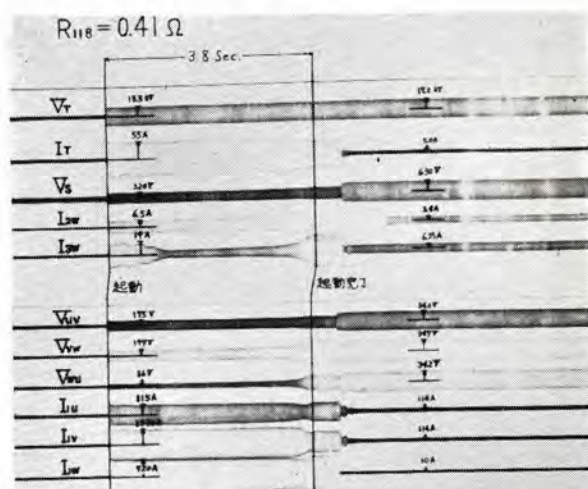


図 5.9 相変換機起動試験 オシログラム (組合せ試験)  
Fig. 5.9 Oscillogram of phase converter starting test.

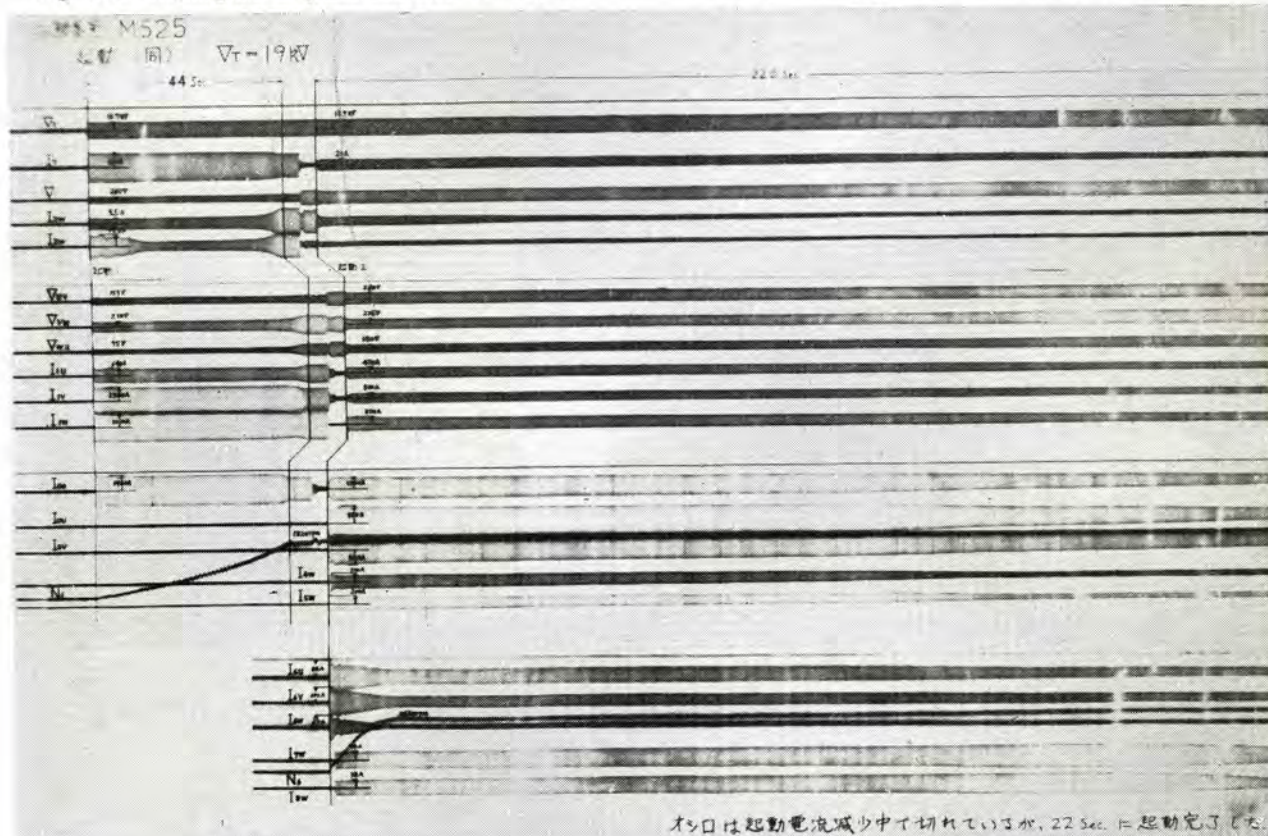




図 5.6 には一次電圧にたいする電圧不平衡率の変化を示した。この関係は負荷によって決定される。この試験では相変換機出力 185 kVA において  $\alpha_p < 4\%$  であり、

図 5.7, 5.8 には一次電圧に対する 相変換機の電流、電力の変化を示した。電圧が上昇すると負荷の力率が低下するため相変換機の W 相 インピーダンス降下が大きくなるので電圧不平衡率は高くなる。一方電圧が降下すると、

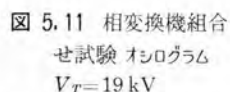
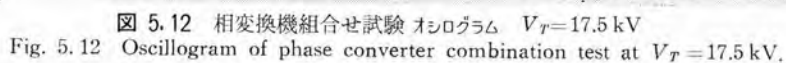


Fig. 5.11  
Oscillogram of phase  
converter combination  
test at  $V_T = 19$  kV.





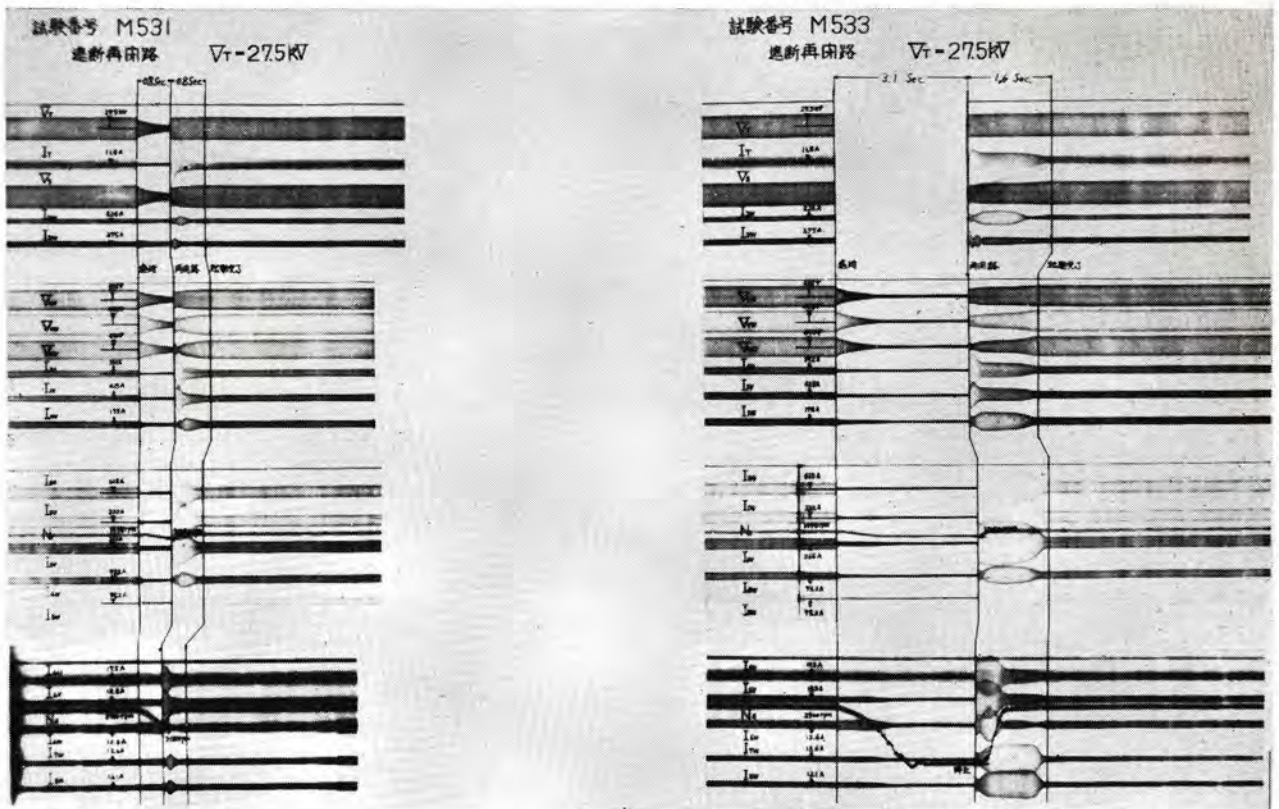


図 5.13 シヤ断再閉路試験 オシログラム  $V_T=27.5\text{ kV}$   
Fig. 5.13 Oscillogram of rupturing and reclosing circuit test at  $V_T=27.5\text{ kV}$ .

相変換機の相変換作用能力が低下するとともに、W 相電流が増加するので電圧不平衡率は高くなる。

$$\eta = \frac{(\text{相変換機出力})}{(\text{単相入力})}$$

相変換機の変換効率を次式のように規定すると

電圧 19 kV では 91.5%， 27.5 kV では 85.0% の効率と

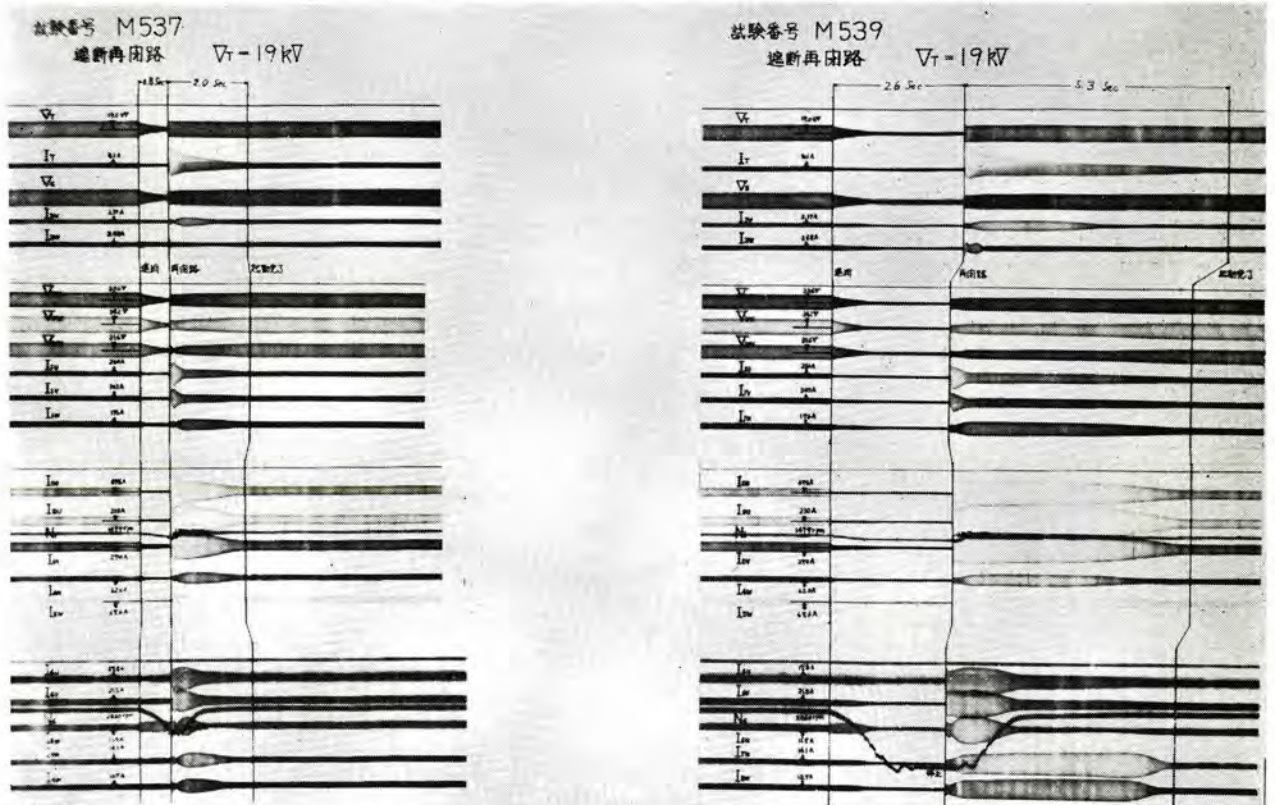


図 5.14 シヤ断再閉路試験 オシログラム  $V_T=19.0\text{ kV}$   
Fig. 5.14 Oscillogram of rupturing and reclosing circuit test at  $V_T=19.0\text{ kV}$ .

表 5.2 補機起動試験結果

一次電圧 (kV)	起動方式	$TS_1$ (sec)	$TS_2$ (sec)	$TS_3$ (sec)	$\Sigma T$ (sec)
27.5	同	2.2	3.0	—	5.2
27.5	順	2.2	2.5	0.95	5.7
22.5	同	2.9	5.1	—	8.0
22.5	順	3.0	4.2	1.5	8.7
19.0	同	4.4	2.2	—	26
19.0	順	3.9	6.2	5.5	16
17.5	同	4.8	不 能	—	—
17.5	順	5.5	10.5	6.6	22

$TS_1$  : ARNO の起動時間

$TS_2$  : 同時起動方式では 5 台の補機が完全起動完了までの時間。

順次起動方式では MVMT1, MVMT2 の 2 台が起動完了するまでの時間。

$TS_3$  : 順次起動方式の場合だけ、MCP の投入により MCP, MPV<sub>1</sub>, MPV<sub>2</sub> が起動完了するまでの時間。

$\Sigma T$  :  $TS_1 + TS_2 + TS_3$

表 5.3 シュ断再閉路試験結果

一次電圧 (kV)	第 1 回 (sec)		第 2 回 (sec)	
	シュ断時間	再起動時間	シュ断時間	再起動時間
27.5	0.7	0.8	0.8	0.8
22.5	0.7	1.1	0.8	1.0
19.0	0.7	3.7	0.8	2.0
27.5	1.4	1.15	1.4	1.1
22.5	1.4	2.5	1.4	1.5
19.0	1.4	7.4	1.4	5.5
27.5	3.1	1.9	3.1	1.6
22.5	2.4	2.8	4.0	2.9
19.0	3.1	6.5	2.6	5.3

なる。

#### b. 相変換機起動試験

起動抵抗値を  $0.25 \Omega$ ,  $0.30 \Omega$ ,  $0.41 \Omega$ ,  $0.5 \Omega$  の各場合について起動試験を実施し、最適の抵抗値を  $0.41 \Omega$  と決定した。試験結果を図 5.9 に示した。

#### c. 補機起動試験

同時起動方式、順次起動方式のおのおのについて実施したが、その結果を表 5.9 に示す。また起動状態は図 5.10, 5.11, 5.12 のオシログラムで見られたい。(都合上代表例だけに留めた)

データで明らかなように  $17.5 \text{ kV}$  の低電圧では同時起動方式は若干困難であるので、実運転において  $17.5 \text{ kV}$  程度の低電圧がありうるとすれば順次起動方式を考慮しなければならないであろう。

#### d. シュ断再閉路試験

シュ断時間  $0.7, 1.4, 3.0$  秒、給電電圧  $27.5, 22.5, 19.0 \text{ kV}$  について実施した。

試験結果を表 5.3 およびオシログラム図 5.13, 5.14 に示した。

この試験の結果  $19 \text{ kV}$  の電圧でもシュ断再閉路に十分耐えることが明らかとなった。

## 6. む す び

以上で今回製作したインド向け交流電気機関車用相変換機の理論的解説と、実測値による特性とについて述べた。補機回路の良否は、交流電気機関車の性能に直接影響を与えるものであるから、補機回路の電源となる相変換機の特性は、重大な関係がある。補機を円滑に安定して運転するためには、相変換機によって得られる三相回路の電圧状態を、定常時、過渡時とも良好にするのが望ましい。今回製作したものは一応、安定運転を保証する値は得られたが、必ずしも理想的な値ではなく、さらにその特性の改善については努力を重ねてゆく考えである。

相変換機は、現在まで一般工業用として製作されたことはなく、国鉄の交流電化によって製作されたもので、規格も試験仕様も制定されていなかった。今回の製作に際しては、フランス国鉄側より提示された規格、試験仕様も提示されたが、これに基づいて日本国鉄を中心とした交流電化関係者の間でこれが立案、検討されつつある。

今回のインド向け交流電気機関車用相変換機 11 台の製作にあたっては、種々の困難が伴ってはきたが、関係者一同の努力によりここに無事完成し納入することができた。

この交流電気機関車がインドにおいて、欧州連合の機関車に対抗して、優秀な性能を発揮して好成績に運転されんことを切望する次第である。



# マグネットワイヤの熱劣化 (1)

研 究 所 森 田 義 男\*・坂 田 桂 三\*

## Thermal Deterioration of Magnet Wire (Part 1)

Research Laboratory Yoshio MORITA・Keizō SAKATA

The last development of magnet wire is remarkable with introduction of a variety of synthetic resin coated wire. Among various features of new products thermal life is taken up for study by diversified testing methods. The writers have made extensive thermal aging tests on a number of specimens and have discovered that twisted specimens without varnish treatment brought about fusing at a contacted portion of twist and cracks in the neighborhood of this point when accelerated temperature test was conducted. These results are the outcome of the observation on the cross section of the specimens. Their conclusion is that this crack on coating are one of major cause of the breakdown of specimen.

### 1. ま え が き

最近のマグネットワイヤの発達にはめざましいものがあり、各種の合成樹脂皮膜電線が提供され、おのおのの特長に応じた使用の検討が行なわれている。このうちとくに耐熱寿命の問題では、これらの新しいワイヤの使用温度区分をきめるため、種々の方法による熱劣化試験がさかに行なわれている。またこのような絶縁皮膜電線の熱劣化試験法について多くの検討が行なわれた結果、簡易なヨリ合せ試片による機能的な試験の方法が AIEE No. 57 または IEC TC-15 (CO) 19 に確立されている。

(1)(2)

この第1報においては、AIEE の試験法を用い、主としてワニス処理なしの場合につき各種のワイヤの相対的な耐熱寿命を比較するとともに、この試験法を構成している種々の因子がこれらの耐熱寿命に与える影響について検討した。つぎに以上の熱劣化試験を行なった各種ワイヤの劣化試片の断面・表面における巨視的な欠陥の発生を観察して劣化の様相を知ること努めるとともに、ヨリ合せ試片と直線状試片の熱劣化による破壊電圧低下の特長などを比較した。

これらの結果から AIEE 法による無処理試片は2線をヨリ合せた接触点に融着を生じており、その近傍に発生する皮膜のクレツが劣化の終点となる破壊のおもな原因の一つとしてあげられることを考察した。

またこのような現象を生ずる比較的高温での耐熱寿命を、より低い温度にまで外挿しうる限界について推論した。

従来までの多くの研究ではかかる耐熱寿命が、試片のどのような劣化の様相に基づいているかについて検討されたことは皆無といっても過言ではなく、その意味で AIEE 試験法に一つの検討を加えたことになると思う。

### 2. 熱劣化試験法

#### 2.1 熱劣化試験法と AIEE No. 57

電気機器に用いられる絶縁物は、機器自身あるいはその使用条件からくる熱にさらされ、長期間には物理的、化学的に劣化をひき起こし使用に耐えなくなる。

最近の電気機器小形化の傾向はこの問題をいっそう重視する結果となり、新しい絶縁物あるいは絶縁組織の耐熱寿命あるいは使用温度区分、およびその試験法の問題などについて多くの研究が行なわれている。

一般に電気機器の耐熱寿命を短時間に評価しようとするれば、比較的高温を用いた加熱促進試験にたよらざるを得ないが、このような促進試験の結果を、より低い温度にまで外挿し耐熱性を定める方法がとられている。このことを理論づけたのは Dakin<sup>(3)</sup> であり、化学反応速度係数の温度依存性を示した Arrhenius の方程式を絶縁物の寿命と温度との関係に発展させ、種々の実験値ともよく適合することを報告している。

マグネットワイヤの皮膜絶縁について耐熱寿命の促進比較を行なうためには、従来から多くの方法が採用されているが、これらの方法を分類して総括すると<sup>(4)</sup> 下記に大別され、それぞれの方法によって試片の形状、劣化を判定する特性因子ならびにその寿命の終点とする基準が定められている。

(1) 比較的簡易な試片構成で機能的評価を行なう場合

- a. ヨリ合せ試片……破壊電圧、基準電圧印加<sup>(4-8)</sup>
- b. ディフレクテッドビーム試片……基準電圧下で破壊する伸び%<sup>(9)</sup>
- c. コイル状試片……破壊電圧、絶縁抵抗、 $\tan \delta$ 、コイル開始電圧など<sup>(10-13)</sup>

(2) 直線状試片で材料単独の評価を行なう場合

- a. マンドレル 巻付, 伸張 キレツ・剥離, 捻回剥離など (4,5,8,12,14)
- b. 重量, 寸法減少<sup>(4,8,15)</sup>
- c. 分解 ガス 発生量<sup>(16)</sup>

(1)の方法は主として電氣的な特性による劣化および検出の基準が採用され, 実際の機器が遭遇する種々の因子の影響を見るとか, 試験方法にこれらを取入れていることが多く, 一般に加熱 サイクル のくり返しが加えられている。もっと複雑な試片を用いる試験としては, モートル (モデルモータ<sup>(17-22)</sup>), 小形 モータ<sup>(23-28)</sup> などによる方法があるがこれについてはふれなかった。

(2)の方法は主として機械的, 物理化学的な劣化検出の方法によっている。

これらの方法中, C.G. Currin, J.F. Dexter が1954 年の AIEE, Winter General Meeting に報告した ヨリ 合せ試片を用いる方法<sup>(9)</sup>が試片が簡易でしかも機能的で, モータ や モデルモータ を用いる方法と密接な関連性があることが注目され, さらに米国の 6 研究所によって協同試験が行なわれた<sup>(3)</sup>。その結果 1955 年 10 月再現性があり, 機能的かつ経済的な試験法として IEC にも提案され, AIEE No. 57 (1955 試案) に規格化されるに至った。その後細部の点では一部の変更<sup>(1)(2)</sup>が行なわれているが基本的なものではない。

この試験方法について 1955 試案をもとにして大略の説明を加えるとつぎのとおりである。

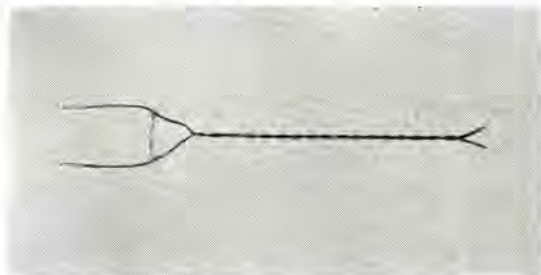


図 2.1 ヨリ 合せ試片  
Fig. 2.1 Twisted pair specimen used in thermal life evaluation test.

表 2.1 ヨリ 合せ試片と試験条件  
(AIEE No. 57, 1955 抜粋)

心 線 径 (mm)	皮膜厚さ×2 (mm)	検出 電圧 (V)	ヨリ合 せ荷重 (g)	捻回数 (回)	試験 温度 (°C)	推定最高温度範囲(°C)			
						105~120	125~140	145~160	
0.455~ 0.725	0.028~0.043	500	450	12	260	—	—	4	
					250	—	—	7	
					240	—	4	12	
					230	—	7	20	
	0.046~0.068	700			220	4	12	36	
					210	7	20	72	
					200	12	36	150	
					190	20	72	280	
0.73~1.25	0.035~0.053	600	1,360	9	180	36	150	540	
					170	72	280	1,200	
					160	150	540	—	
					150	280	1,200	—	
	0.056~0.081	1,000			140	540	—	—	
					130	1,200	—	—	
	0.084~0.104	1,200			—	—	—	—	
					—	—	—	—	

(1) この試験法は心線径 0.25~3.28mm の丸線 (1959—平角線を含む) に樹脂皮膜を焼付した マグネットワイヤ に適用される。

(2) 試片は 図 2.1 のような ヨリ 合せ試片で心線径の相違により ヨリ 合せ時の荷重, ヨリ 合せ数が表 2.1 のように規定されている。試片数は ワニス 処理では 10 本, 無処理の場合は 20 (1959), 25 (1955) 本が必要である。

(3) 表 2.1 のように推定最高温度範囲ごとに定められた加熱温度の恒熱炉に試片全部を入れ, その加熱時間ごとに取出して室温まで冷却保持したのち, 皮膜厚さごとに定められた検出電圧を 1 秒間印加し, 合格した試片だけふたたび加熱をくり返す。

(4) この加熱—冷却を 1 サイクル とし, はぼ 10 サイクル で平均寿命になるように, 加熱温度と時間の関係 (1955 と 1959 ではやや異なっている) が定められている。試験は少なくとも 3 温度で行ない, 得られた個々の試片の寿命値を対数平均しその寿命時間を絶対温度の逆数目盛上でプロットして, 使用低温にまで外挿し寿命を推定する。個々の破壊した試片の寿命時間の計算は次式によっている。

試片の破壊時間=全加熱時間

$$-1 \text{ 周期の加熱時間} \times \frac{1}{2}$$

(5) 皮膜厚さごとに定められた検出電圧は, 2 線間の絶縁に 300~500 V/mil (1,200~2,000 V/0.1mm) がかかるように選択されており, 同じ厚さの空気の破壊電圧より十分高くとられている。

## 2.2 この実験に用いた試料

この報告では主として上述した ヨリ 合せ試片を用い,

表 2.2 試 料

種 別	製造元	線径 (mm)	実測皮膜 厚さ (mm)	大略 の皮 膜等級	検出印加 電圧 (V)	*1 試験 温度	*2 処理 ワニス	使用エナメル 樹脂
油性エナメル	C	1.0φ	0.052	0 種	1,200	Z	a	—
ホルマール	A	"	0.071	特種	2,000	Z	a	—
"	B	"	0.039 <sub>8</sub>	0 種	1,000	Z	a	—
ホルムバール	米国製	"	—	0 種	1,000	Z	c	Formvar
ポリエステル	A	"	0.067	特種	2,000	X	a	Isonel
"	E	"	0.042	0 種	1,000	X	b	—
"	E	"	0.078	特種	2,000	X	a	—
エポキシ	A	"	0.078	特種	2,000	Y	a	Epikote
ポリウレタン	F	"	0.039 <sub>9</sub>	0 種	1,000	X	b	—
"	A	"	0.067	特種	2,000	Y	a	D800/D-AP
"	G	"	0.042 <sub>7</sub>	0 種	1,000	Z	c	—
シリコン	A	"	0.075	特種	2,000	X	a	D.C 1361
"	D	"	0.037 <sub>3</sub>	0 種	1,000	X	b	—
ホルマール	A	0.6φ	0.044 <sub>4</sub>	特種	1,000	Z	—	—
"	"	"	0.034 <sub>3</sub>	0 種	"	"	a	—
"	"	"	0.029 <sub>8</sub>	1 種	"	"	—	—
"	"	"	0.021 <sub>5</sub>	2 種	"	"	a	—
ポリエステル	A	"	0.049 <sub>2</sub>	特種	"	X	—	Isonel
"	"	"	0.039 <sub>9</sub>	0 種	"	"	a	—
"	"	"	0.035 <sub>1</sub>	1 種	"	"	—	—
"	"	"	0.023 <sub>6</sub>	2 種	"	"	a	—

\*1. 加熱試験温度は下記の表示にしたがった。

X: 200, 220, 240°C, Y: 180, 200, 220°C, Z: 160, 180, 200°C

\*2. ワニス処理しない場合と, 3 種のワニスで処理した場合について試験した。

a: フェノリックワニス, b: アルキッドワニス, c: フェノリックワニス



表 2.3 実験に用いた各種 マグネットワイヤ の一般的な組成と特長

特 長	油性エナメル線	ホルマール線	ポリエステル線	エポキシ線	ポリウレタン線	シリコーン線
組 成	乾性油 (たとえばシナ桐油、アマニ油) とエポキシ樹脂を添加して硬化した樹脂 (ロジン、セラック) 最近では乾性油と油溶性フェノール樹脂、アルキッド樹脂	ポリビニルアセタール樹脂を主体とし、熱硬化性樹脂を添加して性能の改善を行っている。たとえば ・アニリン樹脂 ・イソシアネート ・フッ素樹脂 ・フェノール樹脂	テレフタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸メチル等と多価アルコール	エポキシ樹脂にポリアミド樹脂、あるいはメタクリル樹脂、フェノール樹脂等を添加したもの	イソシアネ酸化合物とポリエステル 前者をデスメデュール、後者をデスメヘン、の名称で市販されている	シリコーンとアルキッド樹脂 Si-O-Si のシロキサン結合が主体で、これに有機基が結合した構造
特 長 (参考)	1. 耐溶剤性、耐油性に劣る 2. 安価である 3. 耐摩耗性に劣る 4. 電気的性質はとくに劣らない	1. 耐摩耗性優秀 2. 屈曲によりピンホールを生ずる可能性はあるがヒートセットすれば良くなる 3. 耐アルカリ性良好	1. 耐摩耗性かなり良好でホルマール線に次ぐ 2. 耐熱性良好 3. 耐アルカリに弱い	1. 耐薬品性、耐溶剤性に良好 2. 耐熱性もかなり良い	1. 皮膜剥離せずにハンダ付可能 2. 耐アルカリ性良好 3. アルコール溶剤に弱い	1. 耐熱性優秀 2. 耐溶剤性、耐摩耗性に劣る

まず AIEE No. 57 (1955) に従って試験を行なった。

試験に用いた試料は表 2.2 のとおりで、とくに耐熱試験の対象とされる種々のマグネットワイヤである。その一般的な組成および特長を表 2.3 に掲げて参考とした。線径には標準とされている 1.0φ のものを主として選び、これに 0.6φ の線を加えている。皮膜厚さも 2 種程度のものでは皮膜の欠陥がやや多いので、0 種以上のものを主に用いている。

以上の寿命試験のほかに種々の実験を行なっているが結果を述べる都度説明を加えることとする。

### 3. 実験結果

#### 3.1 各種ワイヤの耐熱寿命

前述した AIEE 試験法によって、ワニス処理なしの場合とワニス処理を施した場合につき各種ワイヤの耐熱寿命を比較した。

##### (1) ワニス処理なし (無処理) の場合

AIEE 法による無処理のヨリ合せ試片を予備加熱 (130℃×30分) し、熱劣化試験において採用する検出電圧の 3 倍値の交流電圧を 1 秒間印加して予備試験を行なっ

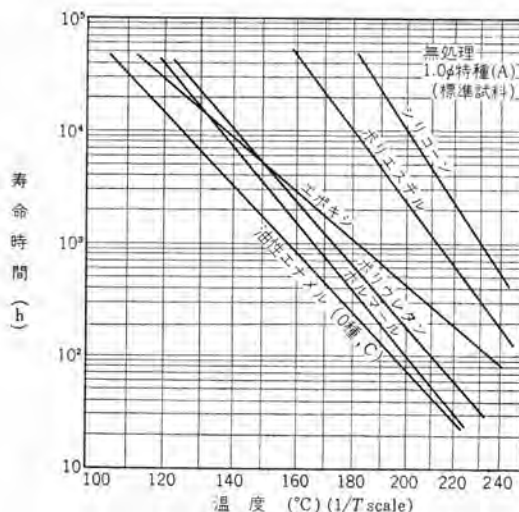


図 3.1 各種マグネットワイヤの寿命-温度曲線 (無処理)  
Fig. 3.1 Thermal life curves of unvarnished dielectric twisted specimens with different kinds of enameled wires.

表 3.1 耐熱寿命曲線の常数\*

種 別	製造元	線径	大略の皮膜等級	無 処 理		ワニス処理	
				a	b	a	b
油性エナメル	C	1.0φ	0 種	9.365	5328	9.739	5724
ホルマール	A	"	特種	10.78	6046	6.77	4329
"	B	"	0 種	10.61	5869	6.719	4259
ホルムパール	米国製	"	0 種	—	—	4.336	3097
ポリエステル	A	"	特種	10.711	6658	8.443	5482
"	E	"	0 種	12.007	7147	10.017	6341
"	E	"	特種	11.240	7026	7.164	4937
エポキシ	A	"	特種	6.349	4250	5.549	3936
ポリウレタン	F	"	0 種	13.505	8083	9.336	5982
"	A	"	特種	8.612	5145	9.007	5254
"	G	"	0 種	12.00	6745	11.817	6587
シリコーン	A	"	特種	—	—	11.052	6882
"	D	"	0 種	12.048	7430	9.723	6215
ホルマール	A	0.6φ	特種	9.94	5629	—	—
"	"	"	0 種	12.316	6655	11.04	6175
"	"	"	1 種	11.49	6270	—	—
"	"	"	2 種	11.672	6296	11.55	6418
ポリエステル	A	"	特種	11.122	6851	—	—
"	"	"	0 種	11.597	7008	7.956	5236
"	"	"	1 種	10.745	6444	—	—
"	"	"	2 種	9.825	5956	5.647	4024

\* 耐熱寿命曲線は Dakin<sup>(3)</sup> によると下式によって表わされる。

$$\log_{10} t = a + b/T$$

t: 寿命時間

a, b: 材料によって定まる常数

T: 絶対温度

た、この試験を通過した試片各 25 個ずつを 1 点温度の試片群とし、表 2.2 に示したような加熱温度を選んで試験を行なった。検出電圧は表 2.2 に示すとおりで、とくに皮膜の厚いものは表 2.1 の値に準じて定めた。試片は室温中 12 時間保持後検出電圧を印加した。その間の湿度は室温で R.H. 75 % デシケータ中である。これらの結果から寿命曲線、すなわち横軸に絶対温度の逆数、縦軸には寿命時間の対数を取り、最小自乗法によって表 3.1 のような最適曲線を算出した<sup>(29)</sup>。図 3.1 は表 2.2 に示した樹脂を用いてとくに製作された標準試料で、皮膜厚さが厚く欠陥の少ない 1.0φ の各種のワイヤによる寿命を示したものである。したがってワイヤ皮膜自身の耐熱性の標準となる傾向を示しているものと考えられる。これらのうち、とくにエポキシ線が傾斜を異にしており、低温において寿命が低い傾向がみられる。つぎに 2、3 のメカによって製作されたそれぞれ同系統のワイヤについて比較を行なった結果を図 3.2 に示した。たとえ同一の樹脂、組成が用いられているとしても、皮膜厚さが

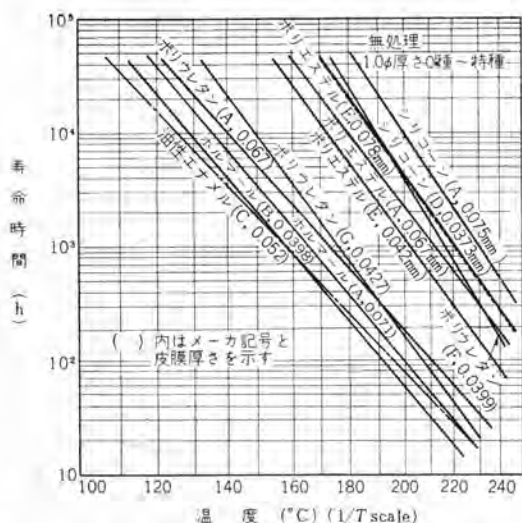


図 3.2 各種マグネットワイヤの温度-寿命曲線

Fig. 3.2 Thermal life curves of unvarnished dielectric twisted specimens with different kinds of enameled wires.

異なりまた製造条件も同一ではない。したがって単純には比較しづらいが、ポリウレタン線を除き、同じ系統の線種についてはその温度に対する寿命曲線の傾斜がほぼ同等と見ることができる。表 3.1 の  $b$  の値はこれを示している。ポリウレタン 3 社の製品は、それぞれその傾向を異にしており、また F は明らかに A (D-800/D-AP)、G より耐熱寿命が大で ポリエステル線とほぼ同等の寿命をもっている。つぎに図 3.3 は同じメーカで皮膜厚さを異にした 0.6φ ホルマル線と ポリエステル線の寿命曲線を示したものである。この場合は検出電圧が同じであるから厚さが厚くなると寿命値が一般に大となることは明らかである。

## (2) ワニス処理の場合

無処理試片の場合と同様に予備加熱、予備試験を完了したヨリ合せ試片を用意し、熱硬化性ワニスの代表であ

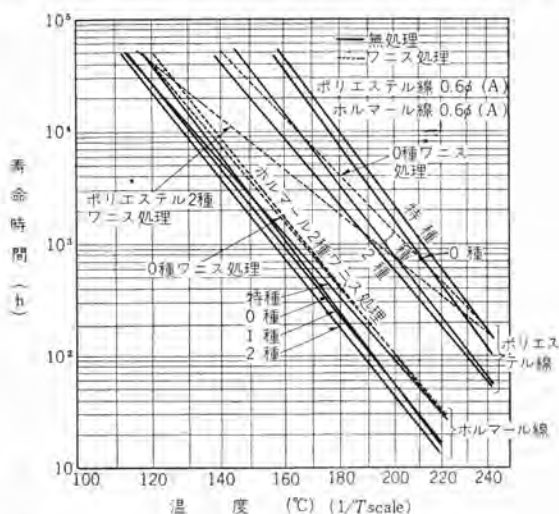


図 3.3 各種マグネットワイヤの寿命-温度曲線

Fig. 3.3 Thermal life curves of unvarnished and phenolic varnished dielectric twist specimens with different kinds of enameled wires.

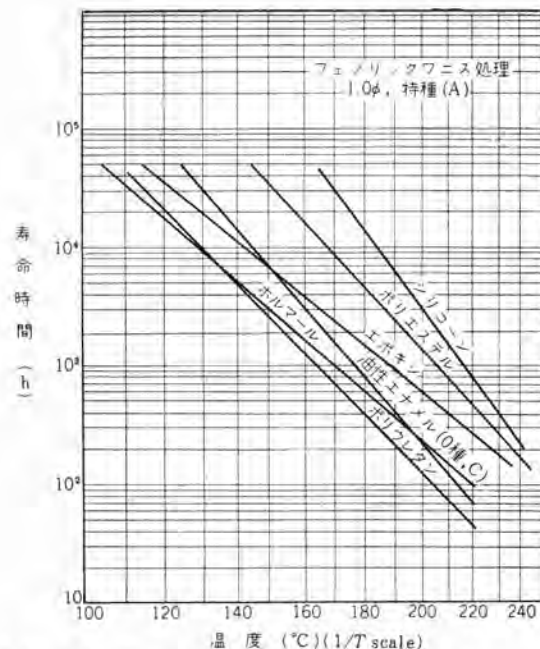


図 3.4 各種マグネットワイヤの寿命-温度曲線 (フェノリックワニス処理)

Fig. 3.4 Thermal life curves of phenolic varnished dielectric twist specimens with different kinds of enameled wires.

るフェノリックワニス 2 種類、アルキッドワニス 1 種類に 1 回浸漬 (気泡の発生がなくなるまで) 後 130°C × 6 時間焼付した。この試片は無処理の場合よりバラツキが少ないことが知られているので、おのおの 10 個ずつの試片群とし、表 2.2 に示した加熱温度で同じ試験を行なった。これらの結果から無処理の場合と同様に寿命曲線の常数を示すと表 3.1 のとおりである。図 3.4 はこれらの結果のうち、標準的に製作された 1.0φ 各種ワイヤのフェノリックワニス処理した場合につき示したもので、図 3.1 の無処理

表 3.2 各種マグネットワイヤのワニス処理と無処理における耐熱寿命時間の比較

種別	製造元	大略の皮膜等	ワニス処理の有無	試験温度における寿命時間 (h)					試験温度におけるワニス処理の効果	4 万時間における耐熱温度 (°C)
				160°C	180°C	200°C	220°C	240°C		
油性エナメル	C	1.0φ 0 種	無 a	865	251	79			向上	110
	A	1.0φ 特種	無 a	3,000	795	232			向上	125
ホルマル線	B	0.6φ 0 種	無 a	1,510	372	100			向上	120
	A	0.6φ 特種	無 a	1,690	614	241			向上	105
ポリウレタン	B	0.6φ 0 種	無 a	871	172	63			向上	115
	A	0.6φ 特種	無 a	1,300	484	193			向上	100
ポリエステル	A	0.6φ 特種	無 a		2,310	618	184		低下	160
	E	0.6φ 0 種	無 b		1,400	473	174		低下	150
エポキシ	E	0.6φ 0 種	無 b		1,270	307	84		向上	155
	E	0.6φ 特種	無 a		2,440	697	220		向上	160
フェノリックワニス処理	E	0.6φ 特種	無 a		4,090	284	170		低下	170
	E	0.6φ 特種	無 a		1,870	287	145		低下	145
アルキッドワニス処理	A	0.6φ 特種	無 a		1,080	432	186		向上	115
	A	0.6φ 特種	無 a		1,390	592	271		向上	115
フェノリックワニス処理	F	0.6φ 0 種	無 b		3,820	771	177		低下	175
	F	0.6φ 特種	無 b		2,040	624	120		低下	155
ポリウレタン	A	0.6φ 特種	無 b		560	185	66		低下	120
	A	0.6φ 特種	無 b		392	126	45		低下	110
シリコン	G	0.6φ 0 種	無 c	3,750	780	181			低下	135
	G	0.6φ 0 種	無 c	2,470	533	128			低下	125
ホルマル線	D	0.6φ 0 種	無 b		4,560	260	271		低下	170
	D	0.6φ 0 種	無 b		2,600	102	245		低下	160
ポリエステル	A	0.6φ 0 種	無 a	1,120	239	57			向上	120
	A	0.6φ 0 種	無 a	1,660	390	102			向上	120
フェノリックワニス処理	"	0.6φ 2 種	無 a	733	170	43			向上	115
	"	0.6φ 2 種	無 a	1,860	417	102			向上	125
アルキッドワニス処理	A	0.6φ 0 種	無 a		1,650	412	115		同等	160
	A	0.6φ 0 種	無 a		1,300	460	179		同等	145
フェノリックワニス処理	"	0.6φ 2 種	無 a		583	180	61		向上	140
	"	0.6φ 2 種	無 a		725	326	157		向上	120

a: フェノリックワニス処理, b: アルキッドワニス処理,

c: フェノリックワニス処理



の場合とその相対的な関係や寿命曲線の温度に対する傾斜が大略的に類似していることが見られる。

また図3.3には0.6φのホルマールとポリエステル線につき、フェノリックワニス処理を行なった結果を併記して示した。これらの関係を見やすくするため、それぞれのワイヤについてワニス処理の有無によるその試験温度での寿命時間、4万時間を寿命値としたときの耐熱温度などを一覧表に示したものが表3.2である。これらの結果から3種の (a) (b) (c) ワニスについて試験温度だけにおける寿命が向上するか否かを概略的に示すと、

向上させるもの		低下させるもの	
(a) ワニス	油性エナメル	(c)	ポリエステル (A, E)
	ホルマール (A, B)		ポリウレタン (A)
	エポキシ (A)		
(b) ワニス	ポリエステル (E)		ポリウレタン (F)
			シリコン (A, D)
(c) ワニス			ポリウレタン (G)

のようになるが、温度に対する寿命時間の傾斜が異なるため、4万時間の寿命となる温度まで外挿して比較すると(a)ワニスによって寿命が大となるワイヤは油性エナメル、エポキシ線だけでホルマール線では同等程度となる。ポリエステル0.6φ、2種(A)は明らかに低下する。その他はいずれも低下しているので、寿命が向上または同等のものは油性、エポキシ、ホルマール線だけとなる。(b)(c)ワニスでは4万時間の温度において比較しても上記の結果は変わっていない。このようにマグネットワイヤと使用ワニスの組合せは複雑な結果を示している。どのようなワニスがどのワイヤに適合するかについては一般的な文献<sup>(4a)</sup>があるだけで、その根拠については明らかでないところが多い。

### 3.2 耐熱寿命に及ぼす各因子の影響

AIEE No. 57 試験法を構成するおもな因子をあげると下記の

- 試片の形状、状態……撓回数、皮膜厚さ、ワニス処理の有無、ワニスの種類。
- 劣化の方法……1サイクルの加熱時間、サイクル中の湿度、加熱温度。
- 劣化の検出方法、基準……検出電圧印加法(電圧値、印加時間)破壊電圧低下を測定する方法(基準電圧、%)

のようになる。これらの因子の寿命時間にお

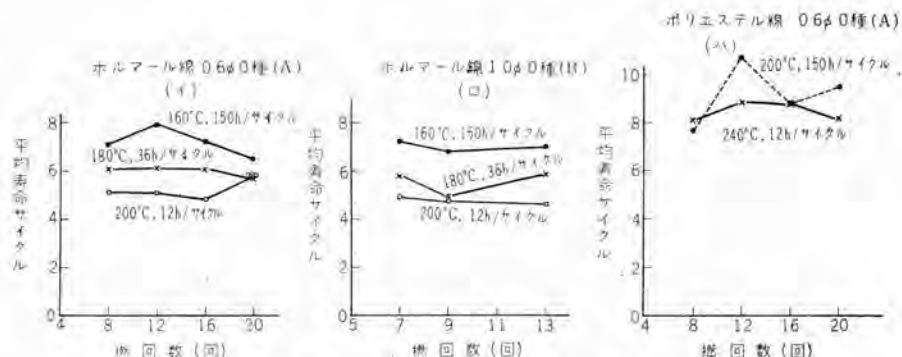


図3.5 試片の撓回数と耐熱寿命  
Fig. 3.5 The thermal life versus twisting number of specimens.

表3.3 試験条件

種類	メーカ	線径	皮膜厚さ (mm)	撓回数	加熱温度×1サイクルの加熱時間
ホルマール	A	0.6φ	0.0343	8, 12*, 16, 20回	160°C×150h, 180°C×36h, 200°C×12h
	B	1.0φ	0.0398	7, 9*, 13回	" " "
ポリエステル	A	0.6φ	0.0399	8, 12*, 16, 20回	200°C×150h, 240°C×12h

注 \* 規格撓回数, ワニス処理なし, 試片数各20コ, 検出電圧1,000V

よぼす影響についてはすでに一部知られているが一貫していないように思われる。<sup>(4a)</sup>ここではワニス処理なしの場合、ホルマール線、ポリエステル線の両者につき、広く各因子の影響をしらべることにした。このような結果を総合することによって、あるいは劣化の様相の一端を知りうると考えられるからである。試験はいずれの場合も変化させる因子のほかはAIEE試験法によって行っており、いずれの場合もそれぞれ25~20個の試片を用いている。

#### (1) 撓回数の影響

試片の形状、状態に含まれる皮膜厚さ、ワニスの有無、ワニスの種類の影響などについては前章に一応の結果を示したので、ここでは表2.1に示した一定荷重のもとで撓回数を変化させた場合の影響を求めることにした。表3.3は長さ120mmに与えた撓回数と試験温度を示したもので、図3.5は得られた平均寿命サイクルと撓回数との関係を示した。これらのワイヤでは試片の撓回数は耐熱寿命にほとんど影響を与えていないことが明らかである。

#### (2) 皮膜厚さの影響

(1)に述べた0.6φのホルマール、ポリエステル線による

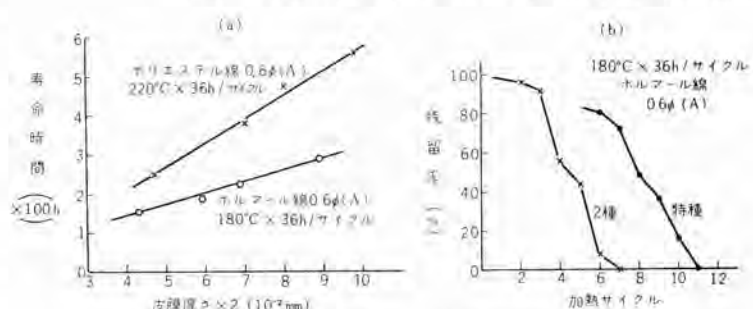


図3.6 皮膜厚さと耐熱寿命  
Fig. 3.6 The relation between film thickness of enameled wires and its thermal life.

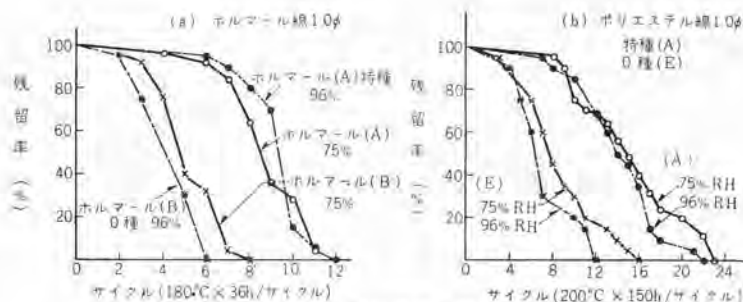


図 3.7 湿度と試片の破壊残留率曲線  
Fig. 3.7 Effect of relative humidity on curves of percent survival of specimens.

結果を皮膜厚さを横軸にとって示すと図 3.6 (a) のようになる。この結果はワニスなしで一定の検出電圧の場合、両者とも皮膜厚さが大になると、厚さにほぼ比例して平均耐熱寿命が大になる傾向を示している。図 3.6 (b) は皮膜の厚いものは検出電圧による試片の破壊が 2~3 サイクルおくらせて開始されることを示している。

### (3) 湿度の影響

普通の標準湿度 R. H. 75% と試験にとり入れられている最高湿度 R. H. 96% (1) のデシケータ中にそれぞれ加熱後の試片を入れ、12 時間保持後検出電圧を印加する方法によって湿度の影響をしらべた。図 3.7 にその結果の代表例を縦軸に試片の電圧破壊残留率% ( $\frac{\text{試片全数} - \text{累積破壊数}}{\text{試片全数}} \times 100\%$ ) をとり横軸をサイクル数で示した。これらの結果からワニスなしのホルマール、ポリエステル線ともにこの程度の湿度では耐熱寿命に影響がほとんど認められないことを示している。この R.H.96% の湿度では

試片に露を結ぶことがなかったので、以上はこのような状態における結果と考えられる。

### (4) 1 サイクルの加熱時間を変更した場合の影響

図 3.8 は 1 サイクルの加熱時間をそれぞれ 6, 24, 36, 60 時間に変更した場合の耐熱試験結果の一例で、各試片の平均寿命時間を

1.0φホルマール線について示したものである。皮膜の厚さ 0 種、特種のいずれの場合もサイクル時間が大になると、結果としての平均寿命時間が大となることを示している。この結果をサイクル時間と平均寿命サイクル数との関係として示すと図 3.9 のようになる。1 サイクルの時間がある程度大になると平均寿命サイクル数はあまり変わらない結果となっている。またポリエステル線についても同様の傾向を示している。加熱の 1 サイクルの時間がとくに短い場合には他の場合に比べて平均寿命サイクル数がいちじるしく大で、ある程度の加熱時間が加わらないかぎり平均寿命には達しないことを示すものと思われる。

### (5) 電圧印加時間の影響

寿命終点を検出する電圧の印加時間は 1 秒に定められているが、これを長くすることは寿命に影響を与えると考えられている。したがってここでは、この印加時間を 1, 10, 100 秒とし、それぞれの試片群で耐熱寿命の比較を行なった。図 3.10 はこの例を示したもので、縦軸

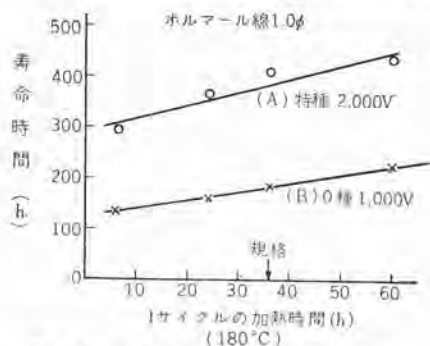


図 3.8 寿命時間と加熱 サイクル 時間  
Fig. 3.8 Effect of aging time/cycle on thermal life.

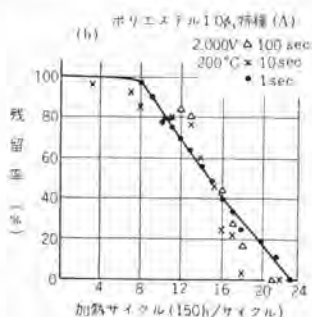


図 3.10 検出電圧印加時間の影響  
Fig. 3.10 The effect of applying time of check voltage on thermal life.

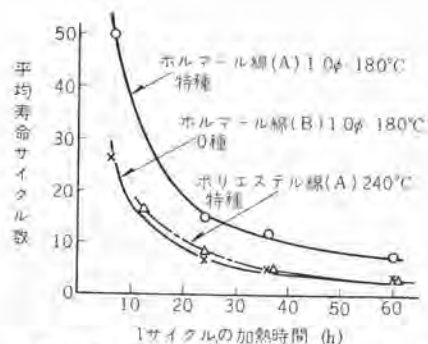
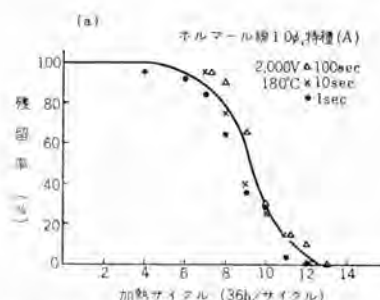


図 3.9 寿命 サイクル 数と 1 サイクル の時間  
Fig. 3.9 Life cycle number and time for one cycle.

に残留率%, 横軸に加熱サイクル数をとっている。これらの残留率曲線は印加時間のいずれの場合もほぼ同等と見ることができるので、この程度の印加時間は平均寿命に影響をおよぼさないこととなる。また実際の電圧印加時に試片が破壊するのは、表 3.4 に示したとおりいずれの場合も電圧印加直後がほとんどであり、電圧印加継続中の数秒~数十秒の範囲で行なわれるのは少数であった。このことは検出電圧による破壊が直ちに起こりうるなんらかの状態がその試片にすでに発生していることを示しているであろう。



表 3.4 検出電圧印加時間と破壊個数

種 別	ホルマール線, 1.0φ 特種 (A) 180°C, 36 h/サイクル						ポリエステル線, 1.0φ 特種 (A) 200°C, 150 h/サイクル					
	1 秒		10 秒		100 秒		1 秒		10 秒		100 秒	
印加時間	1 秒	10 秒	100 秒	1 秒	10 秒	100 秒	1 秒	10 秒	100 秒	1 秒	10 秒	100 秒
破壊時間 サイクル	1 秒以下	1 秒以下	その他	1 秒以下	その他	1 秒以下	1 秒以下	その他	1 秒以下	その他	1 秒以下	その他
4	1						1					
5	1											
6	1											
7	1											
8	1											
9	1											
10	1											
11	1											
12	1											
13	1											
14	1											
15	1											
16	1											
17	1											
18	1											
19	1											
20	1											
21	1											
22	1											
23	1											
小 計	25	19	1	16	4	25	15	5	11	9		
1 秒以下で破壊した合計数	60						51					
1 秒以上で破壊した合計数	5						14					

注 ( ) 内数値は電圧印加から破壊までの時間(秒)

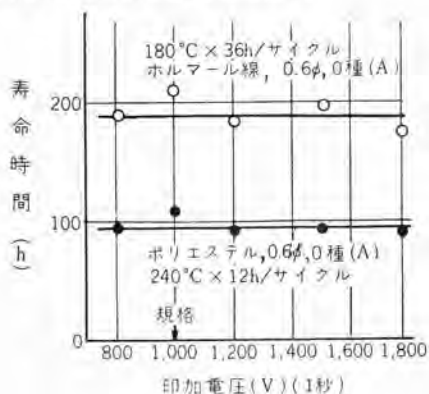


図 3.11 検出電圧値の影響  
Fig. 3.11 The effect of check voltage values on thermal life.

#### (6) 検出電圧を変更した場合の影響

検出電圧は皮膜厚さによって定められている。この検出電圧の値を変えることによって耐熱寿命が変わることが考えられている。(6) ここでは 0.6φ のホルマール、ポリエステル線 0 種を用い、800~1,800 V の種々の電圧を印加して劣化の検出を行なった。この平均寿命時間と検出電圧との関係は図 3.11 のとおりで、この程度の範囲では寿命値はほぼ同等の結果を得た。これらの値の初期の皮膜厚さに対する電位傾度はホルマール線の場合、300~670 V/mil、ポリエステル線の場合は 260~570 V/mil に相当し、いずれも空隙の破壊電圧以上であり、またとくに高い値ではない。

#### (7) 検出電圧による寿命と破壊電圧の低下による寿命

上述までの試験法は検出電圧を印加して試片の劣化終マダネットワイヤの熱劣化 (1)・森田・坂田

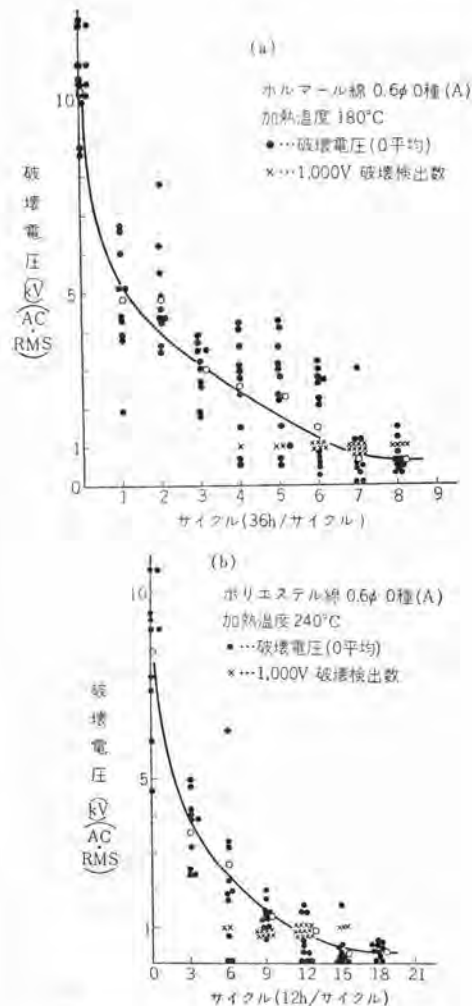


図 3.12 ホルマール線、ポリエステル線の破壊電圧劣化曲線  
Fig. 3.12 Deterioration curve of breakdown voltage of enameled wires in thermal aging tests.

点を定める方法であった。AIEE No. 57 試験法は主としてこの方法によっているが、この規格中には劣化試片の破壊電圧を測定して、ある基準（初期の皮膜厚さを基として 12 kV/mm、すなわち 300V/mil）まで低下する時間をもって寿命とする方法が含まれている。この検出電圧による方法と破壊電圧低下の方法とがどのような関係にあるかをしらべることとした。

検出電圧による方法は、25 個の試片数を用い加熱サイクルごとに基準の検出電圧で破壊した試片を除いていくのでサイクルが進むに従って試片数は減少していく。すでに示した図 3.7、3.10 はこの例である。

後者の方法を検出電圧法と比較するために、同じ加熱サイクルを全試片に繰り返して与えながら、各サイクルごとに 10 個ずつの試片をとり出し、短時間破壊電圧を測定した。したがってこの方法では全試片数は 10 個×所要のサイクル数となり、試片数はとくに膨大となった。図 3.12 (a)、(b) にそれぞれホルマール、ポリエステル線 0.6φ、0 種の劣化曲線を全試片の破壊電圧をもって示した。

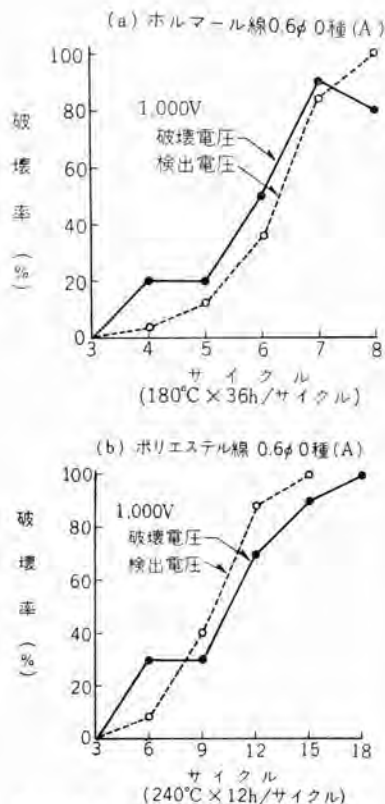


図 3.13 ホルマル線、ポリエステル線の検出および破壊電圧法による破壊率  
Fig. 3.13 Percent failure of specimens by breakdown voltage (1,000 V) application versus percent cumulative failure of specimens by applying check voltage (1,000V), in thermal aging tests.

それぞれのサイクルにおける試験では10個ずつ任意にとられたものであるから、全試片群と個々の試片群を同等とみればこの破壊試片中 1,000 V 以下となった試片の発生率は下記ようになる。この 1,000 V は上述した 300 V/mil の値からみてもほぼ同程度である。

$$\text{そのサイクルにおける発生率 (破壊率)} = \frac{1,000\text{V 以下の値で破壊した個数}}{10 \text{ 個}} \times 100\%$$

前者の方法でこれと同等の意味をもっている 1,000 V による破壊検出数については、全数 25 個中破壊したものを除いて検出されるから、

$$\text{そのサイクルにおける破壊率} = \frac{1,000\text{V 検出電圧によるそのサイクルまでの累積破壊個数}}{25 \text{ 個}} \times 100\%$$

となる。この両者の%の変化を比較したものが図 3.13 (a) (b) で、サイクルにしたがってこの%の増加傾向はほぼ同等であることを示している。このことは他の線径、皮膜厚さでも同様であった。これらの結果は検出電圧 1,000 V によって試片劣化の終点を定める方法と、破壊電圧の劣化から同じ 1,000 V 電圧を基準として寿命を定める方法とは、同じサイクルでは同じ破壊の%となるであろうことを示している。またこの基準電圧 1,000 V の場合には両者から求められる寿命時間はほぼ同等である。

表 3.5 (a) サイクル時間を変更した場合の劣化試片の表面観察  
ホルマル線 1.0φ 0種 (B) 加熱温度 180°C

時間 (サイクル)	サイクル	加熱時間 (h)	1,000 V に破壊した個数	1,000 V に破壊した合計数	外 観 変 化
6h/サイクル	1~19		6~19 サイクル間で 1 本ずつ破壊	7	外観キレツなし
	21	126	18	8	破壊した試片の表面に 1 カ所キレツ...
	22	132	17	9	〃 (同上)
	23	138	16	3	破壊した試片 3 本のうち 1 本は同上状態、2 本はキレツなし。
	24	144	13	1	接触部にそう小剥離(皮膜のうき上がり)...
	26	156	12	2	2 本ともキレツ、小剥離あり...
	28	168	10	2	2 本ともキレツ、小剥離あり
	30	180	8	4	4 本とも 〃
	31	186	4	2	2 本 〃
	32	192	2	1	1 本 〃
	33	198	1	1	1 本 〃
24h/サイクル	3~4		25	2	外観キレツなし
	5	120	23	5	破壊した試片 5 本のうち 1 本は右図の状態、4 本はキレツなし
	6	144	16	4	1 本だけキレツ、接触部にそう小剥離あり、他の 3 本はキレツなし
	7	168	14	6	接触部にキレツ、小剥離あるもの 3 本、残り 3 本はキレツなし
	8	192	8	4	3 本はキレツが数カ所に増す、1 本はキレツなし
	9	216	4	4	同上
36h/サイクル	1~2		25	2	外観キレツなし
	3	108	23	4	不 明
	4	144	21	9	3 本キレツ、接触部小剥離あり、残り 2 本はキレツなし
	5	180	16	13	キレツ幅が大となり、キレツの数を増す
	6	216	12	5	3 本キレツあり、2 本はキレツなし
	7	252	7	7	5 本はキレツが多数みられる、2 本は 2,3 カ所のキレツだけ
60h/サイクル	1	60	25	2	外観キレツなし
	2	120	23	0	不 明
	3	180	23	9	2 本キレツ、小剥離あり、7 本はキレツなし
	4	240	14	11	11 本ともキレツ、接触部の小剥離が多数見られる
	5	300	3	3	3 本ともキレツ、剥離の数が増す

### 3.3 ヨリ合せ試片の巨視的観察

劣化試片の寿命終点となる様相を推察するために、ここでは 3.1 (1) で述べた ワニス 処理なしの場合の劣化試片を加熱の各 サイクル ごとに採取し、表面状態ならびに縦断面(試片の長さ方向に直角)横断面(試片の長さ方向に平行)の顕微鏡または拡大鏡などによる巨視的観察を行なった。

この断面観察のためには、試片の任意箇所約 2cm を切断し、ポリエステル樹脂で注形した。この試料を研磨するために、まず 240 番のエメリーパーを用い、つぎに 500, 600, 800, 番と粒度をあげ、さらに 03, 05, 06 番のペーパーで研磨後パフ仕上を行なった。これらの研磨はつねに注意深く徐々に行なうことが必要で、エナメル皮膜に研磨によるキレツや傷を与えないようにすることが大切である。ここに用いた樹脂では、劣化試片には注形によるなんらの異状もみとめられなかった。

#### (1) ホルマル線

劣化試片の表面観察の一例を表 3.5 (a) に示した。これは 3.2 (4) に示した 1 サイクルの加熱時間を変更して劣化試験を行なった 1.0φ 0種 (B) についての結果である。この表に見られるとおり一般の加熱 サイクル では、検出電圧による試片の破壊が始まった 2~3 サイクル後に



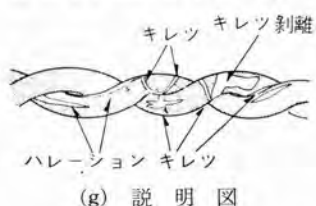
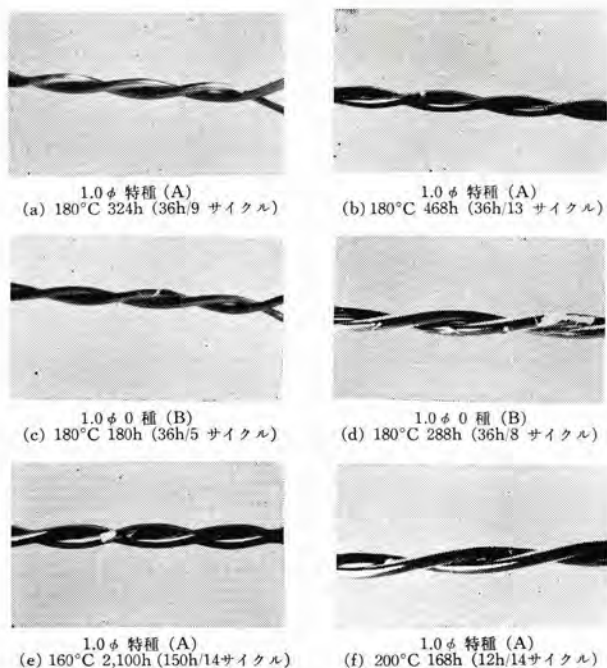


図 3.14 ホルマル線のヨリ合せ試片劣化後の表面状況  
Fig. 3.14 State of outer surface observed on twisted specimens of enameled wires after thermal aging tests.

皮膜表面のキレッツがみとめられるようになる。このキレッツは皮膜を横切って生じており、些細に見ると接触部にそってこのキレッツとつながる小さなキレッツがみとめられる場合も多い。さらにやや加熱が進むと接触部に小さな皮膜の浮上がり（小剥離）が認められるようになる。加熱が進むとこの種のキレッツや小剥離が試片全長にわたっ

表 3.5 (b) ホルマル線の表面キレッツ発生時間 (180°C)

1 サイクルの加熱時間	6 h	24 h	36 h	60 h
種別				
1.0φ 特種 (A)	258 h (43)	288 h (12)	288 h (8)	360 h (6)
0 種 (B)	126 (21)	120 (5)	144 (4)	180 (3)

注 ( ) 内の数値は加熱サイクル数を示す。

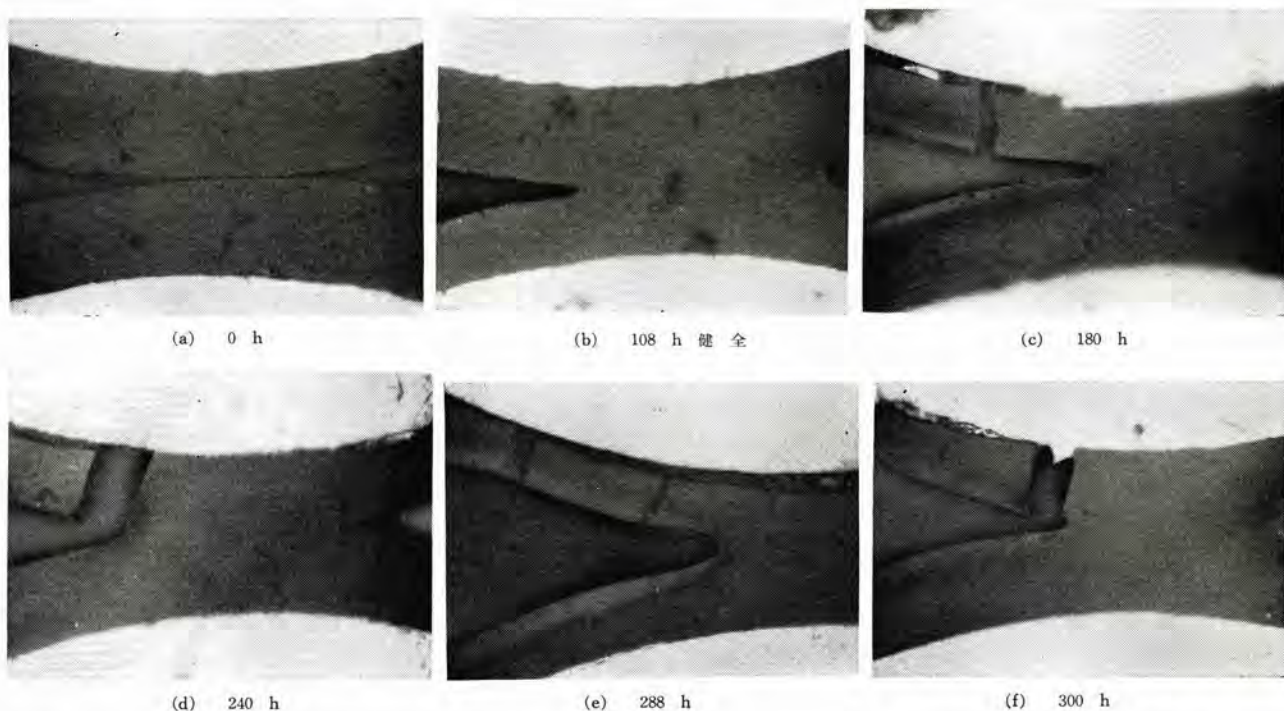
表 3.5 (c) ホルマル線の表面キレッツ発生時間

加熱温度	160°C	180°C	200°C
種別			
1.0φ 特種 (A)	1,350 h (9)	252~288 h (7~8)	90~108 h (8~9)
0 種 (B)	900 (6)	144~120 (4~)	72 (6)

注 ( ) 内の数値は加熱サイクル数を示す。

て数箇所発生し、劣化とともに増加する。劣化サイクルの最終状態では、部分的な剥離になる個所を生じ、皮膜のキレッツあるいは剥離状態はかなり複雑な様相を呈する。このような状態は時間を小さく区切って観察した6時間サイクルの場合もっとも明確にその時間経過を見ることができた。これらの表面キレッツの2, 3の例を図3.14に示しておく。図の(a)(c)はホルマル線1.0φ特種(A), 0種(B)について線を横切って生ずる初期のキレッツを示したもので、写真では接触部のキレッツは見られない。図の(b), (d)はこれらの状態がさらに進んだもので、線(A)と(B)によって劣化の進み方が異なることを示している。(e)(f)は線(A)の図(b)に相当する160°C, 200°C加熱の例を示している。

つぎにこのキレッツの発生時間は表3.5(b)のようになる。同表の60時間サイクルでは発生時間が大になっているが、1サイクルの時間によってこの観察の時間精度が異なるからであり、同等の時間から発生していることを認めてよい。さらにこれらの発生時間を加熱温度によって示すと、表3.5(c)のようになり、加熱温度が高いほど





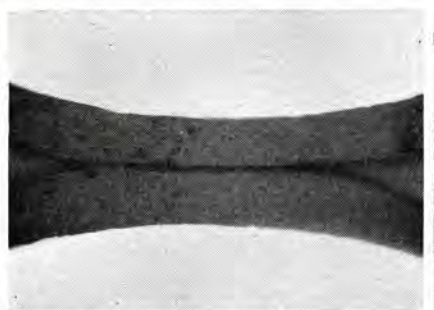


(g) 360 h

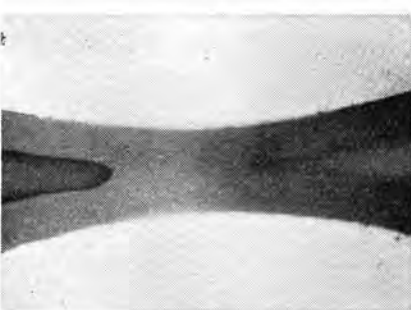


(h) 432 h

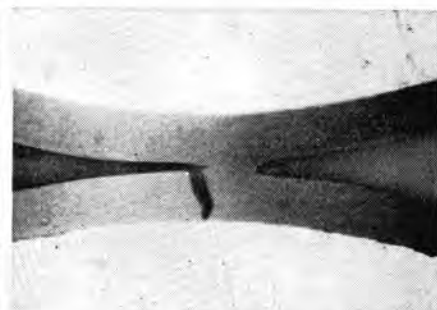
図 3.15 ホルマル線 の縦断面写真  
×260 1.0 φ 特種 (A) 180°C  
Fig. 3.15 Microscopic-photographs of longitudinal sections of twisted specimens of PVF wire.



(a) 0 h



(b) 36 h 健全



(c) 36 h



(d) 120 h



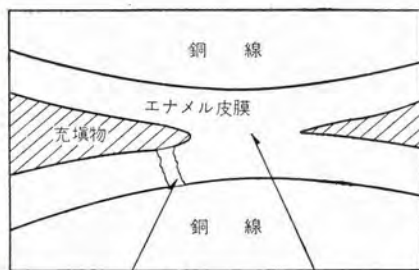
(e) 180 h



(f) 216 h



(g) 288 h



(h) 説明図

図 3.16 ホルマル線 の縦断面写真  
×260 1.0 φ, 0 種 (B) 180°C  
Fig. 3.16 Microscopic-photographs of longitudinal sections of twisted specimens of PVF wire.

短い時間で発生していることが見られる。

つぎに加熱劣化後の断面からは、たとえば 180°C 1 サイクルの加熱後でいずれのホルマル線でも 2 線のヨリ合せ接触部が軟化融着していることがみとめられた。この状態の一例を図 3.15, 3.16 (a), (b) に示す。劣化サイクルに従ってさらに観察をすすめると、表 3.5 (b) に示したように検出電圧によって破壊が始まるサイクルの前後からこの融着点の付近に明らかな皮膜のキレツが観察されるようになる。この状態の 2, 3 の例を図 3.15 (c) ~ (h), 図 3.16 (c) ~ (g) に示しておく、これらの図を参照しつつこのキレツの 2, 3 の特長を述べると、

a. キレツは軟化融着点付近以外には見つけることができない。

b. このキレツは同じ一断面では片方または両方の皮膜にわたる場合がある。この断面をさらに研磨すると、両方の皮膜にわたるキレツが片方だけになる場合もある。

c. 皮膜のキレツは中途まで発達して徐々に進むと考えられる段階が見られず、発生したときすでに全厚さに及んでいる。

以上述べたキレツのほかに、周辺皮膜の所々に皮膜厚さの途中までの微細なクラックが、たとえば 180°C では



表 3.5 (d) ホルマール 線の縦断面観察結果

種 別	加熱サイクル	観察個数	融着点 で他に異常なし (個数)	融着点 にキレツあり (個数)	キレツ 発生比	AIEE 法 で破壊した 試片数	備 考
1.0φ 特種 (A) 180°C 36 h/サイクル	1	2	2	0	0	0	微細クラックを 認め始める } 表面キレツし 始める
	2	0	0	0	0	0	
	3	2	2	0	0/4	0	
	4	2	2	0	0	1	
	5	2	0	2	4/8	0	
	6	6	4	2	1	1	
	7	2	2	0	1/8	2	
	8	6	5	1	3/6	5	
	9	4	3	1	6	7	
	10	2	0	2	3/4	2	
	11	2	1	1	1(計25個)	6	
	12	2	0	2	2/2	1	
1.0φ 0 種 (B) 180°C 36 h/サイクル	1	8	7	1	1/10	0	120 h で微細クラ ックを認め始める } 表面キレツし始 める
	2	2	2	0	2/4	0	
	3	2	2	0	2/4	2	
	4	2	0	2	3/4	4	
	5	2	1	1	1(計25個)	9	
	6	2	1	1	2/2	2	
	7	2	0	2	7	7	
	8	2	1	1	1(計25個)	1	
	9	2	0	2	2/2	1	

注 0.6φ についても、また温度が異なっても同様のことが観察された。

線(A)で216時間、線(B)で144時間に認められた。この時間は表面キレツの発生と前後しており、このクラックの発生時間、発生状態は不安定であった。このクラックの例は図3.15、3.16(e)に見られる。この種のクラックに比べると以上の融着点キレツは幅0.01mm程度で、かなり大きいのが特長である。またこのクラックとの発生についての関連はわからない。

以上に示した融着点付近のキレツは前述した微小のクラックや皮膜表面に見られるキレツよりやや早く生じている傾向に見られるが明確ではない。

つぎにこのキレツ発生と検出電圧によって破壊した個数との関係は表3.5(d)に示したとおりである。このキレツ発生の観察個数は各サイクルで最大8個で、その劣化試片の断面全ぼうを知るにはあまりにわずかすぎるが、多くの労力を要するので最小限にとどめたものである。調査個数の不足から十分ではないが検出電圧による試片の破壊が進むに従って、かなりの頻度でキレツ発生がみとめられている。検出電圧による破壊は試片のヨリ合せ接触部近傍でしばしば認められたが、破壊に対応する原因には表面キレツや微細クラックなどもあげられるので単純ではない。

表 3.6 ポリエステル 線の縦断面観察結果

種 別	加熱サイクル	観察個数	融着点 で他に異常なし (個数)	融着点 にキレツあり (個数)	キレツ 発生比	AIEE 法 で破壊した 試片数	備 考
1.0φ 特種 (A) 240°C 12 h/サイクル	3	2	2	0	0/2	0	表面キレツや微 細クラックは観 察されない
	6	2	2	0	0/2	0	
	7	0	0	0	0	1	
	9	8	7	1	2/20	0	
	10	12	11	1	2	2	
	11	0	0	0	1/16	0	
	12	16	15	1	2	2	
	13	0	0	0	3/8	1	
	14	8	5	3	4	4	
	15	18	12	6	7/22	6	
	16	4	3	1	2	2	
	17	0	0	0	0/2	1	
	18	2	2	0	0/4	1	1(計25個)
	19	0	0	0	2	2	
	20	4	4	0	0	2	
	21	2	2	0	0/2	0	
	22	0	0	0	0	0	
	23	0	0	0	0	0	

## (2) ポリエステル 線

ポリエステル線の劣化試片の表面観察では、ホルマール線に見られたような表面キレツや微細クラックはまったく見ることはできなかった。

断面の観察ではいずれの加熱温度でもヨリ合せ接触部は軟化融着を示している。融着点キレツの発生は表3.6に示したように検出電圧による破壊が始まるサイクル付近から現われており、ホルマール線の場合とその特長は類似している。図3.17はこのキレツの240°Cにおける2~3の例を示したが、高温であるため皮膜の減少がはなはだしく、融着した部分が2線間にさまざまな状態で架橋しているのが見られる。

つぎにこの融着点キレツの発生と劣化試片の破壊個数

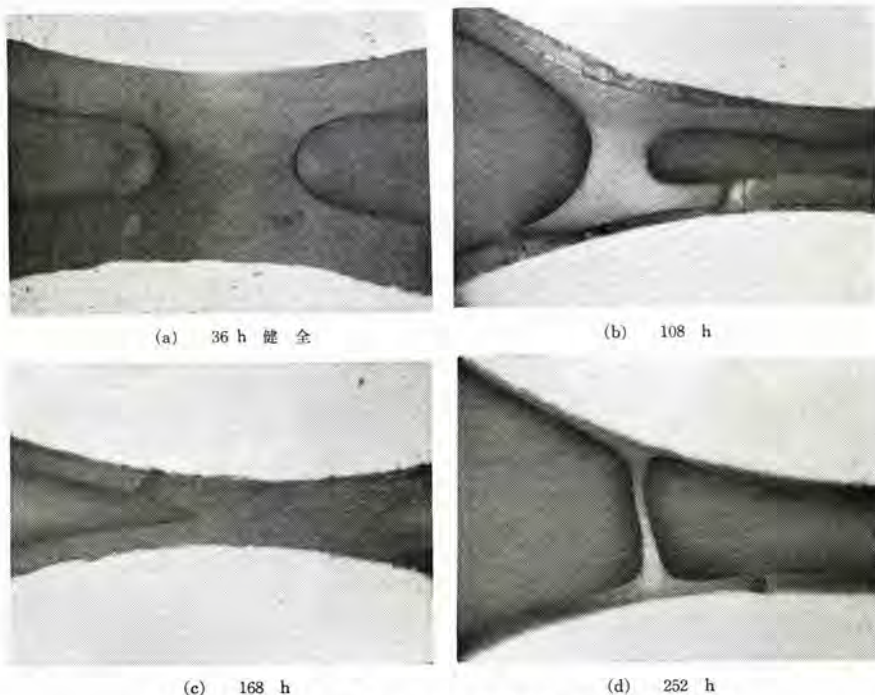


図 3.17 ポリエステル 線の縦断面写真 1.0φ 特種 (A) 240°C

Fig. 3.17 Microscopic-photographs of longitudinal sections polyester wire.



との関係は表 3.6 に示したとおりで調査個数 18 におよんだ場合もあるが、ホルマル線に比べ融着点 キレツに遭遇する率が少なくなっている。なおこの表中劣化サイクルの後期に キレツ 発生をとらえがたかったのは調査不十分によるものであろう。

以上の結果からみるとこのポリエステル線における融着点 キレツ の発生はホルマル線に比べて少なく、劣化試片の電圧破壊と同様に長い サイクル にわたって少しずつ発生がつづくのではないかと考えられる。また劣化サイクル中微細 クラック や表面 キレツ が見られないのが特長である。

(3) その他の マグネットワイヤ

油性 エナメル、エポキシ、ポリウレタン 線等の劣化試片の表面観察の結果では、いずれも表面 キレツ または部分的な剥離を発生する。

まず、油性エナメル では表面キレツ は劣化初期に見られず、劣化試片の電圧破壊終了 (13 サイクル) 後、たとえば  $200^{\circ}\text{C} \times 180\text{ h}$  (15 サイクル) 程度で、皮膜を横切る キレツ ないし部分的な剥離がみられる。はなはだしい場合にはさらに全面的な剥離になる。

エポキシ線ではたとえば  $200^{\circ}\text{C} \times 684\text{ h}$  (19 サイクル) 程度で キレツ がみられたが、これはすでに劣化による電圧破壊の終了 (20 サイクル) に近い サイクル である。劣化初期に キレツ がみられないのは油性エナメル線と同様の傾向である。

ポリウレタン 線ではたとえば  $200^{\circ}\text{C} \times 324\text{ h}$  (9 サイクル) 程

表 3.7 油性、エポキシ、ポリウレタン 線の縦断面観察結果

種 別	加 熱 サイクル	観 察 個 数	融着点 に キ レ ツ 有 り (個数)	融着点 に キ レ ツ 無 り (個数)	AIEE 法で破 壊した試片数	表面キレ ツの発生
油性エナメル 1.0φ 0 種 (C) 200°C 12 h/サイクル	1	8	7	1	1	
	2	8	6	2	2	
	3	8	6	2	3	
	4	8	7	1	4	
	5	8	7	1	2	
以 下 省 略					以下 13 サイクル まで少しずつ続く	15 サイクル (180 時間)
エポキシ 1.0φ 特種 (A) 200°C 36 h/サイクル	3	8	7	1	0	
	4	8	8	0	0	
	5	8	7	1	0	
	6	8	8	0	4	
	以 下 省 略				以下 23 サイクル まで少しずつ続く	19 サイクル (684 時間)
ポリウレタン 1.0φ 特種 (A) 200°C 36 h/サイクル	1	8	8	0	0	
	2	8	8	0	1	
	3	8	8	0	2	
	4	8	6	2	12	
	5	8	7	1	1	
以 下 省 略					以下 12 サイクル まで少しずつ続く	9 サイクル (324 時間)

度で表面 キレツ がみられる。この場合の劣化終了は 12 サイクル である。加熱温度によっては突発的な全面 キレツ となりやすい傾向もみられたが、いずれにしても検出電圧による破壊の終了に近い サイクル であった。

つぎに断面の観察ではこれらのいずれの線種でも劣化試片の 2 線 ヨリ 合せ部は融着を示しており、この融着点付近に キレツ を生じている。図 3.18、3.19、3.20 にこの例を示した。なおこれらの線にはホルマル線の場合に示したような微細 クラック の発生は認められなかった。

表 3.7 は融着点の キレツ 発生率と劣化試片の破壊個数との一部の関係を示したもので、いずれの線でも キレツ に遭遇する率がポリエステル線同様に少ないことを示している。

シリコン線については十分観察を行っていないが、表面 キレツ が寿命終点まで起こりがたい点、劣化試片が 1 サイクル で融着している点などを認めているが、融着点付近の キレツ は初期の観察だけであつたため認めていない。

シリコン線を除く以上の各種の線では樹脂の特長によって表面 キレツ の様相をやや異にするが、融着点を生じこの付近に キレツ 発生がみられる点では共通している。またホルマル線の場合とは異なり表面 キレツ と融着点 キレツ の関連は明らかでなく、微細 クラック の発生もみられない。

3.4 融着点の発生温度

以上の観察から ヨリ 合せ試片を

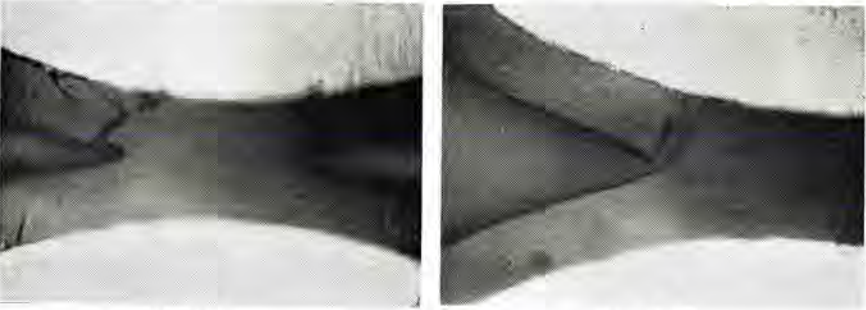


図 3.18 油性エナメル線の縦断面写真 1.0φ 0 種 (C) 200°C  
Fig. 3.18 Longitudinal sections of oleoresinous enamelled wire.

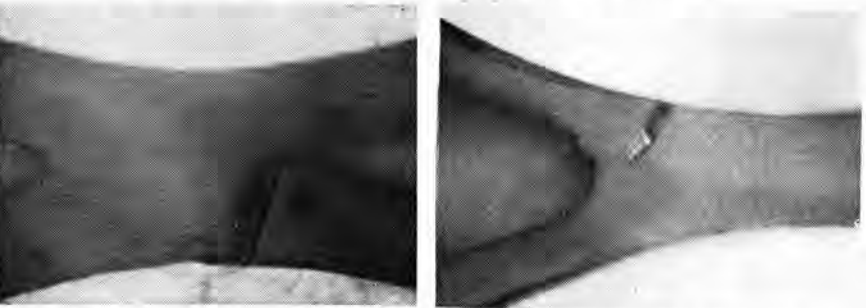


図 3.19 エポキシ線の縦断面写真 1.0φ 特種 (A) 200°C 180 h  
Fig. 3.19 Longitudinal section of epoxy wire.

図 3.20 ポリウレタン線の縦断面写真 1.0φ 特種 (A) 200°C 180 h  
Fig. 3.20 Longitudinal section of polyurethane wire.



比較的高温で加熱劣化した場合、いずれの線種でも1サイクルですでに2線の接触点は融着しており、クレツの発生はこの近傍に限られることを示していた。この融着点はそのクレツ発生となんらかの関連にあることが考えられる。この融着点の発生はこのような高温に劣化試片がさらされるとときだけに生ずるのか、否かはこの劣化試験法にとって大切な問題点と考えられる。したがってここでは融着点がそれぞれのマグネットワイヤの種類によってどのくらいの温度から発生するかをしらべることとした。

一般にこの融着温度はホルマール線で200~220°C等と考えられているが、その測定法は2本の線を十字に交差させておきその上に一定荷重を加えて炉に入れ一定の温度上昇率を与えて2本の線間が低電圧で短絡をおこすときの温度をとっている。しかしこのような温度表示は当然実際の皮膜が融着する温度より遅れるはずであるから高い値とならざるを得ない。

表 3.8 各種マグネットワイヤの軟化融着状況観察結果

線 種	軟化(接着)程度にわたる温度	軟化するが接着程度の弱い温度	軟化するが手ではがしても傷を生じない温度	手ではがすと傷を生じる温度
油性エナメル (C)	130~150°C	160~180°C	200°C	
ホルマール (A)	120~130	120~130	140	220°C
ホルマール (B)	120	130	140~180	200
ポリエステル (A)	150	160~180	200	
エポキシ (A)	120~150	120~150	160	220
ポリウレタン (A)	130~140	150	160~200	220
シリコーン (A)	130~150	160~180	200~220	

注 各線種とも線径は1.0φ、皮膜厚さは(A)社が特種、(B)(C)社が0種。

ここで必要な融着温度は2線の皮膜が軟化して融着する温度であるので、長さ50mmの直線状のマグネットワイヤ5本ずつを軽く綿糸でしばり100~220°Cの範囲で10°C間隔に一定の温度で1時間ずつ保持して取出し、綿糸をほどいて軟化融着の状態をしらべこれによって融着温度の概略値を知ることとした。この結果を表3.8に示した。融着はこのほかに加熱時間にも左右されると考えられるので劣化の1サイクルで融着するのはこの表の左欄程度の温度であることが推察される。このような温度以下ではホルマール線や油性エナメル線ですえ劣化試験に数万時間を必要とするので到底劣化試験を実用的に行なえる温度ではなく、普通に用いられる加速劣化試験温度ではつねにヨリ合せ試片は融着していることとなる。

以上の結果から種々のマグネットワイヤ皮膜の真に軟化融着する温度は、その線種について一般にいわれる最高使用温度付近にあることが明らかである。もしこの融着点とそのクレツ発生と関連があり、電圧破壊の要因であるとすればこのAIEEの劣化試験によって得られた寿命を比較的低温にまで外挿することについては検討を要することとなる。

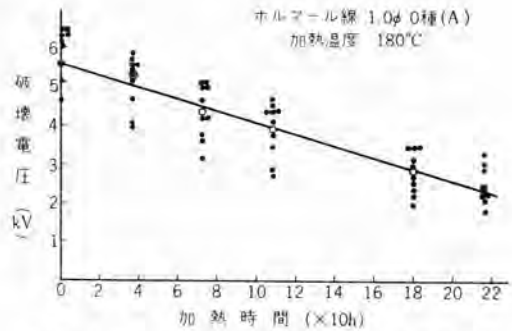


図 3.21 直線試片の加熱による破壊電圧低下  
Fig. 3.21 Lowering of breakdown voltage of straight specimens by thermal aging.

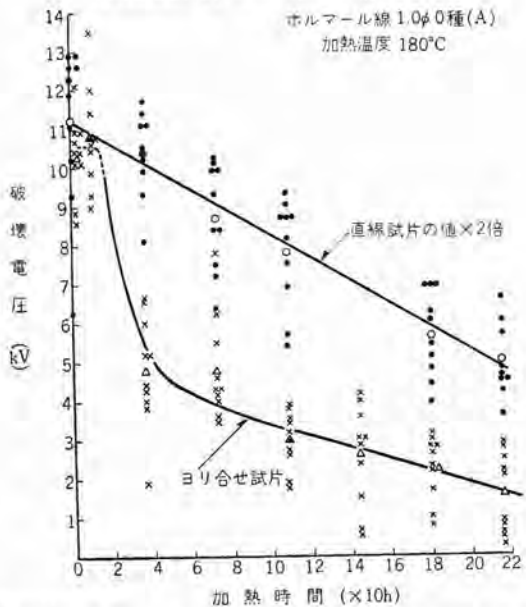
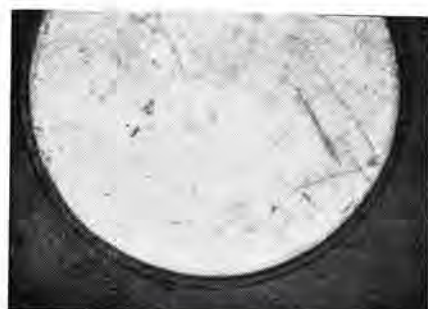


図 3.22 直線、ヨリ合せ試片の加熱による破壊電圧の比較  
Fig. 3.22 Comparison of curves of lowering breakdown voltage with straight and twisted specimens by thermal aging.

### 3.5 直線状試片の熱劣化とヨリ合せ試片

以上までの結果ではヨリ合せ試片は加熱によって融着点を生じており、これが融着点付近のクレツ発生となんらかの関連にあることが考えられる。ここではこのような融着点を作らない直線状の試片の熱劣化による破壊電圧の低下を測定し、皮膜の縦・横断面、表面の巨視的観察を行なった。これらの結果と前述したヨリ合せ試片の劣化による破壊電圧低下あるいは観察の結果とを比較してみる。

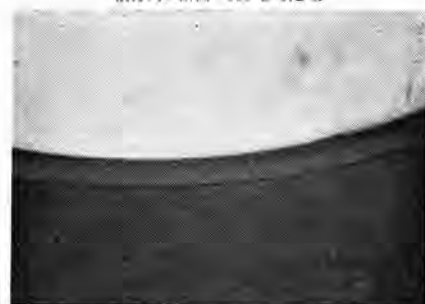
試料には、1.0φホルマール、ポリエステル線(0種、A)の両者を用い、長さ50mmが直線状のまま水銀中に浸漬できる装置を用いた。試片は一試料それぞれのサイクルで10本ずつ(計約100本)を用意し、ヨリ合せ試片の劣化サイクルにしたがって加熱、冷却(湿度75%中)を繰り返し、その都度心線-水銀間における破壊電圧を測定した。なお試片全部は皮膜厚さに応じて予備試験を行なったものだけを用いている。図3.21はこれらの結果の代表例をホルマール線について示したもので、図の各点



(a) 1.0φ 0種 (A)  
180°C 180 h × 65



(b) 1.0φ 0種 (A)  
横方向の断面 180°C 672 h



(c) 1.0φ 0種 (B)  
180°C 360 h × 260

図 3.23 ホルマル 線の直線試片の断面写真

Fig. 3.23 Microscopic-photographs of cross section of straight specimens of PVF wire after aging tests.

は 10 個のそれぞれの破壊電圧値を示したものである。これを ヨリ 合せ試片の場合の破壊電圧と比較するため、図 3.22 では直線状試片による値はその 2 倍値をもつものとして示した。このことは ヨリ 合せ試片では皮膜が二重ねられていることと、ヨリ合せ試片の初期破壊平均値と直線状試片の初期破壊平均値の 2 倍とはほとんど同等であることから大略の比較にはさしつかえないものと考えられるからである。ヨリ合せ試片の破壊電圧はとくに補追した 10 時間程度の加熱時間までは初期値と変わっていないが、36 時間後 (1 サイクル) では激しい低下をおこし、144 時間 (4 サイクル) では検出電圧 1,000V 以下の破壊値をもつ試片を生じている。これにくらべ直線状試片の破壊電圧は急激に低下する傾向がみられず、216 時間 (6 サイクル) の点でも 3,000V 以下の破壊値となったものが出ていない。また直線状試片のそのままの平均破壊電圧曲線が、初期値を除いた ヨリ 合せ試片の平均破壊電圧曲線とほぼ同等以上であることが見られる点を付記しておく。この二つの試片形状による破壊電圧低下の傾向の比較から加熱による劣化になんらかの相違があることは明らかである。つぎにこれらの劣化試片の観察結果

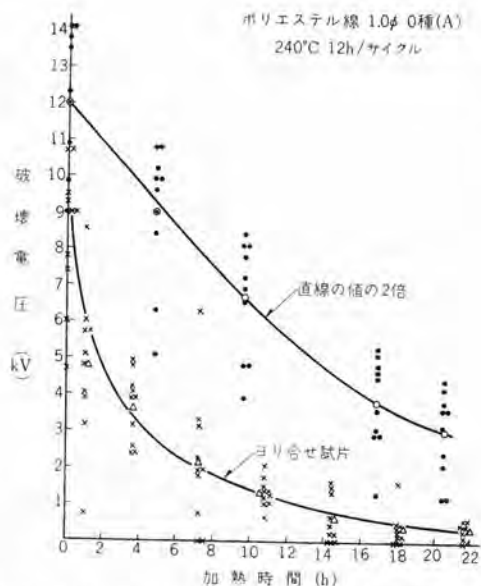


図 3.24 直線，ヨリ合せ試片の加熱による破壊電圧の比較  
Fig. 3.24 Comparison of curves of lowering breakdown voltages with straight and twisted specimens by thermal aging.

を比較してみる。ヨリ 合せ試片で融着点 キレツが見られたのは、線 (A) では 180°C 4 サイクル，線 (B) では 1 サイクルで、同じ温度における直線状試片では 180°C × 5 サイクルでなんらの皮膜 キレツも見られなかった。図 3.23 (a) は直線状試片断面の状態の一例を示している。ヨリ合せ試片ではすでに微細 クラックも認められたサイクルである。この種の クラック が認められるのは劣化がかなり長時間進められた後で、図 3.23 の (b) (c) に示した例は直線状試片に発生した クラック の例を線 (A) の横断面，線 (B) の縦断面で示したものである。

以上の結果から直線状試片では ヨリ 合せ試片で見られた キレツ に相当するものがなく、また表面 キレツ や微細 クラック の発生や程度を軽減する状態にあることが明らかである。ヨリ 合せによる皮膜の ヒズミ は初期の加熱によって皮膜が軟化し、ヒズミ 除去が行なわれているはずであると考えられるから、とくに ヨリ 合せ試片が直線状試片と異なっているのは融着点を生ずる形状にあることであろう。これらのことは融着点が断面 キレツ 発生と関連の深いことを想像させる。

つぎに ポリエステル 線についての結果は図 3.24 のように、ヨリ合せ試片の破壊電圧はかなり急速に低下し、検出電圧 1,000 V 以下の試片が多く現われる。これに反して直線状試片の 2 倍厚さでは 216 時間 (18 サイクル) でも 1,000V 以下の破壊値となる試片がないことを示している。また断面皮膜 キレツ の観察結果でも直線状試片ではこの程度のサイクルではなんらの クラック も見られなかった。

以上の結果はホルマルについて述べた ヨリ 合せ試片と直線状試片の破壊電圧低下の関係、直線状試片が皮膜欠陥を発生しにくい点などについてほぼ同様の傾向が ポリ



エステル線にも認められる。

#### 4. 結果の要約

AIEE No. 57 試験法によって各種のマグネットワイヤのウニス処理なしの場合の耐熱寿命試験を行ない、一般的な耐熱寿命曲線を定めた。さらにウニス処理の場合につき同様の試験を行ない、その影響が単純でないことを認めた。またこのような試験法による耐熱寿命に影響を与える因子について種々の面から試験を進めた結果のおもな点を要約すると下記ようになる。

(1) AIEE 試験法の耐熱寿命に影響を与える因子については、ホルマル、ポリエステル線の両者によって次の諸点が認められた。

- a. 試片の燃回数を変更しても平均寿命値に影響を与えない。
- b. 皮膜厚さが大になると同じ検出電圧による平均寿命値は増大する。
- c. 室温放置および検出電圧印加時の湿度を普通の大气で得られる程度に変更しても平均寿命値に変化を与えない。
- d. 加熱サイクル時間を広く変更して寿命試験を行なったところ結果として算出される平均寿命値は加熱サイクル時間が長くなるほど大となるが、1サイクルの加熱時間が短い場合は寿命までのサイクル数がとくに大となり、合計加熱時間がある程度大にならないと寿命に達しないことが明らかである。
- e. 検出電圧の強さを空隙破壊電圧以上のある範囲で変更しても平均寿命に変化がない。検出電圧一定の場合印加時間を1, 10, 100秒に変更しても平均寿命値は変わらず、検出電圧による試片破壊は1秒以内の場合がほとんどを占める。破壊が直ちに起こりうる状態の発生が予想された。
- f. 検出電圧印加による劣化試片の累積破壊率は、試片の破壊電圧が同じ電圧低下となる%とほぼ同等である。

(2) 加熱劣化試片の断面観察ではいずれの線種も2線のヨリ合せ接触部に融着点を生じており、この点付近にキレツを生じている。劣化サイクル中にはこのキレツのほかに表面皮膜のキレツが発生し、線種によっては周辺皮膜に微細クラックも認められた。ホルマル線について述べると、表面キレツの発生が融着点キレツの発生よりやや遅れている傾向にあり、同時期には周辺皮膜に微細なクラックが発生している。また融着点キレツと表面キレツとはつながっていることが認められている。この融着点キレツの発生と劣化試験における試片破壊の進行

とは一応の対応を示していた。ポリエステル線では表面キレツやクラックがまったくなく、電圧破壊と前後して融着点キレツだけが認められた。他の油性エナメル、エポキシ、ポリウレタン線では微細クラックは認められず、融着点キレツの発生が電圧破壊の発生と前後しており、表面キレツは劣化サイクルの後期に認められた。

(3) ヨリ合せ試片の接触部は、普通に採用される加速寿命試験温度でいずれの線種でも1サイクルで軟化融着する。融着温度はその線種の推定最高温度付近で、たとえばホルマルでは約120°C、ポリエステルでは約150°Cである。

(4) 直線状試片ではヨリ合せ試片の融着点キレツに相当するものが認められず、表面キレツや微細クラックの発生の程度を軽減している。加熱劣化サイクルによる破壊電圧低下の傾向を直線状試片とヨリ合せ試片で比較すると、ヨリ合せ試片では急激な低下があるが、直線状試片ではこのような低下が見られない。このことから観察で認められたキレツ発生の相違が試片形状による破壊電圧低下の特長とよく対応していた。

#### 5. 考 察

電気機器に用いられる有機絶縁物は加熱によって物理的、化学的な変化を受け、直接的には一般に厚さや重量の減少、キレツ、微細クラック、ピンホールまたは剥脱などの欠陥の発生や増大、化学的構造の変化となって現われる。劣化試験においては検出電圧による破壊あるいは基準電圧までの低下などによって、これらの劣化に終点を与えられる。

ここではマグネットワイヤ皮膜がヨリ合せ試片による熱劣化において、どのような劣化を受け、どのような劣化の特長を示すかについて、主として以上までに示した物理的な欠陥の発生の面から2, 3の考察をすすめ、AIEE試験法にも簡単な検討を加えることとする。

##### 5.1 融着点キレツの発生と検出電圧破壊

3.3に述べたようにヨリ合せ試片の熱劣化試験においては、いずれの線種でも2線のヨリ合せ接触部に融着を生じ、この近傍にキレツを生じているが、このキレツの他に表面キレツがありとくにホルマル線では皮膜周辺に微細クラックの発生も認められた。まずホルマル線だけについてのべると、融着点キレツは一つの断面の片方または両方の皮膜で心線にまで達しており、線方向の融着点にそって生じ、皮膜の表面キレツとつながっている。この表面キレツは融着点キレツの発生より遅れる傾向がみられた。なお同時期には微細クラックもみとめられている。しかし直線状の試片ではこのような融着点キレツにあた

るものは認められず、表面 キレツ や微細 クラック の発生や程度が軽減されているから、融着点が存在することが少なくとも融着点 キレツ 発生の原因の一つとなっていることは明らかであろう。

なお、3.3(1)に述べたように、1サイクルの加熱時間が短い場合には、多くの サイクル 数が加えられても表面 キレツ は発生せず、他の時間 サイクル の場合とほぼ同様の合計時間において表面 キレツ が見られることから、加熱 サイクル 数よりもある程度の劣化の進行が表面 キレツ ひいては融着点 キレツ の発生に影響を与えるものであることを想像させる。加熱サイクルの影響についてはたとえば銅板上の ワニス 皮膜がある程度の熱劣化後取出されると、突発的に キレツ を生ずる一般的な事例から見ても、このような熱冷が熱劣化サイクル 中に行なわれることがまた一つの要因であることを否定することはできない。

以上のような諸事実から、ヨリ合せ試片では加熱によって融着点を生じ、これが加熱による劣化の進行と加熱サイクルによって融着点近傍に キレツ を生じさせ、さらに表面 キレツ につながって行くものと考えられる。表面 キレツ はこの融着点 キレツ が原因の一つであろうと想像されるが、皮膜や線の膨張、収縮、加熱劣化後の厚さ(温度や時間)、線との密着力、皮膜の強さなどとも関係があり、複雑な様相を示すことになるものと考えられる。

つぎに3.3(1)で見られたように、ホルマール 線では試片の検出電圧による破壊の発生は融着点 キレツ、微細 クラック、表面 キレツ の発生とほぼ前後している。したがって検出電圧破壊の有力な原因の一つとしてこれらの キレツ をあげることができる。このことは、ヨリ合せ試片が劣化初期の段階に急激な破壊電圧の低下を示すが、同等の劣化サイクル でこのような キレツ をもたない直線状試片は、劣化による破壊電圧特性に急激な低下をもっていないことからもうかがわれる。なお3.2(5)に示したように劣化試片は検出電圧印加によって直ちに破壊を生じやすい状態にあるから、全皮膜厚さに達していない微細 クラック より融着点 キレツ や表面キレツ がとくに有力な原因となるであろう。これらのうちの一つである融着点 キレツ の発生は熱劣化試験中、かなりの頻度で認められている。

また図3.10や表3.5(a)に示したように劣化における試片の検出破壊は徐々に行なわれているが、これは融着点 キレツ や表面 キレツ 発生が一度に試片の全長にわたって発生しないことが観察されているから、試片の検出電圧破壊に都合のよい状態には容易になりがたいからであろう。

以上に示した融着点 キレツ や表面 キレツ を検出電圧に

よる破壊原因のおもな一つとすれば、劣化試験法を構成する因子のうち、試片の熱回数の変化は初めの皮膜のヒズミ、ヨリ 合せ部の形状を異にするが、皮膜は加熱によって軟化するから形状の影響が残されることになる。ヨリ 合せ数が耐熱寿命に影響を与えないのは、このヨリ 合せ部の形状に多少の相違があってもこれらの キレツ の発生時間や分布に影響がないことを示しているのであろう。また湿度の変化による影響がなかった点は、皮膜表面に露を生じない状態におけるこれらの キレツ の電圧破壊とすれば当然と考えられ、空隙破壊以上のある範囲における検出電圧が耐熱寿命に影響を与えなかった点も了解される。皮膜厚さが大となった場合に平均寿命が大になったのは、検出電圧による試片破壊の開始が2~3 サイクル遅れていることから キレツ の発生がなんらかの原因によって遅れるものと想像する以外にはない。

つぎにポリエステル 線では表面 キレツ や微細 クラック が劣化サイクル中に認められないので、この点を除けば以上までの論述のすべてがポリエステル 線の傾向にも充当できることは明らかであろう。油性エナメル、エポキシ、ポリウレタン 線についても検出電圧による破壊の現われる サイクル と融着点 キレツ の発生が前後しており、微細 クラック は認められず、表面 キレツ は劣化 サイクル 後期に発生した。したがってこれらの線種では電圧破壊の原因の一つとして融着点 キレツ と表面 キレツ をあげることができるが、表面 キレツ による電圧破壊は劣化終了に近い付近のサイクルに発生する可能性が多い。

以上の考察から検出電圧による劣化試片破壊のおもな原因の一つとして、ホルマール 線では融着点 キレツ、表面 キレツ、微細 クラック などをあげたが、前2者が有力と考えられた。しかしこのうち表面 キレツ は融着点 キレツ の発生とつながっており、融着点 キレツ が先行することを認めているので、とくに融着点 キレツ が注目される。微細 クラック が認められない油性 エナメル、エポキシ、ポリウレタン 線でも同様の原因が考えられるが、発生の時期の相違により融着点 キレツ をとくにあげることができる。ポリエステル 線では表面 キレツ や微細 クラック が認められないから融着点 キレツ を主原因の一つとしてあげるのに妨げはない。シリコン線については十分の実験を行っていないが、ポリエステル線の傾向と類似しているようである。加熱劣化においてはこのような原因のほか一般に考えられる皮膜厚さの減少、化学構造の変化、その他の原因による破壊電圧の低下を考えなければならないが、この実験ではこれについてはふれなかった。

## 5.2 AIEE 試験法

マグネットワイヤ の耐熱性は、ワニス 処理の場合は3.1の



ようにワニスの種類によって左右され、耐熱寿命を減ずる場合も増大する場合もあるので、各種ワイヤの比較を行なう場合は無処理のほうが妥当ではないかと考えられる。これはやや機能的でないそしりをうけるかも知れないが、一般的にいう場合、ワニスの問題を除かないと複雑で誤解を生ずるからである。しかしワニス処理なしのヨリ合せ試片は、試験温度で2線の接触部が軟化融着を起こし、これが融着点近傍のキレツとなり、検出電圧破壊のおもな要因の一つとして注目されることを知った。

一般に加速寿命試験の結果は劣化の機構が同様な範囲内で使用低温度にまで外挿されて耐熱温度の比較が行なわれるのが普通であり、したがって無処理試片では融着点キレツを生ずるであろう加熱温度範囲、すなわち融着点を生ずる温度までを促進試験が外挿されうる大略の限度であろうとすることは一応の根拠が考えられる。3.4の試験結果からそれぞれの線種の一般に考えられている最高使用温度付近にこの融着温度があることを知ったので、この辺まで外挿して各種ワイヤの比較をすすめることにする。図3.1~3.4、表3.2はこのことを一応考えに入れて示した結果である。油性エナメル、ホルマール線は、従来A種絶縁としてかなり長期間使用されてきたものであるが、この両者はほぼ同等の耐熱温度とみることができ、これらを基準にすれば、シリコン、ポリエステル線は30~50°C くらい高い温度範囲で同等の寿命をもつであろうと考えられる。またエポキシ線や一般にいわれるポリウレタン線にホルマール線などよりとくに高い耐熱温度を期待するのは無理であるように思われる。

ワニス処理の場合については、全部の線に共通して使用したフェノリックワニスでは無処理の場合とほぼ同様の傾向が得られている。しかしワニス処理の場合は耐熱温度の差を単純にはいえない。

つぎに試験法について付言すると、融着点を生じないより低い温度で理想的な耐熱試験が行なわれた場合には、上述の比較の高い温度で行なわれた試験結果の外挿で得られる寿命時間より当然長い寿命値を与えることが考えられる。しかしこのような長期の試験を行ない得たとしても、相互の耐熱温度の差についてはどれほどの寄与が得られうるか不明である。またIEC・TC-15(CO) 19はAIEE(1959)に対して細部の点で多少の変更がみられるが、結果に影響を与える程度でないことが3.2の諸結果から推察される。

## 6. む す び

すでに多くの研究が行なわれているマグネットワイヤの劣化について、AIEE試験法を基として種々の試験を行なったところ、ワニスなしの試片ではヨリ合せ部が融着

し皮膜にキレツを発生していることが認められ、試片の寿命終点となるおもな原因の一つであろうと考えられた。このことからこのような試験における結果を低温にまで外挿できる範囲に一応の限界を与えた。引きついでワニスの影響、直線状試片の劣化などにも付言する予定であったが、これについては別述する。

この研究は当研究所材料研究室山森室長のご指導によったものであり、また当室三村昭朗君の努力によることが多いことを付記し感謝の辞とする。

(35 6 7 受付)

## 参 考 文 献

- (1) AIEE No. 57 (Oct. 1955) および (Jan. 1959).
- (2) IEC, TC-15, 15 (USA) 8 (Oct. 1954) および IEC, TC-15 (CO) 19 (May. 1959).
- (3) T. W. Dakin: AIEE, 67, p. 113 (1949).
- (4) F. A. Sattler: AIEE, 74, Pt I (Comm. & Elec.) p. 70 (1955).
- (5) Ralph Hall: AIEE, Winter General Meeting p. 14 (1954).
- (6) C. G. Currin, J. F. Dexter: AIEE, 74, Pt I (Comm. & Elec.) p. 227 (1955).
- (7) J. F. Dexter: AIEE, 75, Pt III (Power App. & Syst.) p. 40 (1956).
- (8) W. F. Gilliam etc.: AIEE, 74, Pt I (Comm. & Elec.) p. 557 (1955).
- (9) H. I. Morgan, K. N. Mathes: ASTM Special Tech. Publication, No. 161, p. 86 (1954).
- (10) E. L. Brancato, R. S. Phillips: AIEE, 74, Pt I (Comm. & Elec.) p. 293 (1955).
- (11) E. L. Brancato: AIEE, 72, Pt I (Comm. & Elec.), p. 202 (1953).
- (12) R. L. Balke: AIEE, 75, Pt III (Power App. & Syst.) p. 53 (1956).
- (13) H. L. Saums, W. W. Pendleton, AIEE Winter General Meeting (1954).
- (14) 大橋・西崎: 東芝レビュー, 10 (11) p. 1018 (昭30-11).
- (15) 間瀬: 電学誌, 73, p. 81 (昭28-8).
- (16) 日野: 電学誌, 79, p. 21 (昭34-8).
- (17) AIEE, No. 510 (Nov. 1956).
- (18) W. B. Penn: AIEE, 73, p. 1505 (1954).
- (19) T. J. Gair: AIEE, 73, p. 1703 (1954).
- (20) H. P. Boettcher: AIEE, 77, Pt III (Power App. & Syst.) p. 1459 (1959).
- (21) AIEE Comm. Report: AIEE, 78, Pt. II (Appli. & Ind) p. 224 (1959).
- (22) C. J. Herman, K. N. Mathes: AIEE, 74, Pt I (Comm. & Elec.) p. 561 (1955).
- (23) K. N. Mathes: AIEE, 71, p. 254 (1952).
- (24) C. J. Herman: AIEE, 72, p. 986 (1953).
- (25) J. A. Scott, B. H. Thompson: AIEE, 61, p. 499 (1942).
- (26) W. J. Bush, J. F. Dexter: AIEE, 73, p. 1005 (1954).
- (27) C. B. Leape, J. McDonald, G. P. Gibson: AIEE, 72, p. 793 (1953).
- (28) R. L. Balke, D. R. Balke: AIEE, 78 (Power App. & Syest.) p. 660 (1959).
- (29) AIEE No. 1 F.
- (30) D. L. McClenahan: Elec. Manu. 64, p. 100 (May 1959).
- (31) 森田・坂田: 電気学会 マグネットワイヤ 委提出試料 No.178.

## 蒸気タービン (2-2)

### —再熱蒸気タービンの油圧式調速装置—

#### 1. まえがき

蒸気タービンの調速装置を作動方式によって二大別すると、機械式と油圧式とになるが、油圧式が広く採用されていることは読者のご承知のことと思う。油は調速装置の媒体として、いろいろな便利な長所をもっているが、本文では再熱蒸気タービンの調速装置に範囲を限定して、その機能を紹介する。油圧式では制御要素を操作するに必要な力が小さくて良いので、機械式を採用した場合に比べて、電気的要素との結合がきわめて容易で

広範囲に使用されているが、本文がこれら電気関係を設計される方々の参考ともなれば幸いである。

#### 2. 調速装置の機能

再熱蒸気タービンの調速装置は概要を図 2.1 に示すように、ボイラ 過熱器からの入口蒸気管に主止め弁、蒸気調整弁が、また再熱蒸気管にはリヒートストップ弁とインターセプト弁が設けられており、このうち蒸気調整弁とインターセプト弁は、調速機からの制御系統油圧に応じて開閉し、主止め弁とリヒートストップ弁は

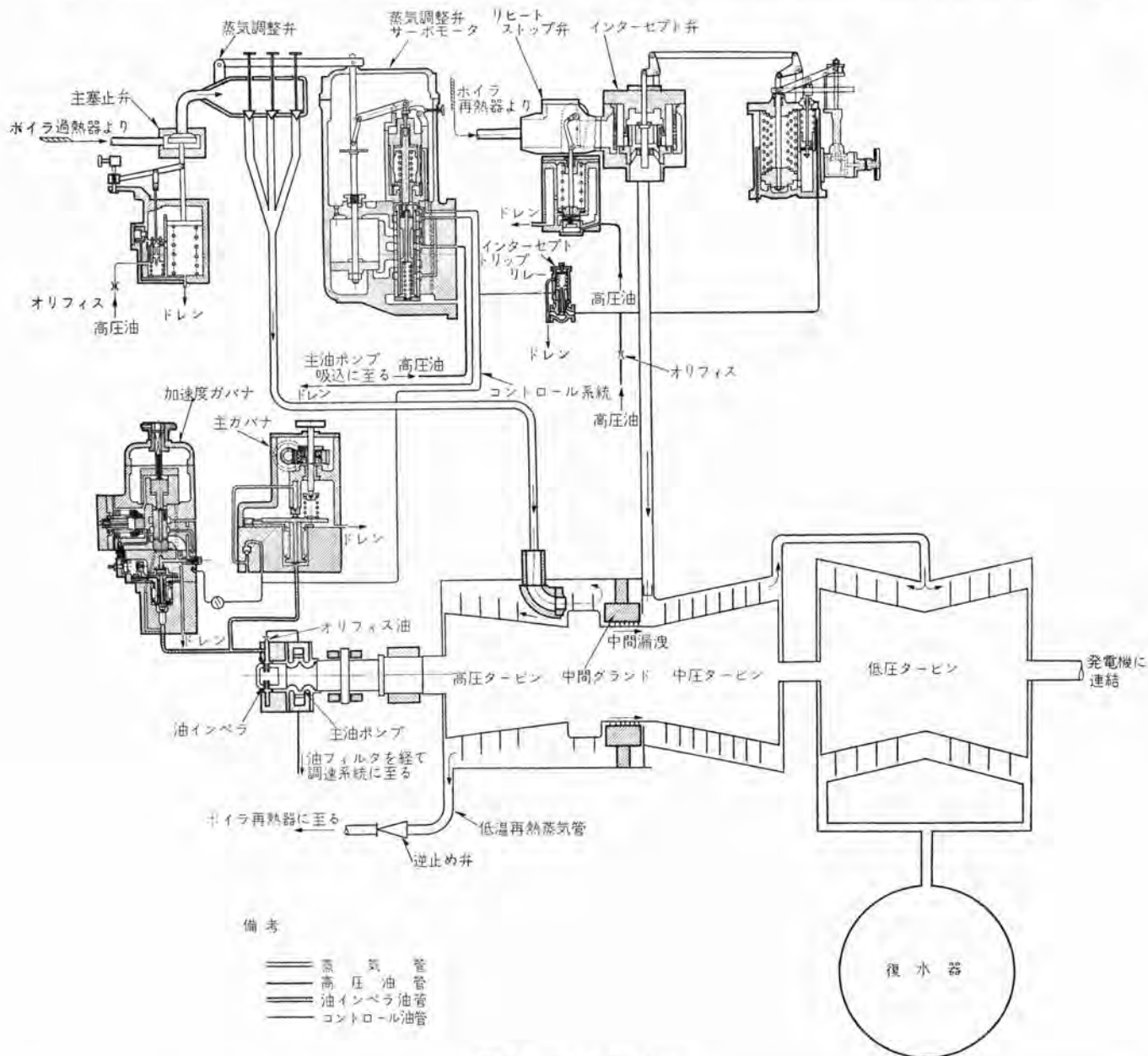


図 2.1 調速装置系統図



危急シutoff装置の作動時、急速に閉じてタービンへの蒸気供給をシutoffする機能を有するものである。調速機および制御系統は油圧式のもっとも特長とするところ、油の粘性が制御特性に影響を及ぼさないよう、設計的には力の平衡に考慮が払われている。以下各要素の説明と作動について述べることにする。

## 2.1 油羽根車

油羽根車は図2.2に示されているように、高圧タービン軸端に設けられた一種の遠心ポンプであるが、油は高圧油系統からオリフィスを経て供給されている。この油量を計算すると下式のようになる。

$$Q = A_0 C_0 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_0 - P_1)} \quad (2.1)$$

したがって油羽根車間を流動する油の速度は

$$v = Q / A_0 \quad (2.2)$$

その摩擦損失  $\Delta P_f$  は

$$\Delta P_f = \frac{\gamma}{2g} \zeta v^2 \Delta r = \zeta \left( \frac{A_0 C_0}{A_0} \right)^2 (P_0 - P_1) \Delta r \quad (2.3)$$

また  $\Delta r$  の間の遠心力による油圧上昇  $\Delta P_c$  は、

$$\Delta P_c = \frac{\gamma}{2g} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \Delta r \quad (2.4)$$

油羽根車出口の油圧力すなわちガバナ一次油圧  $P_1$  は式(2.5)で表わされる。

$$P_1 = \int_{r=r_1}^{r=r_2} \Delta P_0 + \int_{r=r_1}^{r=r_2} \Delta P_f \\ = \frac{\gamma}{2g} \cdot \omega^2 \cdot r_m \cdot h + \zeta \left( \frac{A_0 C_0}{A_0} \right)^2 (P_0 - P_1) \cdot h \quad (2.5)$$

ただし  $r_m$  : 油羽根車の平均半径

$h$  : 油羽根車の長さ

$\zeta$  : 油の摩擦抵抗

式(2.5)の第2項は  $A_0/A_0$  がきわめて小さい数値であるので実用上無視してさしつかえない。したがって式(2.5)は下記のようになる。

$$P_1 = \frac{\gamma}{2g} \cdot \omega^2 \cdot r_m \cdot h \quad (2.6)$$

油の比重  $\gamma$  は温度によってほとんど変化しないので、 $P_1$  はタービン軸の回転数の自乗だけに比例すると考えてさしつかえない。いま対象となる回転数の変化の割合は小さいので、ガバナ一次油圧と回転数変化との間には、次式が成立する。

$$\Delta P_1 = P_1 \frac{(\omega + \Delta\omega)^2 - \omega^2}{\omega^2} \approx 2P_1 \frac{\Delta\omega}{\omega} \quad (2.7)$$

ガバナ一次油圧は通常定格回転数において  $2.15 \text{ kg/cm}^2\text{G}$  となるよう油羽根車の寸法が定められているのでサイクル変化に対するガバナ一次油圧変化は式(2.7)から

$$\Delta P_1 = 4.30 \frac{\Delta\omega}{\omega} \quad (2.8)$$

となる。

## 2.2 主調速機

式(2.8)から1%のサイクル変化時に生ずるガバナ一次油圧の変化は、 $0.043 \text{ kg/cm}^2$  という微小なもので、制御に必要な大きさまで拡大するために、油圧拡大装置が必要である。主調速機は図2.3に示すように、ペロー、カップ弁およびバネから成り、モーメントの平衡から

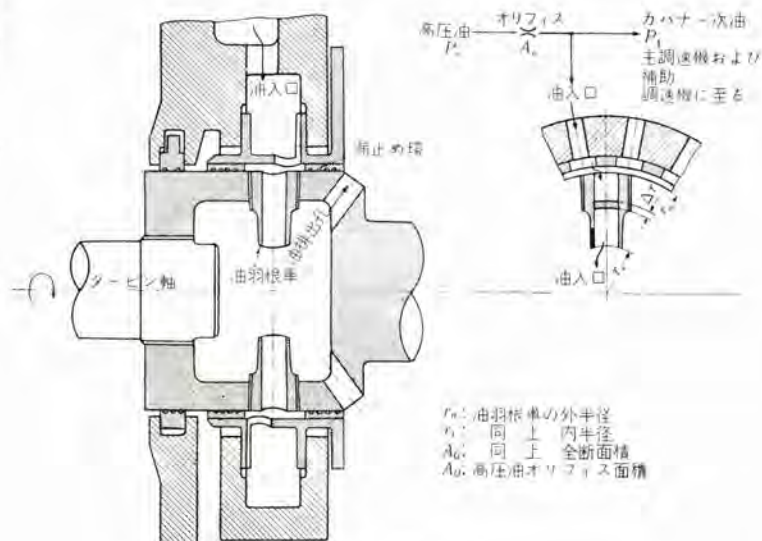


図 2.2 油羽根車

$$A_0 \cdot P_0 \cdot L_1 = A_0 \cdot P_1 \cdot L_1 + K \cdot H \cdot L_2 \quad (2.9)$$

ただし  $H$  はバネの圧縮量でガバネータまたは手動で変化できる。いま  $P_1$  が変化する場合を考えると、

$$A_0 \cdot (P_1 + \Delta P_1) \cdot L_1 = A_0 \cdot (P_1 + \Delta P_1) \cdot L_1 + K \cdot (H + \Delta H) \cdot L_2 \quad (2.10)$$

すなわち

$$A_0 \cdot \Delta P_1 \cdot L_1 = A_0 \cdot \Delta P_1 \cdot L_1 + K \cdot \Delta H \cdot L_2 \quad (2.11)$$

一方オリフィス  $A_0$  より流入する油量について考えると下式が成立する。

$$A_0 C_0 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_0 - P_1)} = h \sqrt{4\pi A_0 \cdot C_0} \sqrt{\frac{2g}{\gamma} P_0} \quad (2.12)$$

ここに  $h$  はカップ弁のすきで

$$h = \frac{L_1}{L_2} H \quad (2.13)$$

となる。式(2.12)、(2.13)から

$$L_1/L_2 H = \frac{A_0 C_0}{\sqrt{4\pi A_0 \cdot C_0}} \frac{\sqrt{P_0 - P_1}}{\sqrt{P_0}} \quad (2.14)$$

したがって  $\Delta P_1$  に応じた  $H$  の変化の割合は、

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{1 - \frac{\Delta P_1}{P_0 - P_1}}{1 + \frac{\Delta P_1}{P_0}} \quad (2.15)$$

式(2.15)中  $P_0$  は高圧油圧力で、この値は通常  $10 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ 、また主調速機油圧  $P_1$  は通常  $0.7 \sim 2.5 \text{ kg/cm}^2\text{G}$  の間を変化す

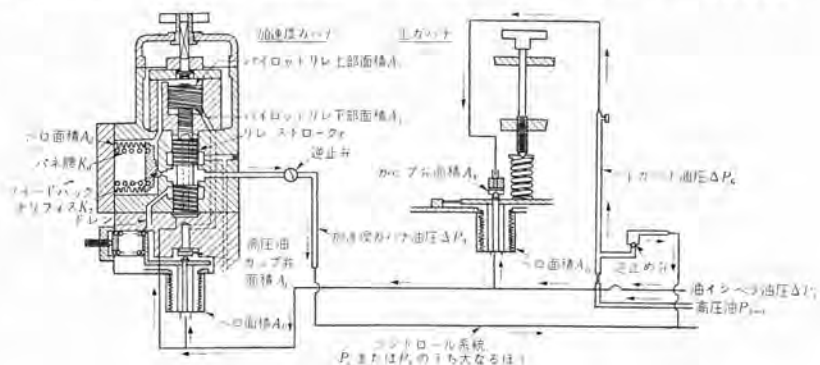


図 2.3 主ガバナおよび加速度ガバナ系統図

るもので、 $\Delta P_G/P_G - P_G$  および  $\Delta P_G/P_G$  は 1 に比し小さい値である。すなわち式 (2.15) から  $\Delta H$  は  $H$  と同じ程度の値であることがわかる。 $H$  の大きさについて考えると、式 (2.14) において高圧油オリフス  $A_o$  は、カップ弁直径  $\sqrt{4\pi A_o}$  に比して十分小さい値であるから、式 (2.14) から  $H$  を計算すると  $1/10$  mm の程度である。したがって式 (2.11) において  $\Delta H$  を含む項は省略しても実用上さしつかえはない。すなわち

$$\Delta P_G = \frac{A_B}{A_o} \Delta P_1 \dots\dots\dots (2.16)$$

となり拡大率  $A_B/A_o$  は幾何学的に決まるもので、油の粘性などによって影響をうけないものであることがわかる。主調速機の拡大率  $A_B/A_o$  はターボ発電機速度調定率が 4 ないし 6% の間になるよう決定されるものであるが通常 5 倍に選定されているので、サイクル変化 5% に対して主調速機油圧は約 1.1 kg/cm<sup>2</sup> 変化する。

また式 (2.9) からガバナモータの作動によってパネの圧縮量  $H$  を変化するも式 (2.16) の関係には影響なく、 $P_G$  と  $P_1$  との関係が平行移動することが判明する。換言すれば系統に併入運転中は  $P_1$  が一定であるため  $P_G$  が変化して負荷を、また単独運転中は  $P_G$  が一定であるため  $P_1$  が変化してサイクルを変化するものであることが了解いただけると思う。

### 2.3 補助調速機

再熱タービンでは、再熱器系統の蒸気が負荷シャ断時にタービンに流入するのを防止するためにインターセプト弁を設けていることは図 2.1 に示すとおりである。インターセプト弁はその目的上、負荷運転中は全開しており、負荷がシャ断されたときにだけ急激に閉鎖する必要があるため、主調速機のほかに補助調速機を設けている。

いま機械式の調速装置の場合について考えると、その構造上、補助調速機はインターセプト弁の開閉だけをつかさどり、蒸気調整弁は主調速機だけで開閉されるよう別々の調速方式を採用しているが、このような方式では負荷シャ断後には主調速機の設定回転数を再調整するためガバナモータを作動させないとインターセプト弁が再開せず、再熱器内の蒸気圧力を制御できないという欠点がある。

これに反し油圧式の場合には、主調速機と補助調速機とは、出口の逆止め弁を通じて同一の制御系統に連絡されていて、必要なほうが系統全体を制御するように設計されているので、負荷シャ断後も、自動的に安定な運転に復帰するという利点がある。以下簡単に現在製作中の補助調速機の構造および性能について述べてみたい。

### 2.4 速度式補助調速機

初期の再熱タービンには速度式補助調速機がまず使用された。主調速機と同様に、油羽根車のガバナ一次油圧を拡大して制御油圧とする原理によったものであるが、インターセプト弁および蒸気調整弁を全閉する回転数をできるだけ低くするために、油圧の拡大率を主調速機の数倍にしている。したがってその反面、補助調速機は速度調定率が良すぎて負荷運転は不安定となる。負荷運転中に、主調速機の制御を乱さないためには補助調速機の

作動回転数を定格回転数より約 3% 上にずらせる必要が生じた。すなわち、定格回転数においては主調速機による調速二次油圧が制御系統を支配してインターセプト弁は全開しているが、全負荷運転の場合を考えると、定格回転数より約 1.5 サイクルが上昇すると、この補助調速機の油圧が主調速機の油圧に打ち勝ち、3% サイクルが上昇すると蒸気調整弁を全閉し、さらにそれ以上 0.3 サイクル程度上昇すれば迅速にインターセプト弁を閉じる。すなわちこの補助調速装置は系統運転中はまったく作用せず、なんらかの原因で発電機負荷が減少してタービンの回転数が上昇した場合に主調速機に代わって蒸気調整弁ならびにインターセプト弁を閉じ、ターボ発電機の過速を防止するのがその役割である。

### 2.5 加速度調速機

上述のように、速度式補助調速機はタービン回転数が定格よりも約 3% 上昇してはじめて蒸気調整弁、ついでインターセプト弁を閉じるに必要な油圧を作るものである。これに対して加速度調速機では、その名の示すようにタービンの加速度を検出して作動し、蒸気調整弁およびインターセプト弁を急速に閉じるものである。したがって作動はきわめて速いだけでなく、加速度が減少すれば自動的に作動を停止して系統の制御を主調速機に復するものである。加速度調速機の構造は図 2.3 の系統図に示すように、ガバナ一次油圧の変化をカップ弁、ペロー機構によって拡大し、パイロットリレー上下の油圧に不平衡が生じるとリレーが移動し高圧油を直接制御系統に連絡するものである。制御油圧はオリフスを経てペロー室、すなわちパイロット上面にフィードバックしてリレーをふたたび中立位置に回復させるのであるが、リレー下面の油圧が上昇してリレーが作動してから上面にフィードバックするまでには時間遅れを生ずるために、加速度調速機は加速度の大きさに対応するものである。いま種々の大きさの加速度に対する加速度調速機の応答を計算するために図 2.4 のようなブロック線図を作成した。この図には

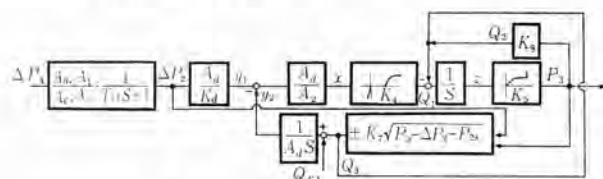


図 2.4 加速度ガバナブロック線図

- (1) パイロットリレーのラックは流量係数  $K_1$  の計算に考慮している。
- (2) 蒸気調整弁パイロットリレーおよびインターセプト弁トリップリレーの油容量は、加速度調速機の出力  $P_3$  を算出する際  $K_2$  としている。
- (3) 蒸気調整弁パイロットリレーおよびインターセプト弁トリップリレーからの漏洩油量は  $K_3$  として考慮している。

加速度調速機の特性は、図 2.5 のように表わすのが便利である。縦軸は加速度を検出してからインターセプト弁トリップリレーを作動する出力に達するまでの時間を、横軸に加速度を示し、この図は 156 MW ターボ発電機用に設計された加速度調速機について計算した一例である。



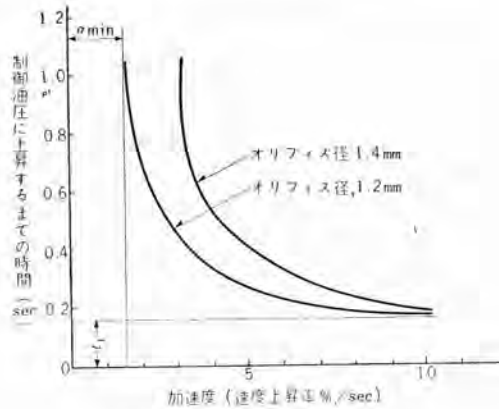


図 2.5 加速度 ガバ特性曲線

定格負荷 シェ断時の加速度に対する上述の遅れ時間を  $t_L$  また遅れ時間が無限大に漸近する際の加速度を  $\alpha \text{ min}$  とすると、これらは図に示すように フィードバックオリフィス 径によって影響されるものである。

シェ断負荷が大きいと、ターボ発電機軸に生ずる加速度もまた大きいが、この際には過速度を防止するためになるべく早く蒸気調整弁および インターセプト 弁を閉鎖する必要から  $t_L$  が小であることが絶対に必要である。またターボ発電機を過速するおそれのない比較的小さな加速度に対しては、再熱器内の蒸気圧力を安定させるために インターセプト 弁を閉鎖してはならないのであって、 $\alpha \text{ min}$  が不必要に小ではない。換言すれば、ターボ発電機全体の調速系統に最適の加速度調速機の特性を得ることが必要となる。

### 3. 調速系統

調速系統は図 2.1 に示すように、ボイラ 過熱器を出た高圧蒸気は止止め弁、蒸気調整弁を経て高圧タービンに流入し、高圧タービンで所定の仕事をした後 低温再熱蒸気管を通してボイラ 再熱器に送られる。再熱器で規定温度に再熱された後、リートストッパ弁および インターセプト 弁を経て中圧タービンに至り、クロスオーバー管で低圧タービンに送られた後復水器に排出される。前節の調速機および上述の調速系統を線図で示すと図 3.1 のようになり、ブロック線図で表わすと図 3.2 となるが、これらについて簡単に説明してみたい。

発電機出力  $L$  とタービン出力  $\Sigma N$  との差がターボ発電機の回転数  $\omega$  の変化となり、これに応じて主調速機の制御油圧  $P_G$  および補助調速機の制御油圧  $P_A$  を生じて大きいほうが制御系統を支配する。高圧ター

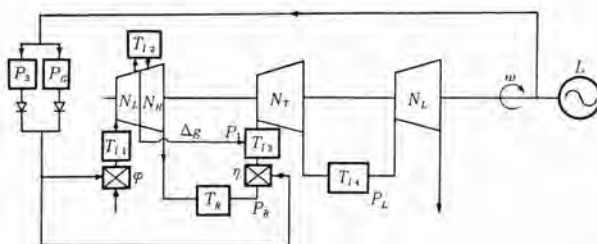


図 3.1 調速装置線図

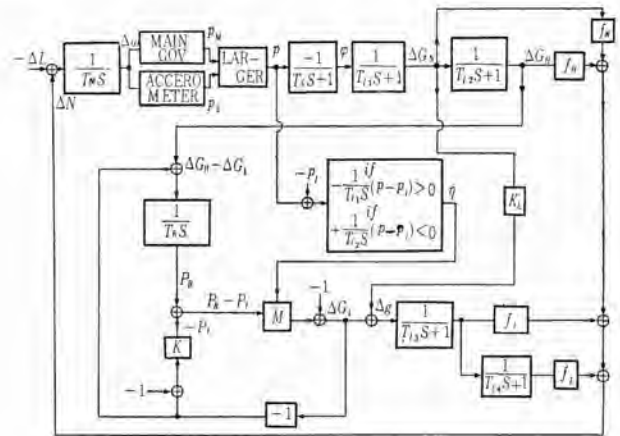


図 3.2 調速装置 ブロック線図

ビン および中圧タービンに流入する蒸気量は蒸気調整弁の揚程  $\eta$  および インターセプト 弁の揚程  $\eta$  ならびに インターセプト 弁前後の圧力差  $(P_R - P_I)$  によって決まるがタービン内を流れる蒸気量を計算するには、蒸気充填時間  $T_v$  を考慮する必要がある。

なお、弁の揚程を計算する際も無次元で扱うために閉鎖時間を導入する。蒸気調整弁揚程のラプラス変換  $L\{\eta\}$  は

$$L\{\eta\} = \frac{-p + T_v \rho_0}{T_v s + 1} \quad (3.1)$$

ただし、 $T_v$ : 蒸気調整弁の閉鎖時間

$\rho_0$ :  $\rho$  の初期値

$p$ : 制御系統油圧変化

また インターセプト 弁揚程のラプラス変換  $L\{\eta\}$  は

$$L\{\eta\} = -\frac{p}{T_i s} + \frac{\eta_0}{s} \quad (3.2)$$

ただし、 $T_i$ : インターセプト 弁の閉鎖時間

$\eta_0$ :  $\eta$  の初期値

として表わされている。

なお低温再熱蒸気管には逆止め弁を設けて再熱器から高圧タービンへの逆流を防止し、また高圧タービンと中圧タービンの間には中間グランドの漏洩蒸気があるが、これらは線図に示しておりである。

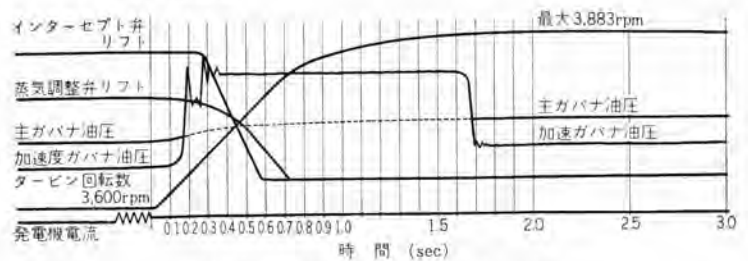


図 3.3 156,250 kW ガバテスト記録

図 3.3 は加速度調速機を採用した 156 MW ターボ発電機の定格負荷 シェ断時のオシロ記録であって、負荷 シェ断 2 秒後に最大回転数 3,883 rpm (7.93%) に達しているが、これは図 3.2 による計算結果と良く一致している。

### 4. 再熱蒸気タービン調速系統の 2,3 の課題

以上でごく簡単に各要素の機能について説明したが、最後に

再熱蒸気タービンの調速装置に特有の問題として最近経験したことを述べてみたい。なおこれらの問題の解決には電気的要素との結合が非常に有効であったので、今後ともさらに研究を進める必要が痛感される。

## 4.1 過速度の防止（ロードドロップアンティシペータ）

一般的にターボ発電機のように高速回転機械では、いかなる場合にも回転部の過速を防止して回転体の安全をはかるのが、調速装置に課せられた重要な使命である。定格負荷が急激にシャ断された場合、回転の上昇率は最大となるが、通産省の法令でこの最大速度上昇率は非常速度（定格速度の110%）以内に制限されている。高圧高温の蒸気を使用する大容量ターボ発電機においては、この制限を守るために調速装置の作動は十分に敏感とする必要があったが、再熱式の場合には再熱器内蒸気を処理するために装置は一段と複雑な構造となり作動はさらに迅速になるよう考慮を払っている。加速度調速機もこの目的から開発されたものであることはすでに述べたところであるが、電気的要素との結合例はロードドロップアンティシペータである。これは一例を図4.1に示すように、インターセプト弁後の蒸気圧力を検出する蒸気圧力スイッチと、発電機電流によって作動する2個の電流継電器とが直列に結合されており、両者の接点が同時に閉となれば回路中の電磁弁が付勢されて高圧油を直接制御系統に導入するものである。蒸気圧力スイッチは定格蒸気圧力の60%

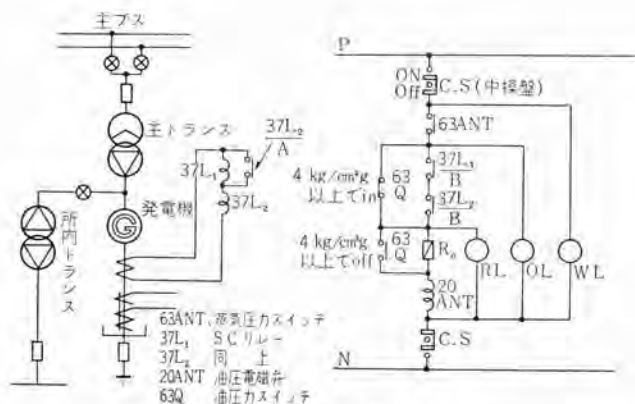


図 4.1 ロードドロップアンティシペータ系統図

以上、電流継電器は定格電流の25%以下で接点が閉となるもので、定常運転中は絶対に誤動作のないよう考慮を払っている。ロードドロップアンティシペータの作動速さについて考えてみると、蒸気圧力スイッチによって蒸気流量すなわち蒸気タービン出力を、電流継電器によって発電機出力をそれぞれ検出しこの両者に差すなわち発電機軸のトルク変化を間接的に検出して作動するもので、トルク変化と加速度とは同意義であるから加速度調速機と原理的には同一である。いまロードドロップアンティシペータの作動の一例として、定格負荷をシャ断する調速機試験の場合を考えると、蒸気圧力スイッチは負荷シャ断前に閉となっており、負荷シャ断と同時に電流継電器が閉となるので電磁弁が作動して蒸気調整弁とインターセプト弁とを急速に閉鎖する。これらの弁が閉鎖すると、ある時間遅れの後インターセプト弁後の蒸気圧力が低下するため蒸気圧力スイッチは開となり電磁弁が非作動とな

るので、制御系統は自動的に調速機の制御下に移行することとなる。すなわちロードドロップアンティシペータは、一定量以上の急激な負荷減少時にだけ一時的に作動してターボ発電機の過速度を防止する装置である。

ターボ発電機の負荷シャ断後の速度上昇率を計算するには、詳しくは図3.2のブロック線図を利用するが、各要素の影響を直観的に把握するために、近似的に数式によって求めることにする。

再熱蒸気タービンはインターセプト弁によって高圧部と中圧部以降とに二分されており、再熱器および蒸気管の蒸気容量は十分に大きいので、最大速度上昇率を求めるには、高圧部を単独の背圧タービン、中圧部以降を別個の復水タービンとみなして独立に出力を計算し、これらの合計が回転部の慣性モーメントに打ち勝って回転を上昇するものとする。

いま計算を無次元化するためにまず下記の時定数を考えることとする。

## 4.2 始動時間

ターボ発電機の始動時間は次式で定義される。

$$T_a = (1.096) (10^{-5}) \frac{(GD^2)(N^2)}{(4)(P)} \quad (4.1)$$

ただし

$T_a$  : ターボ発電機の始動時間 (sec)

$GD^2$  : 回転部の重量と直径の自乗の積 (kg-m<sup>2</sup>)

$N$  : ターボ発電機の回転数 (rpm)

$P$  : 定格発電機出力 (kW)

いま始動時間の逆数  $1/T_a$  は定格出力シャ断時の回転体の初期加速度（定格回転数の百分率/秒）を表わすことになる。

## 4.3 蒸気室充填時間

調整弁あるいはインターセプト弁とタービン翼部の間にはいわゆる蒸気スペースがあり、この充填時間は次式で定義される。

$$T_e = \frac{V\gamma}{G} \quad (4.2)$$

ただし

$T_e$  : 蒸気室充填時間 (sec)

$V$  : 蒸気スペース (m<sup>3</sup>)

$G$  : 定格出力時の蒸気流量 (kg/秒)

$\gamma$  : 蒸気の密度 (kg/m<sup>3</sup>)

蒸気室充填時間の逆数  $1/T_e$  は調整弁あるいはインターセプト弁が閉鎖してから、タービン内の蒸気流量が減少を始める傾斜を表わすものである。

## 4.4 閉鎖時間

負荷シャ断後、蒸気調整弁あるいはインターセプト弁はほぼ直線的に閉鎖することは図3.8に示すとおりである。いまこの閉鎖速さを定格出力時の弁揚程の比率で表わすとその逆数が閉鎖時間となる。すなわち

$$\text{揚程/秒} = \frac{1}{T_s} \quad (4.3)$$

あるいは  $T_s$  は定格出力時の弁揚程が閉鎖するに要する見掛け上の時間を示すものといえる。

## 4.5 速度上昇率の計算式

いま定格出力をシャ断する際の速度上昇率を計算することと



する。

調整弁あるいはインターセプト弁の揚程を定格時の揚程の比率で  $h$  とすると、このラプラス変換  $L\{h\}$  は図 3.3 から下記のようになる。

$$L\{h\} = \frac{1}{S} - \frac{1+\lambda_0}{T_s} \frac{e^{-t_0 S}}{S^2} + \frac{1+\lambda_0}{T_s} \frac{e^{-(t_0+T_s)S}}{S^2} \quad (4.4)$$

ただし

$\lambda_0$  : 無負荷時の弁揚程

$t_0$  : 弁揚程の死時間

タービンに流入する蒸気流量は  $h$  に比例するので、式 (4.4) はすなわち蒸気流量を示すものとなる。一方タービン内の蒸気流量は蒸気スペースの蒸気圧力に比例し、この両者の差が、蒸気圧力の降下速さに等しくなる。すなわち

$$h - p = T_e \frac{dp}{dt} \quad (4.5)$$

ただし

$p$  : 蒸気スペースの蒸気圧力

(定格出力時の蒸気圧力との比)

式 (4.5) を変換すると、

$$L\{p\} = \frac{1}{1+T_e S} \left\{ \frac{1}{S} - \frac{1+\lambda_0}{T_s} \frac{e^{-t_0 S}}{S^2} + \frac{1+\lambda_0}{T_s} \frac{e^{-(t_0+T_s)S}}{S^2} \right\} \quad (4.6)$$

蒸気流量による出力は式 (4.6) の  $p$  を各時間区分で積分したものである。したがって速度上昇率は、下式で表わされる。

$$\phi_t = \frac{X_t}{T_a} \left\{ \int_{t=0}^{t=t_0} p dt + \int_{t=t_0}^{t=t_0+T_s} p dt + \int_{t=t_0+T_s}^{t=t_m} p dt \right\} \quad (4.7)$$

ただし

$\phi_t$  : 高圧または中低圧タービンによる速度上昇率 (%)

$X_t$  : 高圧または中低圧タービンの出力 (%)

$t_m$  : 速度上昇率が最大となるときの時間を  $t_{\max}$  とすると  $t_m = t_{\max} - (t_0 + T_s)$  となる。

負荷シフト断を起点として時間を計測する (秒)

速度上昇率が最大となるときは

$$p=0$$

であるから、

$$t_{\max} = T_e \log_e \left\{ \frac{1}{\lambda_0} (1+\lambda_0) (e^{\frac{T_s}{T_e}} - 1) \frac{T_e}{T_s} \right\} + t_0 \quad (4.8)$$

すなわち

$$t_m = T_e \log_e \left\{ \frac{1}{\lambda_0} (1+\lambda_0) (e^{\frac{T_s}{T_e}} - 1) \frac{T_e}{T_s} \right\} - T_s \quad (4.9)$$

式 (4.7) および式 (4.8) から最大速度上昇率を計算すると、

$$\frac{X_t}{T_a} \left\{ t_0 + \frac{1-\lambda_0}{2} T_s + (1+\lambda_0) T_e - \lambda_0 t_m + (1+\lambda_0) \frac{T_e^2}{T_s} \left\{ e^{-\frac{T_s}{T_e}} - 1 + e^{-\frac{T_s}{T_e}} (e^{\frac{T_s}{T_e}} - 1) (1 - e^{-\frac{t_m}{T_e}}) \right\} \right\} \quad (4.10)$$

式 (4.10) から、最大速度上昇率に及ぼす各要素の影響を考慮することとしたい。

#### 4.6 始動時間の影響

最大速度上昇率は始動時間すなわち  $GD^2$  に逆比例することが判明する。いま一例について大容量再熱式ターボ発電機の始動時間を計算すると表 4.1, 4.2 のように容量が増加すると次第に減少する傾向にあることがわかる。とくに内部冷却式の発電機では  $GD^2$  の減少がいちじるしい。

表 4.1 50 サイクル機 (3,000 rpm) の始動時間と容量

	単位					
タービン発電機出力	MW	75	125	156	175	250
入口蒸気圧力	psig	1,450	800	2,400	2,400	2,400
入口蒸気温度	°F	1,000	1,000	1,050	1,050	1,050
再熱蒸気温度	°F	1,000	1,000	1,000	1,000	1,050
始動時間 $T_a$	sec	9.93	11.30	9.06	11.42	10.29
タービン排気数		2	2	2	3	4
最終翼長	in	20	23	23	23	23
発電機冷却方式		内部冷却				
発電機 $GD^2$ の割合	%	56.9	23.0	22.7	17.3	18.3

表 4.2 60 サイクル機 (3,600 rpm) の始動時間と容量

	単位					
タービン発電機出力	MW	75	125	156	175	250
入口蒸気圧力	psig	1,450	800	2,400	2,400	2,400
入口蒸気温度	°F	1,000	1,000	1,050	1,050	1,050
再熱蒸気温度	°F	1,000	1,000	1,000	1,000	1,050
始動時間 $T_a$	sec	11.40	7.10	9.80	11.42	8.20
タービン排気数		2	2	2	3	3
最終翼長	in	20	23	25	25	25
発電機冷却方式		内部冷却				
発電機 $GD^2$ の割合	%	45.8	46.8	27.4	22.9	35.8

#### 4.7 死時間の影響

式 (4.10) から死時間の影響がわかる。一例として始動時間が 10 秒の場合について考えると、死時間を 0.1 秒減少すれば最大速度上昇率は 1% 減少する。加速度調速機あるいはロードドロップアンティシペータの開発に伴って、死時間はいちじるしく短縮され 0.2 ないし 0.4 秒の付近にあるのが普通である。

#### 4.8 閉鎖時間の影響

蒸気調整弁あるいはインターセプト弁の閉鎖時間を短縮すれば、速度上昇率を低下しうることは申すまでもないが、そのためには制御系統の油圧をなるべくすみやかに上昇することと、弁のサーボモータの速度を速くすることが必要である。このうち前者は、補助調速機あるいはロードドロップアンティシペータの作動速さ、とくにその容量に左右されるものである。またサーボモータの速度を大にするために、クイックタンラリーを採用するなど機械的にいろいろな手段を講じた結果現在 0.3 ないし 0.4 秒の値にまで短縮されている。

#### 4.9 蒸気室充填時間の影響

式 (4.10) からわかるように蒸気室充填時間が大きいと速度上昇率もまた大になる。しかしながら高温高圧蒸気を使用する場合、タービン高温部車室の構造上、蒸気室充填時間は現在 0.3 ないし 0.4 秒であるがこれ以上短縮することは不可能と思われる。すなわちウエスタンハウス社では蒸気温度 538°C 以上の場合には蒸気調整弁あるいはインターセプト弁をタービン車室と別個に設けて可撓性の蒸気管で連絡しているので、上記程度の蒸気室充填時間は不可避である。またゼネラルエレクトリック社でも最近の設計では上記と同様の構造を採用している傾向にあり、蒸気室充填時間は一般的に大となる傾向にあるものと思われる。

#### 4.10 過速度防止に関する現状

以上に述べたところから高圧高温蒸気を使用する大容量の再熱タービンでは、過速度を防止するために調速装置全般にわたって作動の迅速性が重要視されるゆえんをご了解いただいたことと思う。現在までに新三菱重工で製作された再熱タービンは

75MW と 156MW とであるが、加速度調速機あるいはロードドロップアンティシペータの併用によって、過速度防止に関してはまったく問題は解決されていることを申し添えて置きたい。

## 4.11 調速の安定（インターセプト弁と蒸気調整弁とのインターロック）

中央発電所用の再熱ターボ発電機は、原則として大きな系統にはいて他の発電機と並列運転されるので、サイクル変動は一定範囲内に維持され再熱タービンなるがゆえに不安定となる要素は生じない。しかしながら系統の事故によっては、能動的あるいは受動的に系統より分離されて単独に負荷を受け持つことになり分離前後の負荷状態によってさまざまな負荷変化を生ずるのである。系統分離後においても負荷が残留する場合、調速装置ができるかぎり早く安定な状態に回復して良質の電気を供給しつづけることが望ましい。すでに 2.3 補助調速機の項において述べたように油圧式調速装置では、負荷シタ断後の調速の安定についても設計的に考慮されているところであるが、最近製作された 156 MW 機の場合加速度調速機の特性とあわせて計算したのでその解析結果について述べてみたい。

まず負荷変動については変動前に定格出力をうけたものが次式で示されるように

$$1 - \Delta L = L \quad (4.11)$$

$\Delta L$  の負荷減少をして  $L$  なる残留負荷をうける場合について図 3.2 のブロック線図を用いてアナログコンピュータが演算を行なった。

調速の安定について考察する場合、蒸気調整弁の全閉する際の制御油圧（これを  $P_S$  とする）とインターセプト弁の開鎖する際の制御油圧（これを  $P_I$  とする）との差が重要な要素であることは運転上からも経験されているので、下記 3 種の場合について解析した。

- A  $P_S = 2.4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$   $P_I = 3.2 \text{ kg/cm}^2\text{G}$
- B  $P_S = 2.4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$   $P_I = 3.0 \text{ kg/cm}^2\text{G}$
- C  $P_S = 2.4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$   $P_I = 2.4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$

A の場合について計算した結果は一例を図 4.2 に示すように、負荷減少とともにターボ発電機の回転数はいったん上昇するので蒸気調整弁ならびにインターセプト弁は急激に閉鎖するが、約 30 秒の後には再熱器内の蒸気圧力が残留負荷に應ずる値にまで低下するのでインターセプト弁が全開するも回転数は設定値まで低下をつづけ、蒸気調整弁も規定の開度まで開いて整定する。

これに反して C の場合には、図 4.3 の例にみるように不安定な経過をたどる。すなわち  $P_S$  と  $P_I$  とに差がないため、インターセプト弁が閉鎖しているときに蒸気調整弁が開き再熱器内の蒸気圧力が上昇するサイクルと、その反対の弁開度のために再熱器内の蒸気圧力が下降するサイクルとが交互に生じて結局再熱器内の蒸気圧力を規定値に制御することができないので安定にならず、いわゆる非線形特性にもとづくリミットサイクルを生ずることが判明する。

B の場合は上記 A、C の場合の中間にあつて、156 MW 機の計算例では減少負荷  $\Delta L$  が  $1/4$  および  $3/4$  の場合は安定、それ以上の負荷減少の場合は不安定という結果が得られた。

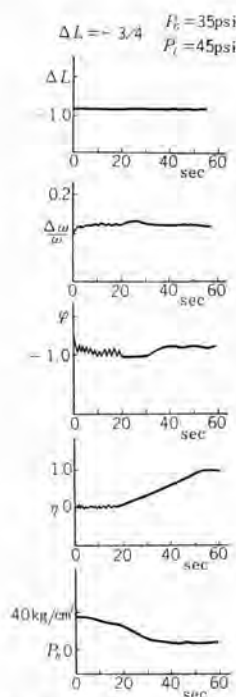


図 4.2 調速性能計算値  
(安定な例)

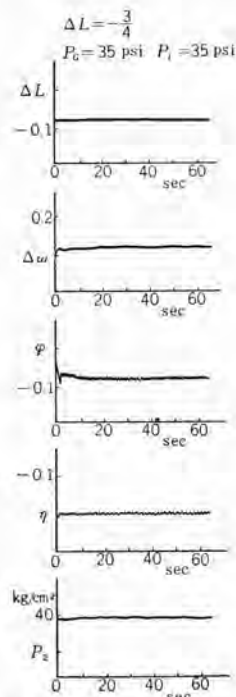


図 4.3 調速性能計算値  
(不安定な例)

## 4.12 インターセプト弁と蒸気調整弁とのインターロック

前項で説明したように負荷が減少した後、安定な運転をつづけるためにはインターセプト弁がまず全開し、つぎに蒸気調整弁が再開することが必要である。この目的で機械式調速装置ではインターセプト弁が閉鎖している間中ガバモータを作動させ、主調速機の設定回転数を補助調速機の設定回転数よりも高くしていることはすでにのべたところである。

油圧式調速装置においてはインターセプト弁が閉鎖すれば、前述のロードドロップアンティシペータ用の電磁弁を付勢して蒸気調整弁も強制的に閉鎖する、電気的なインターロックを設けている。この目的は再熱器圧力を制御できないような変態的な運転を自動的にさけるための保安にあったが、現在的方式ではインターセプト弁も閉鎖位置にロックされてしまうことになる。

このインターロックを検討して、インターセプト弁は原因が除外されれば再開するように改善すれば、調速の安定の点からもさらに好ましいことは確かであつて現在、新しい構想を考慮しているところである。

## 5. 300 psig の調速装置

今までに述べた調速装置は、主油ポンプ吐出圧力が 150 psig (10.5 kg/cm<sup>2</sup>G) であるところから 150 psig の調速装置と呼ばれているが、この系統は 156 MW 級までのターボ発電機に対しては十分に目的を達しているのをご了解願えたことと思う。しかしながら、将来ますます蒸気条件が苛酷となり容量が大になると、蒸気調整弁およびインターセプト弁を操作するサーボモータの力量もまた大となることが要求される。この力量を発揮してしかも本文でのべたような閉鎖時間で作動するためには作動油



圧力すなわち主油ポンプ吐出圧力を2倍の300 psigに上昇することが必要となるもので、容量175 MW以上のターボ発電機にはこの程度のものが使用される。

さらにこの300 psig系統では、作動速さに、調速の安定にさらに将来の自動化にそなえて下記の点で従来の150 psig系統に比し改良を加えたものである。

### 5.1 制御油圧と弁開度の関係を逆にする

加速度調速機で述べたように、見かけ上の時間遅れは主として制御系統の油の漏洩、リレーなどの油容量に起因している。現在は弁を閉鎖する際は制御油圧を上昇する必要があるが、この関係を逆にして制御油圧が減少するとき弁が閉鎖するように改善することにより、上記の影響をプラスに利用してさらに迅速に作動するものと期待している。

### 5.2 インターセプト弁サーボモータを定位性とする

蒸気調整弁が無負荷位置付近まで閉鎖したところからインターセプト弁が漸次制御油圧に直線的に閉鎖するように定位性とする、調速の安定上次のように望ましい。すなわち負荷減少後ふたたび回転が安定する際に、現在のインターセプト弁の操作機構によると、再熱器内圧力が規定値より高い場合開閉作動を繰り返すが定位性とすればそのような不具合を防ぐことができるものと期待できる。

### 5.3 自動運転

従来の火力発電所では、中央操作方式を採用する場合にもタービンは起動停止は現地で行なうのが常識となっていたように思う。われわれの関係したところでは中国電力新宇部発電所の中央制御室の計画に際しては、タービンラントについてもかなり遠隔操作に考慮が払われていたが、タービン本体の運転については上記常識をこえたものではなかったようである。米国においてもラントの全自動化が直ちに実現するとは思えないが、たとえばパブリックサービス電力会社のように進歩性を自負するところではこの問題についても種々基礎試験を続けており、たとえばパーリントン4号機では図5.1にみられるようにタービンの起動停止は、あたかも飛行機の操縦室のように小形の計器、取手を整備した中央の制御盤から遠隔操作できるように設計されている。しかしながら、このラントの運転結果からみると従来の操作機構では遠隔操作に要する力量が大きすぎるところに問題があるように感じられた。この点を解決するために、新しい300 psig系統では、4種の蒸気弁はすべてパイロットリレーによって操作できるよう設計されている。起動停止に必要な諸元は、タービン監視計器の発達によってほとんどすべて中央制御室で得

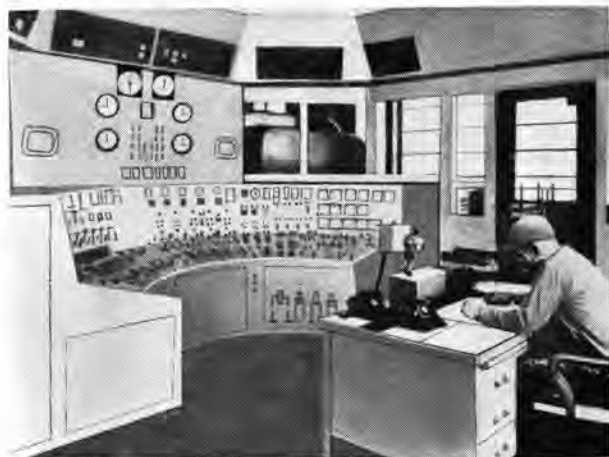


図 5.1 タービン 制御盤

ることができる現在、自動運転の問題は今後電気関係の協力でますます進歩するものと考えられる。

以上のように300 psigの調速装置では、各部要素の設計に画期的な改良が加えられているが、現在開発試作に着手しているので、その成果は後日機会を得て発表したいと思う。

## 6. む す び

本文では、再熱蒸気タービンに使用されている油圧式調速装置の各要素およびこれらを組合せた場合の特性について述べたが、調速装置に要求される、過速度の防止と調速の安定という2項目は、ターボ発電機が再熱サイクルを採用し、かつ大容量、高圧高温化するに伴ってますます技術的にもむずかしい問題になってきたが、油圧式調速装置の特性はこれらの要求を完全に満足するものであることをご了解いただければ幸いである。またこれらの要求に対しては、電気的要素を調速機構内に有機的に活用することが有効な解決策であって、これを容易に行ないうるところに油圧式調速装置の長所があると考えているものである。

本文では詳細についてはふれなかったが、これら電気的要素を構成する部分、すなわちスイッチ、リレーおよび配線材料などは、米国においても種々問題があるようで、現在もお信頼度のある高性能のものを開発しようと努力しているのが実情である。最近のように火力発電所の自動化が強く要求されるようになると、これら電気品の使用範囲はタービン側においてもますます広くなることは必然のことと思われる。

(新三菱重工神戸造船所 荒木良一郎)

## 原子炉炉心の新しい接合技術

What's New in Engineering: New Joining Techniques for Nuclear Cores (Westinghouse Engineer, Vol. 20, No. 2, March, 1960, p. 63)

原子力の出現に伴って、原子炉の特殊な要求を満足する材料の開発は大きな難題の一つであった。しかもそのうち、炉心材料に対して新しい接合技術を見出すことが重要な課題となっていた。ここに紹介する三つの方法は、最近、Atomic Energy Commissions Bettis Labo. で新しく炉心の接合法として研究開発されたもので、接合の品質、工作の容易さ、あるいは費用の節減の点からみて、有望な方法と考えられる。

### (1) 電子ビーム溶接 (Electron Beam Welding)

高度に集中した電子ビームを真空中で金属表面にあてると、金属面の微小部分を容易に溶かすことができる。米国で一般に用いられている電子ビーム溶接の装置には、比較的低い電圧 (50 kV 以下) と大きい電流 (約 1 アンペア) を使用するものが多く、それによって得られる溶接継手は、通常の溶接法の場合に類似して、ビードの幅が溶け込みの深さに比較してかなり大きくなる。これに対して、Bettis Labo. で実験した装置は高電圧 (50 kV 以上)、低電流 (20 ミリアンペア 以下) を使用し、いちじるしく異なった結果を得た。

高電圧、低電流の電子ビーム溶接は、とくに、真空中でも高い反応性を有する金属の溶接、あるいは、普通の溶接法では溶接することが不可能な構造物の特殊な箇所の溶接に応用することができるので、魅力的な方法である。ただ、現段階では、溶け込みの大きさを正確に制御することが困難なこと、および、熱の発散が不活性ガスアーク溶接に比べていちじるしく悪く、多層溶接を行なうと、多量の熱が蓄積されるのが欠点である。

### (2) 圧接 (Pressure Bonding)

金属は圧力を加え温度を上げることによっても接合させることができる。Bettis Labo. ではこのような圧接を利用した燃料アセンブリの製作を研究している。燃料材と被覆材をサンドイッチ状に積み重ね、所要の大きさのアセンブリに組立てる。燃料材と被覆材の間には、水を通す溝を作るため、いくつかのインサートを入れておく。仕上寸法に完成したサンドイッチは金属製のコンテナに納めて密封溶接し、コンテナの内部を真空にして高圧容器に入れ、アルゴンふんい気中で圧力と温度を上げると、圧接されてアセンブリができ上がる。また溝を作るために挿入したインサートは完成後、酸で除去する。

この方法の利点は、アセンブリの構成材料を仕上寸法にして組立て、ただ1回の操作で完成品を作ることができる点にある。

### (3) 拡散接合 (Diffusion Bonding)

拡散接合 (Diffusion Bonding) による方法は現在開発途上にあり、正確には Eutectic Diffusion Bonding と呼ばれるものであり、この方法を利用することによって、Metallic-Clad Ur-

anium Oxide Plate-type の燃料要素の製作が可能となる。

この方法では、まず酸化ウラン燃料を長方形の薄い板状に圧焼結し、板状の燃料を区割をつけた保持板の上に置き、その上に金属板のフタをする。保持板とフタの間には純金属 (銅) の薄膜を入れ、約 60 psi の圧力を加えて 1,900°F に加熱すると、金属薄膜は被覆金属と共晶合金を形成して溶融し被覆金属に拡散する。加熱時間を長くすると (約 30 分)、拡散が十分に行なわれ、接合部断面の顕微鏡組織には、ろう付の場合のような共晶合金の層は認められず、均一な組織になっている。

なお、試験結果によると、接合部は十分な強度と延性を有しており、加熱冷却による寸法変化も問題とならない。

(研究所 石原克己訳)

## シャ断器は油か、空気か、ガスか

A. W. Hill: Circuit Breakers.....Oil, Air or Gas? (Westinghouse Engineer, Vol. 20, No. 3, May, 1960, p. 82)

最近になっていよいよ米国の電気機器使用者側ではシャ断器を、油、空気およびガス の 3 形式より選択する時代となった。すなわち 5 年ほど前まではほとんどが油シャ断器であったが、その後空気シャ断器がある程度使用されるようになり、ついに SF<sub>6</sub> ガスシャ断器が開発されるに至った。

### 油シャ断器

油の保守に対する不満があるにもかかわらず油シャ断器は相変わらず中堅クラスの地位を保持しており恐らくここ数年間はこの状態が続くであろう。とくに化学工場などでアークによる爆発や接触部の腐食を防ぐ意味で油シャ断器には大きい利点がある。屋外用油シャ断器はここ数年間に 345 kV 25,000 MVA まで伸び 460 kV まで延長されようとしており長年月にわたり築き上げられた過去の優秀な実績からみてこれらに代わるシャ断器は簡単には得られそうもない。

### 空気シャ断器

欧州式の少油量形シャ断器は油量は減少するが油の保守や火災に対する危険を除くことができずガスを使用するというような点から米国の使用者側の満足が得られなかったため、W社では油の代わりに圧縮空気を消弧媒体に使用することを考え、これを 15 年ほど前から数回にわたり屋外高圧シャ断器に応用することを試み、5 年ほど前はじめて外形は従来の油シャ断器とあまり変わらない 46~138 kV タンク形空気シャ断器が完成された。また屋内用空気シャ断器としては、34.5 kV 以下 1,000 MVA 以上に対して横吹付形のものが開発され、定格電流は強制通風すれば 7,000~8,000 A あるいはそれ以上も製作可能でとくに油シャ断器では接触部や油の劣化が問題になる場所にその特長を発揮している。

### SF<sub>6</sub> ガスシャ断器

W社では 1947 年ころすでに SF<sub>6</sub> ガスが消弧媒体としてきわめて優秀であることを認め、これを実用化することに努力が



集中され 230 kV 15,000 MVA に至るまで次々と新形の SF<sub>6</sub> シュ断器が開発された。十年間の豊富な経験より SF<sub>6</sub> ガスの取扱いに際して特別なマスクや手袋は不要で人体に対する危険はまったくないことが確認されている。従来の油シュ断器の利点はすべて備えている上、油による火災の危険がなく保守点検が簡単であり消弧性能がすぐれ、230 kV 15,000 MVA シュ断器でもたいていの所へは完全に組立てた状態で出荷できる。

#### む す び

SF<sub>6</sub> シュ断器は油および空気シュ断器の長所を兼ね備えるすぐれたシュ断器で将来回路保護の第一線に活躍することを期待されている。

この5年から7年ほどの間にこれら SF<sub>6</sub> シュ断器はまず送電線の油シュ断器と交替し、ついで高圧配電線の油シュ断器ともとりかえられるであろう。15 kV 以下については、経済的見地から、さらに検討が必要とされている。

W 社電力用シュ断器のシュ断容量 (MVA)

電 圧 (kV)	屋 内		屋 外	
	油	空 気	油	空 気
345			25,000	
230			20,000	
161			15,000	
138			15,000	10,000
115			10,000	6,000
69		5,000	5,000	
46			2,500	3,500
34.5	1,500	2,500	2,500	
15	1,500	2,500	1,500	

(伊丹製作所 富永正太郎訳)

## 鋼管製造装置のサイパック制御

What's New in Engineering: Cypak Control System for Steel Pipe Production (Westinghouse Engineer, Vol. 20, No. 3, May, 1960, p. 94)

Provo, Utah. の Consolidated Western Steel Company で石油産業用鋼管の溶接作業がサイパック制御回路で自動的に行なわれている。溶接機は5台あり、サイパックでパイプ処理装置を順次操作して貯蔵所にはいる1番目のパイプが1番目の内径半自動溶接機の所に送られるようにすると、“呼出し”ボタンを押してある各溶接機に自動的にパイプを輸送することができる。

輸送はコンベヤで行なわれるが、待機場所を設けて貯蔵能力を倍化しパイプ処理装置の逆操作を不必要にしている。

コンベヤは1, 2, 3, 4, 5. 待機場所は5, 4, 3, 2, 1. の順序でパイプが送られ、パイプ位置は近接リミットスイッチで検出する。このリミットスイッチは磁気回路のリラクタンス変化を利用しているため機械的損傷がなく検出部とパイプの動作間隔も容易に調整できる。

パイプが適当な位置にくると、このリミットスイッチが動作し、コンベヤを停止させ、傾斜のついたレールに移される。

溶接完了後、押しボタンを押すと、並列に流れている溶接機から自動的にパイプが集められ、直列に流れるコンベヤに移され、

フラックス還元機を通った最終段の検査場に送られる。

サイパック盤面はバルコに設置され、各盤面とも保守に便利なテストを備え、操作の変更ができるように約10%の余分スペースが設けられている。(神戸製作所 小川祐三訳)

## シリコン整流器の適用技術

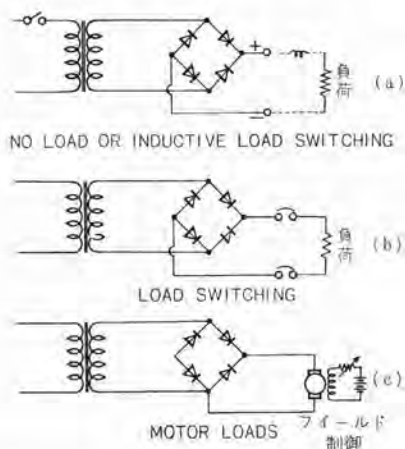
Robert D. Lynch: Techniques in the application of silicon power rectifiers (Electromechanical Design, February, 1960)

シリコン整流器の工業界への売上額は1957年4,300万ドル、58年に6,800万ドル、59年に8,800万ドルと年々増加し、シリコン整流器を使った充電装置は5,000,000 A以上の容量に達し、電解用、一般工業用には100~87,000 kW 定格容量のものまで製作されつつある。つぎに整流素子の定格に対してパルス使用と直列抵抗使用時の比較、P. I. V 定格と整流素子の平均電流との関係を述べ、整流素子の熱的特性を数式を使って論じている。そのうちで数サイクル間の短時間過負荷耐量はジャンクションに接している材料の熱容量による。数サイクルと1秒間の過負荷耐量はケースの熱容量に、それ以上の過負荷は冷却片を考えなくてはならない。

保護方式として過負荷保護、過電圧保護についてそれぞれ論じ、この文中注目すべきことは代表的なウエルダの直流電源としてのシリコン整流器ではアーク電流が零となるや否や約3倍の直流尖頭電圧が誘起されることをオシロをもって立証している。さらに反覆する短絡状況にも耐えなくてはならない責務がかせられている。一般的にサージ電圧が発生する場合として図の(a), (b), (c)の二つの場合をあげている。また信頼度の数字の評価として1<sup>s</sup>, 1<sup>p</sup>, 6<sup>a</sup>のブリッジ回路の整流器は整流素子の信頼性が0.99として総合信頼性(R)は(0.990)<sup>6</sup>=0.941=Rであり、6整流素子が並列の装置ではR=(0.941)<sup>6</sup>=0.694の信頼性しかないことを一般式を使って示している。

最後にシリコン整流器の特殊応用としてブラシなし発電機や3種の航空機用整流器が写真入りで紹介されている。

(伊丹製作所 加藤又彦訳)

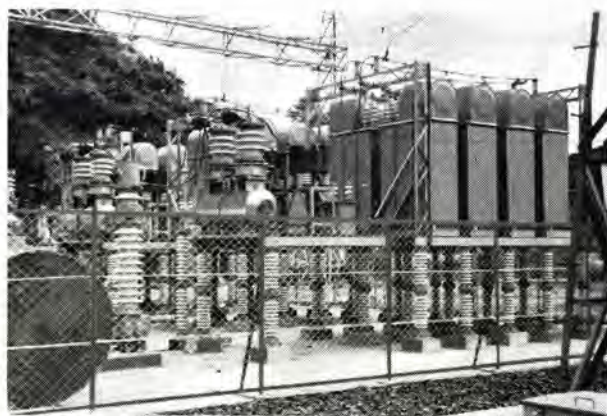




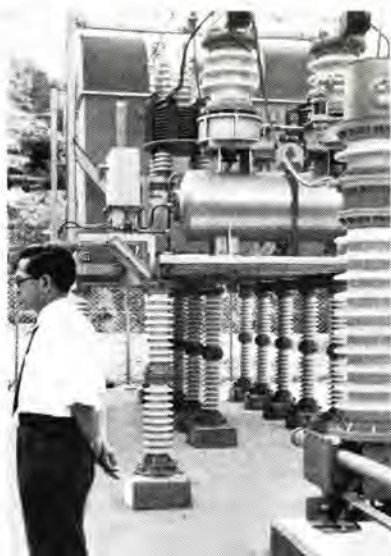
## ■ 九州電力長崎変電所のシリーズコンデンサ 実運転にはいる

三菱製鋼長崎工場の 50 トンアーク 炉設置による電圧 フリッカを抑制するため、新設の九州電力長崎変電所に 14,400 kVA の シリーズコンデンサ が設備され、去る 6 月 28、29 日の両日官庁検査を 終わり実運転にはいった。この シリーズコンデンサ には  $15 \text{ kg/cm}^2$  の圧搾空気槽を備えた保護間隙が設けられている。

鉄鋼業は基幹産業として生産量の大幅な増大が要求され、アーク 炉の大容量化は必至である。大形アーク 炉の新增設に伴って、同じ フィーダ または供給変電所母線につながる他の一般需用家に、電圧 フリッカ の問題を起こすが、何%の電圧変動幅まで許しうるか、まだ基準の決定を見ない今日、長崎変電所に新設されたこの フリッカ 抑制装置は一つの モデルケース として斯界の注目を浴びるであろう。



九州電力長崎変電所に新設された フリッカ 抑制用  
14,400 kVA シリーズコンデンサ

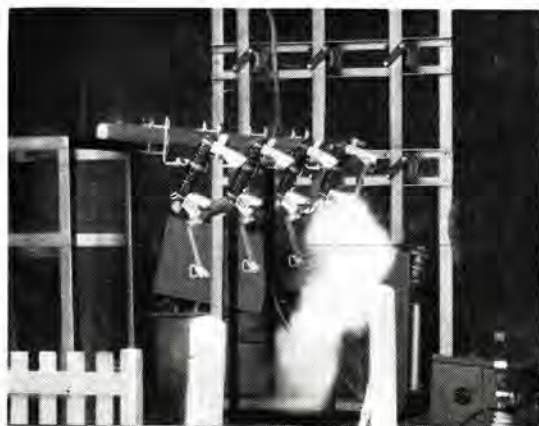


シリーズコンデンサ 保護間隙と リアクタ

## ■ 台湾電力向け 開放形ヒューズカットアウト 完成

台湾電力向けとして受注した DXM-1 形 6,900 V 100 A ヒューズカットアウト 3,500 台は輸出検査会社の厳重な工場立会検査にも優秀な成績で合格、全数 35 年 5 月には船積を完了した。今回は台湾への輸出第 1 号品でもありとくに厳格な ショット断試験が 200 台に 1 台の抜取りで要求されたが、NEMA 規格の定格 ショット断電流 RMS 3,000 A を 1 本の筒で 5 回 ショット断試験する項目にも 1 回の事故もなく合格し、優秀な DXM 形 ヒューズの性能がさらに立証された。

写真は立会 ショット断試験中の状況を示す。



## ■ クリネヤ付ユニテヤ

電気式空気清浄装置 クリネヤ を内蔵した ユニテヤ がこのほど静岡製作所で完成してその 1 号機が日本食堂渋谷営業所へ納入された。最近の都市における浮遊 ジンアイ の増加による空気汚染は いちじるしいものがあるので、環境衛生の改善を主目的とする空気調和装置には効率の良い除 ジン 装置を付属させる必要がある。従来から標準の ユニテヤ には、メカニカルな エアフィルタ が装備されていて空気中の ジンアイ を除去しているが高い集 ジン 効率は期待できなかった。今回開発された ユニテヤ 用 クリネヤ は、神戸製作所で開発された ユニテヤ 専門の集 ジンユニット 電源 ユニットを他の付属機器とあわせて、静岡製作所で EU-50B 形 ユニテヤ (Vol. 34 号参照) に組込んだものである。この クリネヤ 付 ユニテヤ は外形形状には変更なく飛躍的に高い集 ジン 効率が保証されるので、清浄な空気による空気調和を必要とするところには最適である。この クリネヤ のおもな仕様は次のとおりである。

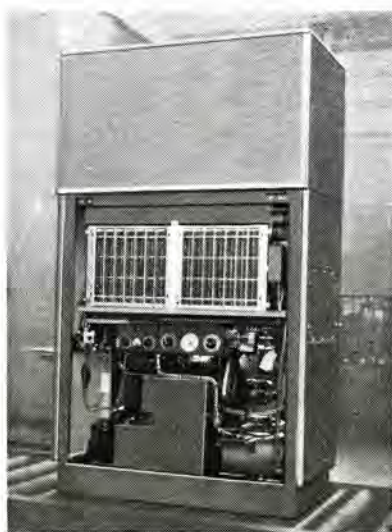
集 ジンユニット 形番 D-3450

集 ジンユニット 外形寸法 高さ 350×幅 400×奥行 114



空気抵抗	2 mm/水柱
電 源	単相 200 V $\pm$ 10 V 50/60 c/s
電離部電圧	DC 10,000 V $\pm$ 500 V
集じん部電圧	DC 5,000 V $\pm$ 300 V
消費電力	60 W
重 量	集じんユニット 4.05 kg 電源ユニット 19.7 kg

ユニットにはこの集じんユニットを2個と1個の電源ユニットを組合せて使用する。今回完成したクリネ付ユニットはとくに取扱いに重点をおいて設計されているので、誰でも容易に操作できるところが特長である。とくにめんどうな集じんユニットの洗浄操作を自動式にしたので集じんユニットをいちいち取出して洗浄する必要がなく便利である。またすでに納入されているEU-50 B 形ユニットに一部分取付加工を施して取付けることも可能である。



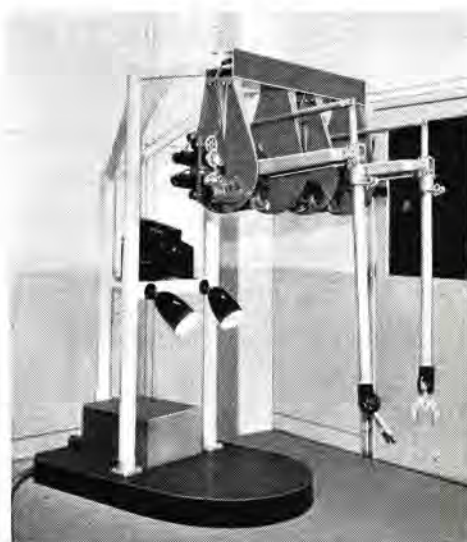
クリネ付ユニット内部

## ■ MA-E 形 電気式マニプレータ

機械式マニプレータをすべて電気回路で結合させた電気式マスタスレイブマニプレータは遠隔操作装置としてその発達が期待されている。ここに完成したMA-E2形電気式マニプレータは、走行台車に乗って運動すると同時に装備してあるテレビカメラで観察できるロボット形式で、4月の大阪国際見本市に出品した。

マスタ側で操作する人は、足で前後進と方向を制御して走行台車を広いホットケーブ中を自由に行動させて物体に近づき、テレビカメラで観察しながら両腕で各種の実験など細かい操作を行なえる。重量約2~5 kgまでのものを取扱うことができ、操作者はロボットから離れ遠方でテレビの映像をみながら、マスタ側で従来の機械式マニプレータと同様に操作すれば、すべての信号は、電気回路を通じて、ケーブルでロボットに伝達される。ロボットの片腕は七つの自由度を持ち、そのおのおのが双動サーボ形でトルクと位置を伝達し、スレイブ側の腕の感覚がすべて操作者に感知される制御回路となっている。このロボットの行動半径はケーブルの長さで自由になり、また運動の旋回半径は、約2 mである。

昨年5月の東京国際見本市には、天井走行形式のMA-E1形電気式マニプレータを出品したが、今回のものはこれに各種の改良を加えたもので、サーボモータは、低慣性高出力のものにし、減衰回路、入力信号制限回路などを改良して磁気増幅器制御回路をよりいっそう安定にするとともに、機械的には歯車の精度を向上するとともに重量軽減をはかる一方、剛性を増したので、細い運動を迅速に行なえるようになった。



MA-E2形電気式マニプレータ

## ■ 高電圧制御用の熱陰極グリッド制御放電管 5G79 (MQ-7269)

最近ラジオエータの大形化に伴って、必然的に可変直流電源も大容量のものが要求されるようになった。従来生産している4G78は20 kW程度までの可変直流電源に広く使用されているが、さらにそれ以上の容量のものにも使用できる高圧管が要求されるので今回5G79が開発された。

この球は外形としては4G78と同一であるが、陰極が傍熱化されることにより電流容量は2倍に増加し、耐圧も上昇している。従来このクラスの高圧管としては5G69が使用されていた

が、今回の 5G79 はこれよりも小形でありながら電気の容量は前者に勝っている。これは ガラスグローウ の形状を内部電極の形状に沿わせて、その間を様な小間隙に保つことにより耐圧が向上されるという実験結果にもつづいたものである。

この球を三相全波で使用することにより最大容量では 200 kW (20 kV 10 A) までの可変直流電源をつくることができる。その定格はつぎに示すとおりである。

定 格 表

形 名	構造	封入 ガス	口 金		外形寸法		使用 位置	陰 極			
			上部	下部	全長 (mm)	最大部 直径 (mm)		種別	電圧 (V)	電流 (A)	加熱 時間 (sec)
MQ-7269	三極	水銀	A14S	D25PA	276.2	65	垂直	傍熱	5.0	5.0	300

陽 極 最 大 定 格						
尖頭耐逆 電 圧 (kV)	尖 頭 電 圧 (kV)	尖 頭 電 流 (A)	平 均 電 流 (A)	サージ 電 流 (A)	平 均 時 間 (サイクル)	管 壁 度 (°C)
15	15	12	3.2	50	1	25~55
21	21	12	3.2	50	1	25~50



熱陰極 グリッド  
制御放電管

## ■ 関西電力尼ヶ崎第三発電所および中国電力新 宇部発電所向け 192,000 kVA 内部冷却タービ ン発電機受注

電力需要はふたたび活発化しており、大容量火力発電所の建設があいついでいるが、当社はこのたび、関西電力尼ヶ崎第三発電所向けと、中国電力新宇部発電所向け（3 号機）として、下記の同一定格の タービン 発電機を受注した。ともに 156, 250 kW 定格の タービン と直結されるが、前者は三菱造船製、後者は新三菱重工製である。

この発電機は内部冷却方式であるが、昨年度の内部冷却発電機 1 号機の誕生以来 5 台目となり、工場も内部冷却発電機の量産態勢整備がほぼできたことを示す。

### 発電機定格

形 式	円筒回転界磁形内部冷却同期発電機
容 量	192,000 kVA
電 圧	18,000 V
力 率	85%
ガス 圧	3 kg/cm <sup>2</sup>

回転数	3,600 rpm
励磁電圧	375 V
短絡比	0.64
絶 縁	B 種 ダイアラスチック
励磁機容量	1,050 kW

励磁機は尼ヶ崎第三発電所向けは歯車を介して直結であり新宇部発電所向けは電動励磁機となる。

運転開始の時期は尼ヶ崎第三発電所向けは昭和 37 年暮れ、新宇部発電所は昭和 37 年春の予定である。

## ■ 帝都高速度交通営団 2 号線新車用電機品受注

帝都高速度交通営団（東京地下鉄）では地下鉄 2 号線北千住—中目黒間 21.1 km のうち目下工事中の南千住—仲御徒町間 4.3 km が来春開通の予定である。当社では同区間に使用する新車 16 両分の主電動機、制御装置、空気 ブレーキ 装置、自動列車制御装置等の電機品を受注した。2 号線はその両終点でそれぞれ東武鉄道および東京急行電鉄と接続し、相互乗入を行なうことを目的としているので、軌間および電圧は両私鉄と同じく狭軌 1,067 mm 1,500 V 架空線式とし地下鉄としては異色な路線となる。新車は全電動車 2 両永久連結で、地下鉄においてははじめての ステンレス 製車体を使用される。

主電動機は MB-3054-A 形 75 kW 狭軌 WN ドライブ主電動機、大幅な弱め界磁と電気 ブレーキ の活用が計れるよう特殊な考慮が払われており、また界磁 コイル の絶縁にはいわゆる Integral Insulation エポキシ 絶縁を採用した画期的なものである。

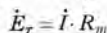
一方制御装置は、プログラムコントロール 方式を採用し、地下鉄用として最善の乗心地になるよう考慮が払われている。プログラムコントロール 方式は先に小田急に納入した HE 車に採用されたが、今回は力行、制動とも純電気式といってよく、わずか 3 km/h の超低速まで電制だけで減速度 4 km/h/s で制動が有効に作用する。したがって、プログラムコントロール 方式は、いっそうその威力が発揮できる。その上磁気増幅器による回路の無接点化、双極カムスイッチ による器具の簡素化、特殊 パーコイスイッチ による多段化など、画期的制御装置を有している。また電車の運転間隔が非常に短いので、運転の安全性を高める目的で、自動列車制御装置（ATC 装置）を装備している。これは一般に用いられている自動停止装置と異なり、レールに流した高周波電流により連続的に信号が車内に誘導され、自動的に電車の速度をコントロールする方式で、先行車との相対距離を自動的にある値の幅に保つことができるので、運転間隔短縮による、衝突の危険はまったくなく、この ATC 装置は信頼性を高めるため、トランジスタ による速度照査器と、サイバック および磁気増幅器による論理継電装置により構成され、ほとんど無接点化されている。空制装置も地下鉄、丸ノ内線に使用されていた SMEE 方式をさらに改善し ATC 装置との連動を考慮した新形式の No. 60 ブレーキ 装置で、コンプレッサ も ギヤドライブ 式の最新式 C 2000 形である。

このように最新の技術による設計が施されているので完成の暁は、斯界の注目を集めることとなろう。



發明者 北 浦 孝

図2はこの発明の具体的装置を示すもので、図のように線路電流  $I$  を、絶対値がほぼ0より  $Z_1$  までの範囲を時間的に変化し、位相角が線路のインピーダンス角  $\theta_0$  と一致し一定であるインピーダンス装置  $Z_m$  に導入し



とのベクトル和を求め、これと線路電圧  $\dot{E}$  との差電圧

$$\dot{V} = \dot{E} - (\dot{E}_q - \dot{E}_k) = \dot{I}(Z - Z_m - R_m)$$

を、この電圧と線路電流  $\dot{i}$  との比に応動しその比が  $\frac{R_m}{2}$  よりわずかに大である  $Z_r$  以下のとき動作するインピーダンス継電器に導入する。その動作特性は

$$\frac{\dot{V}}{j} = \dot{Z} - (Z_m + R_m) \leq Z_r$$

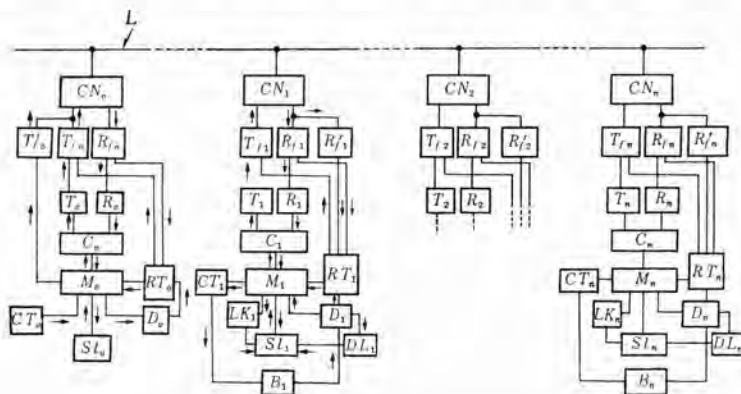
となり、その動作範囲は図1のQ点を中心に $Z_r$ を半径とする円となる。この円の中心位置が、 $Z_m$ の絶対値を周期的に変化させることにより、0より $Z_1$ まで変化するから、総合的な動作範囲はほぼ四辺形 $defg$ となり、直列コンデンサ挿入による隣接区間の故障によっては、誤動作しなくなる。

(特許第 246290 号) (葛野記)



## 發明者 大 木 徹 爾

この発明は先に本誌第33巻第9号の「特許と新案」で紹介した特許第241952号の追加特許で、上記特許第241952号では3本の連絡線で親局と多数の子局との間の監視制御を行っていたのに対し、この発明では監視制御信号を搬送波で変調して無線あるいは電力線または連絡線で連結する方式で、わずか3チャンネルで親局と多数の子局との間の監視制御を行なうようにしたものである。すなわち、親局の高周波送信



機  $T_{f_0}$  より常時周波数  $f_1$  なる搬送波を結合装置  $CN_0$  を経て、たとえば電力線  $L$  に送出しておき、各子局の高周波受信機  $R_{f_1}, R_{f_2}, \dots, R_{f_n}$  で受信しておく。この状態で親局よりの選択指令信号、同照合信号、機器制御信号およびリセット信号は、パルス送信器  $T_0$  で上記高周波送信機  $T_{f_0}$  より送出される搬送波  $f_1$  を断続停止し、各子局または選択された子局に伝える。子局よりの選択指令信号、同照合信号、状態監視信号およびリセット信号は、子局の高周波送信機  $T_{f_1}, T_{f_2}, \dots, T_{f_n}$  をパルス送信器  $R_1, R_2, \dots, R_n$  で制御し、周波数  $f_2$  の搬送波を断続送出することにより、親局または他の子局に送出する。また、親局よりのリセット信号送出保留指令信号は高周波送信機  $T'_{f_0}$  により周波数  $f_3$  の搬送波として送出し、子局においては受信機  $R'_{f_1}, R'_{f_2}, \dots, R'_{f_n}$  によって受信され、リセット信号送出装置  $RT_1, RT_2, \dots, RT_n$  を鎖錠するようになっている。他の部分の詳しい動作については、上記特許第241952号とまったく同じであるから上記紹介記事を参照されたい。(特許第248415号)(葛野記)

本社 営業所 研究所 製作所 工場 所在地

本社	東京都千代田区丸の内 2 丁目 3 番地 (東京ビル内) (電) 和田倉 (201) 大代表 1611
本社商品事業部	東京都千代田区丸の内 2 丁目 20 番地 (三菱商事ビル内) (電) 東京 (211) 代表 2511・2531
本社施設部	東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番地 (仲 27 号館) (電) 東京 (211) 代表 1261・1271・1281
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 20 番地 (三菱商事ビル 3 階) (電) 東京 (211) 代表 2511
大阪営業所	大阪市北区堂島北町 8 番地 1 (電) 大阪 (34) 代表 5251
名古屋営業所	名古屋市中区広小路通り (電) 本局 (23) 代表 6231
福岡営業所	福岡市天神町 58 番地 (天神ビル内) (電) 福岡 (5) 代表 6231
札幌営業所	札幌市大通り西 1 丁目 13 番地 (電) 札幌 (3) 代表 9151
仙台営業所	仙台市大町 4 丁目 175 番地 (新仙台ビル内) (電) 仙台 (2) 代表 6101
富山営業所	富山市安住町 23 番地 2 (電) 富山 (2) 0151
広島営業所	広島市八丁堀 63 番地 (昭和ビル内) (電) 中 (2) 2211
高松営業所	高松市寿町 1 丁目 4 番地 (第一生命ビル) (電) 高松 (2) 代表 4416 ビル直通 5021
小倉出張所	小倉市京町 10 丁目 281 番地 (電) 小倉 (5) 8234
静岡駐在員	静岡市呉服町 2 丁目 1 番地 (電) 静岡 (2) 2595 (3) 2962
金沢駐在員	金沢市田丸町 55 番地 1 (電) 金沢 (3) 6213
岡山駐在員	岡山市内山下 30 番地 (佐々木ビル) (電) 岡山 (3) 2948
研究所	兵庫県尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (48) 8021
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町 3 丁目 (電) 兵庫 (6) 代表 5041
伊丹製作所	兵庫県尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (48) 8021
長崎製作所	長崎市平戸小屋町 122 番地 (電) 長崎 (3) 代表 3101
無線機製作所	兵庫県尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (48) 8021
名古屋製作所	名古屋市中区東区矢田町 18 丁目 1 番地 (電) 名古屋 (73) 1531
静岡製作所	静岡市小島 110 番地 (電) 静岡 (3) 0141~0145
中津川製作所	岐阜県中津川市駒場 (電) 中津川 10・54・226
和歌山製作所	和歌山市岡町 91 番地 (電) 和歌山 (3) 代表 1275
福岡製作所	福岡市今宿青木 690 番地 (電) 福岡 (4) 代表 1568
福山市製作所	福山市沖野上町 6 丁目 709 番地 (電) 福山 代表 2800
姫路製作所	姫路市千代田町 840 番地 (電) 姫路 代表 6900
大船製作所	神奈川県鎌倉市大船 (電) 大船 (067) 代表 2121
世田谷製作所	東京都世田谷区池尻町 (電) 東京 (414) 代表 8111
郡山製作所	福島県郡山市境橋町 1 番地 (電) 郡山 1220~1223
北伊丹製作所	伊丹市大鹿字主ヶ池 1 番地 (電) 伊丹 代表 4736
無線機製作所	東京都世田谷区池尻町 (電) 東京 (414) 代表 8111
東京工場	東京都世田谷区池尻町 (電) 東京 (414) 代表 8111
札幌修理工場	札幌市北二条東 12 丁目 (電) 札幌 (2) 3976

次号予定

三菱電機 Vol. 34 No. 10

照明特筆

- 現代建築とその照明
- アメリカの照明雑感
- ケイ光灯の高出力化とその照明経済的考察
- 東宮御所の照明
- 道路照明における各種光源の経済比較
- 屋内照明の経済性
- 建築化照明の意匠
- 中天井の工場照明
- 高圧水銀灯照明の実施例と保守の面からみた灯具の構造
- 旅館伊豆「八景園」の照明施設

- C-C-B形フリネー
- シリコン 式交直電圧
- 20MVA 77kV 分路リアクトル
- 関門ずい道用 EF301 形交直両用電気機関車
- 直列インバータ総論 (2)
- 気中アーチ断現象
- デジタル演算高速化装置 (2)
- 技術解説: 火力発電 シリーズ

タービン 発電機の基礎  
建家 outdoor と indoor の決め方  
crane capacity の決め方

雑誌「三菱電機」編集委員会

委員長	吉村誠一郎	常任委員	船橋正信
常任委員	浅井徳次郎	常任委員	橋村栄高
常任委員	荒井安	常任委員	山田岡野
常任委員	安村安宗	常任委員	片岡津村
常任委員	小川清一	常任委員	豊田野上
常任委員	小堀富次郎	常任委員	井上
常任委員	高井得雄	常任委員	幹事
常任委員	中野光雄	常任委員	(以上 50 音順)
常任委員	馬場文夫	常任委員	

昭和 35 年 9 月 22 日印刷 昭和 35 年 9 月 25 日発行  
「禁無断転載」 定価 1 部 金 100 円 (送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 3 番地 吉村誠一郎  
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 高橋武夫  
発行所 三菱電機株式会社内「三菱電機」編集部

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 (291) 0915・0916 振替東京 20018



# ● 近代照明の三菱電機

— 建築化照明からホーム・ライトまで —



## インフォメーション

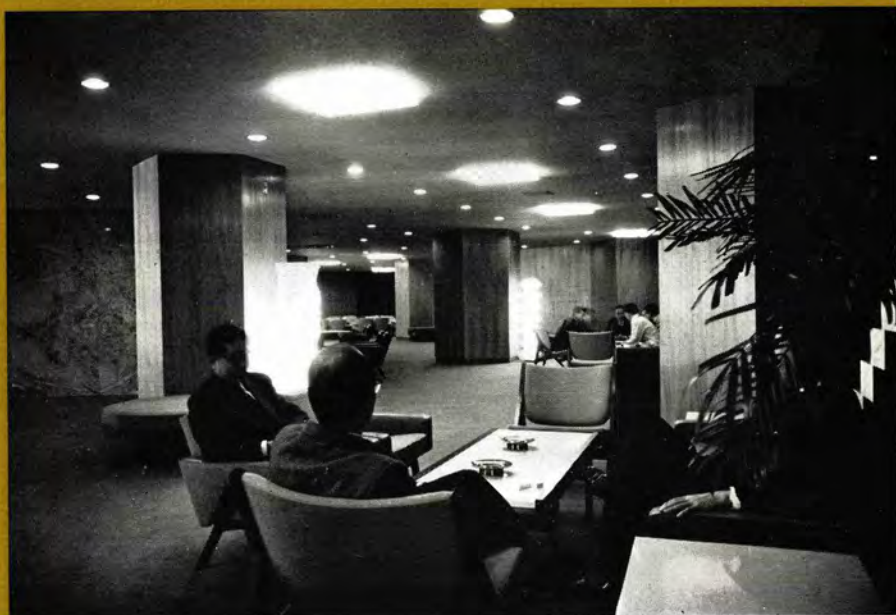
カウンタの中は旅行案内所と電報や電信の取扱い所です。仕事が能率良く行なえるように照明は落ちついた上品な感じのする全面木製 ルーバ とし 40 W のケイ光灯を多数使用して思い切って明るくしかも手暗がりがないようにしております。

面積 22 m<sup>2</sup> に対し FL-40 を 13 本、FL-20 を 5 本、白熱球 100 W 2 本使用し、重点的に カウンタ 面を明るくしております。

## ロビー

談笑する ロビー にふさわしく照明は乳白色 アクリライト 製の四角な カバー でおおわれた ケイ 光灯器具を核とし、その回りに白熱球の小さな ダウンライト を散りばめました。

フロワにおかれた優美な曲線を持つ ケイ 光灯 フロワスタンド も当社の特製品です。ロビー の広さは 450 m<sup>2</sup> で FL-20 が 4 本はいった 角形器具が 13 個、白熱球の 100 W の ダウンライト が 91 個配置され照度は 50 lx から 200 lx の範囲です。



写真はいつでも  
ホテルニュージャパン