

MITSUBISHI DENKI

三菱電機

縦の交通機関（エレベータ・エスカレータ・ケーブルカー）特集



Vol. 29 1955

10



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

すでにエレベータが事務所ビル、百貨店、病院等における交通機関としてなくてはならぬ必需品となっており、かつまたそれが設置は、建物のターミナルともいべき中心点に設置されるため、その点もとくに建物に合わせ吟味されなければなりません。

とくに最近では、乗客自身がエレベータに関心を持つようになってきており、利用者の感じにマッチするよう種々改良が加えられております。

表紙は、東京ビル新館に設置されたギャレス型ロートロール付応答型最高級新型エレベータであります。

昭和 30 年 第 29 卷 第 10 号

縦の交通機関（エレベータ、エスカレータ、ケーブルカー）特集

目

次



巻頭言 常務取締役 岸本久雄... 2

特別寄稿

貸事務所とエレベータ 梶谷裕一... 3

エスカレータの使用分野の拡大とエレベータとの併用 木村武雄... 7

最近の三菱エレベータの標準 向井徳樹... 18

エレベータ新型制御装置 宮城 晃... 32

最近のエレベータの電動戸閉装置 外野範吾... 40

エレベータのロープ伝動 三矢周夫... 45

特殊エレベータ 向井徳樹・武長 豊... 51

特別寄稿

立山ケーブルカーが竣工するまで 本多文一... 60

立山および筑波山ケーブルカー 梶原孝一... 68

ニュースフラッシュ 76

最近における当社の社外寄稿、講演、特許および実用新案登録一覧 80

三菱電機株式会社

本社

東京都千代田区丸の内（東京ビル）

（電）和田倉（20）代表 1631・2331

研究所 兵庫県尼崎市南清水

神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町

名古屋製作所 名古屋市東区矢田町

伊丹製作所 兵庫県尼崎市南清水

長崎製作所 長崎市平戸小屋町

無線機製作所 兵庫県尼崎市南清水

大船工場 神奈川県鎌倉市大船

世田谷工場 東京都世田谷区池尻町

郡山工場 福島県郡山市宇境橋町

福山工場 福山市仲野上町

姫路工場 兵庫県姫路市千代田町

和歌山工場 和歌山市岡町

中津川工場 岐阜県中津市駒場安森

福岡工場 福岡市今宿青木

静岡工場 静岡市小島 110

札幌修理工場 札幌市北二条東 12

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

（電）本局（23）代表 6231

福岡営業所 福岡市天神町

（電）中（4）7031—7036

札幌営業所 札幌市大通り西 3 の 5

（電）札幌（2）代表 7236

仙台事務所 仙台市東一番丁 63

（電）仙台（2）2550—2

富山事務所 富山市安住町 23 の 2

（電）富山 4692・5273・2550

広島事務所 広島市袋町 1（明治生命ビル）

（電）中（2）2211—4

高松出張所 高松市紺屋町 34 番地

（電）高松 3178・3250

小倉出張所 小倉市京町 10 丁目（五十鈴ビル）（電）（5）小倉 3614

品質奉仕の三菱電機



巻 頭 言

常務取締役

岸 本 久 雄

当社が電力応用の一部門としてエレベータ用電気機器の製造を始めたのは、昭和の初年航空母艦赤城、加賀の飛行機昇降用のエレベータからであります。爾来30年になりますが、昭和10年からはエレベータおよびエスカレータの機械、意匠部分全般にわたって製作と据付に邁進し、とくに終戦後は金属回収により撤去せられたエレベータの再建と、建築ブームによる急激な需要に応じまして、爾来エレベータは2,000台、エスカレータは100台製作いたしました。

また当社は早くから米国 Westinghouse 電機会社と技術提携をいたしまして、最新の技術を導入し、これをわが国の現状に合わせて改良しました結果、エレベータの制御方式、運転方式、自動着床方式、戸閉方式等に新機軸を開き、最近では斯界に卒先してテレホンリレー等の新型継電器とロートロール制御方式を採用しまして、前者は機械室の縮小に、後者は運転能率の向上に新記録をうちたてました。

意匠におきましては、建築設計家のご意見を取り入れた斬新なものを建築意匠にマッチするよう常に努力しております。

一方エスカレータにおきましては、戦争中の空白で米国との間に格段の相違が生じましたが、当社はいち早くその技術を導入しまして新型を製作し好評を博し、現在わが国におけるエスカレータの優秀性能と製作台数では斯界で一頭地を抜いている次第であります。これは一つに需要家、建築家各位の絶大なるご支援の賜と深く感謝する次第であります。

第2次大戦頃までは、エレベータ、冷暖房、照明等の建築設備は付帯工事として主建築に比べて軽視され勝て品質よりもまず値段の方が第一に考えられる有様でありました。したがってエレベータでたとえれば、設備台数

や速度の選択はいわゆる勘で決め、そのためビルの入口が増加すると設備不足となり、朝のラッシュアワーにはエレベータの前に利用者が雲集する状態となりビル自体の能力は低下して、せっかく投資された建築資本も有効に利用されないこともあったようであります。しかしここ数年来設備の建築に対する比重はとくに重要視され、すべて合理的な決定を見る気運になったことは誠に喜ばしいことであります。

当社ではエレベータ、エスカレータの電気、機械の両部品につきましては夙に標準品を発表しまして、計画生産を実行しておりますが、なおこの上に乗場回りとかご関係の標準化が実施できれば名実ともに品質の優秀と価格の低減において更に一段の進展が望まれますが、これは需要家および建築設計者のご理解とご採用を得れば容易なことと存じます。

つぎに縦の交通機関の一つであるケーブルカーは、戦争中の金属回収で撤去された跡に復旧がおいおい実現してきました。ケーブルカーは主として景勝の高地や神社仏閣の建てられている山地にある関係上、リクリエーションのためにもぜひ必要な交通機関であります。当社は終戦後いち早く高雄山ケーブルの電気品を製作いたしました。最近では立山ケーブル、筑波山ケーブルの両ケーブルカーの工事を引受け好成績をもって完成しました。なお筑波ケーブルは土木および線路工事一式も当社で担当しました。

今回縦の交通機関であるエレベータ、エスカレータおよびケーブルカーの特集号を企画、最新の技術を発表する次第であります。品質奉仕をモットーとするこれら当社の製品につきましては、他の機種同様に今後ますます新機種の開発と技術の向上に励みますから需要家各位のご示教とご後援を深くお願いいたします。

貸 事 務 所 と エ レ ベ ー タ

三菱地所株式会社

梶 谷 裕 一

Rented Office Rooms and Elevators

Hirokazu KAJITANI

Mitsubishi Realty Company

There is a very close relation between lofty buildings for rented office rooms and elevators installed there. In general, buildings for such a purpose involve many complicated elements contradicting one another. When they are solved in logical ways, the building displays the best effectiveness to the triumph of the designer, who is said to have fulfilled his duty pretty well. Of various elements, income per unit floor space, what is called plan utility, is the most crucial.

1. ま え が き

高層の貸事務所とエレベータとは切っても切れぬ縁がある。建物の設計はまことに複雑で多岐に分れており、矛盾し合う諸要素をいかに合理的に解決し、よい建物を作って行くかが設計者の任務であると考えられる。

今回は、この中から、とくにエレベータに関係ある二三の事柄を抽出して、簡単な説明をこころみたいと思う。

2. 貸事務所の経済性とエレベータホールの位置について

ア. 経済性の尺度

貸事務所の経営は、支出と収入との均衡で合理的な運営となるが、長期にわたってこれを考察すると、その間に収益、支出の面に相当な変動が認められる。現象的にいえば、貸室が満員となったり、あるいは空室が生じたりすることである。空室が生ずるとその期間中は、その室の保守費はそれほど変わらないのに収益は全くあげることができない。

たとえば、ある階に空室を生ずるばあい、不況時に入る時もその室が他に比して賃料をも考慮して条件のよい室であれば、他の条件の悪い室の賃借者はその室へ移転してくる（水平的な各階中の移動が多く認められる）。

不況から回復期に入ると賃貸料のほかに条件のよい室を選ぶことから、多くあった空室のうち、諸条件のよい室から充室し始める。事務所はまたほかの商店や倉庫と違い、その性質上、上に記した運動が盛であることから経済不況を中に持つ長い期間から上の資料を取ることによって、諸条件を持つ各室ごとの収益力の差異を比較的明かに見ることができる。

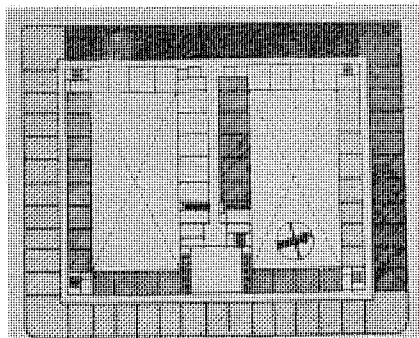
イ. Plan Utility

昭和2年から11年頃までは、多い時で25~30%の空室率を示すビルがあった。またこの時代は家賃統制令がなかったから需要供給の関係より賃料の上下が見られた。戦後においては極端なビル不足と、インフレ、家賃統制令等の関係から、ゆがめられた資料しか得られないのでほとんど完全に需要と供給の関係のみから空室率と賃貸料の変化が見られた昭和6~10年の資料により、論を進めることにする。

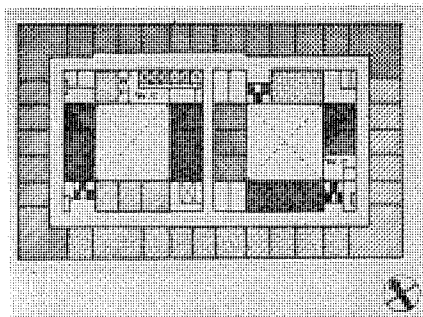
なお参考までに大正14年より現在までの丸ビルの人口と充室率を1表に示した。

1 表 丸ビル人口および充室率年度別調査表

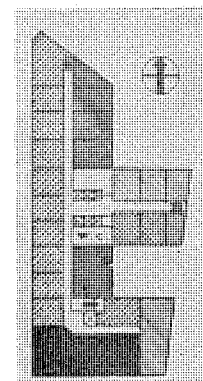
調査年月	総人口	充室率 %	調査年月	総人口	充室率 %
大 14 末	4,230		昭 15-10	5,945	100
15 末	5,260		16-10	5,859	100
昭 2	5,270		17-10	5,572	100
3			18-10	5,180	100
4-10	5,326		19		
5-10	4,522		20- 5	3,465	
6-10	3,601		21- 5	7,361	100
7-10	2,998	65	22- 5	7,723	100
8-10	3,217	72	23- 5	7,283	100
9-10	3,817	75	24-10	8,309	100
10-10	4,144	86	25-10	7,723	100
11-10	4,550	94	26-10	7,132	100
12			27-10	7,198	100
13			28- 4	7,736	100
14			29- 4	7,787	100
			30- 4	8,038	100



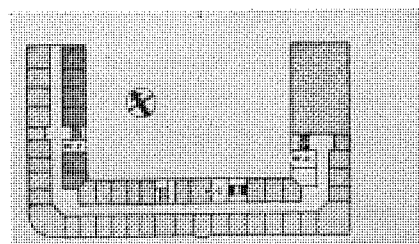
1 図 P.U. 密度図 (丸ビル)
Fig. 1. Diagram of P. U. density.



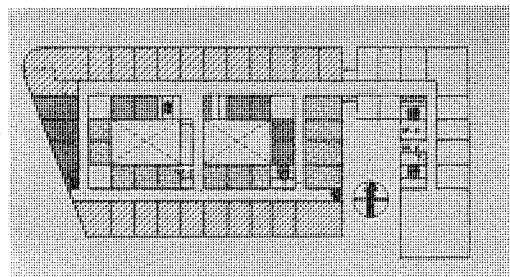
2 図 P.U. 密度図 (東京海上ビル)
Fig. 2. Diagram of P. U. density.



5 図 P.U. 密度図 (堂島ビル)
Fig. 5. Diagram of P. U. density.

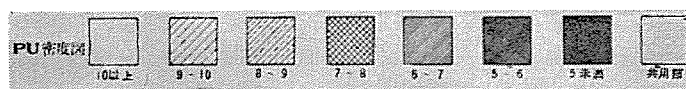


3 図 P.U. 密度図 (東京海上ビル旧館)
Fig. 3. Diagram of P. U. density.



4 図 P.U. 密度図 (大阪ビル)
Fig. 4. Diagram of P. U. density.

1 図～5 図凡例



さて各室別に

$$\text{収入} = \sum_i O_i \times R_i \times A_i$$

O_i : 充室(賃貸)期間

R_i : 坪当りの賃貸料

A_i : その室の坪数

を算出して見る。さらに A_i は各期間を通じて一定とした収益力を一律に論ずるために昭和 10 年を基準とする物価指数で各賃貸期間の R_i を修正し、これを R_{iko} とすれば

$$\sum O_i \times R_{iko}$$

はその部屋の坪当りの収益力を表わし昭和 6 年～昭和 10 年の間の資料からこの間の坪当りの月平均収益率はつぎのように表わすことができる。

$$\frac{\sum O_i \times R_{iko}}{\text{全期間の月数}} \quad (\text{単位: 円})$$

これを Plan Utility と名づける。P. U. は尺度と考えてよい。

ウ. P. U. による結果

1 図～5 図は、数例の貸事務所の基準階における P. U. の平均密度図である。まことに常識的なことではあるがこれが具体的に明瞭に表現されていて興味深いものがある。

(1) 方位により P. U. の変化が著しい。すなわち東南部が北西部に比して優位を示している。丸ビルのようにエレベータホールよりの距離が遠い所に方位上好まし

くない西、北の部屋のあるときは急に P. U. が減少し始めている。

(2) 丸ビルや海上ビルのように廊下の長いビルでエレベータが集中していると、エレベータホールから近い室が優位を示している。なお図では明確ではないが、資料の詳細によると、エレベータ直前の室は騒音のためか P. U. に著しい変動が認められる。

(3) 海上ビル新館や大阪ビルのように、エレベータホールの位置が、条件の悪い北側にある場合、ホールからの距離と打消し合って、P. U. がほぼ平均の値を示している。

以上のように、エレベータは機械的性能のみでなく、その据付位置によって、貸事務所の経済性に非常に大きな影響を与えていることを了解されると思う。

3. 貸事務所の平面計画の概要

ア. 貸事務所用途分析

6 図は貸事務所の用途分析の概略である。複雑な機能を有する百貨店や病院等に比して一見簡単に見られるが建物に入る賃借人(テナント)の業種が雑多であり、かつ設計当初においては、どのような業種のテナントが使用するのか未定の場合が多く、いわば条件に X を含んだまま設計を進めてゆかねばならない。

イ. 規 準 階

貸事務所はその性質上共用部のサービスの程度を低下させることなく、収益部分である貸面積をできるだけ増すように考えねばならぬことはいうまでもないが、貸面積の増加を計るあまり、採光や換気が十分にできない部屋を計画することは、後年空室の生ずる原因となるから、経営的にも能率よく設計しなければならない。

また一面ビルの維持面から考えて、管理や修繕が行われ易く設計することが必要で、平面計画・構造計画上、また設備計画上でできるだけ単純な形態にしておくことが望ましい。これは建築費や、ひいては賃貸料に影響を及ぼすので充分考慮しなければならない。

この意味から、特別の理由がない限り、2階から上の階は同じ平面の階を重ね、これを貸付前の基本平面として、規準階と名付けている。そして設計者は、他の種類の建物とは違って、貸事務所の場合はまずこの規準階の設計から始めてゆくのが普通である。

6図において・印を付したのが規準階に設けられる諸室名である。

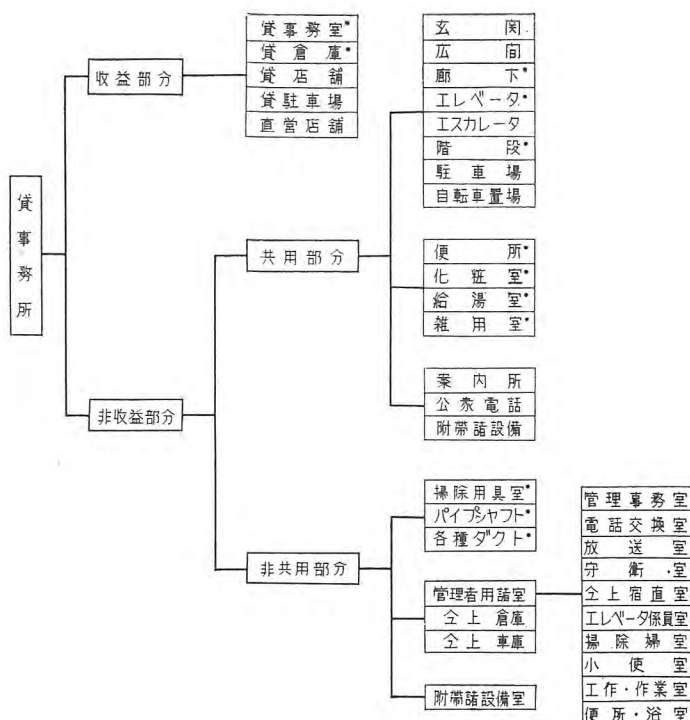
ウ. 貸事務所の質の決定要素

借手の立場に立って、貸事務所の質を決定する要素を並べてみよう。

- (1) 立地条件はよいか？
- (2) 地震や暴風に対して安全か？
- (3) 火災(自他共に)に対して安全か？
- (4) (2)(3)の場合避難設備、非常設備(警報とか、自家発電等)は充分か？
- (5) 盗難に対して、借手の室の鍵が信頼するに足るものが設けられているか？
- (6) 同様の意味から充分な監視が行われているか？
- (7) 執務上充分に快的な室が用意されているか？
同様の意味から、充分な照明設備が用意されているか？
- (8) 気候に対して、充分な暖房、冷房設備が施されているか？
- (9) 充分な給水、給湯設備があるか？
- (10) 上下交通に対して充分なエレベータが用意されているか？
- (11) トイレットの設備は充分か？
- (12) ゴミの処理が円滑に行われるようになっているか？
- (13) 付属倉庫、付属車庫の面積は充分か？

細部の点はともかくとして、以上で大略の質が決定されると考えられる。

このうち、(1)は設計以前の問題であり、(2)~(4)は建築基準法により保証されるから、どのビルでもほとんど変りがなく、(4)と(5)は管理上の問題となる故、規準階の平面に直接現われてくるのは便所とエレベータであり、これが貸事務所の質を左右するといっても過言でない。



6図 貸事務所用途分析図

Fig. 6. Analysis of office utility.

エ. 共用部の扱い

前記のように、貸面積の増加を計る意味から、共用部面積はできるだけ小さく、コンパクトにまとめることが望ましい。(一方サービスの面からエレベータや便所の面積をきりつめる訳にはゆかないから、勢い廊下の短縮を計る方向へ進められる。)

共用部の中心はエレベータホールであり、この囲りに便所・給湯室等がまとめて配置される。

エレベータはまた1階で玄関ホール→道路と直接のつながりを持つから、1.項で記したように、丸ビルが北西に多少経営的に不利な室を生ずるとしても、ホールは主要道路に近く東京駅側に配置されるように、道路との関連性を持たせて考慮されるべき性質を持ち、規準階平面では、最初にその大略の位置を計画しておかねばならない。

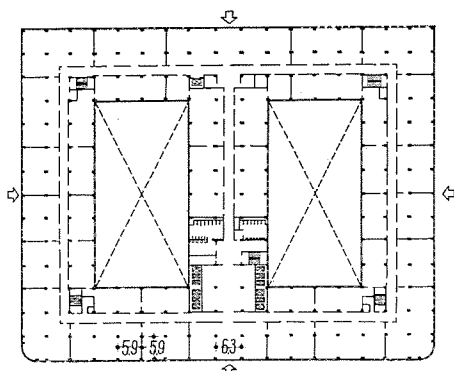
なお、最近よくある例であるが、1階を銀行が使用する場合、大きな営業室のためにエレベータシャフトを建物の中心に配置することができなくなる場合がある。この場合は、通常の貸事務所の設計と違って、設計の重点が規準階よりもむしろ1階に移るために、経営的にはむしろ不利な規準階を生ずることが起り得る。このようなビルは階を単位として、移転が簡単に行い得ない大会社に一括して貸付け、その不利をカバーしている。

4. 実例について

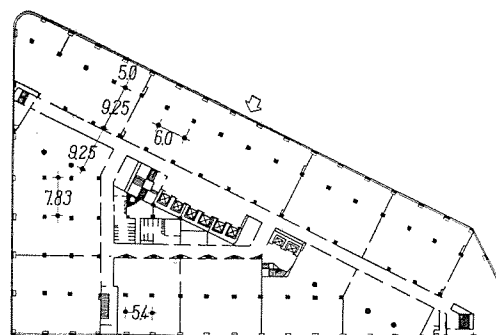
ア. 丸ビル

規準階床面積 6,000 m² クラスの典型的なプランを示している。エレベータは集中型を採用するのが絶対の条件で、かつ急行運転を行う。

イ. 日活国際会館



7 図 丸ビル標準階平面図
床面積 6,170 m² レンタブル比 80%
Fig. 7. Plan of standard floor.



8 図 日活国際会館標準階平面図
床面積 4,120 m² レンタブル比 77%
Fig. 8. Plan of standard floor.

(注)

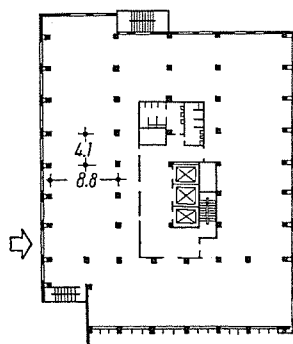
7 図～13 図

図中の↑は1階玄関の入り方を示す。

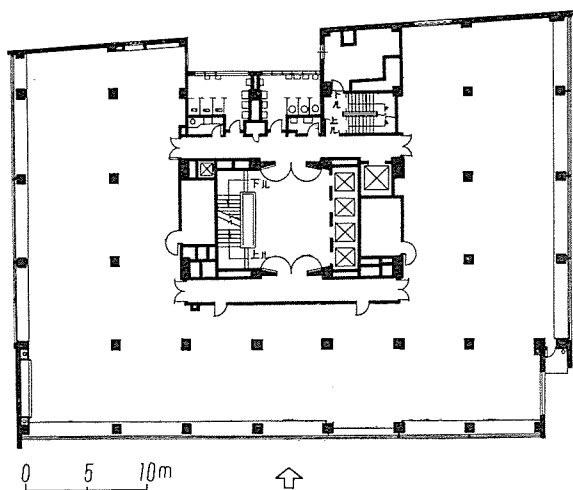
・床面積は標準階床面積を示す。

・レントブル比

$$= \frac{\text{貸面積}}{\text{床面積}} \times 100$$



9 図 ブリヂストンビル標準階平面図
床面積 1,240 m²
レントブル比 85%
Fig. 9. Plan of standard floor.



10 図 東京ガスビル 床面積 1,300 m²
Fig. 10. Plan of standard floor.

4,000 m² クラスになると、中庭を採っても中途半端になり勝ちで、設計者は非常に困惑する場合が多い。このビルは敷地の不整形と、上階に現われる壁面後退（基準法上の斜線制限）のため中庭をとっていない。これは逆に室の奥行が大きくなり、採光はぎりぎり一杯という所。上階ホテルサービス用としてエレベータのうち2台が逆向に設けられている。

ウ. ブリヂストンビル, 東京ガスビル

1,500 m² 前後のビルになる

と、敷地一杯に建物を計画し、共用部を中心に設けても室の奥行は深くないので能率よく設計することができる。前者は四方道路のため共用部を中心に配置し、後者は三方道路のため、共用部のうち便所を不利な北側に配置した例で、ともにこのクラスのビルの典型的プランといえることができる。

エ. 中重ビル, 新光ビル

床面積が 1,000 m² より小さいビルでは、室奥行の関係から共用部は一方へ片寄せて設けられる。この二者はともに共用部を隣家側に配置し、採光のよい道路側に貸室を設けたもので、このクラスの典型的プランである。

オ. 三友ビル

1 階を銀行が使用したために共用部が片隅に設けられた例を示した。

5. むすび

以上、数個の例から貸事務所の設計でエレベータがどのように扱われるかを説明した。多少なりともエレベータ計画の上にご参考にできれば望外の喜びである。

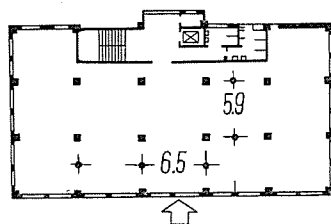
参考文献

日本建築学会：建築工学ポケットブック

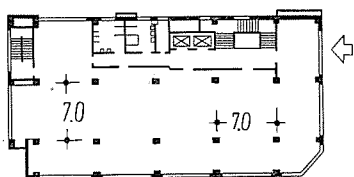
藤村 朗：高等建築学 16 事務所

浅田 孝：高層建築平面評価の一規準，日本建築学会研究報告 8

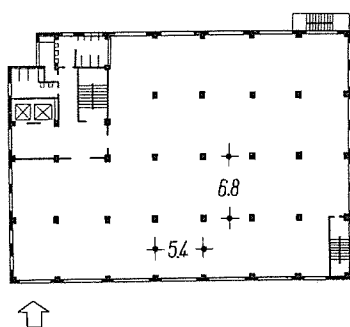
日本建築学会：建築設計資料集成 3



11 図 中重ビル標準階平面図
床面積 610 m²
レントブル比 86%
Fig. 11. Plan of standard floor.



12 図 新光ビル標準階平面図
床面積 690 m²
レントブル比 80%
Fig. 12. Plan of standard floor.



13 図 三友ビル標準階平面図
床面積 1,030 m²
レントブル比 85%
Fig. 13. Plan of standard floor.

エスカレータの使用分野の拡大 とエレベータとの併用

本 社

木 村 武 雄*

Enlargement of the Field of Escalator Application and Combination with Elevators

Takeo KIMURA

Head Office

The latest demand for escalators in Japan has increased by leaps and bounds. The number of installation for the past three years has reached three times the total prewar figures, though the greater part of these escalators are found in department stores. Enlarging field of their application in America is sure to indicate the trend which Japan may follow. Their application to department stores and business offices in Japan has merits and demerits as compared with elevators, while combination of both the arrangement has some features.

1. ま え が き

エスカレータは発明以来 55 年になるが、第 2 次大戦後の画期的な発達と需要の急増は目覚ましいものである。

米国では終戦後 10 年間の据付台数はそれ以前 45 年間の台数を上回るし、日本においては最近 3 年間の台数は戦前の 3 倍に達するほどになった。しかしながら、最近までの用途は主として百貨店に限られていたが、エスカレータの使用分野はもっと広いもので以下その点について述べるが、百貨店はもちろん一般事務所ビルにエレベータと併用するとき、その妙味を発揮する点を実例をもって記することとする。

なおエスカレータの構造、一般的特長、据付寸法等については「三菱電機」第 26 巻 11 号および第 28 巻 6 号の“建築と電気特集号”に述べてあるからそれらをご参照ありたい。

2. エスカレータの使用分野の拡大

エスカレータは主として百貨店の交通機関としてエレベータとともに重宝がられてきたが、いまや米国では広範囲の用途に用いられるようになった。

これについては、1953 年 1 月米国電気学会冬期総会の席上 Westinghouse 電機会社エレベータ部門の H.C. Hickock 氏によって発表された Widening Field of Moving Stairways. (エスカレータの拡大する使用分野) という論文で明らかであって、やがて人口稠密な日本においてもかかる方面への応用が具眼の建築設計者によって開けてくると思われる。これを要約するとエスカレータの需要は年々増加して今日その応用の分野は、あらゆる建物に用いられるようになった。これは過去 6 年間に約 1,800 台のエスカレータが米国国内に据付られた。この数字はエスカレータが発明以来 45 年間に据付られた値に匹敵することによって証明できる。

使用分野としては、百貨店はもちろん一般事務所ビル、銀行、空港、バス・ターミナル、鉄道停車場、地下鉄、ホテル、工場、ガレージ、病院、食堂、劇場、映画館、学校、競馬場から船舶、航空母艦にまでおよび、アパートメント・ハウス、と倉庫を除く他のあらゆる高層建物に利用されてきた。

このように利用度が高くなった理由は、エスカレータの価格がおいおい低減されまた輸送能力がとくに多いにもかかわらず運転費が安くつくように改良に改良を重ね

* 機械技術部長

てきた結果である。

エスカレータの経済的比較は縦の交通機関の兄弟分であるエレベータが良い対称である。エスカレータは短距離を大量に運び、エレベータは長距離を多数運ぶ。要するに大量 (Mass) と多数 (Many)、短距離 (Short) と長距離 (Long) との差別である。

エスカレータは毎時数千人 (5,000 人~8,000 人) の能力に対しエレベータは毎時数百人である。また前者は垂直に毎分約 50 ft の速度に対し後者は毎分 500~1,000 ft に達する。

したがってエスカレータとエレベータを併用しておのおのの長所を生かすことが建物内の交通方式として最良の方法であろう。

3. 百貨店

エスカレータは百貨店の主交通機関として米国において発達し、全売場への交通の 75%~85% はエスカレータが受持っている。百貨店における特長を列記すれば、

- a. 有効な場所をもっとも経済的に使用する。
- b. 階から階へ連続的な流れで円滑に乗客を運び得る。
- c. 百貨店の交通の特長であるピーク・ロードをうまく捌くとともに売場の顧客の密度を平均に分散させる。
- d. 一時的に顧客が殺倒れないから機器に無理が起らない。
- e. 特定の運転手は不要であるから運転コストが少くてすむ。
- f. エレベータのように待時間がない。
- g. 同能力に対しエレベータの占める場所の面積の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ でよい。
- h. 交通の変動に対し融通性がある。up と down は押釦だけで簡単に変更できるから店内の顧客が一部分の場所に満員になったような時には、この可逆を利用して容易に調節することができる。
- i. エレベータと異り開放型であるから、各階の売場の大部分が眺められ購買欲を誘うから買物漁りのご婦人連や1階の売場を目的にきた人をも、ついその便利さに誘惑されて2階以上に上って行くという効果がある。
- j. 結局、百貨店経営の主な目的はひやかし客の財布の紐をほどいて有効な買物客に変えることで、その点エスカレータは買物客を生み出す源泉になると申しても過言でない。

以上は米国の Louis Parnes 氏が “Planning Stores that pay” という百貨店計画の書物に述べた言葉で、日本の百貨店においても全く当てはまるものである。

シカゴのマーシャルフィールド百貨店では、店内交通の行詰りから綿密な交通測定の結果、既設エレベータ10台を取り払いその跡へエスカレータを複列交叉型に地階から9階まで18台を据付けて大々的に売上げの増加をもたらしたということである。



1 図 そごう百貨店ヌードエスカレータ
Fig. 1. Nude Escalator, Dept. Sogo.

また三越百貨店本店では同様の理由から建物の中心付近にある5台並列のエレベータを撤去してうち2台を他の位置に移設し、撤去跡へ三菱1200型エスカレータを単列はさみ型に1階から5階まで、800型を5階から7階まで据付けたところ交通状況は目に見えて良くなり、エレベータの前の混雑も緩和された。なお同店におけるエスカレータの利用率は1階において1日平均3万名で入店客の約40~50% はエスカレータで上層階へ運ぶ有様である。このため商品の陳列棚の配列をエスカレータ中心に模様替をした。

大阪そごう百貨店では本年3月三菱1200型エスカレータを地階から4階まで4台を新設した。同店のエレベータは定員22名、昇降速度毎分120mの直流可変電圧式ギヤレスエレベータが8台並列に配置されて、毎時約4,000名を1階から上層階へ運び得るから、新設エスカレータの毎時8,000名とを合計して12,000名を運び得ることとなり、どんなラッシュ・アワーでも混雑しないで楽に目的階に行くことができるようになった。

ことに1階2階間は両側パネルは透明ガラスになっている上にその下部には蛍光灯の間接照明がしてあり、外部から階段がむき出しに見えるのでヌード・エスカレータ(特許出願中)と称して宣伝効果を100%に利用、売上げが激増したとのことである。同店では引続き6階まで2台増設し本号発行頃には運転する予定である。

また大丸百貨店も地下2階より1階まで2台、1階より3階まで2台計4台の三菱1200型を新設したが、引続き3台の増設を決定し、ここも6階まで延びることとなった。そのほか阪急百貨店に第1次計画として3台、難波高島屋百貨店には5台、京都丸物には2台いずれも1200型を新設することとなり今秋末には京阪の大百貨店は三菱エスカレータ一色で塗りつぶされるという将

にエスカレータブームが到来した。これらはただ単に競争心だけの結果でなくエスカレータが百貨店に不可欠のものであることが良く認識されたために外ならない。

ア. そごう百貨店におけるエレベータ、エスカレータ併用の検討

乗用エレベータ 積載量 1,600 kg, 定員 22 名, 速度 120m/min 直流可変電圧ギヤレス・エレベータ設備台数 8 台

8 台平均の 1 周時間 155 sec

1 周毎の乗客数を 22 名とすれば 1 時間の輸送能力は

$$P = \frac{60 \times 60 \times 22}{155} = 510$$

8 台の総輸送能力は $510 \times 8 = 4,080$ 名, すなわちエレベータは毎時 4,000 名を上層階へ運び得る。

エスカレータ 1200 型, 最大輸送能力毎時 8,000 名 速度 28 m/min

設備台数 地階より 6 階まで 6 台

1 階 2 階間のエスカレータの利用率を 75% とすれば $8,000 \times 0.75 = 6,000$ 名

エレベータとエスカレータと合わせて毎時 10,000 名を運ぶ。

百貨店において縦の交通が能率良く行われているか否かの判定に“density ratio”の値を検討するのが簡便である。これは $\text{density ratio} = \frac{2 \text{ 階以上の売場の全面積}(\text{ft}^2)}{1 \text{ 時間の輸送能力}}$ で示され、この値が 20 またはそれ以下の場合には良好な設備状態とされ、25 までは普通でそれ以上になるほど設備が能率的に行っていないとされている。

そごう百貨店では、2 階以上の売場の面積は 142,500 ft^2 であるから

エレベータ エレベータ、
のみの場合 エスカレータ
併用の場合

density ratio

$$\frac{142,500}{4,000} = 35.6 \quad \frac{142,500}{10,000} = 14.25$$

また最大輸送能力の % はつぎのとおりである。

エレベータ 33.3%

エスカレータ 66.6%

米国における百貨店の density ratio は 1 表のとおり

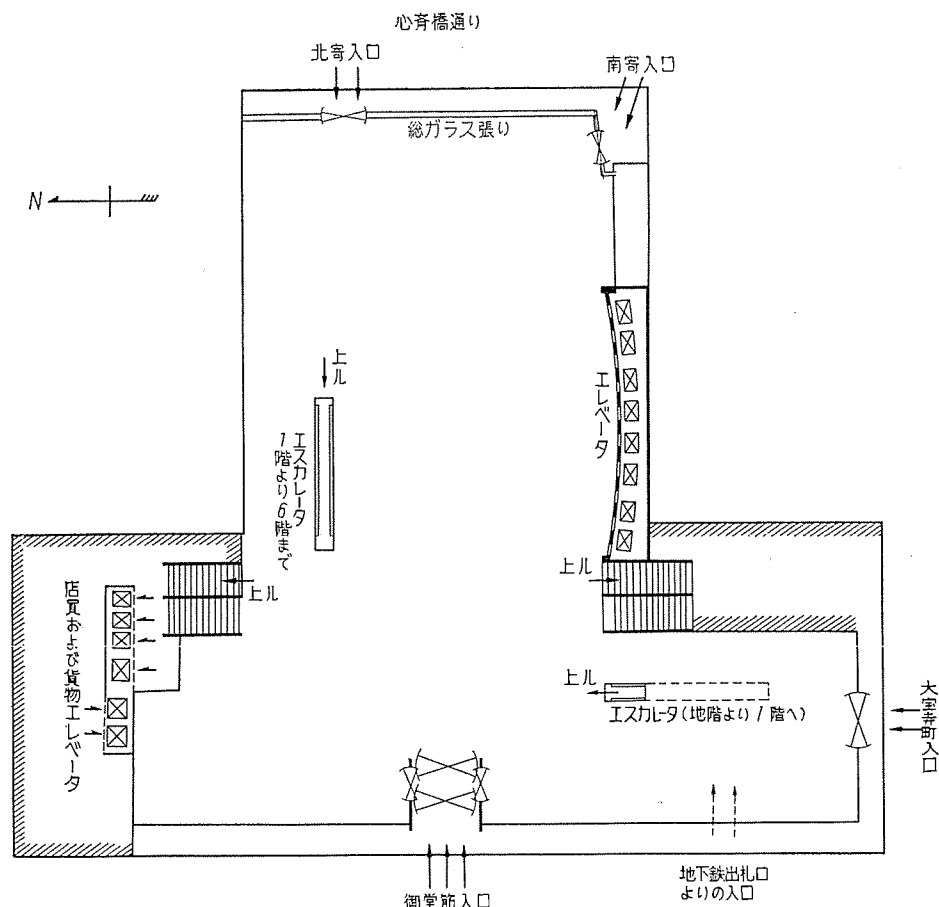
りである。

そごう百貨店ではエスカレータを増設したためには density ratio 35.6 が 14.25 まで下り米国の設備の良い百貨店と変らぬまでに至った。したがって顧客は混雑しないで希望の売場へ赴くことができる。ただエスカレータの配置で米国と日本と違う点は、前者はほとんど複列配置であるのに反し後者は今までのところすべて単列である。

1 表 アメリカにおける百貨店の density ratio

百貨店	地名	density ratio	輸送能力の %	
			エレベータ	エスカレータ
Abraham & Straus	Brooklyn	25	25	75
Grimbel Brothers	New York City	31	25	75
R.H. Macy & Co.	"	19	15	85
Hearns Dept. Store	"	24	36	64
Woodward & Lathrop	Washington	21	36	64
Kaufmann Dept. Store	Pittsburgh	18	25	75
Maudel Brothers	Chicago	27	47	53
Sears, Roebuck & Co.	"	19	25	75
" "	"	10	0	100
The Bon Marche	Seattle	18	30	70
Jordan Marsh Co.	Boston	37	100	0

ただし Jordan Marsh Co. はこの表ではエスカレータは 0% になっているがその後エスカレータを完備して density ratio 37 が 20 になった。



2 図 エレベータ、エスカレータの配置 (そごう百貨店)

Fig. 2. Locations of Elevators and Escalators.
(Dept. Sogo)

売場を見渡せるのはエスカレータで下りながらの方が理想的であるが、これは日本の現状ではエスカレータの価格が比較的高くて建設費に多額を要すること、エスカレータの設備が百貨店の新築当初からの計画でなく後から加えたものが多いこと、また最初から計画したのもでもその利用率が実際以下に見積られて主輸送機関としてエレベータを選んだことに原因していると思われる。

したがって今後の百貨店計画は主をエスカレータ(複列)、縦をエレベータとすることを提唱したい。

イ. そごう百貨店におけるエレベータ、エスカレータの配置の検討

2 図のように百貨店の出入口としては5箇所になる。これをある日の入店顧客数の百分率で示すと大略

地下鉄よりの入口	32%
心斎橋筋南寄入口	22%
〃 北寄入口	17%
御堂筋 入口	16%
大佛寺町 入口	13%

エレベータを分散させず8台並列にし、しかも各入口から平均に近い位置に据付けたことは百貨店として定石的な行き方であろう。

エスカレータの配置は、出入の多い入口から目に付きやすいこと、乗りながら店内売場ができるだけ多く見ることなどが条件となるが、今回設置の位置は申分がない。とくに1階2階間は出入人数の最も多い心斎橋筋側に正面を向け、また地下鉄側では出札口を出ると真横の入口から1階へ上るエスカレータの側面が見えるように配置されたことは良策である。

地下鉄側からモードエスカレータ(外側パネルに電光シグナルを通し電光の走ることによってエスカレータの存在をはっきりさせた新機軸である)で1階に上り、1階売場の主要部を通りながら最上階へ行く人はエレベータを、中間階まで行く人はエスカレータを利用することとなる。

エスカレータ新設当時は珍らしさに惹かれて大部分の顧客はこれに集中したが現在は目的階に応じていずれかを選んで利用している。

4. 銀行

米国では2階を銀行に使用する方式、すなわちSecond floor bankingが多くなってきたが、日本においても近い将来この方式が採用されビル自体をもっとも経済的に利用することになる。

この方式は銀行業務の主なフロアを地上面から上に移すのであるが、かかる場合第一に公衆の便宜を考えねば



3 図 第2階の銀行向エスカレータ

Fig. 3. Plaza Bank of Commerce, Kansas City, Mo.
Escalator for second floor banking.

ならないから正規の階段に加えてエスカレータを設備することが望ましい。

これについて Florida National Bank & Trust Co. の社長 C. A. Shewmake 氏は経済的な角度から次のように強調している。「われわれ銀行業者が新しい銀行ビルを計画するときには表通りに面するフロア・スペースは余りに価値があり過ぎるからこれを商店とか高級喫茶店とか高い賃貸料の取れるところへ譲り、銀行は第2階へ持って行き、安いフロアを利用すべきである。1階の高さは18ftもあるから階段を歩くのは大儀であるのでエスカレータを据付けるべきである。」

またシカゴ Title & Trust Co. では公衆と接触の多い部門を第2階に置いて賃貸料で年間50,000~75,000ドル節約できたとのことである。同社の副社長 H. A. Moore 氏はつぎのように報告している「エスカレータのために会社は単位当たり4ドルの賃料で28,000ft²を占める第2階を使用することができた。ところが地上階の賃料は平均6~8ドルである。階段は設けてあるが顧客は減多に使用しないでエスカレータで昇降している。」

その他米国大都市ではSecond floor bankingの実例は数多あるが、日本ではまだ実現していないが東京、大阪のような土一升金一升といわれる処ではこの方式の実現する日も近いことと思われる。銀行業者および建築設計者各位のご決断を待つ次第である。

この場合エスカレータは800型を昇降のおの1台ずつ階段の両側または片側に並列するのが標準である。

5. バス・ターミナル、空港

地上階は当然バスの乗降場に使用し地階は商品売場としてその間をエスカレータで連絡する。



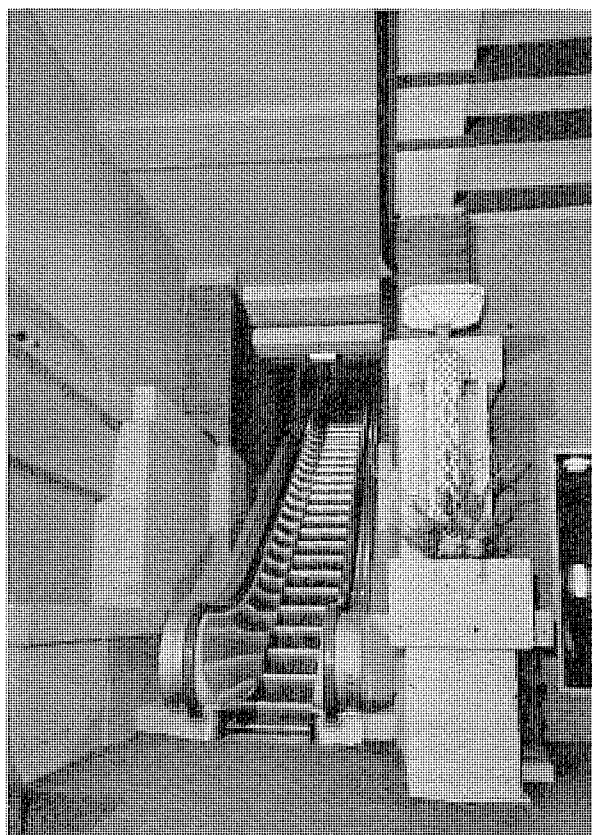
4 図 空港向エスカレータ

Fig. 4. Greater Pittsburgh Airport. Escalator for airport.

新式の空港たとえばピッツバーグ空港の如きは 32 in 幅 (800 型) エスカレータが 4 台設備されて上階はホテルにもなっている。(4 図)

6. 鉄道停車場, 地下鉄等

高架の停車場および地下鉄プラットフォーム路面間の数分毎に殺倒する乗降客の流れを緩和する唯一の交通機関としてエスカレータが適当である。この場合 1200 型 2



5 図 ホテル向エスカレータ 帝国ホテル, 東京

Fig. 5. Escalator for hotel. (Teikoku Hotel, Tokyo)

エスカレータの使用分野の拡大とエレベータとの併用・木村

人乗毎時 8,000 名の能力のものが良い。戦前据付けたもので目下運転しているエスカレータは国鉄元町駅(神戸市内)に路面からプラットフォームの中間まで 1200 型の三菱 ML 型(旧型)があり, その他大阪市内では地下鉄や阪神電鉄に数箇所設置されていたがすべて戦時中の金属回収で撤去されてしまった。当社では最近京阪神急行電鉄から神戸三宮駅終点西出入

口の路面よりプラットフォームまで垂直揚程 9.387 m, 800 型エスカレータを受注し本号発行直後頃に運転開始の運びに至る予定である。将来この方面に続々復活されて一般乗客のサービスに使用されることとなる。

7. 食堂, ホテル

米国ではカフェテリア(お客自身で皿を運ぶ大衆食堂)にエスカレータを使用している。日本でも賃貸料の安い地下階を食堂に利用してその出入に便利のようにエスカレータを設備してサービスすることも営業上の一策であろう。

ホテルではエスカレータを入口からロビーへ, 炊事場から食堂へその他の用途に用いる。前者は泊り客用で後者は食堂ボーイ用で米国各地の大ホテルでは利用されている。

日本では帝国ホテルに三菱 800L 型 1 台を据付けた。これは 2 階の大宴会場へ連絡するものである。(5 図)

8. 工場, 学校

従業員の非作業時間を節約したり, 作業場と食堂間の往來を便利にするためにエスカレータを用いるのはやはり時間節約をモットーとする米国のことで, 日本の工場経営者がここまで意を用いるようになるのはほど遠い感があるがかかる分野にまでエスカレータは利用されている。

これも米国の例であるが高層建物の学校では, 教室の入れ替りにクラス全体が移動する時エスカレータはエレベータに比べて数倍の能力を発揮する。新しい学校で 10 台のエスカレータを用いているところもある。

9. 劇場, 映画館

パチンコ店の最盛時にはしばしばエスカレータの照会



6 図 劇場向エスカレータ あしべ劇場, 大阪

Fig. 6. Escalator for theater. (Theater Ashibe, Osaka)

があったほどであるから、確実な観客層を握っている劇場や映画館もエスカレータによるサービスは当然考慮されねばならない。一例として目的は多少外れているが大阪の娯楽街千日前あしべ劇場(6 図)の路面から地下の名店街へ下り用の 1200 型を、また佐世保国際会館(映画館)に路面から中 2 階まで 800L 型を据付けた。

10. 事務所ビル

ア. 一般

米国では最近数年間に事務所ビルにエスカレータを使用することが目立って増加してきた。

代表的なものを挙げると

(1) Chrysler Corporation Building

地階 5 階間をサービスするために 1948 年エスカレータが 8 台設備された。

(2) Tennessee Coal & Iron Co.

5 階建の建物の全階が 18 台のエスカレータでサービスされている。

(3) John Hancock Building

地階・8 階間を運ぶために 48 in (1,200 mm) の 2 人乗エスカレータが用いられ、この 26 階建の他の階へは 21 台のエレベータでサービスするようになっている。

(4) duPont Building

この建物は(2)と共にエスカレータのみを輸送の唯一の方法としている。

(5) Virginia Light & Power Building

4 階建であるがエスカレータの他エレベータは設備されていない。

(6) Metropolitan Life Insurance Co.

14 階建 6,545 人の従業員を容れる新築事務所ビルで 8 階までエスカレータを設備した。

事務所ビルにおいて、エレベータの代りに全部エスカレータを設備することは経済的であるが、またエレベータとエスカレータとを併用する elevator-escalator system がおいおい増加する。日本の現状としては、後者の方が適当であろう。ただしつぎのことは予め考慮に入れて計画しなければならない。

a. エスカレータは 2 階以上の人口が 600 名またはそれ以上の建物の場合に考慮されるべきである。これより少ない人口では不経済である。

b. エスカレータで満足なサービスを行うには、階高は 6 階か 7 階で最高 8 階を超えるべきではない。これより上層の階への交通はエレベータの方が良いサービスとなる。

c. エスカレータは経済的にエレベータと匹敵する場合に用いるが、たとえば少々不経済でもエレベータ用の機械室(建物の種類によって外観を不調和にすることがある)がいらぬこと、鉄骨にかかる荷重が少いこと、待時間がないこと、輸送能力が大きく急速に建物にはいてくる人を捌ききれる点等がエスカレータ使用の決定的条件となる。

イ. 事務所ビルに使用した場合の長所、短所

(1) エスカレータの有利な点

運転の連続性

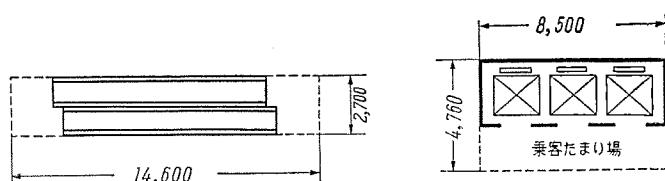
エスカレータはいつでも直ちに乗客を乗せる状態にあるから、エレベータのように待時間および着床時間を省くことができる。

輸送能力

800 mm 幅、27 m/min のエスカレータの公称輸送能力は 5 分間 400 人でこの能力は容量 1,100 kg (定員 12 名) のエレベータ 13 台または容量 1,400 kg (定員 18 名) のもの 9 台に匹敵する。(エレベータの 1 往復時間を 2 分として)

占有面積

800 mm 幅エスカレータを上り下り 2 台複列に配置する面積と 1,400 kg エレベータ 3 台バンクの面積を比較すれば 7 図に示すように同一である。したがって同一輸送能力において $\frac{1}{3}$ の占有面積



7 図 エレベータとエスカレータの占有面積の比較

Fig. 7. Comparison of space of elevator with escalator.

で良い。

運転手

人件費の節約は明らかである。詳細は後で述べる。

機械室およびピット

エスカレータはトラスの中に機械室があるから不要であるが、エレベータの場合頂部に機械室最下階の下にピットを作らねばならない。この省略はかなりの金額になる。

電力消費

エスカレータは平均1時間当り 4 kW であるが、エレベータはギヤレスエレベータで 10~12 kW である。

支持梁に加わる荷重

複列のエスカレータに対する自重と動荷重の合計は各中間階の床に対し 25 t である(4 台分)。

エレベータは1台について約 21 t である。

故障

エレベータの故障は全階にわたる縦の交通機関の一つを失うことになるが、エスカレータの故障はある階間の一方のみに限られる。必要があれば隣のエスカレータの運転方向を反転してその方向の輸送は確保できる。

(2) エスカレータの不利な点

何といっても不利な点は速度が遅いことである。

連続輸送であるからエレベータに比べはるかに大きな輸送力を有しているが垂直方向の速度は毎分 13.5 m で高速エレベータの約 $\frac{1}{10}$ である。しかしエレベータに乗るために待たねばならない時間をエスカレータは進んでいるのであって丁度兎と亀の競走のようなものである。

乗客の感覚

乗客にとってはエレベータでは目的階を一口いうだけで安閑として運んでくれるのに反し、エスカレータでは乗客自身で気を配らねばならない。

不具者および荷物

これは構造上からも不可能であるから少くとも 1 台の人荷兼用のエレベータを設けねばならない。不利な点は以上であるが、しかも見かけの速度がおそいとか、乗客の感じなどは多分に心理的な要素によるものである。

ウ. エレベータとエスカレータとの経済上の比較

これにはまず台数を計算し、その結果経済的な比較をしなければならぬが一二の例を挙げて説明する。

(例 1)

地上 7 建階の事務所ビル

2 階以上の各階床面積 45,000 ft²

2 階以上の全人口 2,700 名

エレベータは容量 1,200 kg (定員 15 名)、毎分 150 m

2 表 エレベータとエスカレータとの経済上の比較

	(I) エレベータによる計画	(II) エスカレータによる計画	(I)-(II)
所要台数	1,200 kg, 150 m/min シグナル・コントロール 9 台	エスカレータ 800 mm 型, 12 台 エレベータ 90 m/min 1 台	
a. 建設費	@ ¥ 10,000,000 ¥ 90,000,000	エスカレータ @ ¥ 8,000,000 ¥ 96,000,000 エレベータ ¥ 6,500,000 計 ¥ 102,500,000	¥ -12,500,000
b. 運転費 (年間)			
人件費	¥ 7,200,000	¥ 1,080,000	
償却費 5.8%	¥ 4,430,000	¥ 6,270,000	
保険費 0.8%	¥ 600,000	¥ 850,000	
動力、維持費	¥ 2,430,000	¥ 2,120,000	
	計 ¥ 14,660,000	計 ¥ 10,320,000	¥ +4,340,000
c. 占有面積の評価 (年間) (待合せ場所も含む)			
坪数 (坪当り月 4,000 円)	212 坪 ¥ 10,200,000	100 坪 ¥ 4,800,000	¥ +5,400,000
b+c	¥ 24,860,000	¥ 15,120,000	¥ +9,740,000

- 備考 1. 人件費は運転手(交替者を含む)スタータの給料、制服代、保険代等を見込み 1 人月 3 万円と仮定した。
2. 償却費は機械の寿命を 30 年として 30 年償却とした。
3. 電力料は 1 日 10 時間とし 1 kWh 当り 5 円とした。
4. 保守サービス費は 1 台当りギヤレスエレベータ月 1 万円、エスカレータ月 8 千円と仮定した。
5. 占有面積の賃貸評価月 4,000 円/坪は冷暖房費および敷金の利子等を含めて仮定した値である。

のギヤレスエレベータとする。

朝夕のラッシュ時の5分間に2階以上の人口の20%を運ぶものとする。すなわち $2,700 \times 0.2 = 540$ 名となる。

その内2階の一部の人は歩くと仮定して計算のとき500名とする。

エレベータの平均1周時間を80秒(1方向急行, 他方向は1階飛として)とすれば

$$1 \text{ 台のエレベータの5分間の輸送能力} = \frac{60 \times 5 \times 15}{80} \div 56 \text{ 名}$$

$$\text{エレベータの所要台数 } N = \frac{500}{56} \div 9 \text{ 台}$$

以上はエレベータのみの場合の必要台数である。

エスカレータについては800mm型を各階複列に設けると12台となる。

1台のエスカレータの実用上の輸送能力は5分間に300名(最大の72%)位であるが, 12台を朝夕のラッシュには同一方向に運転すれば $300 \times 2 = 600$ 名となりエレベータの輸送力500名より多い。

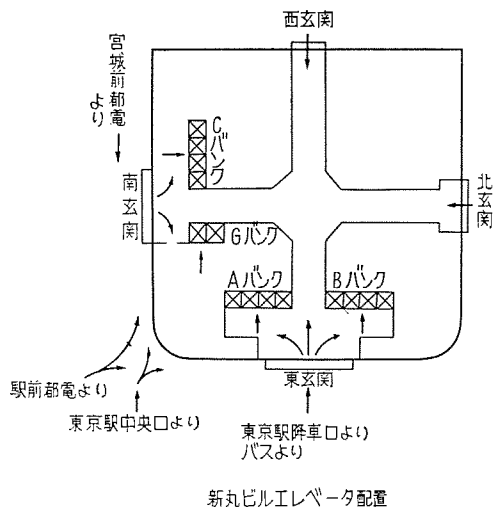
ただしエスカレータの場合は少くとも1台の非常用兼貨物用エレベータが必要である。エレベータによる計画をIとし, エスカレータによる計画をIIとして両者の経済的比較を表にすれば2表のようになる。

この表により建設費において日本の現状ではエスカレ

3表 新丸ビル・エレベータ設備一覧表

バンク	容量×速度 kg m/min	台数	位置	行先階	1階における朝のピーク5分間の最大乗客数
A	1000×150	4	東玄関	7~8	220 (265)
B	同上	4	東玄関	4~6	115 (140)
C	同上	4	南玄関	7~8 4~6	(内 訳) 115 7~8階 (80) (140) 4~6階 (60)
G	700×75	2	南玄関	2~3 専用	45 (55)

備考. カッコ内の数値は現在の乗客数の推定値である。



新丸ビルエレベータ配置

8図 交通の流れ(新丸ビル)

Fig. 8. Traffic flow. (New Maru Build.)

ータの方が14%高くなるが, 経費と占有面積の評価とで年間40%安くなるから, 数年間で建設費の超過は取り返せることとなる。

(例2) 新丸ビル級事務所ビルにエレベータ, エスカレータ併用を考えた場合の設備計画。

新丸ビルにおけるエレベータの交通実態調査は28年2月11日~12日に行い「三菱電機」第28巻2号「高性能エレベータについて」と題する中で述べたが, 最近の同ビル入口は調査当時(開館)の20~30%増加したとのことである。便宜上その当時の数値を参考に使用する。

(i) エレベータとエスカレータ併用の場合の台数。

現在エレベータの設備は3表のとおりである。

いま7~8階行をエレベータN台を使用し, 1~6階までをエスカレータ800mm型複列交叉型に配置して10台使用すると仮定すれば, エスカレータの利用者は上表カッコ内数字から $140 + 60 + 55 = 255$ 名(5分間), これに対し800mm型の5分間実用輸送能力は(例1)に示すように300名であるからまだ余裕がある。もし不足の場合は上り下り用をいずれも上り専用を使用すれば5分間に600名まで運び得ることとなる。

7~8階行エレベータは1周時間の実測値は62.6秒で, 輸送人員は $265 + 80 = 345$ 名である。

$$\text{エレベータ1台5分間の輸送能力} = \frac{60 \times 5 \times \text{定員}}{1 \text{ 周時間}} = \frac{60 \times 5 \times 11}{62.6} = 53 \text{ 名}$$

$$N = \frac{345}{53} = 6.5 \dots 7 \text{ 台でよい。}$$

すなわち エスカレータ 1階6階間 10台

エレベータ 7, 8階行 7台

(ii) 経済的比較

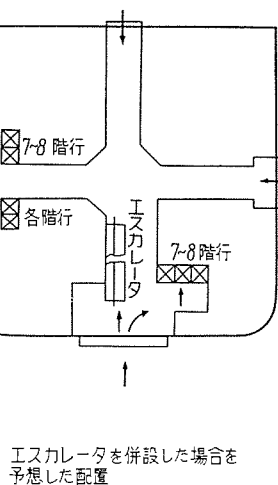
(例1)と同じように計算すれば建設費においてエレベータのみの場合より併用の場合の方がわずかに安価になり, かつ経常費と占有面積の評価においては年間約22%安くなる勘定で併用式のばあいは最初から経済的であるといえる。

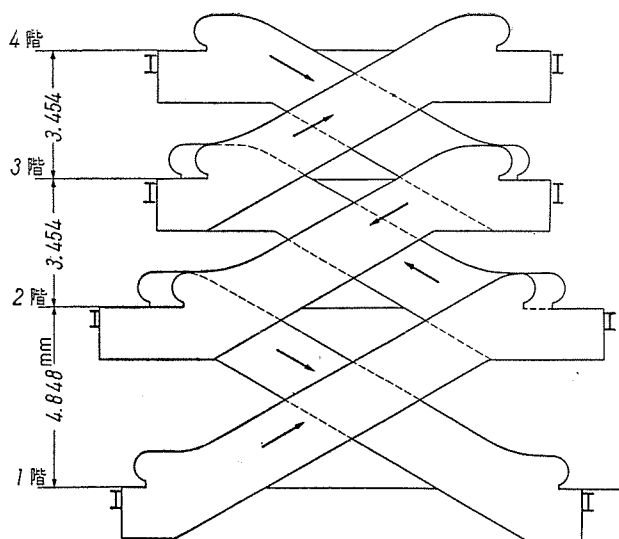
(iii) 配置の検討

朝の最大ピークにおける(午前8.55~9.00)入館者の比率は東玄関70%, 南玄関29%, その他1%の割合であるから, エスカレータは当然東玄関付近に設けねばならない。

エレベータ7台のうち2台×2バンク計4台を東玄関に, 3台を南玄関に, またその反対に配置するのが一般的な考え方であろう。

したがってその配置を示すと8図のようになる。またエスカレータの複列型配置は9



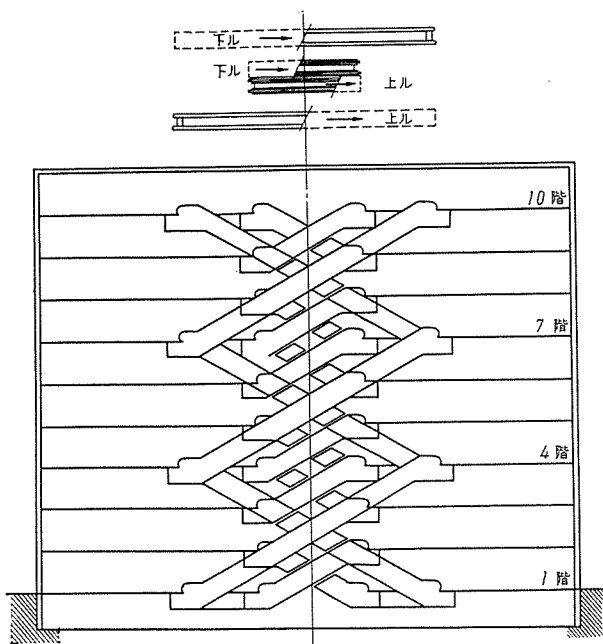


9 図 複列交叉型エスカレータの配列
Fig. 9. Arrangement of criss-cross type.

図のようになる。1階6階間の乗場たまり場所を含めた全投影面積は225 m²である。これと同一能力のエレベータの台数は、4~6階間の平均実測1周時間は74秒であるから5分間能力は $\frac{60 \times 5 \times 11}{74} = 44.5$ したがってエレベータ所要台数は $\frac{300}{44.5} = 6.75 \dots 7$ 台である。7台のエレベータの占有面積はたまり場所を含めて540 m²であるから、占有面積では同一能力に対し1/2以下でよいことになる。

11. エスカレータの速度

日本におけるエスカレータの速度限界は東京都庁で毎分30 m以下と決められている。米国の Safety Code for Elevator & Escalator では最高125 ft/minである。



10 図 急行用エスカレータ
Fig. 10. Express escalator.

エスカレータの使用分野の拡大とエレベータとの併用・木村

る。ロンドン地下鉄のラッシュアワーにおける運転速度は180 ftにも達する。ただしこの場合乗場と着床長さ(水平移行の長さ)は一般のものより長くする必要がある。百貨店用と一般事務所用とは乗客の種類も違うから速度も違ってよい理である。日本でも最高毎分40 m位は許されてよいだろう。傾斜線速度で毎分125 ft、垂直速度で毎分60 ft すなわち毎秒1 ftで、階高15 ftとすれば1階間の昇降に15秒を要することとなる。乗換えに歩くため5~8秒を要するから線速度125 ftのエスカレータを用いても平均垂直速度は $15 \text{ ft} \times \frac{60}{15+8} \div 40 \text{ ft/min}$ となる。

6階建の昇降行程は15×5=75 ftになりこの行程に行くのに約2分を要し、8階建の場合は2分40秒を要することとなり、一般に6階~8階までがエスカレータの使用限界と考えられるのはこの理由からである。

それ以上の高い建物に対してもエスカレータの優れた点を発揮するには急行用エスカレータが必要となる。

12. 急行用エスカレータ

10階建の建物について考えて見る。

1階を基準として、急行用と各階用を併設する場合において、急行用として(a)1~3, 3~5, 5~7, 7~9, (b)1~4, 4~7, 7~10, (c)1~5, 5~9の3つの組み合わせについて所要時間を計算した結果は、(b)がもっともよい方法であって1階から各階までの所要時間を1乗換に8秒として計算するとつぎのとおりである。

階	使用	乗換数	所要時間
1—2	ローカル	なし	15 sec
1—3	ローカル	1	38 sec
1—4	急行	なし	45 sec
1—5	急行およびローカル	1	1 min 8 sec
1—6	" "	2	1 min 31 sec
1—7	急行	1	1 min 38 sec
1—8	急行およびローカル	2	2 min 1 sec
1—9	" "	3	2 min 24 sec
1—10	急行	2	2 min 31 sec

10図はこれの配置である

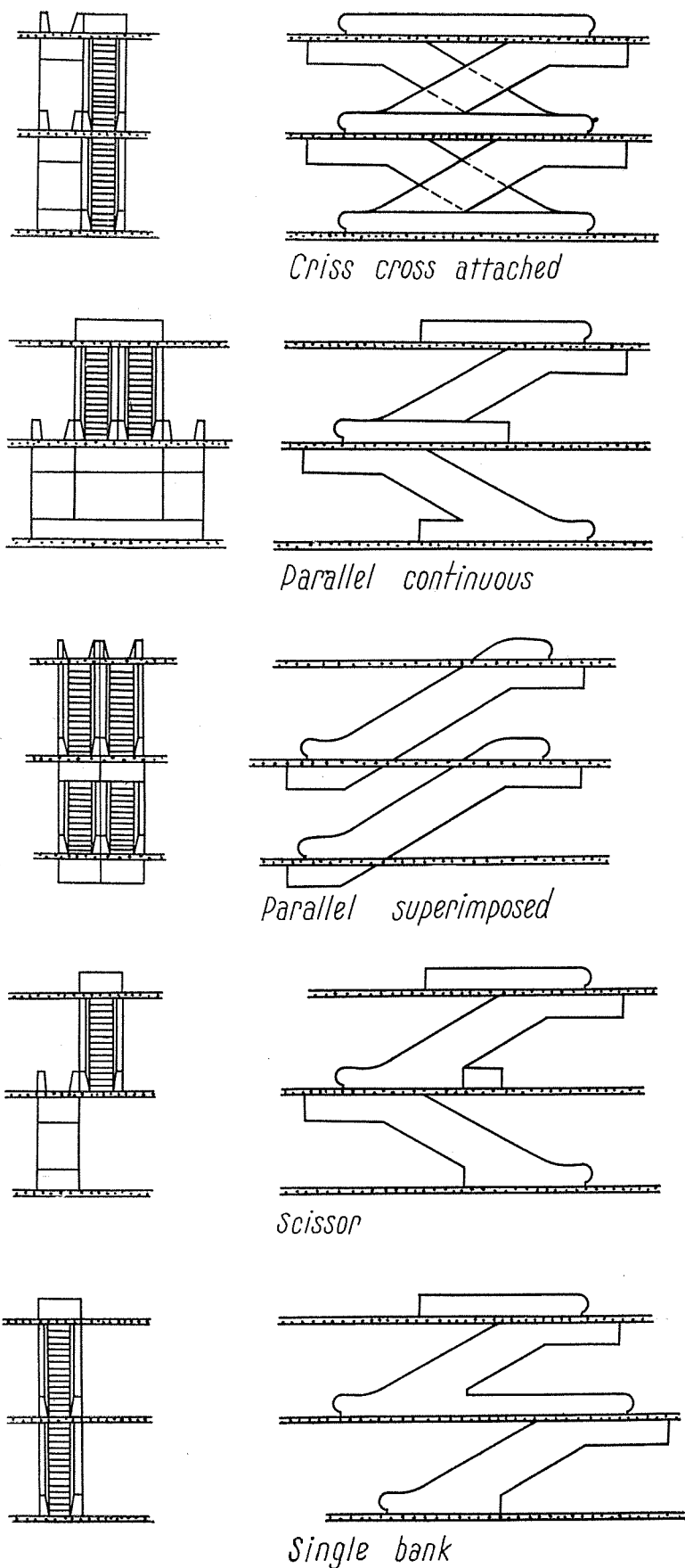
日本では事務所ビルに急行用エスカレータを計画する気運に至っていないが、これは進歩的建築設計者の決断により案外早く実現するかも知れない。

13. エスカレータの配列について

エスカレータの配列の方式は実用上単列、複列おのの2種類に分けられる。

複列の場合

- a. 交叉型 Criss-cross type
 - i attached 隣接型
 - ii detached 分離型
- b. 平行型 Parallel type
 - i superimposed 重ね型
 - ii continuous 連続乗継型



11 図 代表的配列例

Fig. 11. Representative arrangements.

単列の場合

c. はさみ型 Scissors type

d. 一列型 Single bank type

これらの配置上の長所短所を挙げると

a-i 交叉型

長 所	短 所
1. 上下方向いずれにおいても床から床へ直接連続に運ぶ	1. 買物客の視野が減ずる
2. 昇降の乗継ぎが離れていて混雑しない	2. エスカレータの存在場所が比較的示しにくい
3. エスカレータの直下の場所をもっとも有効に利用できる	3. 側面と端部が重なり合って視野をさまたげる

b-i 平行重ね型

長 所	短 所
1. エスカレータの存在がよく判る	1. 床から床への交通が不連続となる
2. 側面や端部がよく眺められる	2. 乗客の向う面は昇か降か店の一方のみとなる
3. 買物客の視野をさえぎらない	3. 昇と降の交通がひっつきすぎる

b-ii 平行連続乗継型

長 所	短 所
1. 昇降いずれも床から床へ連続的に運ぶ	1. 床面の場所が多く必要とする
2. 昇と降の交通がはっきり分割できる	
3. 顧客の視野は妨げられない	
4. 端部や側面がよく眺められエスカレータの存在がよく判る	

上記のうち a-i 交叉隣接型は据付面積が少く経済的な形式で、米国の百貨店でもこの型式がもっとも多い。

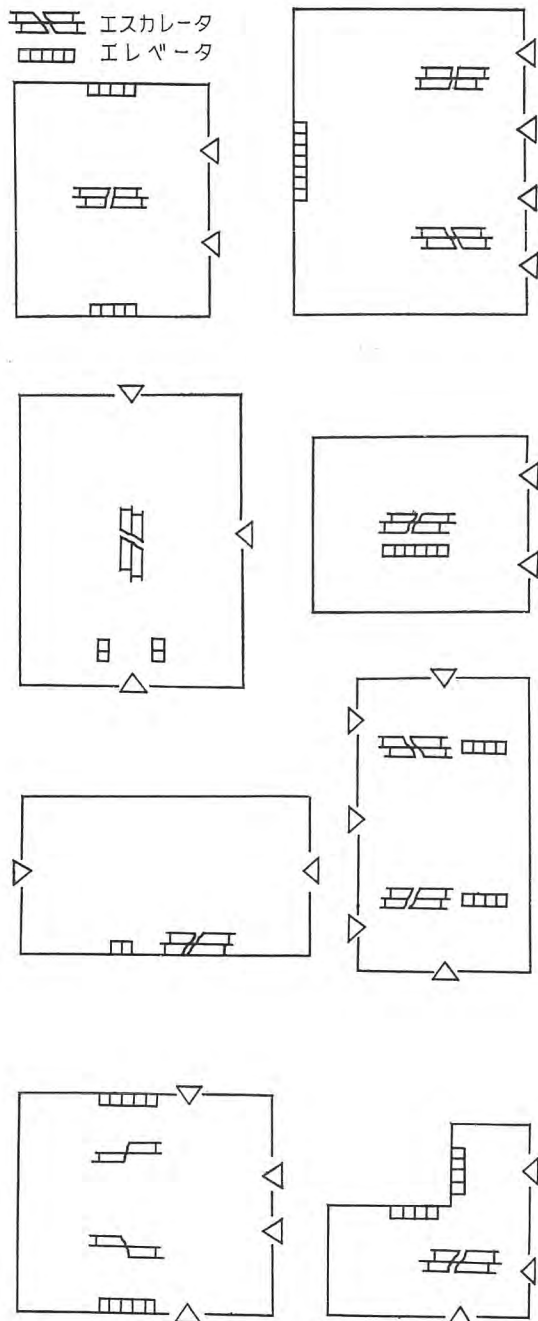
日本では現在ほとんど単列であるから (c) のはさみ型が断然多い。(d) の一列型では乗継における乗客の歩行距離が長くなって乗客へのサービスがよくない。

もし事務所ビルに据付ける場合は第一に占有面積を少なくするように考えなければならぬから、自からその選択は決ってくる。

14. エレベータ、エスカレータの建物内配置

建物内の配置については種々の条件が関係してくるがおもなものは入口と柱との関係である。12 図はエレベータ、エスカレー

タを併用した建物内の配置の数列である。
下記の点は一般的な注意項目である。



12 図 エレベータ，エスカレータの代表的配置例
Fig. 12. Representative layouts of Elevator & Escalator.

- (1) エスカレータは建物全体として人の流れの方向に設けること(例，そごう百貨店等)。
- (2) 正面出入口から容易に客の眼につき自然に上階へ導き得られること(例，三越本店，大丸東京店等)。
- (3) 百貨店ではエレベータよりもエスカレータを主体にして売場を定めること。
- (4) 乗継のとき乗客の歩行距離をできるだけ少なくすること。
- (5) 建物の規模にもよるがエスカレータでもエレベータでもおのおの分散した配置は有効でない，ただし両者を隣接する必要はない。

15. むすび

以上のようにエスカレータはエレベータに比べて，いつでも乗れる状態にあること，数台のエレベータのどれに乗るか迷うこともないし，エレベータのカゴ室に閉じ込められて不愉快に肘を突き合わせることもなく，経済上からも有利である。

しかしながら，エレベータの運転方法や制御方式も長足の進歩をして，運転手なし自動監視運転のエレベータは運転手の人件費も省けるし運転効率も非常に良くなった。

結局エレベータとエスカレータを併用した計画，すなわち比較的低階はエスカレータで上層階はエレベータを用いることが日本では実現しやすい方法であろう。本稿がいささかでも建築設計者のご参考になれば幸甚である。

参 考 文 献

- H. C. Hickock, Widening Field of Moving Stairways 1953.
G. B. Gusrae, Architectural Record, 1950, 1952.
Dr. Louis Parnes, Planning Stores that pay.
Second Floor Banking, Banking.
Westinghouse Elevator Division, Buyer's Guide Electric Stairways. 1954.
木村武雄外4名 三菱電機 第28巻 第2号 高性能エレベータについて 1954.
外野範吾 三菱電機 第28巻 第6号 縦の交通機関としての三菱エスカレータ 1954.

最近の三菱エレベータの標準

名古屋製作所

向井 徳 樹*

Standard Mitsubishi Elevators of the Latest Design

Tokuji MUKAI

Nagoya Works

Evaluation of large buildings is greatly governed by the fitness of elevators installed there. The place of installation, the number, capacity and control system all play important parts. To aim at the best utilization of facilities in the new installation, Mitsubishi has established a standard to recommend to customers based on a history of long years and the latest information furnished by Westinghouse. If this standard is followed on the part of users, elevators will be delivered in desired time with every possible high performance by our company.

I. まえがき

エレベータは駆動装置・乗カゴ・釣合オモリ・制御装置・レール・保安装置・出入口扉および枠・信号装置等の機器をかならず備えていて、この各部分はエレベータの用途、容量によって多種に分れているので各部分の組合せとなるとその種類は驚くほど多くなる。もしこの変化も単一機器の複合のみであるとするならば多種も問題にするに足らぬものであるが、たとえば各建築による昇降路断面の変化にともなうカゴ寸法の変化は相当根本的な変化をエレベータに与え、上記8機器中レール部分と信号装置との2部分以外は大きく変化せねばならぬこととなる。

もし家屋の部屋に定められている4.5畳間、6畳間というように2畳敷のエレベータといったカゴの大きさと操作方式等が規格化されるときは製作工場の製作上の便利ばかりでなく、需要者側においてもエレベータの計画の場合、いたずらに気迷いを多くしてもっとも適当したもの、選定に困難を感じることなく、高性能のエレベータが希望の時期に安価に得られるし、使用中に故障のあった場合にもさっそうと間にあい得ることは、設備をもっとも有利に使用できるものといえる。

米国においては製作数の50%は標準エレベータであって、あと50%が特種の注文によって製作されていると聞いている。

わが国の実状にもっとも適したエレベータを設置ねがうため、当社の永年の研究と経験と米国 Westinghouse 電機会社の最近の資料を基にして、標準寸法および標準方式を以下述べるように決定し推奨している次第である。

II. 種 類

乗用エレベータはその建物が使用される目的によって一般用・百貨店用・病院用の3種類に大別される。一般用とは事務所・アパート・ホテル等の建物である。これらの用途によってエレベータの駆動方式および操作方式もほとんど限定される。

1. 駆動方式

駆動方式には歯車ナシ可変電圧方式、歯車式可変電圧方式、交流2段方式および主に荷物用として多く用いられる交流1段方式の4種がある。

1 表 乗用エレベータの用途と標準駆動方式

用 途	駆 動 方 式			
	歯 車 ナ シ 可 変 電 圧	歯 車 式 可 変 電 圧	交 流 2 段	交 流 1 段
一 般 用	○	○	○	○
百 貨 店 用	○	○		
病 院 用		○	○	

表 2 エレベータの標準駆動方式と標準速度

方式 速度 m/min	交 流 1 段	交 流 2 段	歯 車 ツ キ 可 変 電 圧	歯 車 ナ シ 可 変 電 圧
20	○			
30	○	○		
45	○	○		
60		○	○	
75		○	○	
90			○	
105			○	○
120				○
150				○

表 3 歯車ナシ巻上機積載容量適用 (kg)

巻上機		MD-105	MD-104
速度 m/min			
ロー ピン グ 2:1	106	1,400	1,800
	120	1,250	1,800
	150	1,100	1,800
巻上機の重量 kg		3,150	4,350

表 4 歯車式巻上機積載容量適用 (kg)

巻上機		EMF -120	EMF -140	EMF -300	EMF -400	EMF -500	EMF -600	EMF -800	EMF -900
速度 m/min									
ロー ピン グ 1:1	20			1,000	1,300	2,000			
	30	120	350	900	1,300	2,000	3,200	4,500	
	45				1,300	1,800	3,200	4,500	5,500
	60				1,300	1,800	3,200	4,500	5,500
	75				1,300	1,800	3,200	4,500	5,500
	90				1,150	1,750	2,500	3,500	5,500
	105				1,000	1,500			
ロー ピン グ 2:1	10			1,800					
	15	200	700	1,800			6,000	9,000	
	20				2,600	4,000	6,000	9,000	10,000
	30				2,600	4,000	6,000	7,000	10,000
巻上機の重量 (電動機を除く) kg		150	180	550	900	1,500	2,700	4,000	6,000

注：上表中 EMF-300, 400, 500 型の容量は乗用エレベータの容量を表わしているから貨物用の容量は 10% 程度増量できる。

ア. 交流エレベータ

交流エレベータは建物内の動力電源 (50 c/s 200 V, 60 c/s 220 V) を制御盤を経て直接巻上電動機に与えるものである。巻上電動機はエレベータ用としてとくに設計した 3 相カゴ形誘導電動機を使用しているから起動・停止・逆転が頻繁に繰返されても信頼度がきわめて高いものである。

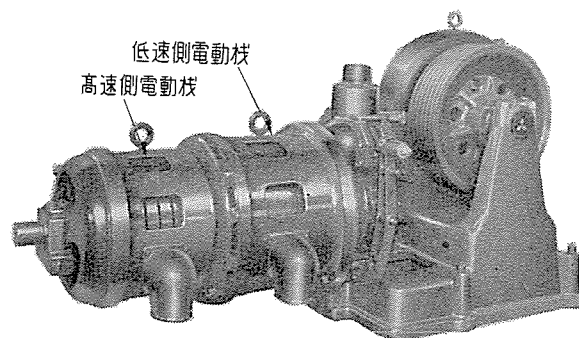
交流エレベータは高速に用いるとカゴの着床が不適確になるので低速で階数の少く、しかも設備費がある限度内におさえられた場合に用いられる。なお速度を上げるか着床を適確にするためつぎの 3 つの方法がある。

(1) 交流 2 段速度電動機として速度を上げ着床を適確にする。

高速、低速 2 種の 3 相カゴ型誘導電動機を同一軸に串型に組合せたもので高速側 8 極、低速側 32 極としている。

高速電動機にて起動および定格速度の運転を行う。目

最近の三菱エレベータの標準・向井



1 図 EMF-400 型交流 2 段速度巻上機

Fig. 1. AC-2 Speed traction machine.

的階に近づいて減速圏に入るとカゴ上に設置された着床リレーが動作して電磁接触器を高速側から低速側に切替える。

この低速電動機によって減速の間、電力が電源側に返還され再生制動力が作用して減速の制動動作を行う。よって減速距離を短縮して全体の運行時間を短くし、かつ適確な低速運転が得られて着床の誤差を小さくできる。

(2) 自動着床および床合せをする。

自動着床の結果停止制動位置以上に行過ぎた場合に自動的に床合せをする。

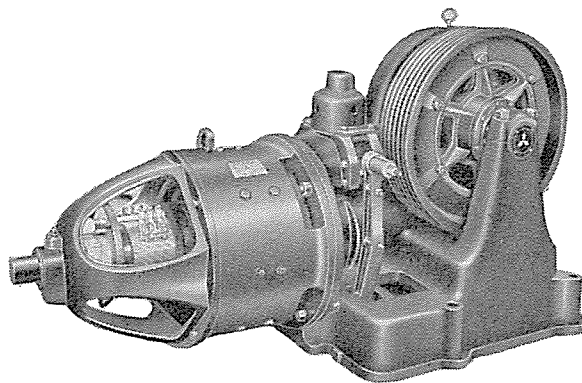
交流 2 段エレベータでは電源電圧が異常に低下した場合に行過ぎる恐れがあるのでこの方式を標準としている。

なお交流 2 段エレベータで速度 45 m/min 以上の着床誤差をとくに少なくする必要がある場合には、要求によって自動着床の結果行過ぎたときも行足りないときも床合せすることもできる。

イ. 直流可変電圧エレベータ

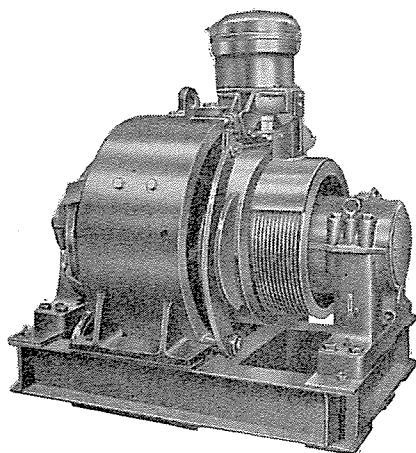
エレベータ各個に電動発電機を設け巻上電動機は直流分巻電動機を使用する。速度制御は発電機の界磁制御と電動機の界磁制御を併用するワードレオナード方式である。

この方式は当社のインダクタ・リレー方式と組合せることによって加速減速が負荷の変動にかかわらず規定の理想曲線にしたがって行われるから、加速減速が円滑かつ迅速で乗心地が良く、とくに低い着床速度が得られるから着床が正確である。

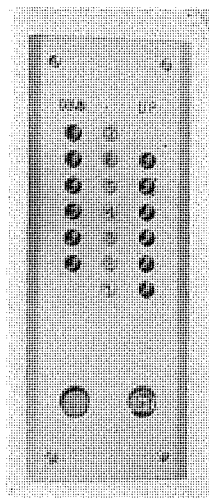


2 図 EMF-400 型歯車ツキ可変電圧巻上機

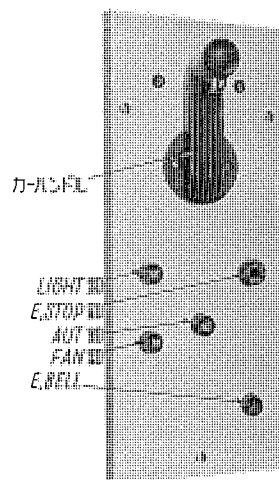
Fig. 2. V.V. Geared traction machine.



3 図 MD-100
型歯車ナシ可
変電圧巻上機
Fig. 3. Gear-
less traction
machine.



4 図 呼カケ知
らせ盤
Fig. 4.
Annunciator.



5 図 カース
イッチ
Fig. 5. Car
switch.

電力の消費と保守は最少限で済む。

(1) ロートロール付エレベータ

ロートロールは回転機型の増幅器で同期的に滑り動くエレベータの“頭脳”といわれる。この小さな直流発電機の容量は 250 W で 1/2 HP の 3 相誘導電動機に直結されて 3 個の界磁巻線をもち、そのうち 2 個の界磁巻線はカゴが動く速度に敏感なつながりをもち、この発電機の発生電圧を決定づける。この発電電圧回路は自己の第 3 の界磁巻線を経て主発電機の界磁力を決定しているから負荷の大幅の変化にも初め決めた理想的な速度曲線にしたがって運転される。

これから外れるのを自動的に補正されるので乗心地の良い迅速な加速、減速運転が得られる。

きわめて低い速度も強制運転ができるから着床寸前まで相当早い速度でも良いことになりエレベータの実効速度が高く、したがってエレベータの運転効率が向上する。また着床速度がはるかに低い 2 m/min とし得られるから着床誤差を ± 10 mm 以下に減少でき得ることは他の方式では得られぬ特長である。

2. 操作方式

エレベータの制御方式は駆動方式・着床方式・操作方式および戸閉方式等の組合せによって多くの種類がある。この適当な方式の選択は建物の種類・規模ならびにエレベータの用途等による。当社はわが国の実状にもっとも適した新標準方式を決定 (11 表標準制御方式選択表参照) 推奨している。

ア. カースイッチ (自動着床電動戸閉)

カースイッチを運転方向に回すことによりカゴの戸と乗場の戸が同時に閉り切って、鎖錠するとカゴは起動する。

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

上下最終端階ではカースイッチを停止位置に戻すのを忘れていても自動的に減速し停止する。

乗場位置しらせは機械式または電気式を標準としている。要求に応じつぎの器具の全部または一部を設けることができる。

必要の際には手動低速運転に切り替えることができる。信号装置は乗用はフラッシュライト型、貨物用はロックドロップ型呼かけ知らせ盤をカゴ内に設ける。運転手は呼かけしらせとブザーにより乗場の釦が押されている階に運転停止する。

カゴ室内インジケータはカゴが板戸かあるいは速度 105 m/min 以上のばあいには限り設ける。

2 台以上のエレベータがバンクのばあいには他機の方角しらせを設ける。他機の方角しらせによりいわゆるダンゴ運転が避けられ運転能率は向上する。

乗場釦を応答釦にできる。

必要のある場合には「床合せ装置」を追加することができる。

「応答釦」は乗客がこれを押すと釦自身が輝き、エレベータがその呼びに答えてその階に着床し停止すると消えるから釦を 2 度押しすることがなくなる。

「床合せ装置」は交流 2 段エレベータで病院の寝台車用・人荷用等でエレベータの速度 45 m/min 以上のとくに着床差を少なくする場合に設ける。これによりエレベータが行き過ぎたときも行き足らぬときも再起動して床合せを行う。

イ. カースイッチコレクティブジュアル (電動戸閉)

昼間は運転手付カースイッチで運転し、夜間または閑散時には運転手なし全自動式として使用する。

(1) カースイッチ運転のばあい

カースイッチのキースイッチを「運転手」に入れる。その後の操作はカースイッチ操作と同じである。

修理、点検等のばあいにはカースイッチのキースイッチを「手動」に入れて置きカースイッチを操作すれば低速にて運転することができ、またカースイッチを戻せば任意の位置でカゴを停止させることができる。

(2) 全自動のばあい

カースイッチのキースイッチを「全自」に入れる。乗客は乗場釦を押すことによってカゴをその階に呼び寄せ

ることができる。

カゴが到着すればカゴおよび乗場の戸が自動的に開く。

カゴに乗り込んで操作盤の目的階の押釦を押すと戸が開いてから約4秒後に戸は閉りカゴは自動的に起動加速し、乗場釦および操作盤の各階用釦が押された時間的順序に関係なく、カゴは順次着床して開扉、閉扉の動作を繰り返して進んで行く。進行方向前方に「呼」がなくなると運転方向が自動的に反転する。「呼」が一つなくなると最後の停止階で戸を閉じて待機する。

停止している階の乗場釦を押せばすぐ戸は開く。

乗場釦、操作盤の釦は一度押せばカゴがそれに答えて停止するまで登録は消えない。

乗場釦に上下の区別はないから、乗客は自分の行きたい方向に進行中のカゴを呼びよせるようにすると運転能力を高め得る。

戸が閉りつつあるとき扉セーフティエッジに触れると戸はすぐ逆行して開いて完全に開き終ってからふたたび閉り始める。

戸の閉る速度は運転手付のばあいにくらべ遅くなる。操作盤に戸開釦があり戸の閉り初める時限を延すことができる。このばあい釦より手を放すと戸は閉り始める。

必要のある場合には床合せ装置を追加することができる。

ウ. シングルオートマチック

(1) 手動戸閉である場合

乗場釦を押せばカゴが使用中でない限りカゴはただちにその階へきて停止する。

運転者は戸を開けてカゴに乗り乗場およびカゴの戸を閉めカゴ操作盤の目的階釦を押すとカゴは目的階に行き自動着床する。このとき行先釦は2個以上押しても先に押したもの以外は無効である。またカゴ内と乗場釦が同時に押されたばあいはカゴ釦が優先となる。すなわち乗客がカゴに乗り込んで乗場の戸を閉めカゴの戸を閉めても約3秒間は乗場の呼が利かないからその間に行先階釦を押せばこの「呼」は完全に登録され他に取りられる恐れはない。

乗場釦の使用中断（赤ランプ）が点じておればエレベータは使用中であって乗場釦を押しても無効である。

カゴが呼びよせた階に到着したらしばらくは他の「呼」には作用しないからこの間に戸を開く。またカゴ内で運転し目的階に到着したときはカゴの戸および乗場の戸を開けて外にでてふたたび両方の戸を閉めるまでは他からの「呼」には絶対に応じない。

交流2段エレベータでは点検その他で昇降路の任意の位置に行きたいばあいにはカゴ操作盤のキースイッチを手動に切り替えた後最上階または最下階の釦を押すと押し

ている間だけカゴは低速運転し、手を放せばただちに停止する。

(2) 電動戸閉であって乗用の場合

基本動作は前記の場合と同じである。

カゴ操作盤の行先階の釦を押すと自動的に戸が閉り、エレベータは起動し目的階にいたって自動着床して戸が開く。戸が開いてしばらくしてブザーが鳴り戸は自動的に閉って待機する。戸には扉セーフティエッジを設けてある。

要求に応じ、つぎの装置の全部あるいは一部を設けることができる。

a. 必要のある場合には「床合せ装置」を追加する。

b. 「カゴ内位置知せ」を設ける。

(3) 電動戸閉であって貨物用の場合

基本操作は前記の場合と同じである。

荷物の積込が終わったらカゴ操作盤の行先階の釦を押した後「戸」釦を押す。戸はただちに閉り始める。「戸」釦は戸が閉りおわってカゴが動きだすまで押し続ける。

カゴが目的階に着床すれば戸は自動的に開く。荷物の運び出しが終わったらかならず乗場の「戸閉」釦を押して戸を閉めておく。完全に閉るまで「戸閉」釦を押し続ける。

荷物の積卸中に他階から呼ばれるとブザーは鳴るが戸は閉らない。

戸が閉りつつあるときカゴ操作盤の「戸」釦、乗場の「戸閉」釦より手を放すか、または操作盤の「戸開」釦を押せば戸はただちに開く。

必要のある場合は「床合せ装置」を追加することができる。

エ. セレクティブコレクティブジュエル

通常は運転手なしで客乗が運転する全自動エレベータである。混雑時にはキースイッチの切替えによって運転手付で運転することができる。

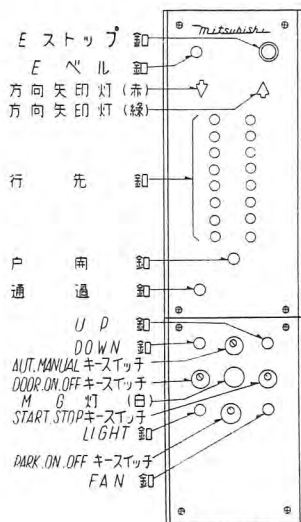
(1) 運転手なし全自動運転

キースイッチを「全自動」としておけばカゴは「呼」に答えて自動的に運転方向を選択して起動する。「昇釦」と「降釦」の2個を備えた乗場釦があり昇り運転中はカゴ釦と乗場「昇釦」の押されている階に順次停止し、最高のカゴ「呼」または乗場「呼」に答えた後自動的に反転下降に移る。

カゴ釦、乗場釦とも、「呼」は同時に多数記録され、押す順序に無関係に順次停止し着床と同時に戸が開き一定時限後戸は閉って待機する。乗客はこの間に乗り込みカゴ釦を押して行先を登録する。

カゴの一端に扉セーフティエッジが設けてある。

「呼」の全部に答え終るとカゴは最後に「呼」のあった階に戸が閉ったまま留る。カゴが停止している階の乗場釦を押せば戸は



6 図 セレクティブコレクティブ
ジュエルカゴ操作盤

Fig. 6. Car station of selective collective control.

開く。

直流可変電圧のばあいは「呼」に答え終わった後3~6分間以内に新しい「呼」がなかったときには電動発電機は自動的に休止する。新たに乗場釦が押されれば電動発電機は起動する。

カゴ操作盤内の返し釦を押しておけばカゴは用済後指定階（一般に基準階）に戻る。返る途中からでも新しい「呼」に応じて反転する。ただし交流2段エレベータではとくに要求のあった場合のみ追加する。

(2) 運転手付運転

キースイッチを運転手の側に回わせれば戸は自動的に閉らなくなる。

運転手は乗客の行先を聞いてカゴ内行先釦を押し乗客の出入が終った後「上」または「下」釦を押して戸を閉ると自動的に起動してつぎの行先階へ行く。戸の閉る速度は運転手なしのばあいより速くなる。

最高「呼」自動反転、最低「呼」自動反転は運転手なしのばあいと同様である。

カゴが停止中に乗場から「呼」があればブザーが鳴り操作盤内の運転方向燈が燈るから運転手は「上」または「下」釦により戸を閉めるとカゴは呼ばれた階へ行って開扉する。

戸は着床動作中に開き始め停止時には1/2~3/4開いているようになっている。

要求に応じつぎの器具の全部または一部を設けることができる。

- a. 乗場釦を「応答釦」にする。
- b. 必要のある場合は「床合せ装置」を追加する。

オ. シグナルオペレーション

シグナルオペレーションは各個単独運転の高速度エレベータとして最高級のもので、カゴ操作盤のキースイッチによりつぎの2つの操作方式のいずれかに切り替えることができる。

(1) 運転手付シグナルオペレーション

(2) 手動運転

(1) 運転手付シグナルオペレーション
各中間階には「昇釦」と「降釦」の2個を備えた乗場釦があり最上最下階にはそれぞれ「降釦」、「昇釦」を各1個を備えている。乗場の乗客はこれらの釦を押すことにより所望の方向と同一方向に進行中のカゴをその階に呼びよせることができる。

運転手は乗客の行先をカゴ内行先釦に登録する。行先釦は当社特得の電磁釦で軽く押すと引込んだ位置に留まり登録されたことがはっきりわかる。

なんらかの理由で登録をキャンセルしたいばあいは引戻せば各個にキャンセルができる。運転手が目的階に相当する釦を押して戸閉運転バーを押下げると、カゴの戸および乗場

の戸が閉じ、続いてカゴは起動運転して目的階にいたり停止しカゴおよび乗場戸が開く。運転手は戸を閉める操作を行うだけでそれから後の起動・着床・開扉は全部自動的に行われる。

一度釦を押しておけばカゴはそれに答えて相当階に停止するまでその要求は消えない。すなわち各釦は押された時間の順序に関係なくカゴは階床の順にもっとも近く、かつ進行方向と同一方向の要求のある階に順次停止して戸が開く。すべての要求階に応答停止し、終端階に行ってから方向を反転する。下降中のカゴは1階で自動的に上昇に切り替わりカゴ内行先釦が押されるか、あるいは上方乗場「呼」が登録されるとカゴ操作盤の「上呼燈」が燈り運転手が運転バーを押して戸を閉めると上方に出発する。カゴ操作盤の1階の釦はロックイン型電磁釦にしてあるから毎回押す必要はない。

地下から「呼」のあったばあいには「地下燈」が点じ運転手が地下釦を押したばあいのみ地下まで運転する。「PASS」釦カゴが満員等にて通過したばあいにはカゴ操作盤の通過釦を押すと、カゴは乗場釦の要求に答えず通過する。しかし一度カゴ釦によって停止した後は自動的にふたたび乗場の「呼」に答える。

「H・C・R」釦（最高呼自動反転）カゴが上昇中に空になったばあい H・C・R 釦を押せばカゴより上方に「呼」があればそれに答え、また「呼」がなければただちに自動的に方向が反転して終端階まで行かず下階運転に切り替る。これによりむだな上昇運転をせず最高効率でエレベータを使用できる。

「上・下釦」なんらかのつどうで全部の要求に応じ尽さないで途中から方向変換したいばあいにはカゴ操作盤の「U」(上)または「D」(下)釦を押すとカゴは自動的に方向を変える。

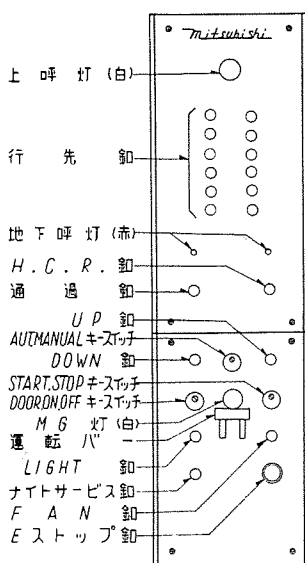
2 台以上バンクのばあいには乗場の呼釦を共通しておくから乗場釦によって要求方向に運転中のカゴを呼びよせるばあいその階に近づいたカゴが停止し後続のカゴは通過する。

「上呼燈」基準階に待機中または昇り運転中で、カゴより上に呼があるばあいに点燈する。

夜間または休日等エレベータの使用が閑散なときは操作盤の「ナイトサービス」釦を押しておけば乗場から呼びがあるとカゴ内のブザーが鳴り同時に上呼燈が燈る。運転手が戸を閉めるとカゴは呼ばれた階へ行って開扉する。

(2) 手動運転操作

修理、点検等のばあい操作盤上のキースイッチを手動側にしておき「U」または「D」の釦を押して続けていればその間低速運転をし、釦から手を離せばカゴは任意の位置に



7 図 シグナルオペレーション
カゴ操作盤

Fig. 7. Car station of signal operation control.

停止する。

要求に応じつぎの器具の全部または一部を設けることができる。

- a. 乗場釦を「応答釦」にする。
- b. 「到着予報ゴング」を付ける。

カ. スーパシグナルオペレーション

2 台以上並列のばあい、シグナル操作エレベータよりもなお一層高級にしたもので一群のエレベータをもっとも能率よくサービス良く管理運転することができる。操作盤のキースイッチによりつぎの2つの操作方式のいずれかに切替えることができる。

- a. 運転手付スーパシグナルオペレーション
- b. 手動運転

(1) 運転手付スーパシグナルオペレーション

基本動作は前記のシグナルオペレーションと同一であるがこの操作方式はつぎの特長がある。

出発操作盤は1階乗場付近に設けて監督者が交通状況に応じて運転系統および出発間隔の選択を行うものである。運転系統は行先階選択器によりバンク全体が同一系統に切替えられる。

出発間隔は交通状況に応じ調整ダイヤルを適当な階数たとえば前のカゴが昇り運転中8階に達した際、1階にいるカゴに出発命令を出すには8の数字にダイヤルを合わせると8階間隔でエレベータは出発する。すなわち等間隔運転ができて乗客の待時間を最短にできる。

1階にあるカゴのうち先に到着したカゴに先発燈がつき運転手に出発信号を待つべきことを指示する。

監督ならびに乗客は乗場先発燈により先発のカゴを知る。前に出発したカゴが指定の階に達すると1階の先発燈のついたカゴの先発燈が消えゴングが鳴って出発燈がつく。運転手が運転バーを押下げれば戸は自動的に閉って出発する。同時に1階に帰った他のカゴに先発燈がついて同じ動作を繰り返す。カゴが上昇から下降に移るばあいには即時出発信号が出てすぐ1階に戻るように指示する。

前のカゴとの距離が所定距離になってもカゴ「呼」または乗場「呼」がなければ出発信号が出ないからむだ運転が防げる。

出発信号が出ないうちにカゴが満員になれば出発可能で、そのカゴが出発して所定間隔になるとつぎのカゴに出発信号が出るから、混雑時でもダンゴ運転が避けられる。

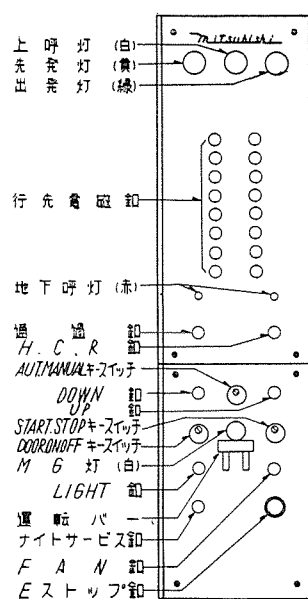
夕方方の下降がピークのばあいには一部のカゴを途中階から折返し運転し、中間階の人乗れるようにできる。

キ. 運転手なしオートナイトサービス操作

シグナルオペレーションおよびスーパシグナルオペレーション操作に顧客の要求によってこの操作を追加することができる。

夜間または休日等エレベータの閑散なとき基準階乗場に設けたキースイッチを全自動側にするとつぎの運転に

最近の三菱エレベータの標準・向井



8 図 スーパシグナルカゴ操作盤
Fig. 8. Car station of super signal control.

された階にきて戸が開く。カゴがちょうどその階におれば戸はただちに開く。

乗客がカゴに乗り操作盤の目的階の押釦を押すとそれから後の閉扉・起動・着床・開扉はすべて自動的に行われる。

運転中カゴの進行方向と同一方向の「呼」に対してはシグナルならびにスーパシグナルオペレーションのばあい同様呼の出た順序に無関係に順次停止して行く。

「H・C・R」釦に関係なく最高呼ならびに最低呼に答えて自動反転するからむだな運転はしない。カゴが開扉してから他階の「呼」に答えて戸が閉り始めるまで約4秒の時限が設けてあり乗客はこの間に出入する。さらに「戸開」釦が設けてあるからこの釦を押せば閉り始めに扉を反転開扉することができる。戸には扉セーフティエッジも設けてある。「呼」がなくなればカゴは基準階に戻り戸は閉ったままとする。

引続き 3 分～6 分以内に呼がなければ電動発電機は自動的に休止して新たに乗場釦が押されることにより電動発電機は起動する。

III. エレベータの据付標準寸法

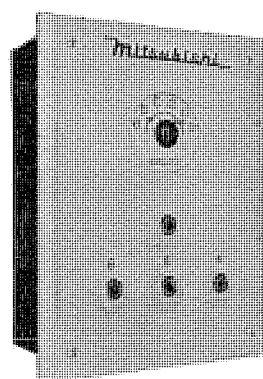
高層建築においてはとくにそこに設置されているエレベータの位置、台数、カゴの大きさ（容量）制御方式等が適当しているかどうかはその建物の利用価値を大きく左右する。

適当なエレベータの選定には建物の形、位置、階数、および建物内の人口の分布や密度を充分解析する必要がある。（この点については別に述べている）

かくして容量、駆動方式、操作方式が決定されてその配置寸法はいかに選ぶべきかをつきに述べる。

1. 昇 降 路

ア. カゴ床外法と昇降路との両側の隙間



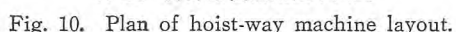
9 図 MD-3 型出発操作盤
Fig. 9. MD-3 Starter station.

なる。

この運転では使用しないときは戸は閉っている。

「呼」があるとカゴは起動して乗場釦の押

レールブラケットの上下方向の取付ピッチは中間ビームも同様であるが、カゴの速度が 120 m/min 以下のエ



三菱電機・Vol. 29 No. 10・1955

早いこと、出入が容易なことで充分乗降時間を短縮できるから、できる限り両片き方式を採用した方がよい。

戸袋の壁内面と扉との間隙は 40 mm を標準寸法としているが高い建築は各階の誤差が相当あって 40 mm の間隙がなくなることもあるから、コンクリート枠込めには充分注意を必要とする。

三方枠の深さ B は上記 40 mm の余裕と壁の厚さ、壁の仕上の種類（大理石、テラゾ、プラスタ等）および「チリ」 C の寸法によって決定される。（15 図参照）

出入口の有効高さは 2,120 mm を標準としているが 15 図に示すように出入口の昇降路の壁の裏面に戸の吊手を納めたハンガーケースを 1/2 in アンカーボルトにて壁に固定する。

三方枠と荒壁との隙間およびハンガーケースと壁との隙間はモルタルにて埋込み防音と防振の効果をあげている。

エ. 昇降路底部（ビット）の寸法

ビットの形は原則として昇降路の有効断面がそのまま規定の深さまで下りていることが必要である。（21 図のうち昇降路断面図参照）

ビットの部分にはカゴ用、オモリ用の緩衝器、調速機用ロープの張り車、行過ぎ制限スイッチ、釣合ロープの張り車等が設置される。このうち緩衝器はこれら機器中一番脊が高いものであってビットの深さも最少 1 m 以上はこの高さによってきまる。

緩衝器はエレベータの速度、容量によって緩衝距離を変えているから、カゴおよび釣合オモリと緩衝器との余裕と共にビットの深さは 7 表のとおりエレベータの速度によって定めている。（IV 項の法規および 10 表参照）

オ. 昇降路頂部間隙

昇降路の頂部の形は原則として昇降路の有効断面がそのまま規定の高さに延長されることが必要である。（21 図のうち昇降路縦断面図参照）

昇降路の頂部にはソラセ車、行過ぎ制限スイッチ終点スイッチカム等の機器が設置される。

頂部間隙とはカゴが最上階の床に停止した位置においてカゴの上梁の上端から頂部の床の下面まで、床下面に

機械受梁のある場合は梁の下面までの寸法をいっている。

カゴが最上階の床からなお動き得る余裕はエレベータの速度とピットに設置される釣合オモリ用緩衝器のストロークにより決定されなければならないが、緩衝器のストロークは主としてエレベータの速度によって定め得るので頂部間隙はエレベータの速度によって 8 表のとおり規定している。

エレベータのカゴ床面からカゴの上梁までの高さはカゴ室の高さによって決まるがカゴ室の出入口の高さを標準 2,120 mm とした場合カゴの容量とカゴ床幅によって 3,200~3,350 mm を適用する。

2. 機 械 室

機械室の位置は昇降路の直上に設けるのがもっとも合理的であって効率も良いのでこの型式を標準としている。

機械室に設置される機械は駆動方式と操作方式、カゴの容量等によって変る。

高級なエレベータほど機器の数も多くなり機械室も広い面積が必要となる。

大略の目安としては 9 表のとおりである。

しかし実際的には昇降路の形状と巻上機の配置によってその他の機器が有効に配置される場合とそうでない場合とでは機械室の必要面積も相違する。

設置された各機器が保守点検に差支えないことが絶必要であるから 0.5 m 離れて囲壁を設けることになっている。

エレベータ機械室として必要事項を下記する。

- エレベータに関係のない用途に使用しないこと。
- 室内に熱気または湿気が停滞せぬ構造とし換気窓を設けること。
- 適当な窓、照明燈、錠付出入口扉（1,600×1,200 mm）を設けること。
- 天井に機械やカゴを吊るためのフックを設けること。
- 床は電気配管後 50~100 mm 厚のシンダーコンクリート打ちモルタル仕上とし配管を埋込むこと。

ア. エレベータの電源線

電源線をエレベータ機械室の受電盤まで引込む配管工事は建築施行側に行いエレベータの見積工事外である。

エレベータ巻上電動機は間歇負荷のかかるものであるから電源線の太さはカゴに定格荷重を積んで上昇する場合の加速時の電流を基準電流として電源線内の電圧降下が 3 % 以内になるような太さを定めねばならない。

7 表 エレベータの速度とビットの深さの関係

速 度 m/min	ビット深さ m	カゴと緩衝器の余裕 mm	緩衝器高さ mm (取付台を含む)
0 ~ 60 まで	1.20	300	480
60 をこえ ~ 90 "	1.80	400	740
90 " ~ 120 "	2.10	400	1,070
120 " ~ 150 "	2.50	400	1,530
150 " ~ 200 "	3.00	400	1,980

8 表 頂部間隙

速 度 m/min	頂部間隙 m
60 まで	1.50
60 をこえ ~ 90 "	1.80
90 " ~ 120 "	2.10
120 " ~ 150 "	2.25
150 " ~ 200 "	2.70

9 表 機械室の大きさ（昇降路面積の倍数）

駆動方式	操作方式	カゴスイッチ操作	押 釦 自 動 操 作
交 流 1 段 速 度		2	2.5
交 流 2 段 速 度		3	3
齒 車 式 可 変 電 圧		3 (2)	3 (2)
齒 車 ナ シ 可 変 電 圧		3 (2)	3 (2)

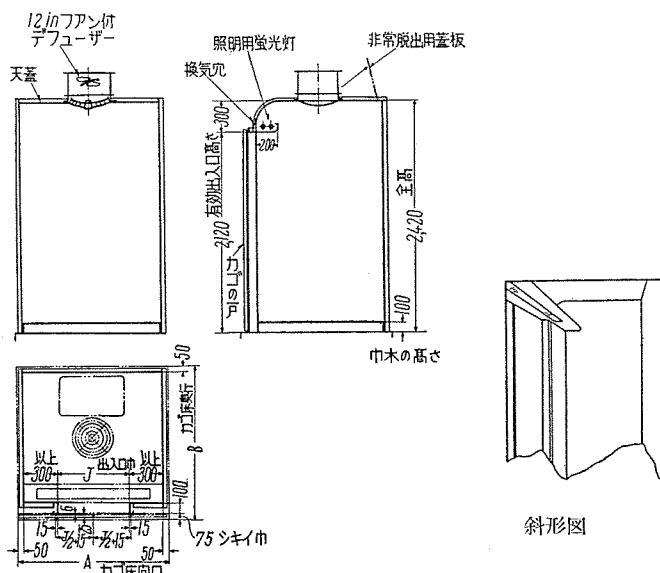
注 () 内数は 2 台以上並列のエレベータの場合。

電圧、サイクル、容量、速度によって変わるからそのつど計算して電線の太さを決める必要がある。

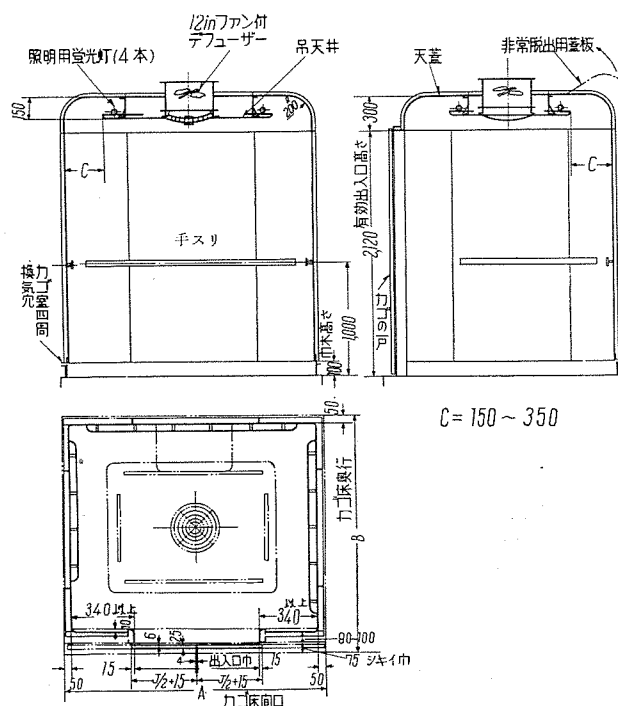
3. カゴ室、三方枠、位置知らせ

カゴ室、三方枠、位置知らせはエレベータの部品中で直接一番目に触れる部分であって、建築のデザインに調和した形状と色彩とを要求されるから個々に相異なるのであるが、形状や照明方式は最近の建築にマッチしたものを数種選定しておすすめている。

カゴ室には従来のように欄間のごてごてした飾り付のものは好まれない。単純な曲線を持った形状のものとなっている。



11 図 乗用エレベータカゴ室 (事務所向)
Fig. 11. Passenger elevator car (for office building).



12 図 乗用エレベータカゴ室 (百貨店向)
Fig. 12. Passenger elevator car (for department store).

とくに目立ってきているのは照明方式に斬新さを表わしている。すなわち蛍光灯の間接照明によって柔かい反射光線による室内照明か、または半透明乳白色板 (アクリライト板) による明るいカゴ室等に大別される。

換気方式は幅木を引込型として流通を計るがとくに来集者用、百貨店用としては天蓋を2重天井としたものが好まれる。(12 図参照)

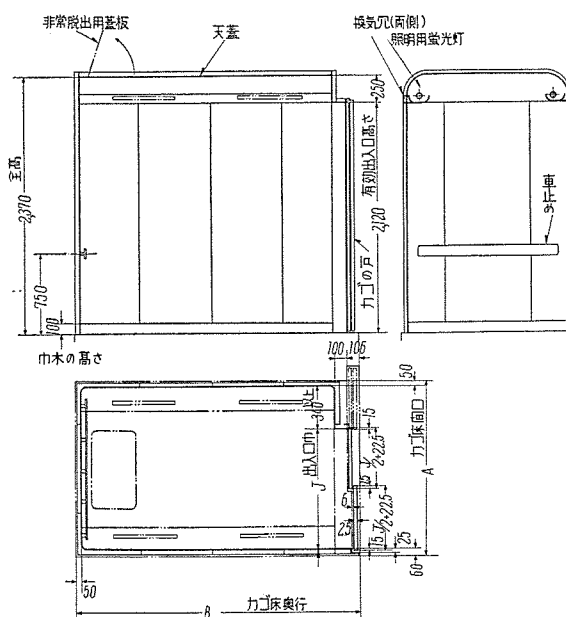
IV. 建築基準法による規定

エレベータの設置計画に当っては建設省および労働省が定めた法規に準拠しなければならない。

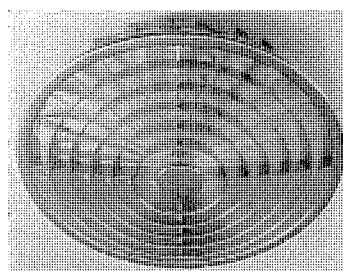
エレベータは建築の一部として建築基準法ならびに建築基準法施行令によって施行し、とくに人貨用および荷物のエレベータにあつては労働安全衛生規則によって施行および管理されることになっているが、建設省では建築基準法の施行規準としてエレベータに関する政令を準備中であり、ほとんど完成しているが実施に至っていない。

これが実施されれば施行規準が全地区統一されてエレベータの製作設置、管理にも便利になる。

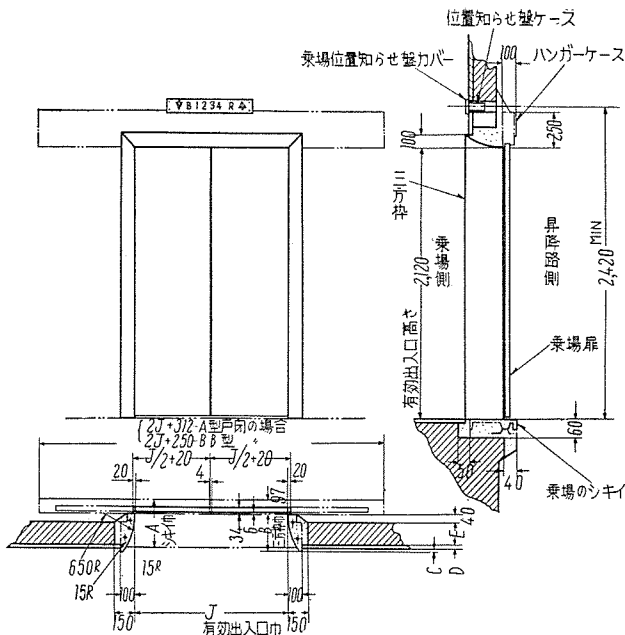
東京都においては建築基準法の細則ともいふべき東京都昇降機安全条例を定めてエレベータの設置および管理の規準を明文文化している。



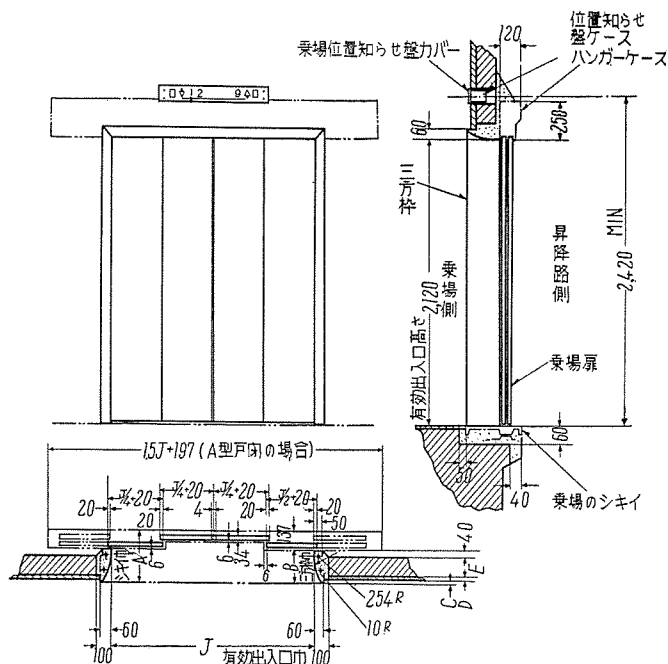
13 図 乗用エレベータカゴ室 (病院用)
Fig. 13. Passenger elevator car (for hospital).



14 図 デフューザ
Fig. 14. Defuser.



15 図 2 枚戸中央開きカーブ型 (乗場標準寸法)
Fig. 15. Standard dimensions of curved jam (center-opening).



16 図 4 枚戸中央開きカーブ型 (乗場標準寸法)
Fig. 16. Standard dimensions of curved jam (two-speed center opening).

当社のエレベータの設計・製作・据付・管理の施行規
準は東京都昇降機安全条例によっている。

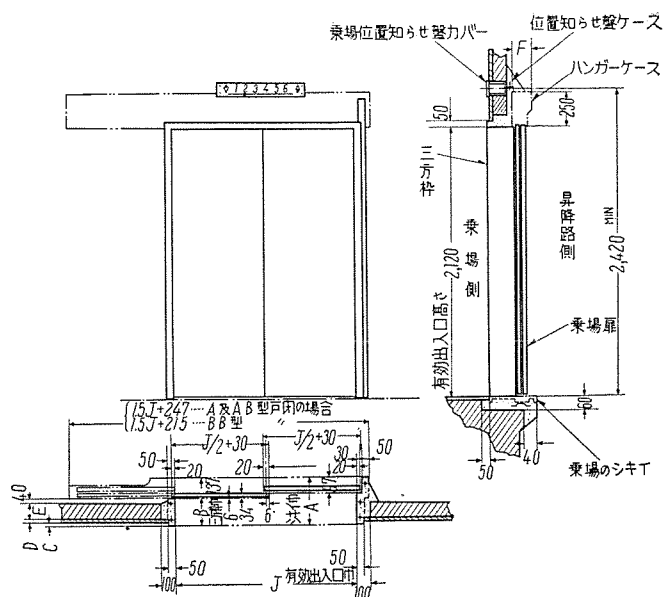
法規中エレベータの計画に必要な主要点を略記し本文
説明中の引用の対照とする。

1. 昇降路の構造設備

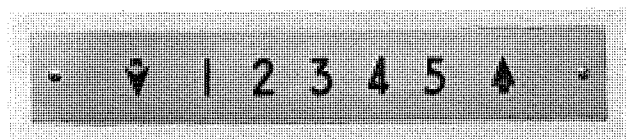
(a) カゴが最上階に停止したとき 頂上より昇降路頂部床下
面までの間隙および最下階に停止したときの最上階出入口床面
より昇降路底部床までの間隙は 10 表以上とすること。

(b) 主要構造部および昇降路囲いは防火構造とし、昇降路外
の人または物がカゴまたは釣合オモリに触れるおそれのない構
造とする。

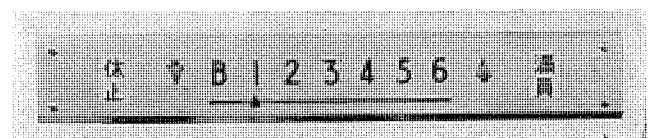
最近の三菱エレベータの標準・向井



17 図 2 枚戸片開き角型 (乗場標準寸法)
Fig. 17. Standard dimensions of straight jam (two-speed).



18 図 乗場位置知らせ盤 (電気式)
Fig. 18. Position indicator (electrical).



19 図 乗場位置知らせ盤 (電気機械併用式、満員休止灯付)
Fig. 19. Position indicator (electrical and mechanical).

(c) 各階の出入口は幅および高さをカゴ出入口の幅および
高さと同しくすること。

その有効幅は 0.75 m 以上、有効高は 1.95 m 以上とすこ
と。出入口床先とカゴとの間隙は 20~40 mm とすること。

(d) 頂部のツナ車その他の装置を支持する構造部は鋼材ま
たは鉄筋コンクリートで構成し、この支持梁およびこれを支持
する支持材の荷重は、支持梁の上にかかるすべての装置の重量
に支持梁に懸吊される最大荷重の 2 倍に相当する重量を加えた
ものとし、支持梁および支持材に対する安全係数は下記のと
おりとする。

- (1) 鋼 材 4
- (2) コンクリート 7

2. 巻上機およびカゴの構造と設備

10 表

カゴ速度 m/min	頂部間隙 m	底部間隙
45 まで	1.50	1.00 (1.20)
45 をこえ ~ 60 "	1.80	1.35 (1.20)
60 " ~ 90 "	1.80	1.35 (1.80)
90 " ~ 100 "	1.80 (2.10)	1.35 (2.10)
100 " ~ 120 "	2.10	1.65 (2.10)
120 " ~ 150 "	2.10 (2.25)	1.65 (2.50)
150 " ~ 180 "	2.25 (2.7)	2.00 (3.00)
180 " ~ 200 "	2.40 (2.7)	2.25 (3.00)

注 () 内の寸法は建築基準法の施行規準として準備中の政令案によつたもの
でカゴの速度に対し緩衝距離を望ましい安全停止長さとした寸法である。

11表 標準制御方式選択表

用途	運 転 者	操 作 方 式	駆 動 方 式	速 度 m/min	着床差 ± mm	建 物 の 種 類 と 適 用 例
乗用または乗用を主とする人貨用	運 転 手	カースイッチ	交 流 1 段	30 45	30~40 60~75	4 階までの小建物一般
			交 流 2 段	45 60	20(10)× 30(15)×	5 階までの小建物一般
		カースイッチ自動着床	可変電圧歯車付	75 90 105	10 12.5 12.5	6 階までの中建物一般 8 階までの中建物一般、中百貨店 8 階以上の中建物一般
			可変電圧歯車ナシ	105 120	12.5 12.5	大百貨店 7 階以上の大建物、とくに大衆を相手とする建物
			可変電圧歯車付	90 105	12.5 12.5	8 階までの中建物一般 8 階以上の中建物一般
			可変電圧歯車ナシ	105 120 150	12.5 12.5(10)+ 12.5(10)+	大百貨店（スーパーシグナルのみ） 7 階以上の大建物一般 7 階以上の大建物、急行用
		通常運転手 閑散時のみ乗客	交 流 1 段	30	40~50	4 階までの小建物一般
			交 流 2 段	45 60	20(10)× 30(15)×	5 階までの小建物一般
			可変電圧歯車付	60 75 90 105	10 10 12.5 12.5	6 階までの中建物一般 8 階までの中建物一般 8 階以上の中建物一般
			可変電圧歯車付	90 105	12.5 12.5	8 階までの中建物一般 8 階以上の中建物一般
			可変電圧歯車ナシ	120 150	12.5(10)+ 12.5(10)+	7 階以上大建物一般 8 階以上大建物 急行用
		乗 客	シングルオートマチック	20 30	25 40~50	4 階までのアパート、ホテル、事務員用 4 階までの混雑しないエレベータ
		通常乗客 混雑時のみ運転手	交 流 2 段	45 60	20(10)× 30(15)×	5 階までのアパート、病院、小事務所 7 階までのあまり混雑しないエレベータ
			可変電圧歯車付	60 75 90 105	10 10 12.5 12.5	6 階までのアパート、病院、小事務所 8 階までのあまり混雑しないエレベータ 8 階以上の
			可変電圧歯車付	60 75 90 105	10 10 12.5 12.5	6 階までの病院、中事務所 7 階までのあまり混雑しないエレベータ 8 階以上の
			可変電圧歯車付	60 75 90 105	10 10 12.5 12.5	6 階までの病院、中事務所 7 階までのあまり混雑しないエレベータ 8 階以上の

戸閉 交流1段は手動、交流2段カースイッチは手動または電動とする。

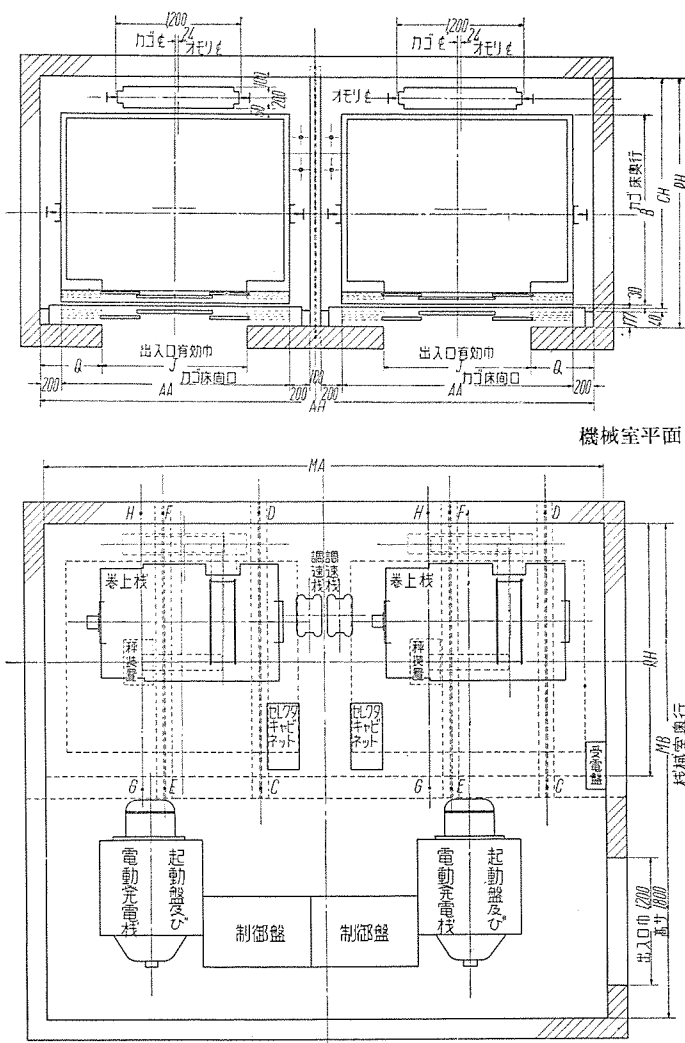
交流2段カースイッチコレクティブジャーナル以上ならびに可変電圧はすべて電動を標準とする。

× () 内は ARL 方式の場合病院用、人荷用で車の出入をするものに採用。

+ () 内はロートル制御エレベータの場合。

用途	運 転 者	操 作 方 式	駆 動 方 式	速 度 m/min	着床差 ± mm	建 物 の 種 類 と 適 用 例
貨物用または車運搬を主とする人貨用	運 転 手	カースイッチ	交 流 1 段	15 20	10~15 15~25	4 階までの小建物
			交 流 2 段	30 45 60	10 10 15	5 階までの中建物 8 階までの中建物 9 階以上の大建物
		カースイッチ自動着床	可変電圧歯車付	45 60 75	10 10 10	大型エレベータ
			可変電圧歯車付	45 60 75	10 10 10	大型エレベータ
	通常運転手 閑散時のみ荷扱者	カースイッチ シングルジャーナル	交 流 2 段	50 45 60	10 10 15	5 階までの中建物 8 階までの中建物 7 階以上の大建物
			可変電圧歯車付	45 60 15	10 10 10	大型エレベータ
			交 流 1 段	15 20	15 25	4 階までの小建物、病院
			交 流 2 段	30 45 60	10 10 15	5 階までの中建物 8 階までの中建物 7 階以上の大建物
	荷 扱 者	シングル オートマチック	可変電圧歯車付	65 60	10 10	大型エレベータ
			交 流 2 段	45 60	10 15	8 階までの中建物 7 階以上の大建物
			可変電圧歯車付	40 60 75	10 10 10	大型エレベータ
			可変電圧歯車付	40 60 75	10 10 10	大型エレベータ
給仕用	扱 者	複 帰 制 御	交 流 1 段	50~30 60~35	60 75	特定階と各階間用
		相 互 階 制 御	交 流 1 段	50~30 60~35	60 75	各階相互間用

戸閉 交流1段は手動、交流2段および可変電圧は手動または電動、セレクティブコレクティブジャーナルは電動を標準とする。



昇降路平面

昇降路縦断面

付表 A (20 図の付表)

架に掛る荷重 (t)						
C 点	D 点	E 点	F 点	G 点	H 点	
2.4	3.7	2.7	4.3	2.2	6.5	
2.6	4.1	2.8	4.5	2.4	7.2	
2.8	4.4	3.0	4.6	2.7	7.7	

(注) E・F 点は第 2 機械室に掛る点である。

容量 kg (定員)	速度 m/min	出入口幅 J	カゴ床 AA B	機械室 MA MB	昇降路 AH CH Q
1,400 (16 人)	150	1,400	2,200 1,800	5,300 4,500	5,300 2,180 600
1,600 (18 人)	105 120 150	1,500	2,300 1,800	5,500 4,500	5,500 2,180 600
1,800 (20 人)	105 120 150	1,500	2,300 2,000	5,500 4,700	5,500 2,380 600

20 図 百貨店用歯車ナシ式直流可変電圧エレベータ 容量 1,400~1,800 kg 速度 105~150 m/min 第 2 機械室付 4 枚戸両開き式戸閉 Fig. 20. Gearless variable voltage control elevator for department stores. (capacity-1400kg to 1800kg, car speed-105 to 150m/min.)

(a) エレベータ各部の強度計算においてはエレベータカゴの動荷重は下記による。

- (1) 乗用エレベータの場合 370 kg/m² 以上
- (2) 貨物用エレベータの場合 250 kg/m² 以上

(b) カゴ枠およびカゴ床は鋼製とし荷重は床面上に等分布されるものとして、その安全係数は下記による。

- (1) 乗用エレベータ 7.5 以上
- (2) 貨物用エレベータ 6.0 以上

(c) 乗用エレベータの定員はカゴ面積 5 人/m² を超えないこと。

ただし 10 歳未満の小児は 2 人をもって 1 人に計算する。

(d) カゴおよび釣合オモリを吊るロープは、3 本以上としメッキをせぬ鋼製ロープとし、各条別に鋼製ソケットにバビット詰めで取付けること。

ロープの直径はツナ車の直径の 40 分の 1 以下

ロープの強度計算の安全係数は 10 以上

乗用エレベータに使用するロープの直径は 12 mm 以上

ただし特別に認めるときは直径 10 mm まで低下することができる。

3. 機械室の構造

(a) 機械より 0.5 m 以上の間隙をおいて、その周囲に囲をすること。

(b) 機械室の床面積は昇降路平面積の 2 倍以上

(c) 天井高さは床面より内法 2 m 以上

(d) 機械室には照明設備およびコンセントを設け、そのスイッチは入口の見やすくかつ近寄りやすい位置。

(e) 廊下その他の通路に接して出入口を設けること。出入

口が付近の床または屋上から 1.5 m 以上の高さにある場合は傾斜角 60 度以下の金属のはしごまたは階段を設ける。ただし 1.5 m 以下の場合は垂直とすることができる。

はしごまたは階段には手すりを備え金属製とする。

4. カゴおよび釣合オモリが昇降路底部に落下したときその衝撃を緩和するものを設ける。

(a) ばね式緩衝器とする場合は定格速度 60 m/min 以下のものに限り、この速度を超えるものは油式緩衝器を使用しなければならない。

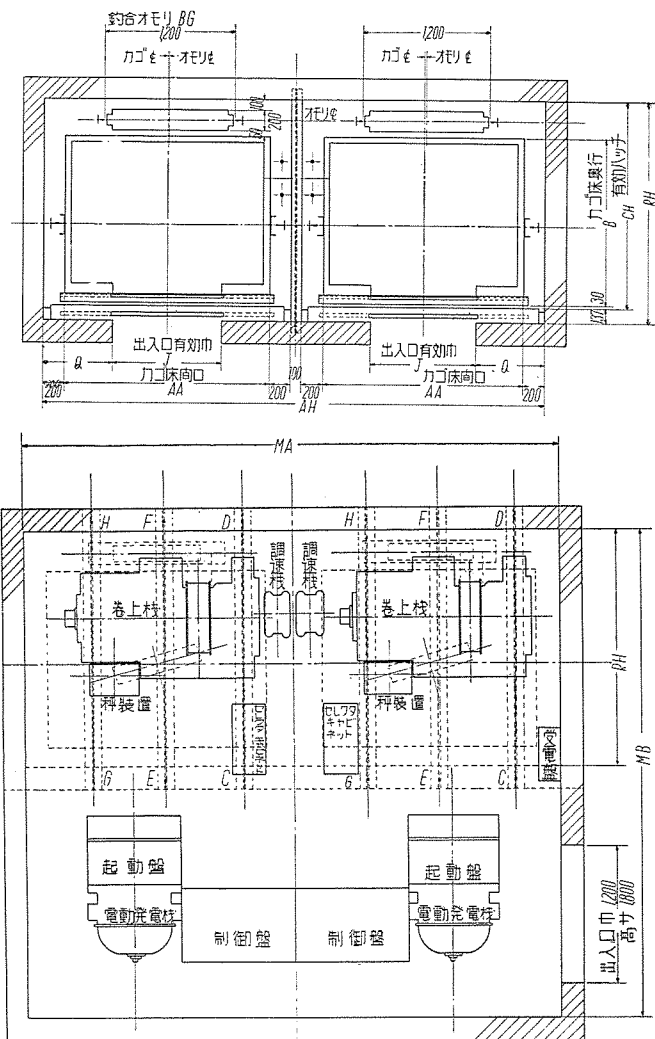
以上建築の付帯設備としてエレベータの計画上にとくに関係があつて本文説明中にも引用される部分を抜書した。

V. むすび

製品を標準化することが産業合理化のため必要欠くべからざるものであることはここに事新しく申上げるまでもないことであるが、標準を決めて実効あらしめるにはとくにエレベータにおいては各方面の協力を必要とする。

わが国のエレベータ製作の歴史は約 40 年であるが、標準化は遅れていてこれまでにほぼ決定し実施されているものは馬力と速度だけである。

使用者、建築者各位の絶大なるご協力を得て標準化の実現を念願するものである。



昇降路平面

昇降路縦断面

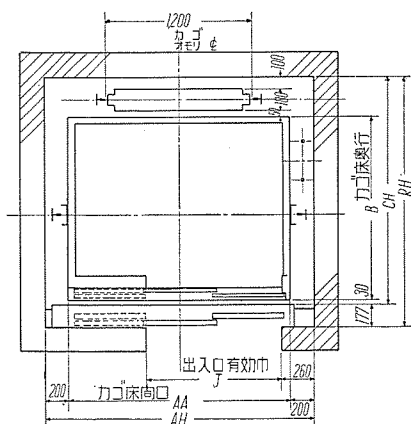
機械室平面

付表 B (21 図の付表)

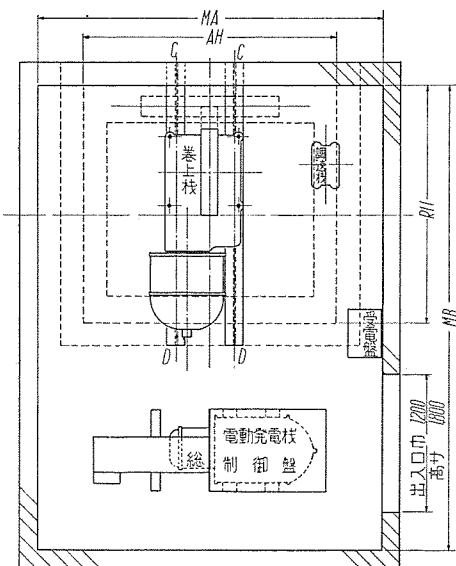
梁に掛る荷重 (t)					
C 点	D 点	E 点	F 点	G 点	H 点
1.7	3.5	1.9	3.9	2.0	3.9
1.9	3.9	2.1	4.3	2.2	4.4
2.1	4.3	2.3	4.7	2.4	4.8

容 量 kg (定員)	速 度 m/min	出入口幅 J	カゴ床 AA B	機 械 室 MA MB	昇 降 路 AH CH Q
1,000 (12 人)	105 120 150	1,000	1,900 1,550	4,700 4,000	4,700 1,930 650
1,200 (14 人)	105 120	1,100	2,100 1,550	5,100 4,000	5,100 1,930 700
1,400 (16 人)	105 120	1,100	2,100 1,800	5,100 4,200	5,100 2,180 700

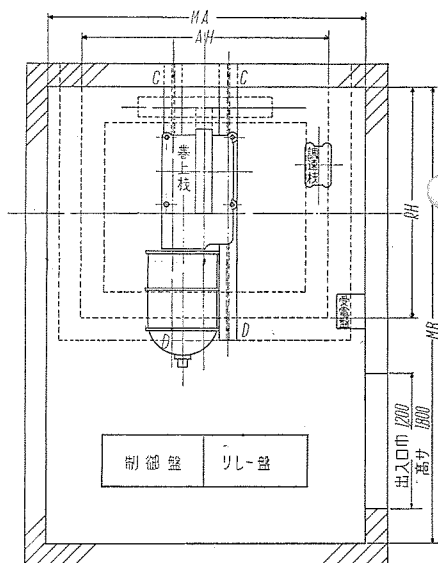
21 図 一般用歯車ナシ式直流可変電圧エレベータ 容量 1,000~1,400 kg 速度 105~150 m/min 第 2 機械室なし 2 枚戸両開き式戸閉。
Fig. 21. Gearless variable voltage control elevator for general use.



昇降路平面



機械室平面 歯車式可変電圧エレベータの場合



機械室平面 交流 2 段エレベータの場合

付表 C (22 図の付表)

容 量 kg (定員)	速 度 m/min		出入口幅 J	カゴ床		機 械 室		昇 降 路		梁に掛る荷重 (t)	
	可変電圧	交流 2 段		AA	B	MA	MB	AH	CH	C 点	D 点
900 (10 人)	60 90 105	45 60	1,000	1,800	1,400	3,000	4,000	2,200	1,760	4.2	2.7
1,000 (12 人)	60 90 105	45 60	1,000	1,900	1,500	3,000	4,000	2,300	1,860	4.5	2.9
1,100 (13 人)	60 90 105	45 60	1,100	2,000	1,600	3,000	4,200	2,400	1,960	4.6	3.0

22 図 一般用歯車式直流可変電圧エレベータおよび交流 2 段速度エレベータ 容量 900~1,100 kg 速度 60~90 m/min 交流の場合は速度 45~75 m/min

Fig. 22. Geared variable voltage and a-c two speed control elevator for general use.

エレベータ 新型 制御 装置

名古屋製作所

宮 城 晃*

Newly Developed Controllers for Elevators

Akira MIYAGI

Nagoya Works

As vertical transport facilities of buildings, present-day elevators are on the improvement toward higher efficiency, more comfortable and safe riding as well as economy. Remarkable is the progress of control apparatus specially; it will be no exaggeration to claim that they are the heart of successful operation of elevators. Mitsubishi has developed new controllers that have put on quite a new aspect to the old design by adapting rototrol to them and elevating the operating characteristics a great deal.

I. ま え が き

最近のエレベータは建築物の縦の交通機関として、より能率的で、より快適安全で、より経済的な装置へと改良されつつある。したがってその制御装置の進歩改良はめざましく日進月歩の状態にあるといっても過言ではない。

当社では今回従来の面目を一新する新型制御器具を開発し、さらに歯車なしエレベータにロートロール制御を採用し運転性能を大いに向上したので、それらの概要について述べる。

II. 新型制御器具

最近のエレベータの制御方式は高度の自動化へと進み、その制御装置はますます複雑になってきた。したがってこれを構成する器具としては極力小型で、信頼度高く、寿命が長く、しかも保守が単純で容易なものが必要である。われわれはこの点に鑑み長年の経験と Westinghouse 電機会社（以下 W 社と略す）の最新の資料に基き試作研究の結果、従来の面目を一新する 125 V 新型制御器具を開発した。

1. KR 型, KRL 型管理継電器

エレベータの呼に対する応答の自動化⁽¹⁾、さらに進んで複数のエレベータ群に対しいわゆる自動管理運転⁽¹⁾が

採用されるようになり管理回路に必要な継電器数は増加し、従来の制御継電器では据付面積が過大となり不経済となる。したがって管理回路用としてとくに小型な継電器が必要となる。

これにやや似た要求が電力用遠方監視制御装置にあって、電話用継電器の絶縁を強化した型式が採用されていることはご承知のことと思う。エレベータでもこの型式の継電器が米国の W 社、英国 Express Lift 社等で過去 20 年来使用されているがいずれも寿命ならびに保守の点からエレベータ専用の大型のものを製作している。

エレベータの場合には電力用遠方監視制御装置または電話用自動交換機の場合と異って専門の保守員が常駐しているのはむしろ例外といってよく、したがって継電器としては長期間無調整無故障で動作するもので、かつ保守が単純で容易なものが要求される。またエレベータ機械室は昇降路の直上にある関係上昇降路からの気流によって運ばれる塵埃が多く、とくにわが国ではこの傾向が甚だしいから防塵にも充分注意を払わなければならない。

KR 型管理継電器は上述の要求を満たすべく研究試作の結果最近生産に移った電話型継電器で 1 図に示すように型式は電話型であるが各部は遥かに大型頑丈となり、使用電圧 125 V で接点数は 8 個ものと 4 個ものがある。

以下その特長について述べる。

ア. 小型である

通信用継電器に比べれば大型であるが、従来の KS 型制御継電器に比べ取付面積が約 1/3 になった。

イ. 機械的寿命が長い

ベアリング・ストッパ類はとくに頑丈にできているので摩耗が甚だしく、可動クシ板とアーマチュア、可動クシ板と可動ばねの間の滑り運動をほとんど無くしたためこの部分の摩耗は無視できるようになったので、機械的寿命は甚だ長く部品を取換えることなしに 5 千万回以上使用できる。

ウ. 信頼度が高く接点寿命が長い

従来比較的故障の起り易かった可撓シャントが無くなり、かつ接触圧力も KS 型に比べ倍加したため接触の信頼度は遙かに増大した。

接点は純銀で大型であるから 10A の通電容量があり接触ばねの内力は小さいから、ばねの疲労も無視できる程度で、またばね常数が小さく選ばれているので接点が消耗した場合にも接触圧力がほとんど低下しない。接点のフォローアップもこの種の継電器としては甚だ大きいのでいわゆる無手入寿命が長く、火花消去回路なしで 1 千万回以上、火花消去回路を設ければ 5 千万回以上無手入無故障で動作するから長年の間ほとんど調整の必要が無い。

なお接点の厚さが厚いので、簡単な再調整さえすれば、部品を取換えることなしに寿命をさらに数倍延長することもできるので接点寿命はエレベータの寿命よりはるかに長い。寿命試験の詳細については別の機会に報告したいと考えているが、可動クシ板と固定クシ板とによる独特の駆動機構を採用し、アーマチュアがストッパに当る衝撃が接触に影響せぬような構造としたために、接点閉成時の跳返りが全然なくなったことも接点寿命の増大に大いに役立っている。

エ. 保守調整が単純容易である

防塵に留意すれば長年の間ほとんど手入の必要がないが、手入の必要が生じた場合でも、アーマチュアの動きが大きく接点ギャップおよび接触後のアーマチュアの運動の余裕もこの型式の継電器としては甚だ大きいので、

一般の通信用継電器に要求されるような微妙な調整は必要がない。アーマチュアのストロークは表面からねじで容易に調整できるし、接点ばねは可動クシ板と固定クシ板で互に無関係に支えられているから、各単独に容易に調整できる。

アーマチュアのストロークの余裕すなわち接点消耗の限度がクシ板とばねとの関係位置を目測するだけで容易に点検できる点も実際の保守上甚だ大きい利点である。

オ. コイル寿命が長い

コイルは蒸気圧の低い絶縁物を完全に真空含浸してあり温度上昇は非常に低く設計されているので、密閉キャビネット内で使用しても寿命が甚だ長い。コイルの取換えが必要となった場合には前面から短時間で容易に取換えることができる。

カ. 防 塵

エレベータを良好な運転状態に保つためには定期的に継電器の順送動作を点検することが望ましいが、継電器各個に防塵カバーを設けると継電器の順送動作が見にくくなるので、共通の完全防塵キャビネットに入れて必要に応じて表面の扉にアクリル板の窓を設け密閉したまま点検ができる構造とした。継電器が大型であるから扉を閉めたまま継電器の状態を充分点検できる点は、防塵保守の見地から大きな利点である。

なお KRL 型はコイルに銅管を付加し、遅延復旧動作をさせるもので、0.1 秒程度の時限が得られる。

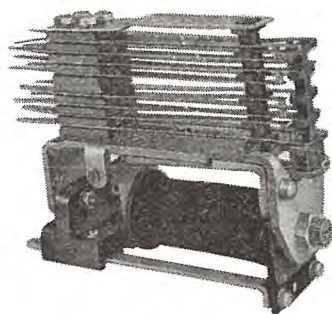
2. CR 型制御継電器

CR 型制御継電器は制御回路用の直流操作多接点継電器で、9 接点までの型と 5 接点までの型の 2 種類があり絶縁盤に取付けて使用する。軸受は焼入された頑丈なナイフエッジで、復帰ばねはとくに内力を小さくしてある。可動接触子はアーマチュアに固定されたフェノールレジンネリ物のフィンガボードにはめ込まれている。アーマチュアが吸引されると可動接触子是对向する一對の固定接触子を橋絡するようになっており、故障の原因となり易い細い可撓線が無いのが特長である。接点は大型の純銀で 2 重遮断となっており、接触圧もフォローアップも充分大きくしてあるので、接触は確実に接点をみがく必要は無く寿命は甚だ長い。

コイルは絶縁物で完全に真空含浸されており寿命が長い。コイル取換えはアーマチュアとフィンガボードが工具なしで簡単に前方へ外れるから極く短時間で容易に行い得る。

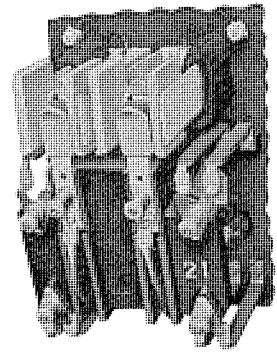
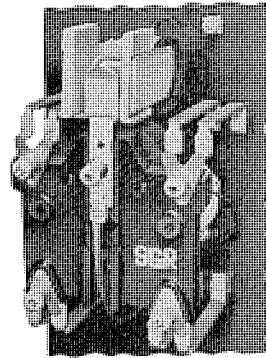
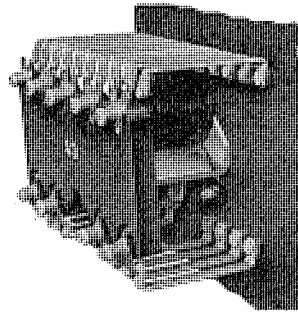
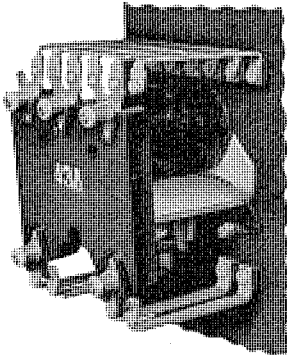
3. B 型接触器

B 型接触器は主として発電機の界磁、電磁制動機、戸閉電動機等を制御するために用意された直流操作の接触器で、基礎機構は CR 型制御継電器と全く同型式であるから動作は確実に機械的寿命は甚だ長い。主接触はそれぞれの用途に合うように単極のものから 4 極のものま



1 図 KR 型管理継電器

Fig. 1. Type KR supervisory relay.



2 図 CR-500 型制御継電器
Fig. 2. Type CR-500 control
relay.

3 図 CR-900 型制御継電器
Fig. 3. Type CR-900
control relay.

4 図 B-10 型接触器
Fig. 4. Type B-10 contactor.

5 図 B-20 型接触器
Fig. 5. Type B-20 contactor.

であって、固定接触子は銅グラファイト、可動接触子は硬引銅で絶対に溶着しないのが特長である。磁気ブローアウトを有しフォローアップも充分とってあるので接触子の寿命は長く、さらに銅グラファイト接触子は 90 度ずつ回転して 4 面を使用できるようになっており、この回転も極く簡単にできるよう改良された。可動接触子の可撓線にはとくに素線が細く素線数の多い良質のものを使用すると共に端子に圧縮型の AMP ソルダーレス端子を採用したので、可撓線の寿命は従来に比べ 5 倍以上長くなった。特殊な用途に対しては接触子材料として銀ニッケル、銀タングステンを使用するものもある。

補助接触には CR 型制御継電器と共通の CR 型シャントレス接触が最大 4 個まで設けられる。

コイルは CR 型継電器と同一要領で前面から簡単に取換えできる。

4. TC 型時限継電器

TC 型時限継電器は従来の DT 型に代るもので、原理的に銅管型と蓄電器型の 2 型式がある。いずれも電磁石ならびに機構は同一でスプリングの張力を変えることによって時限を調整する。銅管型は鉄心にはめた銅管内に誘導される電流による遅緩復旧を利用する型で 0.15~

1 秒、蓄電器型は蓄電器に蓄えられた静電エネルギーを利用し遅緩復旧する型で 1~12 秒の範囲で使用する。接触は CR 型シャントレス接触 1 個でメークとブレークがある。TC 型時限継電器は小型で動作が確実であり、時限調整が容易である。

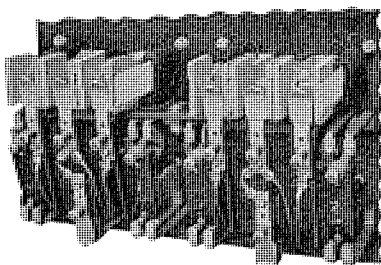
5. VR 型電圧電流継電器

VR 型は小型の電圧継電器で電動機の界磁保護その他に使用する。軸受がナイフエッジであるから動作点が確実で狂わない。動作点の調整は主として外部抵抗で行う。

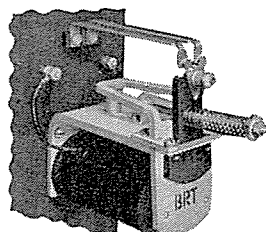
6. SI 型誘導継電器

SI 型誘導継電器はエレベータのカゴの上に取付けられる磁気的位置検出装置でカゴが昇降して乗場の床から特定の距離になると誘導継電器が昇降路に配置された誘導板に対向し、継電器のアーマチュアが吸引されて接触が開き制御装置に減速その他の制御指令を与える。

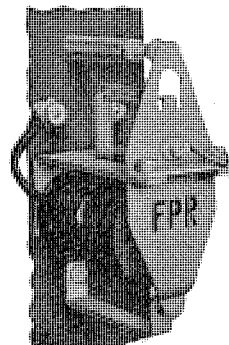
SI 型は小型であって軸受は板スプリング軸受で摩擦部がなく、カバーにパッキングを使用してあり防塵は完全であるから信頼度は高く、一度据付ければ長年の間確実に正確に動作し保守に手がかからぬ。



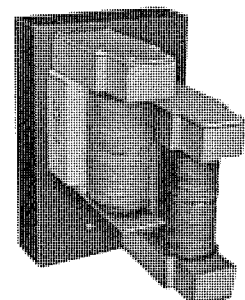
6 図 B-31 型接触器
Fig. 6. Type B-31 contactor.



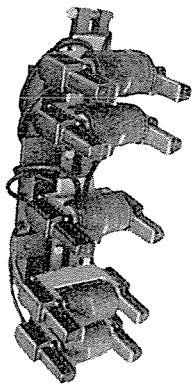
7 図 TC 型時限継電器
Fig. 7. Type TC time
limit relay.



8 図 VR 型電圧電流継電器
Fig. 8. Type VR voltage
current relay.

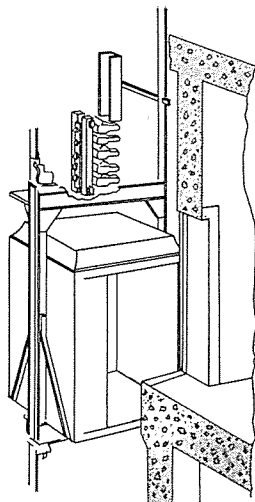


9 図 SI 型誘導継電器
Fig. 9. Type SI inductor
relay.



10 図 LI 型多段誘導
継電器

Fig. 10. Type LI
multiple step inductor
relay.

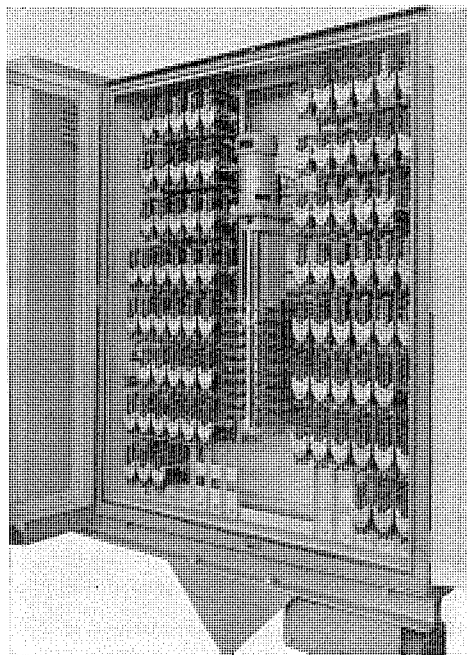


11 図 LI 型多段誘導継電
器と誘導板

Fig. 11. Type LI
multiple step inductor
relay and inductor plate.

7. LI 型多段誘導継電器

エレベータの速度制御は乗場の床の付近がとくに重要であって、床から 500 mm 以内に多くの制御点を設ける必要がある。LI 型多段誘導継電器は 5 個の要素継電器から成る誘導継電器でカゴの上昇、下降両方向に対し床前 500 mm, 250 mm, 75 mm, 12.5 mm 各 4 個の制御点を与え、エレベータを円滑迅速かつ正確に着床せしめると同時にこれと同期して扉を開く。この継電器はカゴの停止中も動作状態にあって、乗客の出入によりツナ



12 図 キャビネット内の KR 型継電器と KN 型セレクト
Fig. 12. Type KR relay and type KN selector in
the cabinet.

が伸縮して床が狂った場合にも床を自動的に補正することができる。11 図に示すように誘導板が各階に 1 個で良いから据付調整が容易である。

アーマチュアの軸受は板スプリングで摩擦部分がなく防塵は完全であるから、一度据付ければ長年の間確実に動作し保守に手がかからぬ。

8. KN 型セレクト

セレクトはカゴと同期する移動部を有し継電器に登録された呼とカゴとの関係位置を判定し、運転方向の選択、戸の開閉、加速曲線の選別、減速開始点の決定、応答済みの呼の打消、停止の予告、位置知らせ、出発管理装置その他各種の機能を司り、エレベータの神経機構の重要な部分を構成する。

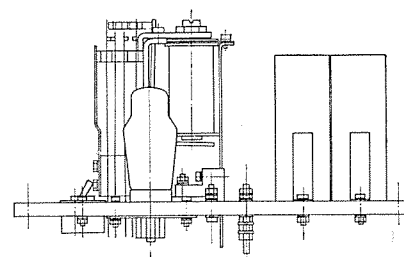
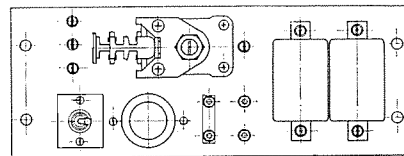
KN 型セレクトは SI 型誘導継電器の発するインパルスにより直流電動機を制御してねじ棒を回し移動ナットをエレベータの昇降に同期して移動させ、各階床に相当する接点積みを駆動するノッチング型のセレクトである。その接点積みは KR 型管理継電器の接点積みと同一構造で、1 階床当り最大 20 接点まで取付くようになっている。

KN 型は従来のセルシン型セレクトに比べ小型で、接点寿命が長く、動作が確実で保守点検に手間がかからない。

9. ET 型電子管タイマ

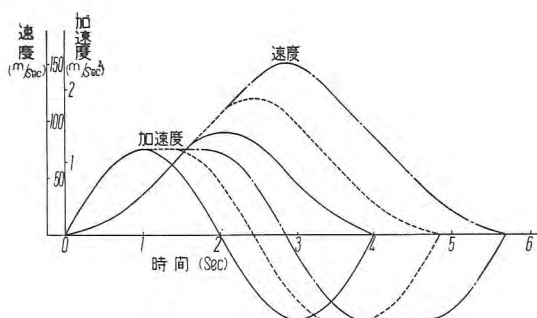
ET 型電子管タイマは冷陰極リレー放電管を利用したタイマで電動発電機の自動休止、出発信号装置等に使用する。時限は用途により広範囲に選び得るが自動休止用は 1~6 分、自動出発信号装置用は自動的に時限が調整される方式で調整範囲は 0~1 分である。

いずれもセレクトキャビネット内に取付けるように計画されている。



13 図 ET 型電子管タイマ

Fig. 13. Type ET electronic timer.



14 図 理想運転曲線

Fig. 14. Ideal running curve.

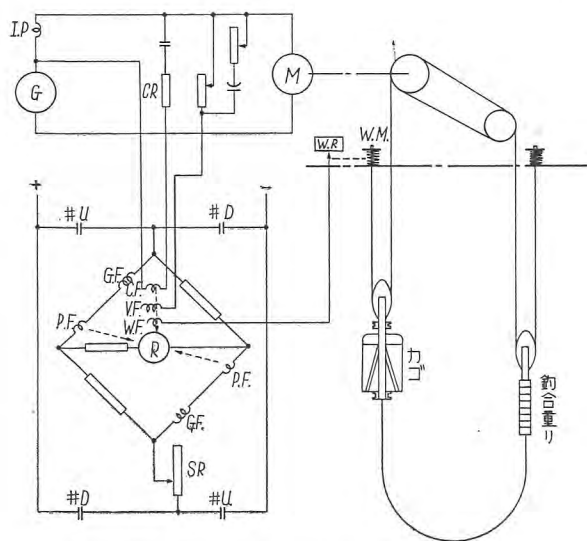
III. RWBL 型歯車なしロートロール制御装置

可変電圧エレベータを理想的に駆動制御するには適当な速度調整器を備えることが望ましく、W 社では小型エレベータには電子管制御を、中型以上にはロートロール制御を標準としており、西独ジーメンス社⁽³⁾でも小型に磁気増幅器制御を中型以上には回転増幅器制御を最近開発したようである。

当社では歯車なしエレベータのロートロール制御装置を開発し、さきに東急会館に 6 台次いで東京ビル新館に 1 台を納入しご好評を得たが、今回東京ビル新館 3 号機について詳細な現地試験を行った結果さらに研究改良を加えて RWBL-2 型 6 台を製作し、目下丸ビル旧館に据付け中である。以下その概要について紹介する。

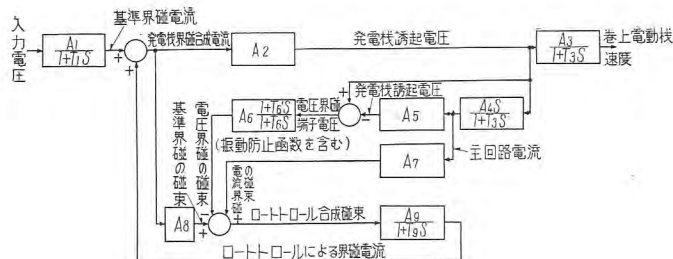
1. 理想速度曲線と速度調整器に対する要求

乗心地と走行時間とは相反関係にあり、乗心地を良くすると走行時間が長くなり、走行時間を短くすると、とにかく乗心地が悪くなり易い。したがって乗心地良くしかも走行時間を短くするには加減速全般にわたって乗心地にむらが無く一様な良い乗心地とする必要がある。理



15 図 RWBL-2型制御装置原理図

Fig. 15. Principle of type RWBL-2 controller.



16 図 ロートロール速度調整器のブロック線図

Fig. 16. Block diagram of Rototrol speed regulator.

想的速度曲線は人間の感覚と心理に関係するため定量的決定が甚だ難かしいがさきに⁽²⁾筆者等はわが国の実状にしたがって 14 図に示す曲線を推奨した。この曲線は欧米で一般に採用されている値に比べ相当乗心地重視の方向に傾いている。これはわが国の乗客が乗物の加速度になれておらず高加速度の乗用車を乗り回す欧米人に比べ、乗心地に対し非常に神経質なためであるが、従来の制御装置で実際にこの程度の乗心地に保とうとすると、とにかく走行時間が延び輸送能率が低下しがちである。輸送能率が公称速度ではなく実際の速度曲線に大きく左右されることはさきに⁽²⁾筆者等の指摘したとおりであって、走行時間の点でも理想曲線に近づくよう努力しないと甚だ低能率不経済な設備となる。一般にエレベータは 40~50% の釣合重りを吊っているの、乗客の多少と運転方向により電動機の静的回転力は +100~-50%、加減速時の動的回転力は +250~-200% と大幅に変動し、さらに乗客が 50% 乗り過ぎれば負荷回転力は 80% 程度増加することになり、その上に乗客は常に変動するので、速度曲線を理想に近づくには、負荷と運転方向により速度曲線が成るべく変動しない駆動方式とせねばならない。また理想的な着床をするためには着床寸前の速度を上記の負荷変動にかかわらず常に $2 \pm 0.5 \text{ m/min}$ 程度に保つことが望ましく、速度 150 m/min のエレベータに対しては実に 0.3% の動的精度が要求されることになり、単純な可変電圧制御では不可能となり、即応度の高いフィードバック制御の速度調整器の採用が望ましい。

2. RWBL-2 型制御装置

RWBL-2 型制御装置は 45 HP 150 m/min 以下の歯車なしエレベータのロートロール制御装置で RWBL-1 型の経験により数多くの改良を加えた。

15 図はその原理図でロートロールはブリッジの対角線上に接続されている。ロートロールは 2 極の誘導電動機に直結されており主電動発電機の上に据付けられている。運転中の状態をブロック線図で示すと 16 図の如くなる。このブロック線図では簡単なためにロート

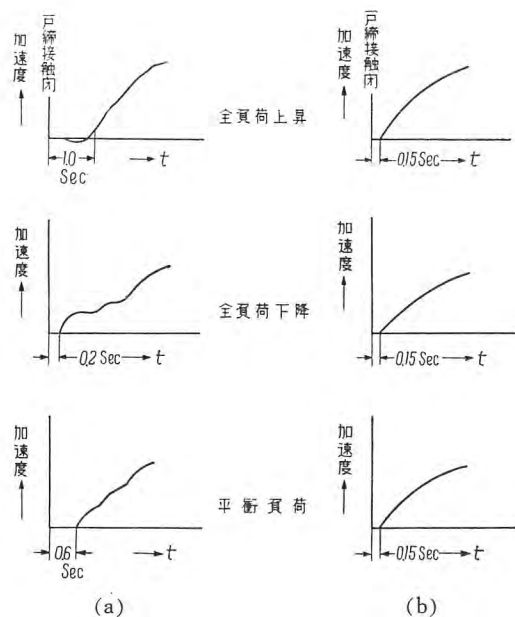
ロールの諸巻線の誘導が無視されているが、このロートロールは巻線の自己誘導ならびに相互誘導が小さくなるよう設計されているのでこのブロックにしたがってアナログコンピュータにかけた結果は実際の特性に充分近く、装置の設計ならびに調整の目安をつけるのに大いに役立った。

つぎに動作順序にしたがって簡単に動作を説明する。

エレベータの起動に先立ちまず乗場およびカゴの戸が閉り始めるとロートロールの荷重巻線 W.F. ならびに電圧巻線 V.F. が動作状態に入る。秤機構 W.M. により秤スイッチ荷重抵抗 WR が制御され W.F. にはカゴと鈞合重りの重さの不平衡に基くいわゆる負荷の静的不平衡回転力に比例するアンペアターンが与えられる。したがってロートロールは発電機を所要の方向に励磁する。一方発電機に電圧が発生するとロートロールの電圧巻線 V.F. に逆向きのアンペアターンがかかるので発電機は W.F. のアンペアターンに比例する一定電圧に落着く。すなわち電動機電流したがって回転力は急速に負荷の不平衡回転力に鈞合う。間もなく戸が閉じ錠がかかると W.F. は切放され同時に昇接触 #U と電流巻線 C.F. が動作しブレーキがゆるんでエレベータは昇方向に起動する。この秤起動方式は当社独特(特許出願中)のものでブレーキを開いた瞬間に負荷回転力と電動機回転力が鈞合しているから速度抵抗 SR を理想曲線にしたがって減少することにより戸が閉じた瞬間に円滑敏速に起動することができる。すなわち他の方式のようにカゴが空で上方へ起動する際一瞬飛出すように起動したり、カゴが満員で上方へ起動する際一瞬下方へ沈んでから改めて上方へ加速するようになくなる。

すなわち従来の方式では 17 図(a) に示す如くブレーキをゆるめた瞬間に電動機回転力と負荷回転力とに正負に亘る相当な差があるために以後の加速度に初期条件の差による過渡項が加わり、したがって加速度曲線の前半は負荷の多少により相当変化した理想曲線に合せることができない。また負荷回転力により急激に飛出すのを防ぐためにブレーキをある程度ゆっくりゆるめる必要がある。ので、実際にカゴが目的方向に起動するのは戸締り接触が閉じてから 0.2~1.0 秒後となる。RWBL-2 型の秤起動方式では 17 図(b) に示す如くブレーキは急速に開くことができ、かつブレーキをゆるめた瞬間の負荷の回転力による加速度はほとんど零に近いから、戸締り接触が閉じてから直ちに目的方向に円滑に起動し、以後の加速曲線は負荷の多少によらずほぼ一定の理想曲線に合せることができる。

一旦起動するとロートロールはいわゆる逆起電力型の速度調整器として働く。速度抵抗 SR とブリッジの分流比で定る電流(速度基準電流)が発電機界磁 G.F. およびロートロールの基準巻線 P.F. に流れる。他方電圧巻線 V.F. は基準巻線と逆に電流巻線 C.F. は基準巻線 P.F. と同方向に巻かれており V.F. と C.F. の合



17 図 起動および加速前半の加速度

Fig. 17. Starting acceleration and the former half of the acceleration.

成アンペアターンは電動機の逆起動力すなわち電動機速度に比例するように構成されるから、ロートロールは電動機速度が速度基準電流に比例するように発電機を強制励磁する。

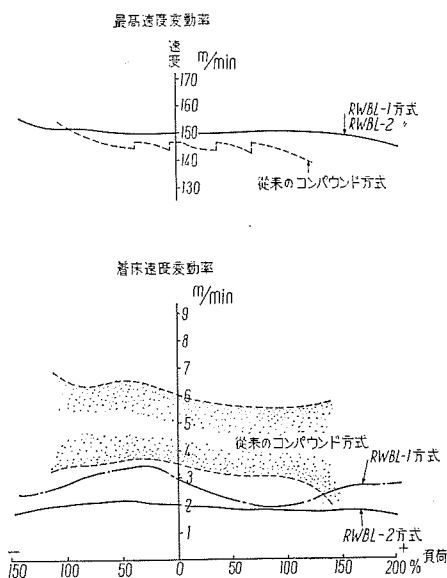
出発と同時にセレクトがつぎの停止階をさぐり、各階停止、1階飛、全速の各速度曲線を選別し、この曲線に沿って速度基準電流を制御する。速度基準電流を理想速度曲線に合せるには加速中は時限継電器により減速中は誘導継電器と時限継電器の組合せにより全速に対して各 10 ノッチを 0.15~0.25 秒間隔で刻んで行く。なお加速中は電動機界磁を強め全速では基準界磁とする。

減速の最後の 500 mm はとくに重要でこの部分の速度制御を正確にして戸をこれと同期して高速で開くようにしないと運転時間が延びたり、停止の乗心地が悪くなったり、床が良く合わず床合せを繰返したりして不具合が生ずる。

RWBL 方式では LI 型多段誘導継電器とロートロールの高い figure of merits を利用して着床寸前の速度を負荷のいかににかかわらず 2 ± 0.5 m/min の極微速に保ち、着床する瞬間まで電氣的に駆動しほとんど停止した瞬間に電磁制動機で保持するから、乗心地が良く走行時間を短縮することができる。

試みに電磁制動機を開いたままで保ったらかゴは乗場床の上下約 20 mm をゆっくりと上ったり下ったりしていたことを報告すれば速度制御が安定で安全性が甚だ高いことが了解願えると思う。

昇降行程が 40 m 程度のエレベータでは、停止中に乗客の出入によって 10 mm 程度もツナが伸縮して床が狂ってくる。RWBL-2 型では床が 12.5 mm 以上狂うと LI 型誘導継電器がこれを検出し直ちに秤起動を行い極微速で床を修正するから乗客がシキイにつまずくおそれ



18 図 速度変動率曲線
Fig. 18. Speed regulation curve.

がない。

従来の方式で床を修正しようとする、たとえば2mm修正するためにブレーキをゆるめた瞬間に一旦逆に10mmも狂いが増加した後改めて12mmを修正するようになったり、あるいは修正の行過ぎを起して修正を繰返すようなことに成りがちであったが、この場合にも秤起動方式は甚だ有効でほとんど気付かない程度のただ1回の微動で床を修正することができる。

一般に逆起電力型の速度制御では電動機刷子降下の非直線性と電機子反作用が速度誤差の原因となるが、RWBL-2型では電流巻線C.F.の直列抵抗C.R.を非直線性とすることにより18図に示す如く精度を倍加することができた。(特許出願中)

ロートロールはとくにヒステリシスループの幅の小さいハイパーロイ製で、零点ドリフトが本質的に小さく、かつ電源の電圧および周波数の変動にかかわらず同調が保たれるように計画してあるので、速度制御は正確安定であって、整流が良いので保守も容易である。

19図は東京ビル3号機を利用して研究試験を行った際のオシログラムで、負荷の影響をはっきり判るよう過負荷の上昇と下降とを選んだから、各階運転、1階飛運転、全速運転のいずれもほとんど理想曲線どおりで乗心地が甚だ良くしかも全然むだ時間がなく走行時間が短いことが判ると思うが、とくに注目願いたい点をつぎに述べる。

まず戸閉動作中に電動機の釣合電流は確実に定常値に落着いている。ついで戸締り接触が閉じると0.2秒以内にカゴは円滑に起動している。したがって始動のむだ時間は従来に比べ平均0.5秒程度短い。

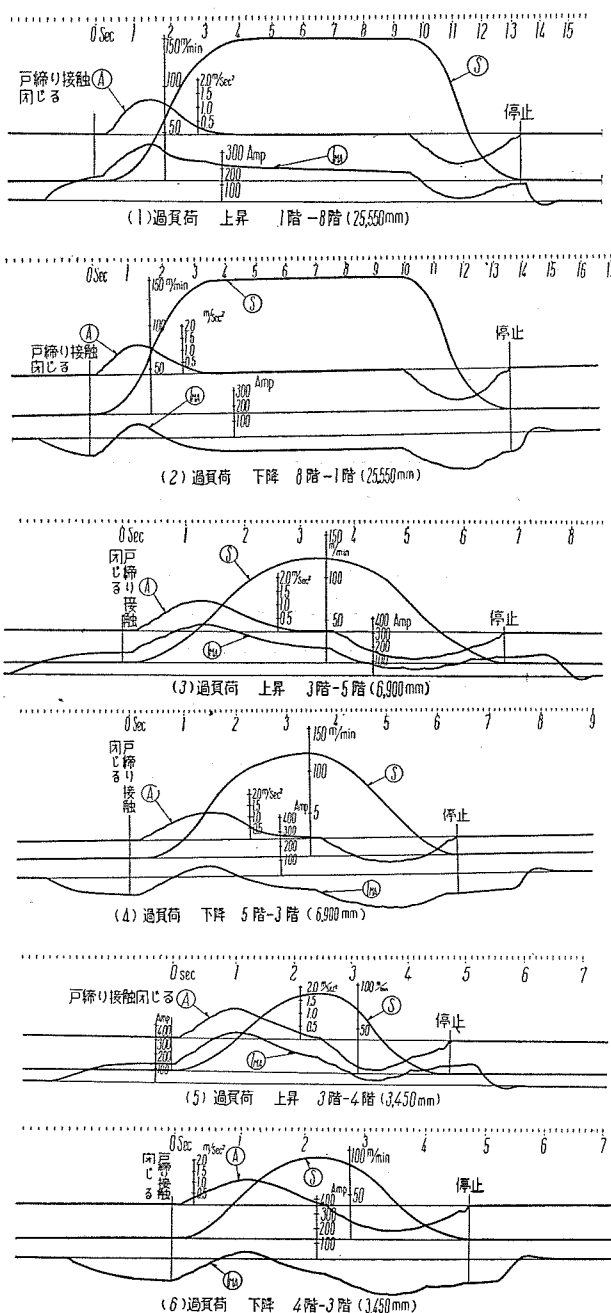
電流曲線および加速度曲線を見ればブレーキがゆるんだ瞬間に電動機回転力と負荷回転力が良く均合っていることがわかる。

加速曲線の前半が上昇、下降共によく似ている点は秤

起動の大きな利点で、従来の方法では実現できなかった点である。ノッチ数が多い上にダンピングコンデンサが有効に働くので加速度はノッチがほとんど判らない程度に円滑である。

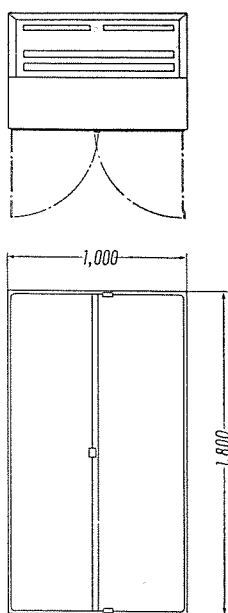
もっとも重要な停止前約500mm以内の減速状態は従来に比べ進歩が著しく、低速でクリープする期間がほとんど無く、迅速かつやわらかに着床しており、戸が開いて最初の乗客が足を踏出す一瞬前に床が合うから、つまずくおそれがない。

なお従来の装置でこれに近い乗心地に調整しようとすると床から床までの時間(ある階で戸が閉り始めてから次の停止階に達し戸が開いて乗客が安全に出入りできる



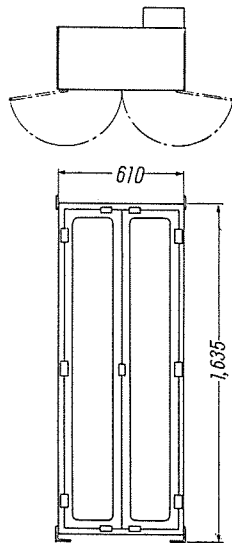
19 図 A 加速度, S 速度, IMA 電動機電流歯車なしエレベータオシロ, 容量1,800kg 速度150m/sec

Fig. 19. Oscillogram of gearless elevator.



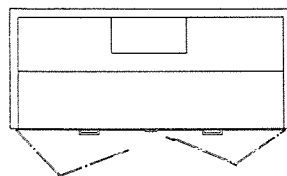
20 図 RWBL-2 型制御盤外形図

Fig. 20. Type RWBL-2 control panel.



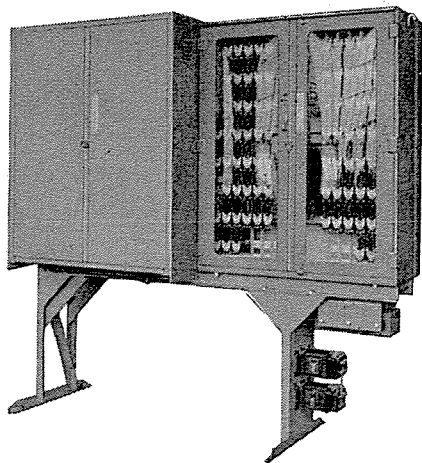
21 図 RWBL-2 型セレクトキャビネット外形図

Fig. 21. Type RWBL-2 selector cabinet.



23 図 GDCL-CS 総制御盤外形図

Fig. 23. Type GDCL-CS unit controller.



22 図 可変電圧歯車つきエレベータ総制御盤
Fig. 22. Unit controller for geared V.V. elevator.

ようになるまでの時間)は 1.5~3.0 秒長くなり輸送能力が少なくとも 7~20% 低下することになる。

したがって RWBL-2 方式はわれわれが長年の目標

としてきた最良の乗心地と W 社並の高い輸送力とを同時に実現したもので、世界の水準を抜く性能を有するものと確信する。

IV. 各種の新型制御装置

前に紹介した 125 V 新型制御器具の開発にともない各種の制御装置の新型化を着々実施しつつある。22, 23図は歯車つきエレベータ用の総制御盤で従来の起動盤、制御盤、リレー盤およびセレクト等一切が一括して電動発電機の上部に納まるので据付面積が甚だ小さく機械室が小さくてすむ。また従来据付で配線していた機器相互間の接続が盤内接続となり工場で完全な総合試験をした上で出荷

されるから据付期間を短縮できる。

器具が小型となりかつ信頼度が向上したので 2 カ車セレクトブコレクティブ操作 (2 car Selective Collective operation)⁽⁴⁾ とかさらに複雑なセレクトマチック操作 (Selectomatic operation)⁽¹⁾ 等も容易に需要にこたえられるようになった。

V. むすび

以上当社が最近開発した新型器具ならびに制御装置の概要につきご紹介し諸賢のご参考に供する次第である。

参考文献

- (1) エレベータの自動制御
宮城 オーム 1954/11 臨時号
- (2) 高性能エレベータについて
木村, 宮城外 三菱電機 1954/2
- (3) 昇降機における最近の電気装置 小林 オーム 1955/6
- (4) 最近の三菱エレベータとその標準について
河合, 宮城 三菱電機 1952/11

最近のエレベータの電動戸閉装置

名古屋製作所

外 野 範 吾*

Motor-driven Elevator Door Operators

Hango SOTONO

Nagoya Works

With the advancement of elevator performance the role played by the high speed door operators is getting more and more important in promoting the transportation efficiency. Quickness, however, is not the sole requisite of the door operator and the safety of passenger must be well taken into account by arranging their time of opening and closing in close relation with the elevator operation. Further, speedness, quietness and smoothness are desired qualification of the door operator. To meet such requirements, Type AA-4 high speed door operators have been developed recently to assure high efficiency of elevators.

1. ま え が き

最近エレベータの各種性能の向上には目覚ましいものがある。これら性能改善にかかわらず電動扉開閉装置が従来のままであってよい訳にはゆかない。やはり縦の交通機関としてのエレベータの進歩に伴って性能向上が強く要求される。すなわち扉開閉操作はエレベータの能率上大きな役割を占めるものであるからである。エレベータの輸送能力は床から床までの所要時間に大きく関係し理想的な速度曲線に従って自動的に加速もしくは減速着床させ、エレベータの出発停止と緊密に関連して扉を開閉しその間にむだな時間を浪費することがないようにする。このように扉の開閉操作はエレベータの各種の性能向上と有機的に関連するのであって、たとえばエレベータの加減速が滑かに行われ実効速度が速くても扉の開閉が時間的にあるいは時期的に遅かったり、甚だしく円滑を欠くようでは高性能エレベータではあり得ないし、またその逆に扉だけが良好であっても他の諸性能が満足されなければもちろん高性能とはいえない。

このようにエレベータの扉のあり方の一例として、自動化の進んだ米国では電子頭脳に支配される運転手無しエレベータにおいてはその能率向上のために自動化に即応して光電装置や電子管検出装置を利用して扉の開放されているむだな時間を極力短縮する方式が実用されている。

当社で最近に開発した AA-4 型扉開閉機構は静粛、円滑、迅速の点で従来の比を見ないものであるが筆者は本稿においてなぜ扉の開閉が時期的に、あるいは時間的に秒を争う程の必要があるのか、エレベータの走行性能の向上に対しての扉の関連はどのようにあったら良いかの

点についてその概要を説明し、あわせて AA-4 型戸閉装置の各種性能特性を記して諸賢のご参考に供したいと思う。

2. 電動扉の開閉時期と開閉速度

エレベータが高効率化すればその高性能に相応して扉の開閉が必要になってくる。またエレベータの乗心地の良さがそのまま同様に扉においても静粛円滑に運転しなければ釣合のとれぬものになってくる。このように開閉操作の迅速と静粛円滑さの相反する機能を共に満足させる開閉機構は必ず高性能エレベータの威力を発揮するものである。

いまエレベータが扉を閉鎖し目的階に向ってある階を出発しまた減速停止して扉を開放するまでの時間の短縮がその輸送能率増進に大きく役立つが、このうち扉の開閉に要する時間的割合は高性能エレベータほど大きくなる趨勢にあり、また停止箇所が多くなればなるほど扉の開閉所要時間の割合が大きくなる。それはつぎのように説明される。たとえば往復とも n 箇所の階にサービスする高級エレベータの一周時間 (Round trip time) は近似的につぎの T によりあらわされる。

$$T = t + 2nt_{dw} + 2nta + \frac{2S - 2nl}{V} \dots \dots \dots (1)$$

ただし S = エレベータの昇降行程 n = 停止箇所の数 t = 乗客出入所要時間 t_{dw} = 各階扉所要時間 (Total door waiting time) (ただし 1 図参照) t_a = 加速または減速時間 l = 加速または減速中に走った距離 V = 定格速度

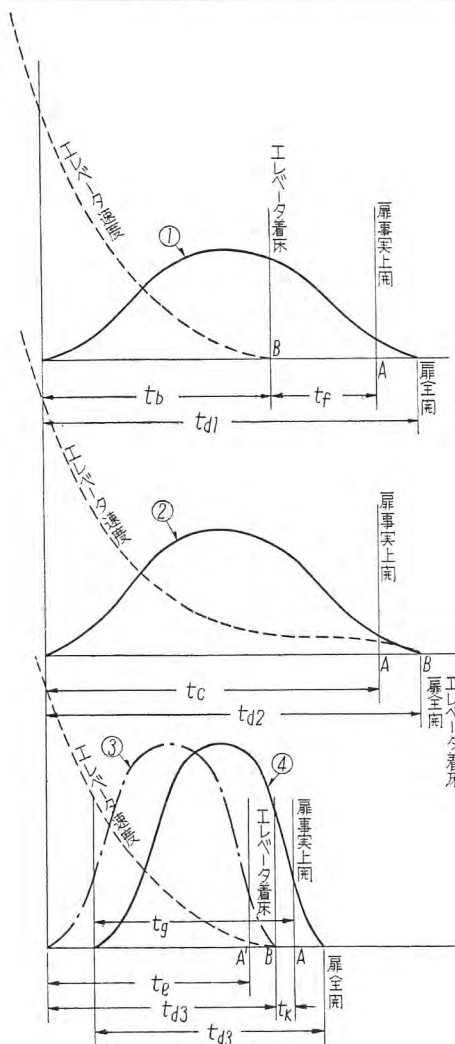
上記のように開閉時間の影響は停止階が多いほど大きくまた高性能エレベータにおいて t_a が小さくなればなおさらである。上式中の t_{dw} は扉の開閉合計時間 ($2td$) からエレベータの走行との重複時間 (1 図 t_b) を除いたものであり Total door waiting time (扉待時間) ともいわれ 1 図の td_1+tf に相当する。

前述したようにエレベータの走行と扉開閉とは乗客に対して絶対に安全でしかもむだのない時間的関連が緊密に保たれている。エレベータが発進する際まず扉を閉鎖するが扉の閉鎖速度が大きければ大きいほど乗客に対す

1 表 エレベータ扉開閉時間(秒) (扉全開あるいは全閉)

出入口幅	方式	2S	CO	2CO
900	運転手付き	1.60	1.20	
	" なし	2.50	1.70	
950	" 付き	1.70	1.23	
	" なし	2.65	1.80	
1,000	" 付き	1.8	1.27	
	" なし	2.80	1.90	
1,050	" 付き	1.9	1.30	
	" なし	2.95	2.00	
1,100	" 付き	2.00	1.37	1.80
	" なし	3.10	2.10	2.10
1,150	" 付き	2.10	1.44	1.90
	" なし	3.25	2.20	2.20
1,200	" 付き	2.2	1.50	2.00
	" なし	3.40	2.30	2.30
1,350	" 付き	2.5	1.70	2.20
	" なし	3.95	2.60	2.60
1,500	" 付き	2.8	1.90	2.4
	" なし	4.50	2.90	2.9

注(1)
2S...2 枚戸
2 枚開きま
たは 3 枚戸
2 枚開き
(Two
speed)
CO...2枚戸
中央開き
(Center
opening)
2CO...4 枚
戸中央開き
(Two
speed
center
opening)
(2) 運転手
なし式の所
要時間は扉
の閉める時
間を示す。



1 図 ドア
開放とエレ
ベータ着床
の時間的関
係
Fig. 1.
Door
opening
time vs.
Car stopp-
ing time.

2 図
1 図に同じ

3 図
1 図に同じ

る危険を考慮しなければならないしまた閉める途中で緊急停止したり、反転開放するのに速かに操作する必要が生じてくる。したがっていかに扉開閉速度の上昇を計ってもその運動部のエネルギーをある範囲内に止めておかなければ万一乗客を挟んだ場合危険であり、また急激な停止もしくは反転操作が困難となるから扉閉鎖速度を上げるためには軽かつ慣性力を小さくする以外に方法はない。この意味で扉機構の運動部分のうち扉の重量の軽減、操作機構の慣性力の減少はとくに留意されなければならない。以上で扉の閉鎖所要時間の短縮の限界の意味が判然とすることと思う。1 表は AA-4 型電動扉開閉装置において扉の閉鎖所要時間の一例を示す。本表は全開あるいは全閉の調整基準時間で扉開閉装置の能力ではない。本表でカゴの扉の単位面積重量 w_1 、乗場扉単位面積重量 w_2 とすれば

$w_1=24 \text{ kg/m}^2$, $w_2=34 \text{ kg/m}^2$ の場合の値で一般的にカゴ側 w_1' 、乗場側 w_2' の単位面積重量の扉に対する調整基準時間 t_d' は本表の値を t_d とすれば

$$t_d' = t_d \frac{w_1' + w_2'}{w_1 + w_2} = (w_1' + w_2') \frac{t_d}{58} \dots \dots (2)$$

上記によれば簡単にその扉の調整基準時間が決定される。

電動扉の開放または閉鎖の行程の後半においては戸閉電動機は制動機として逆向トルクを発生しているから、開閉の途中で一旦停止または反転した場合には引続いて急速な開閉ができないので AA-4 型戸閉機構では位置スイッチに時限装置を付加して敏速な開閉を行う。

扉が完全に閉じ施錠され外部から開くことができないことが確認され、すなわちインタロックされて始めてエレベータは起動するがこの全閉から起動までの所要時間は僅小になった。以上はエレベータがある目的階に向って出発するに先立って扉を閉じる場合の諸性能を述べたがエレベータが着床停止する際の扉の開放時期およびその所要時間の問題は一変する。

エレベータが着床運転中に扉を開き始め着床完了の直後に扉は乗客が出入するのに不都合のないまでに開くことがスピード感もあり事実能率的な方法である。

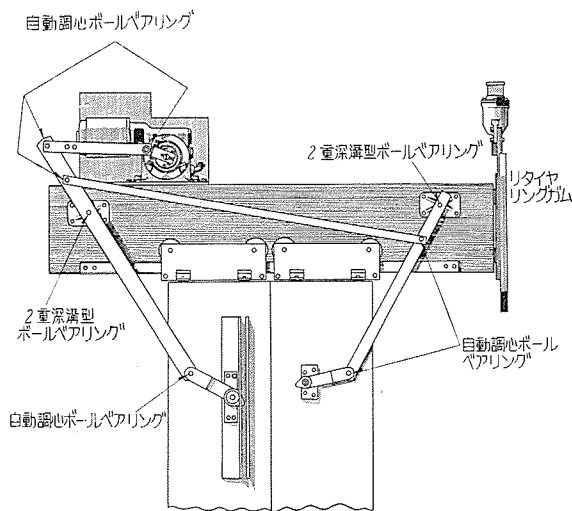
1 図はエレベータが極めて短時間に円滑に着床する場合に所要時間 td_1 の扉の速度曲線 ① に対してはエレベータが停止するより t_b だけ以前に扉を開け始めるとエレベータの着床停止後 t_f で事実上扉が開と見なし得る位置まで開く。扉はその位置より若干開いて全開となる。しかしエレベータの減速に 1 図のように短時間にしかも滑かに停止するのは現今では極く高級品のみに限定され 2 図のように着床階に近づくときと床合せを精密に行うためある時間 Slow speed でクリープ運動を行うものが多い。この場合 ② のように扉を開ける時間 td_2 をすべてエレベータ着床運動中に行うと仮定すれば扉が全開になると着床停止とが約同時となる。この場合には見掛け上の扉のための待時間 (door waiting time) はない。3 図では理想的速度曲線に沿って円滑に着床する高性能

エレベータに対して扉所要時間 t_{d3} の高速度電動扉が開閉を行った場合の関連を示し扉速度曲線 ③ はエレベータ着床と同時にすでに扉を全開とし、また曲線 ④ は着床停止時に扉が 70~75% 開きその後 t_k だけ時間を経過して事実上開と見なし得るまで開く状況を示す線図である。2 図~4 図に明示してある扉事実上開の位置とは全開位置の約 70~80 mm 手前の状態であるがこの位置になれば乗客はどんどん出入を始めるようになるが一部の早い人は扉の $\frac{3}{4}$ の開度で出入しようとするものである。またエレベータが減速着床停止を行う場合カゴ内の乗客は重圧感または浮遊感の減少を以て無意識のうちに停止直前であることを概ね予測するものである。したがってもしその時扉が開けば床合せが完了してないとき、エレベータより誤って出るかも知れない危険がある。

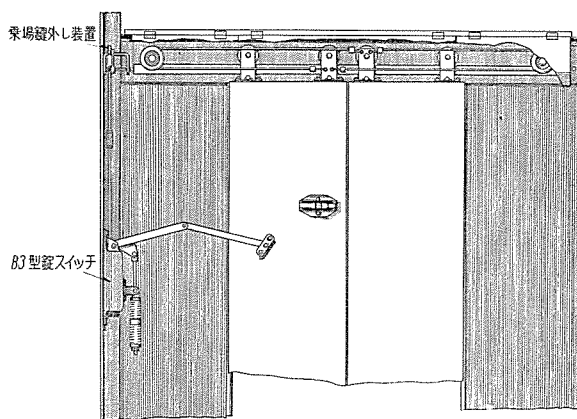
さて 1 図の場合エレベータが着床後でも乗客は扉が開かないため出入ができないから、時間 t_f だけカゴ内で待っていなければならないし多分焦燥感も伴う。それでは扉の開き始めをより早く行えば扉が開き始める位置はまだ階床に非常に遠い昇降路にカゴがある訳ではなはだ危険である。したがって 1 図の結論として減速着床の早い高性能エレベータで速度曲線 ① の扉の所要時間 t_{d1} は長過ぎる。より速い扉の開閉を行わなければエレベータの能率は阻害される結果となる。2 図は従来のエレベータに多く説明された場合であって、エレベータ着床速度の Slow が長くしたがって扉が全開となる位置を床着位置とほとんど同一にするから扉としての時間的損失は無いしまたかかる方式とすれば扉の開閉所要時間をそれほど短縮する必要は余り認められないとする考え方である。このことは 2 図で明瞭である。扉が開き始めてより事実上開となるまでの所要時間は t_e であるがこの位置での出入は危険であるので結局床合せ完了の t_{d2} 後でないと出入ができない。したがって 2 図の場合においても扉の事実上開の位置 A はエレベータ停止 B より幾分遅れるようにすれば合理的であるし扉の開き始めを遅らせると前に述べたようにエレベータが停止したような錯覚をしたり床合せの完了してないためにつまづいたりする危険もない。

3 図の扉速度曲線 ③ のように扉の開閉を行えば開き始めてより t_e 後に事実上開となるがやはり床合せが完了しておらず危険であるので曲線 ④ のような開閉時期開閉速さが最も申分がないことが判る。乗客は重圧感または浮遊感が減少するからエレベータが階床に近接したことを無意識に体を感じる瞬間に扉を開け始め、(この位置は階床からそれほど遠くない) 最初の人足が踏出す直前に着床停止を完了するようにする。この完了時 B 点の次の瞬間 t_k 後に扉が開と見なされる位置 A となり多くの乗客が出入を始める。したがって一部の気の早い人にも危険はないしまた焦燥感もなく感覚的にも能率的にも優れている。

またこの場合エレベータの階当り扉所要時間 t_{dw} ((1)



4 図 AA-4 型電動戸閉装置
Fig. 4. Type AA-4 door operator.



5 図 乗場戸閉装置
Fig. 5. Hatch door operator.

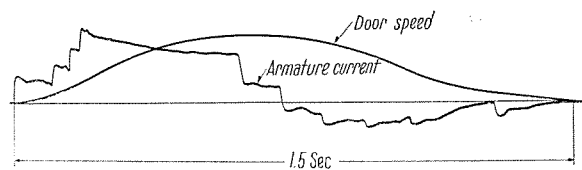
式参照) Total door waiting time は 3 図の場合 $t_{d3} + t_e$ となり僅小でエレベータ能率向上に大きい役割を果すことになる。結論的にいえば高性能エレベータには絶対に迅速円滑な開閉を行う扉が必要である。

3. AA-4 型高速度電動扉開閉装置の構造

高性能エレベータの能率改善にふさわしい AA-4 型扉開閉装置はその操作の静粛、円滑および高速の点で従来と面目を一新した。この形式は扉の方式が 2 枚戸中央開き式、2 枚戸 2 枚片開き式、4 枚戸中央開き式のいずれにも同一部品、同一装架方法で適用され能率良くかつ安全にカゴ側および乗場側を同時に開閉せしめる。その機構の外形は 4 図および 5 図に図示する。

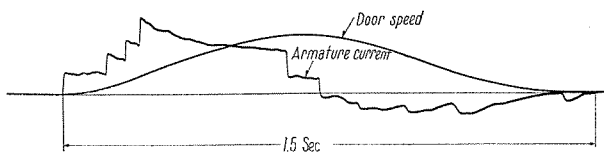
ア. 扉開閉操作について

直流分巻電動機の多段速度制御およびウォームギヤ減速単一クランクアーム操作機構となっておりしたがって扉の開閉行程は理想的な速度制御が行われる。開、閉共に全行程にわたって電氣的に制御され、前述のように停止反転は速かに円滑に行われ扉の速度調整は開閉および



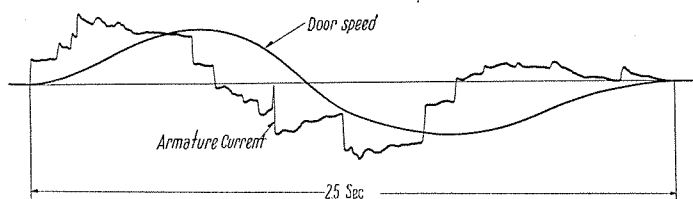
6 図 AA-4 型戸閉装置“開”のオシロ (CO)

Fig. 6. Oscillogram of door operator when working to open.



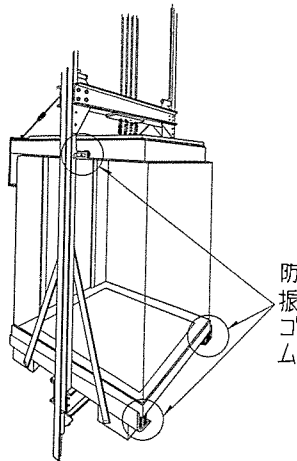
7 図 AA-4 型戸閉装置“閉”のオシロ (CO)

Fig. 7. Oscillogram of door operator when working to close.



8 図 AA-4 型戸閉の“85% 閉”反転のオシロ

Fig. 8. Oscillogram of door operator, reversing at 85% close.



9 図 カゴ防振構造

Fig. 9. Vibration proof construction of car.

その行程の各部分について単独に容易に可能である。したがって必要とあればそのエレベータの使用状態、扉の状態により簡単にカゴ内部より開閉速度を調整できる。

6 図, 7 図, 8 図はそれぞれ出入口幅 1,250 mm 出入口高さ 2,120 mm の当工場扉試験装置により開放, 閉鎖 85%, 閉鎖後反転を行ったときのオシロで開閉共に 1.5 秒, 反転 2.5 秒である。扉重量の w_1 および w_2 は 1 表と同一条件になっている。

イ. 戸閉装置の静粛円滑

(1) 戸閉装置のカゴ枠への装架方法

最近のエレベータの電動戸閉装置・外野

開閉速度が速くなれば加速度的に振動, 音響は増大する。その大きな原因は戸閉機械およびクランク機構とそのリアクション, カゴ扉および乗場扉の連動機構, カゴ扉および乗場扉のハンガと戸の脚 (Gib) である。以上の対策として扉開閉装置全体を防振ゴムを用いて乗籠 (Cage) から遊離せしめた。この装架法は 9 図のようにカゴ枠構造の上梁とスタイルですべてを支持せしめカゴは振動的に無関係となっている。これらの防振効果はエレベータの乗心地にも当然関係しカゴの吊ロップ, エレベータレール, 釣合ロップより発生または伝達される外部の振動音響を遮断しかつカゴ室での共鳴も同時に無くしている。

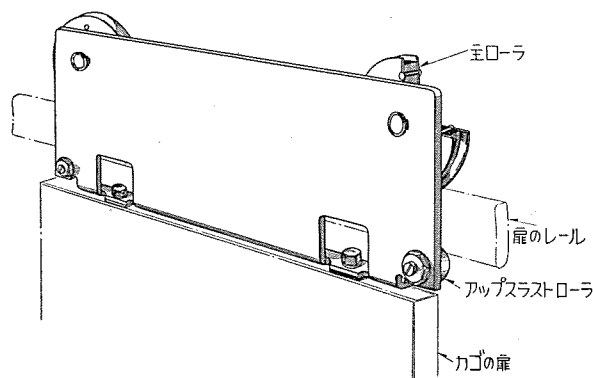
(2) カゴ扉および乗場扉の連動機構

エレベータの昇降の際は無関係にし, 着床して扉開閉を行う場合にのみカゴ扉と同期的に乗場扉を開閉せしめる機構で扉開閉と同時に乗場扉のゴムブロックと自動的に嵌合する。乗場の扉の開閉操作のリアクションはすべてこの機構が受持つからこの位置は扉の中心と, ハンガ摩擦反力の力学的約中央にありまた駆動アームの力の作用点と一致しているので急激な開閉を行ってもハンガに無理な力がかからない。カゴ扉の開く初動によって扉は相互に遊離はなくなり衝撃は伴わないから開閉は静粛円滑である。

(3) 防音ハンガおよび戸の脚 (Gib) について

過去数十年にわたるスチールローラハンガを取止

めたのはその精度を向上してもその音響発生はメタルコンタクトの場合本質的だからである。しかも近くに共鳴箱があるようなものでその音響は倍加される。戸の脚も強靱ゴム製とし音響発生を極度に防止した。前項に説明したように開閉操作はハンガに無理な力をおよぼさないことはこのハンガの第一条件である。10 図にカゴ扉用 A3M 型ハンガの略図を示す。ハンガローラ経を大きくしかつ扉の懸吊間隔を幅広くして耐久性



10 図 ハンガ

Fig. 10. Hanger.

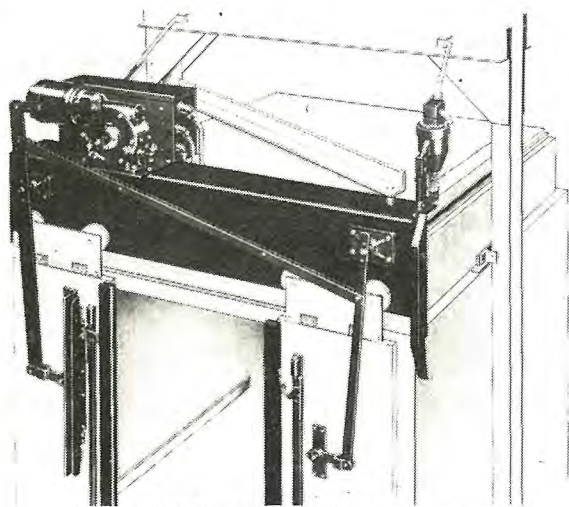
を充分考慮してある。

(4) リタイヤリングカムならびにインターロック外し機構

エレベータが着床の際扉を開けるに先行してそのインターロックを外すのはカゴのリタイヤリングカムの前進動作と外し機構による。この作動が音響発生の原因とならぬように可動部分の重量を減らすと共に緩動電磁石とゴム緩衝器により留意してある。(4 図, 5 図参照)

ウ. 乗客の安全に対する考慮

扉の開閉共に全行程にわたって電氣的制御されるからいかなる点において停止または反転を行ってもその動作は急速に行われることについては述べた。もし運転手な



11 図 扉安全スイッチ付 AA-4 型戸閉装置
Fig. 11. Type "AA-4" high speed master type door operator with safety Edge.

し自動運転エレベータまたはオートナイトサービス付エレベータでは扉閉鎖速度を1表のように落し扉安全スイッチを扉先端に取付ける。乗客がもし安全スイッチの先端のゴム製 Nosing に接触すると扉は速かに全開の位置に戻り一定の時間後ふたたび閉じ始める。11 図は SE-2 型扉安全スイッチ (Saf-T-Edge) を取付けた AA 型扉機構で 2 枚戸中央開き式扉の場合で扉の先端より Nosing の突出は扉の速度に比例して増減するから中央開き扉が全閉になっても左右の Saf-T-Edge の Nosing は相互に接触することはない。むしろ乗客に衝突する場合の扉の速さに応じて Nosing が先行しているから扉の停止反転の急速さも加わり乗客に全く危険はない。もちろん扉の全開の場合には Nosing は引込むので出入口幅を狭くすることではなく、また運転手付エレベータに切換えて使用する場合には Saf-T-Edge の前述した操作は簡単に停止しつねに Nosing が邪魔にならない位置とする。Nosing の重量は Saf-T-Edge の作動の敏速性に関係するので極力軽合金製とすると共に回転摺動部はすべてニードルベアリングを使用した。扉の急速な停止または反転操作のためにグラグラしたり音響を発したり、また Nosing が押圧されて原位置に復旧する場合に衝突を伴わぬように空気式緩衝器を用いてある。この Saf-T-Edge は全然同一部品で、2 枚戸中央開き式のみならず 2 枚戸 2 枚片開き 4 枚戸中央開き式に適用できる。

停電の際その他緊急時ではカゴの位置にかかわらずカゴ内より女子で手でも容易に扉を全開にすることができる。戸閉機械が低回転速度戸閉電動機により駆動され逆向効率の良いウォーム歯車減速機構となっているから慣性は小さく、もし万一扉に挟まれても危険は伴わないし手動による扉の開放は容易な訳である。1 表に示す基準値を基礎とし扉機構全体の慣性力を考慮して扉開閉速度を調整してあることは高性能エレベータの能率増進に役立つこと大であるといわなければならない。

従来手動にて扉を開く際には

(1) インターロックを外すかまたはレバー直線となる機構を乗場扉のロック装置として採用してある場合にはそれを折曲げる必要があった。

(2) もしカゴが階床位置にあればカゴ扉および乗場扉

の同時連動機構(一名ツカミ機構)を外してカゴ扉と乗場扉との連動状態を外すか(外さなければ前項のレバーの腰を折ることが困難である)または逆に機械運転と同様の啮合状態とし乗場およびカゴ双方共に手動で開けるかいずれかの必要があった。

以上(1)(2)のようにとくに停電緊急時には乗客は焦燥感がある上に手動開放のための予備動作を伴うことは好ましくないが AA-4 型ではこのようなインターロック外し操作、レバー屈折操作、連動機構離脱操作等全然必要ではなくてただ単に扉を開方向へ力を加えたとよい。

乗場の戸が施錠され外部から扉を開けることができない状態を確認して始めてカゴの出発を許容するが、この安全性は扉のいかなる位置での途中停止、反転を行っても決して阻害されない。

エ. 調整ならびに保守

保守に手が掛らず簡易であることはその機構の性能維持にきわめて重要であり満足できる能率をつねに発揮できるものである。われわれはとくに強調したいのは、もちろん全然保守の必要のない永久寿命を保証できる機構をまたそれに近付けることが理想でありまたこの点非常に進歩しているがやはり最小の保守をぜひ定期的に行うことが機構の性能維持の原則である。この AA-4 型扉機構は昇降路の塵埃量に応じてハンガおよび扉のレールの清掃、アップスラスト調整、1 年に 1 回戸閉機械の油量点検、インターロック点検および調整で充分である。保守の簡易であること、すなわち据付時の扉調整は永久的に維持され気温湿度によりその調整が変化し狂うことはない。一例を挙げると、扉開閉操作速度は開閉おのの単独に、しかも行程の各部分毎に調整自由であることはすでに述べた。この調整は電氣的制御ノッチおよび抵抗調整で外部よりドライバ 1 本で簡単にできる。この速度調整は温度差による油緩衝器の特性変化の影響はなく、永久的と考えてよい。また扉開閉機構の各回転摺動部は 4 図に明示するように全面的に密封型ボールベアリング、ニードルベアリングを採用して摩擦 loss をなくすることはもちろん保守の必要を全然なくした。

扉の連動ツカミ機構およびその相手のゴムブロックは据付調整または保守の際には便宜上その嵌入を外して行うがそのため相互に衝突してもなんら破壊することなくゴムブロックが折れ曲って逃げる特長を持っているので保守の際に便利である。

4. む す び

エレベータの性能向上は必然的に扉開閉操作の改善をうながし今日の高能率エレベータとなった。しかしあまりに扉開閉速度を上げることは乗客の安全上好ましくなくまた遅い扉は全く能率を阻害するから充分な安全性の考慮の上で扉開閉速度を上げなければならない。この点現段階で AA-4 型は有効に高性能エレベータとしての機能を満足せしめることと信ずる。

参 考 文 献

- (1) 木村, 宮城, 高村, 大野, 道橋, 高性能エレベータについて 三菱電機 28-2.
- (2) 木村 乗用エレベータの設備台数の計画 三菱電機 27-11
- (3) 宮城 エレベータの自動制御 オーム第 41 巻 14 号

エレベータのロープ伝動 (トラクションの諸問題)

名古屋製作所

三 矢 周 夫*

Various Problems on Elevator Traction

Chikao MITSUYA

Nagoya Works

As the matter of the traction type elevator, the shape of sheave groove has a great effect on the traction ability. There are some explanations about this problem in this literature, especially concerning the undercut U groove, we present some theoretical procedure to obtain the value of the contact pressure and the friction force. In elevator operation the "Traction Ratio" may vary with individual case, but it must be smaller than the sheave's traction ability. And the geared half lap traction has a little allowance for this ability.

In any cases, the elevator Riding Capacity should be kept in mind concerning traction type elevators.

1. ま え が き

今日エレベータといえばトラクション形式、すなわちカゴと釣合重りとをロープで繋ぎ、巻上機のシーブに吊り掛けて運転する形式と決っている。しかしながらトラクション式が一般化する以前には巻胴式のエレベータが用いられ、いまでも鉱山用巻上機等にこの形式が使われている。今世紀初め 1910 年代よりトラクションエレベータが商用化されるに及んで巻胴式は完全に市場から駆逐されたのである。

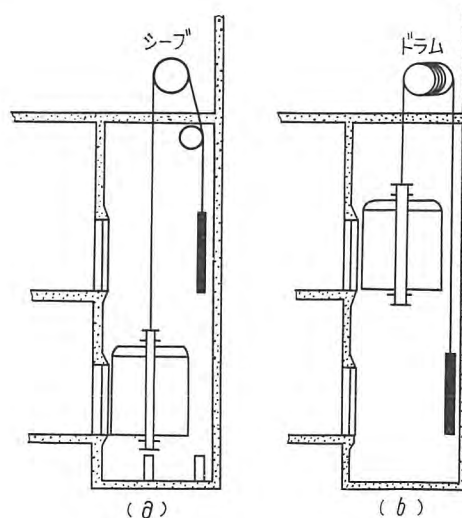
わが国における建築の高層化は近年とくにめざましいものがありこれによってエレベータの利用が増大しているのはいうまでもない。しかしながらトラクションエレベータの機能はまだ十分に理解されていないように思われる。すなわち 200% も 300% もの定員オーバーの人員を乗せることを要求されるようなことである。エレベータは完備した安全装置群を持っているためにまだ大惨事を起したことはないが、今日喧しい定員の問題こそ他の交通機関より以上に厳しく守られたい問題なのである。エレベータは正しく使用して初めてその機能を十分に発揮することができるのであり、これによってのみ貴重な設備費が効果を表わすものといえる。

本項においてはトラクションエレベータの特質を一般に理解して頂くため、これに関する諸問題について述べることにする。

さてトラクション式の解説を述べるに先立ちこの方式

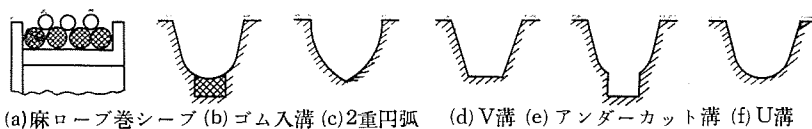
が巻胴式を駆逐し去った原因を振り返って見ることは読者の一層のご理解を助けるものと思う。

巻胴式とトラクション式を比較すれば安全性の点で、終点階を過ぎてもお巻取りが続けられたような事故の場合、巻胴式では破壊的な事故となるのに対し、トラクション式ではバッファによってカゴまたはオモリが停められ、巻上ツナはシーブの上で緩んで滑るためになんら事故とならない。また経済性の面では巻取ドラムは大型

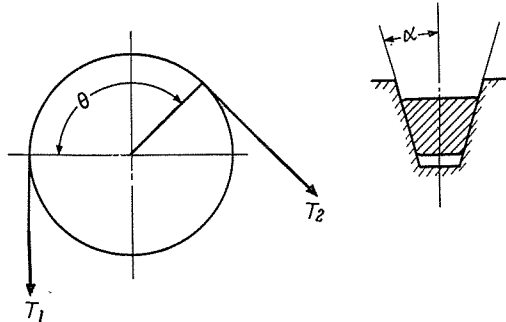


1 図 トラクションエレベータ (a) と巻胴式エレベータ (b)

Fig. 1. Traction elevator (a) and drum winding type elevator (b).



2 図 種々の溝型
Fig. 2. Various types of grooves.



3 図 V ベルトのトラクション
Fig. 3. Traction of V belt.

であり巻上機の据付面積が大きく、昇降行程が大となるとドラムは異常に大きくなりしたがって巻上機の標準化ができない。これに対してトラクション式はシープにはロープの本数だけの溝と幅があればよく、極めてコンパクトであり、昇降行程とは無関係に一定の巻上機が使用できて標準化されるのである。これがトラクション式の利点であり近代建築の高層化と大容量化とはこの方式の出現により可能となったとまでいわれるのもむべなるかなである。

しかしながらトラクション式とはロープとシープの摩擦力のみによってエレベータ重量を上げ下げするものであって、本質的な機構上その能力にはある限界がある。古くから種々の試みがこの摩擦力を増すためになされている。すなわちツナ溝の底にゴムを入れたものとか種々の形状の溝型がそれである(2 図)。

以下摩擦伝動機構ならびに当社で使用しているアンダーカット溝の能力とその理論その他について述べることにする。

2. ツナ車のトラクション能力

(1) アンダーカット溝型の導入

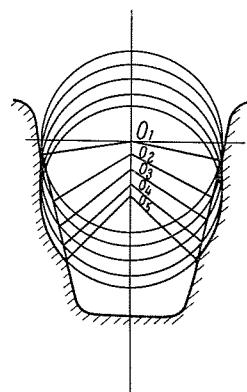
よく知られている如く平ベルトによる伝動力の不足をV溝の楔作用により増加することが一般に行われその場合、車の両側におけるベルト張力の相違によってスリップが生ずる限界は次式で与えられる(3 図)。

$$T_1/T_2 = e^{\frac{\mu}{\sin \alpha} \theta} \dots \dots \dots (1.1)$$

V溝にワイヤーロープを掛けて伝動する場合にも(1)式が成立するが、V溝とロープの接触は最初のうちは全くの点接触しか起らぬために接触応力が極めて高くなり使用後僅かの期間で両者の摩耗が進行して当り面が生ずる。この時の形がいわゆるアンダーカット溝型と同じものである。アンダーカット溝型は

4 図 V 溝のロープによる摩耗

Fig. 4. Wear of groove.



かくしてV溝が結局この型に変化するものならば初めから最終の形とし、異なる初期摩耗を除く方がよいとの考え方で生れたものである(4 図)。

当社で使用しているアンダーカット溝型はアンダーカットの中心角 50°,あるいは 97°と必要な摩擦力を得てかつ最小の接触圧力を保てる如く選定され、それぞれフルラップ用、ハーフラップ用に使用されている。

(2) ワイヤーロープの断面構成とアンダーカット溝型との接触

ワイヤーロープには多数の断面構成の種類があるが、エレベータ・トラクション用として一般に用いられるものは、シール型、ウォーリントン型、フィラー型の3種でありストランド数6ないし8のものが使用される。

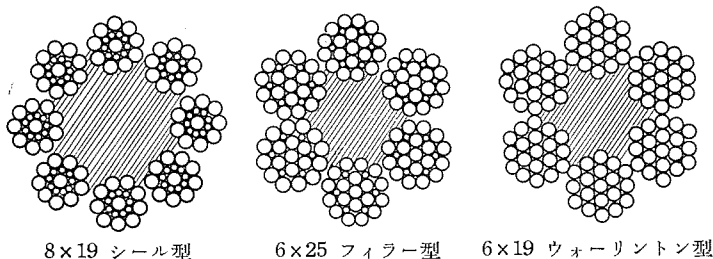
このようなロープが溝と接触する場合には6 図の展開図に示すように接触斜線の連続となり、新しいロープにおいてはこの斜線が点で構成され、ロープが摩耗するにつれてこの点は幅と長さをもつ面積となり斜線は帯状となる。ロープの摩耗写真と対照されたい。

(3) アンダーカット溝理論式誘導のための仮定

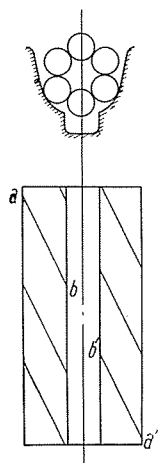
従来のアンダーカット溝の理論はロープを完全な円筒と仮定して圧力分布、摩擦力等を誘導している⁽¹⁾。しかしながら実際のロープは5 図の如くストランドを燃ったもので接触は線状であるから圧力が溝面全面に分布するような式では到底真実を表わしているとはいえない。

筆者はロープ断面をストランド小円の集合体と仮定して線の接触を理解する解析を行った。これではストランドが小素線で構成されていることは無視されているが、Haymans の式より現実には則したものといえるであろう。

理論式のための他の仮定はシープ上でロープ断面が変形しないこと、溝断面とロープ外接円とが完全に一致す



5 図 ロープの断面構成
Fig. 5. Cross section of rope.



6 図 アンダーカット溝とロープの接触
Fig. 6. The line contact between under-cut groove and rope.

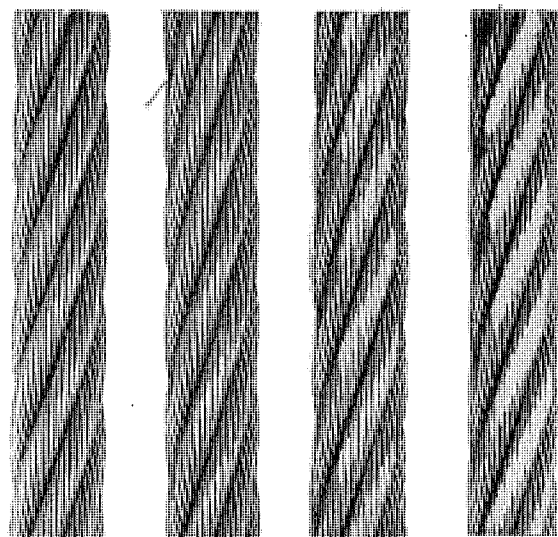
ることが挙げられる。この条件は実際にはロープ径は荷重によって縮少すること、新しい溝の曲面は僅かにロープ径より大であること等のために全面接触は行われないのが普通である。とくに摩耗の少ないフルラップ用の溝の場合には理論式を直ちに適用することはできないが、アンダーカット幅の広い溝については短期間に当りが生じてこの条件は実現されるものである。

(4) ロープストランドの圧力分布

シーブ上で T なる張力でロープが張られるとき法線方向に働く力は（シーブ径を D として）単位長さにつき

$$N = \frac{2T}{D} \quad \text{.....(1.2)}$$

ストランドの接触線 $abb'a'$ (6 図) が受ける法線力を N' とすれば相隣るストランドのねじれピッチを l として

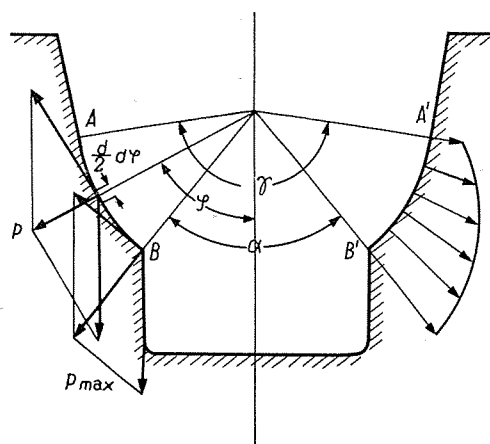


7 図 ロープの摩耗による接触面積の変化

写真はロープの摩耗 6×19 ウォーリントン不反撥性ロープ

Fig. 7. Change of contact area due to rope wear.

エレベータのロープ伝動(トラクションの諸問題)・三矢



8 図 アンダーカット溝の圧力分布

Fig. 8. Pressure distribution of under-cut groove.

$$N' = \frac{2T}{D} l \quad \text{.....(1.3)}$$

Normal Force N' が接触線上にどのように分布するかを調べるに当り 6 図接触線 $abb'a'$ を溝の断面上に投影して考え $ABB'A'$ とする (8 図)。溝の弧上の各点の単位長さ当りの圧力を垂直方向と溝面の切線方向に分ければ、垂直方向分力のみが摩耗に関するものであり、溝上の摩耗は垂直方向に均一に進行するからこの垂直方向の分力がどの点でも等しいものと置ける。したがって

$$\frac{p}{\cos \varphi} = k = \text{const} \quad \text{.....(1.4)}$$

一方において圧力の垂直成分の和は N に等しいから、ロープ径を d として

$$N' = 2 \int_{\alpha/2}^{\gamma/2} p \cos \varphi \frac{d}{2} d\varphi \quad \text{.....(1.5)}$$

$$\begin{aligned} \therefore N' &= d \int_{\alpha/2}^{\gamma/2} R \cos^2 \varphi d\varphi \\ &= \frac{kd}{4} (\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha) \end{aligned}$$

ただし α はアンダーカットの中心角、 γ は接触限界の角である。したがって (1.3)(1.4) 式を入れ

$$p = \frac{2T}{Dd} l \frac{4 \cos \varphi}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad \text{.....(1.6)}$$

この線圧力 p は断面に投影した圧力であるから実際の接触線 $abb'a'$ に沿う線圧力 p' は撚りのねじれ角を δ として

$$p' = \frac{2T}{Dd} l \cos \delta \times \frac{4 \cos \varphi}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad \text{.....(1.7)}$$

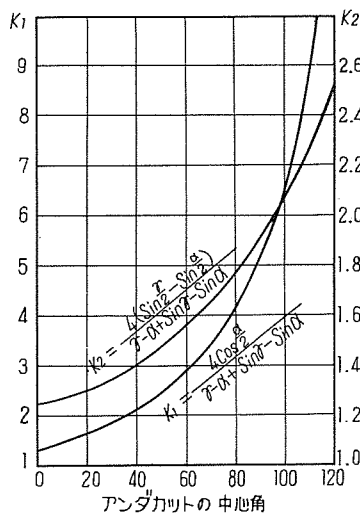
となる。いまストランド数を n とすると幾何学的に

$$\frac{l}{d} \cos \delta = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d}{l}\right)^2 + \left(\frac{n}{\pi}\right)^2}} \quad \text{.....(1.8)}$$

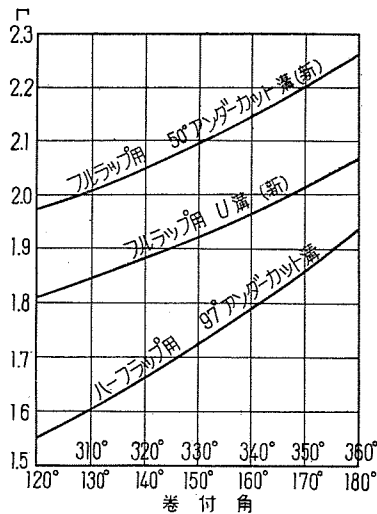
なる関係がありこの値はロープの撚り方によって定まる定数でありこれを C とする。 C の値は 6 本撚りロープでは 0.521, 8 本撚りでは 0.392 である。

したがって圧力分布式は

$$p' = \frac{2T}{D} \cdot C \cdot \frac{4 \cos \varphi}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad \text{.....(1.9)}$$



9 図 アンダーカット溝係数の値
($\gamma=150^\circ$)
Fig. 9. Value of under-cut
groove coefficient ($\gamma=150^\circ$)



10 図 ツナ車のトラクション
能力
Fig. 10. Traction ability of
sheave.

最大圧力はアンダーカットの縁の点で起り

$$p'_{max} = \frac{2T}{D} \cdot C \cdot K_1 \quad (1.10)$$

$$K_1 = \frac{4 \cos \frac{\alpha}{2}}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad (1.11)$$

$C=0.392$ (8 本撚りロープ)

$C=0.521$ (6 本撚りロープ)

すなわち 8 本撚りの方が線接触圧が減少する。当社エレベータのロープに 8×19, シール型ロープを使用する 1 つの理由はここにある。

(5) 綱車のトラクション能力

圧力分布式 (9) により容易に全圧力が求められる。すなわち

$$\begin{aligned} P &= 2 \int_{\alpha/2}^{\gamma/2} p' \frac{d}{2} d\varphi \\ &= \frac{2Tl}{D} \times \frac{1}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \int_{\alpha/2}^{\gamma/2} \cos \varphi d\varphi \\ \therefore P &= N' K_2 \quad (1.12) \end{aligned}$$

ただし

$$K_2 = \frac{4 \left(\sin \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right)}{\gamma - \alpha + \sin \gamma - \sin \alpha} \quad (1.13)$$

すなわちアンダーカット溝により総圧力は K_2 倍に増加する。したがって摩擦係数を μ とすればロープのスリップする条件は巻付角を θ として

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu K_2 \theta} \quad (1.14)$$

K_2 の値はアンダーカットの中心角を払げることによって大きくとれるが (10) 式の接触圧力が高くなるため実用的には $\alpha=120^\circ$ が最大限度とされている。

アンダーカット溝型は K_2 を任意に定めてトラクションに必要な摩擦力を与え、しかも接触圧力をできるだけ下げないように合理的にアンダーカット幅が決定できるの

である。当社ではギヤード・ハーフフラップ用の溝として 97° アンダーカット溝を用い、ギヤレス・フルフラップ用としては 50° アンダーカットを使用してエレベータ運転に良好な結果を得ている。9 図は最大圧力および総圧力を示す係数 K_1 および K_2 とアンダーカット中心角との関係を示し、10 図は綱車のトラクション能力の値である。

(6) 接触圧力の許容値

(4) 項では接触線圧力の最大値の式 (1.10) より 8 本撚りロープが優れているものとしたが、これは厳密ないい方ではない。すなわち実際の応力が溝面およびロープについてどのようになるかが解明されていないからである。円筒接触の応力についてはヘルツの式等が用いられるがロープストランドとシーブの接触にこの式を適用することはほとんど無意味であろう。そこで (2)

項の摩擦写真等の事実を考慮すればロープが摩耗するにしがたって接触線は帯状となりしかもこの帯の面は溝面と同じ曲率であるから、実際の接触応力は線接触圧力がある幅で除したものと考えることができる。かくて 8 本撚りロープの利点も正しく認められ (1.11) 式等の意義があるものとする。

以上の如くアンダーカット溝とロープの接触は実応力を規定する段階にはないので経験的に、ロープ速度に応じた Normal Force の限界値を規定している状況である。この点では今後の研究に待つことが多いものと思う。

3. エレベータ系のトラクション比

前章に述べた如くシーブに掛けたロープは両側張力の比が一定限度を超せばスリップするのである。つぎに実際のエレベータ運転においてロープの張力比がどのようになるかを求めることとする。

(1) 1:1 ローピング, ハーフフラップの場合 (ギヤード)

11 図 (a) について考えれば静止状態では明らかに

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= L + W_1 + w_1 + w_1' + w_0 + \frac{T_0}{2} \\ T_2 &= W_2 + w_2 + w_2' + \frac{T_0}{2} \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

ただし L は負荷重量

W_1 はカゴ重量

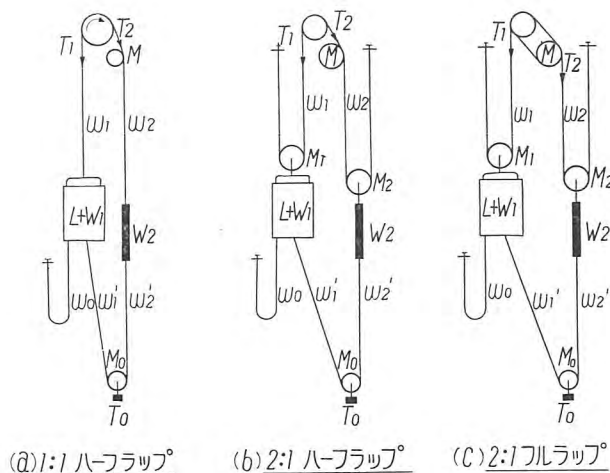
w_1, w_2 はそれぞれカゴ側, オモリ側の吊りロープ重量

w_1', w_2' は " 釣合ロープ

w_0 はケーブルのカゴ側重量

T_0 は釣合ロープ張り車の重量

いまカゴに上向きの加速度を与えるべく綱車にトルクを与えれば T_1 および T_2 はつぎの如くなる。



11 図 エレベータ系の略図
Fig. 11. Elevator system diagram.

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= (L + W_1 + w_1 + w_1' + w_0) \left(1 + \frac{\alpha}{g}\right) \\ &\quad + \frac{T_0}{2} + M_0 \alpha \\ T_2 &= (W_2 + w_2 + w_2') \left(1 - \frac{\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} - M \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

ただし M, M_0 はそれぞれソラセ車および釣合ロープ張り車の慣性質量とする。したがって加速度運転時の際生ずる張力比は

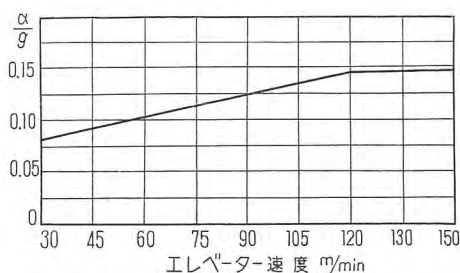
$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{(L + W_1 + w_1 + w_1' + w_0) \left(1 + \frac{\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} + M_0 \alpha}{(W_2 + w_2 + w_2') \left(1 - \frac{\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} - M \alpha} \quad (2.3)$$

となり各エレベータにつきこの比を計算してツナ車のトラクション能力の値以内に入れなければならない。もしこの比が綱車の能力以上になるならばロープはシーブの上で滑りエレベータは綱車でいくら加速しても一定の加速度以上は出せないのである。

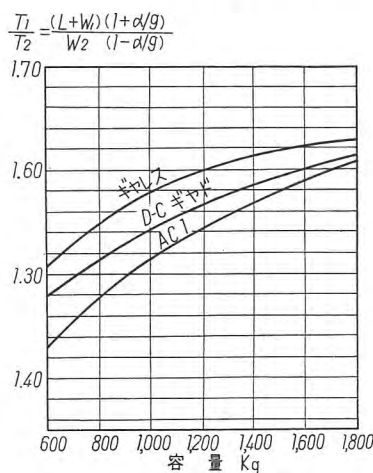
大略の計算には次式を使うのが便利である。

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{L + W_1}{W_2} \cdot \frac{\left(1 + \frac{\alpha}{g}\right)}{\left(1 - \frac{\alpha}{g}\right)} \quad (2.4)$$

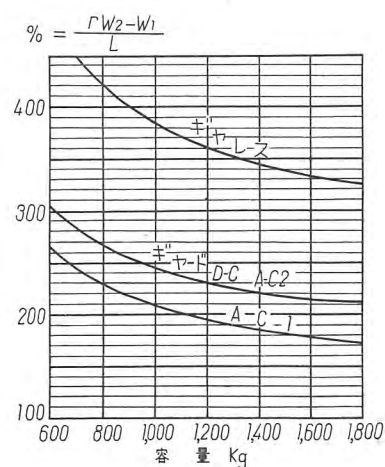
(2) 2:1 ローピング、ハーフラップの場合 (ギヤード)
前と同様に考えて 2:1 のロープスピー



12 図 エレベータの最大加速度
Fig. 12. Max. acceleration of elevator.



13 図 代表的エレベータのトラクション比
Fig. 13. Traction ratio of representative elevator.



14 図 ロープスリップより見た負荷限界
Fig. 14. Load limit from the viewpoint of rope slip.

どのことを考慮すると (11 図 (b) 参照)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{(L + W_1 + w_0 + w_1') \left(1 + \frac{\alpha}{g}\right) + 2w_1 \left(1 + \frac{2\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} + (2M_1 + M_0) \alpha}{(W_2 + w_2') \left(1 - \frac{\alpha}{g}\right) + 2w_2 \left(1 - \frac{2\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} - (4M + 2M_2) \alpha} \quad (2.5)$$

となる。略算式は (2.4) と同じでよいがこの場合は 1:1 より条件が悪くなることは考慮せねばならない。

(3) 2:1 ローピングフルラップの場合 (ギヤレス)

この場合は (2) とほとんど同じでソラセ車の慣性力の入れ方が異なる。(11 図 (c))

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{(L + W_1 + w_1' + w_0) \left(1 + \frac{\alpha}{g}\right) + 2w_1 \left(1 + \frac{2\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} + (2M_1 + M_0 + 4M) \alpha}{(W_2 + w_2') \left(1 - \frac{\alpha}{g}\right) + 2w_2 \left(1 - \frac{2\alpha}{g}\right) + \frac{T_0}{2} - 2M_2 \alpha} \quad (2.6)$$

以上代表的エレベータ系についてトラクション比の算式を示したが適当に補正すればいずれも簡略式 (2.4) が利用できる。

つぎに (2.4) の式によって実際のエレベータがどの位のトラクション比になるかを調べよう。なお当社のエレベータは最大加速度を乗心地の許す範囲で通常 12 図の曲線に規定している。したがって 150 m/min のギヤレス級を例にとれば、 $\alpha/g = 0.14$ なる故トラクション比は静的な張力比の 1.33 倍となる。当社エレベータの定格荷重、40% 釣合重りにおけるトラクション比の略算値を 13 図のグラフに示す。個々のエレベータについてはもちろん偏差があるが基準の値として発表する。

4. エレベータのロープスリップより見た負荷限界

定員過剰の問題はエレベータにとってもっとも困難な問題である。定員に対して規定のカゴ室面積は 3 倍に近

い人員が押込み可能でありハーフラップの巻上ではこの超過荷重を保持できないのである。ギヤレス巻上機はフルラップであるからトラクション能力が大きく、単にロープスリップの点では 300% 以上の超過荷重人員にも耐えることは容易であるがブレーキによる乗心地の悪化を避けるためには停止ブレーキを極限まで軽くすることが望ましいから、これもまた 200% 以上の荷重人員では運転しては行けない。

いまツナ車のトラクション能力を Γ とすれば釣合重り重量に Γ を掛けたものがカゴ側に許容し得る最大の重量となる故、負荷の限界を定格容量に対する % で表わせば

$$\% = \frac{\Gamma W_2 - W_1}{L} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

となる。すなわちこの % を超える荷重に対してはエレベータは静的にもスリップする危険があり、運転は全く不能となるのである。

当社の経験値よりカゴ重量は容量に対してほぼ一次函数で表わされるので過負荷限界 % (3.1) 式は容量の増加する程直角双曲線的に減少する。5 表のグラフに釣合重りを 40% に調整したときの負荷限界を示している。なおこのカーブはギヤレスフルラップに対して $\Gamma = 2.113$ (330° 巻付角に相当)、ギヤードハーフラップに対しては $\Gamma = 1.732$ (150° 巻付角に相当) を一律にとったものである。

D-C ギヤード A-C-2 の負荷限界が小なるところでは 210% であることに注意されたい。このことは 200% までのオーバロードまでは運転できるが、それ以上は危険でありカゴのズリ落ちも起り得ることを示している。もちろんカゴはバッファで安全に停止され危険はないが脱出時間等で乗客および施設におよぼす損害は大きなものである。定員は厳重に守らねばならないゆえんである。

百貨店等で定員が守られ難いものに対しては釣合重りの増量などの措置がとられているが、これによる過負荷限度の増大を過大に評価してはならない。

5. 溝型とロープについて

最初に述べた如くトラクション能力向上のために従来種々の溝型が使用されており、中でも V 溝が簡単に高い能力が得られるものとして汎用されていた。しかしながら V 溝を長い走行距離の間正しい V 型に保つことは特殊な強靱鋼によっても不可能と思われ、一般の耐摩性鑄鉄級ではかなり早い期間に摩耗変形するのが普通である。またその間の変形は吊りロープの各溝につき均一な摩耗は行われず、なんらかの原因で先に摩耗した溝は他の溝より一層早く摩耗させられる正当な理由があるため一二の溝のみひどく減るものである。

また V 溝にロープが入る場合は 1 ピッチごとの点接触による喰い込み現象でありロープが離れる際に引き離し

力が要るのでこれが 1 つの振動源となっている。

このように接触圧力が高く、喰い込み現象がありロープに与える摩耗も大きく、また自身も僅かの切削量で大きくロープの位置が変化する等々の欠点のために V 溝は全くアンダーカット溝に席を譲っている状況である。アンダーカット溝は V 溝の初期摩耗を最初から進めた形であり接触圧が低く、トラクション能力も充分に取れる安定確実な溝として今後とも広く実施されるであろう。

一方ワイヤーロープについてはエレベータの構成部分として重要な意義をもつにもかかわらず断面構成、撚り方等について明確な説明はなされていないのが実状である。シール型、ウォーリントン型、フィラ型など々曲げに対する剛さ、耐摩耗性などに一長一短があり、撚り方でも反撥性、不反撥性の相違があり、さらに撚りのピッチなども Tensile Strength あるいはロープの弾性的、非弾性的伸長に関係してくるのであって、これらを総合的に判断するのが難しい。最近とくに 8×19 シール型ワイヤーロープをトラクション用として汎用するようになったのは剛い 6×19 ウォーリントン型を軟い 8 本撚りとしてしかも接触圧力を下げたものであり、断面構成の弱化は丈夫なシール型として補っているわけである。なお 8 本撚りロープの使用はアンダーカット溝によって初めて可能となるのであってこれを V 溝に適用すると傷みが甚しいことを付記する。

一般的にエレベータトラクション用としてロープに求めるものは

- (a) 断面構成が必要なハサミ圧力に耐え同時に摩耗に対して強いこと。
- (b) 屈曲に対してできるだけ柔軟なこと。
- (c) 伸びの弾性はできるだけ大きいこと。
- (d) 非回復性の伸びはできるだけ小さいこと。

などであり、互に相反する事項であるため兼ね合いが困難である。今後とも安全と乗心地、耐久性、Low Cost の点から注意が払われるであろう。

6. むすび

これまで述べた問題はトラクションエレベータの特質を一般に理解して頂くためのものであった。すなわちその能力は無制限に高いものではなく極く身近な低いところにあること、それがトラクション式の本質的な限界であり小々の細工をもってしても画期的な変化は望めないことが了解願えるものと思う。定員問題に関する一般の関心がようやく起りつつあるとき営利性のエレベータにおいても The Customer is Right 式の考え方は棄て去るべきで権威ある安全管理が望ましいのではないだろうか。この拙文が少しでもエレベータの理解ある使用の助けになれば幸である。

参 考 文 献

- (1) F. Hymans & A. V. Hellborn; "Der neuzeitliche Aufzug mit Treibscheibentreib."
- (2) Annet; Electric Elevator
- (3) 野口尚一; ARS 機械工学講座, 起重機編

特 殊 エ レ ベ ー タ

名古屋製作所

向井徳樹*・武長 豊**

Special Elevators

Tokuji MUKAI・Yutaka TAKENAGA

Nagoya Works

Japan is a well known country subjected to frequent earthquakes. Lofty buildings are restricted by law, the height of 31 meters being the limit, which has been depriving us of opportunities of installing elevators of high travel. Recently, television towers or observation tower as high as 180 meters began to appear here and there, and special elevators have come in need. Large lifts to be installed at railway stations and factories are another important item of the latest development. The design features of foregoing apparatus are dealt with herein.

まえがき

わが国の建築の高さは欧米に比して低い。これはわが国は世界でも有名な地震国であることが主な原因であろうと思われるが、建築基準法にも地上 31 m 以下と定められている。

エレベータは地下室や屋上階を含めても行程の最大は 40 m 以下であるから速度も 150 m/min 以上の必要はない。

わが国では行程の高いエレベータは特殊用途の建物以外にはない。すなわちテレビ塔、観光塔に設置されるエレベータがもっとも高いエレベータである。

カゴの容量においては乗客容量を増加すれば台数は減ずるが、エレベータの一周時間 (Round-trip time) が増加して輸送能率は低下するので来集者用の百貨店エレベータにも容量 1,800 kg が限度とされている。しかし貨物用エレベータでは運ぶ物の重量によって種々要求されるから限度がないが、容量 3,000 kg 以下の貨物エレベータは一般的な荷物を運ぶものが多く、これ以上のものには特殊の荷物を運ぶ目的のものが多く、高いエレベータとしてテレビ塔エレベータについて、また容量の大きなエレベータとして大型貨物エレベータについて述べる。

I. テレビ塔エレベータ

1. まえがき

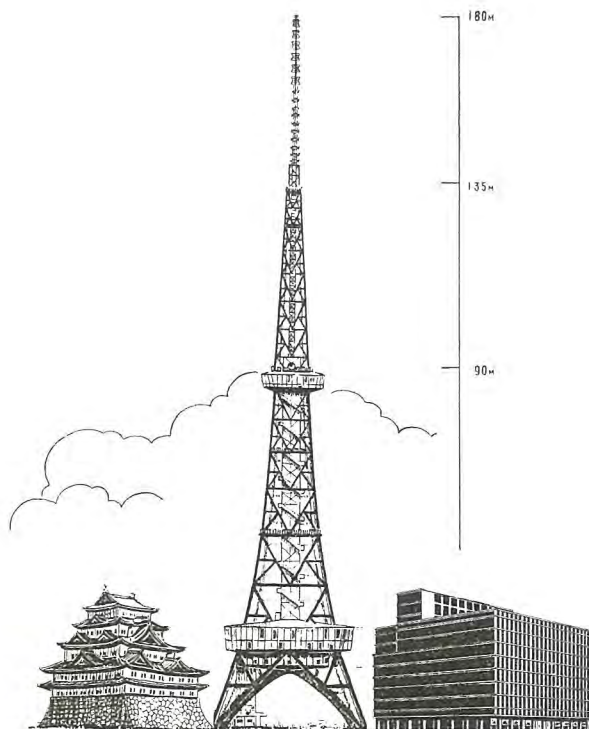
中京名古屋を中心としたテレビ放送と観光・教育・文化の諸施設を備えた大テレビ塔が名古屋市の中心に昭和 29 年 6 月完成した。

この鉄塔は構造力学・建築・テレビ技術・美術等の斯界の権威者によって計画され、鉄塔の製作は新三菱神戸造船所、塔内のエレベータの製作、据付は当社が行った。

この塔は 100 m 幅の道路上の真中にまたがって建てられて、ガッチリふん張った 4 本の脚の間隔は 35 m 四方で堅牢に固定され、塔の支柱となる 4 隅の柱は一辺 70 cm の箱型となっている。塔全景を 1 図に示す。

地上から高さ 14 m の処に 1 階、続いて 2 階、3 階とあり、さらに地上 90 m の高さに展望台がある。当社が製作納入したエレベータはその各階をつなぐものである。この塔の展望台はもちろん 1, 2, 3 階とも周囲は総ガラス張りで眺望が良く、かつ視野の広い構造になっている。

エレベータは全部で 3 台で 1 号機は地上と 1, 2, 3 階とを結び、2, 3 号機は 2, 3 階から展望台へ通じている。1 号機の昇降行程は 21 m, 2, 3 号機は 67 m である。1 号機の昇降路は地上からコンクリートの壁でできている。2, 3 号機は鉄塔の中心部に一辺 4.5 m の正方形の鉄骨枠で昇降路が構成され、保護としては金網のみであ



焼失前の名古屋城

丸栄百貨店

1 図 テレビ塔全景 (高さ比較図)

Fig. 1. General view of television tower.

ってエレベータは風雨に晒されて運転されるからエレベータの運転は風速が 20 m/sec を限度としている。

この塔の原形となった有名なフランスのエッフェル塔は地上 75 m に 1 階があり、115 m に 2 階、275 m が展望台になっていて、エレベータは 3 段に分れて設置され、展望台まで昇るには 2 度乗換えると聞いている。

名古屋テレビ塔エレベータ要目

	1 号機	2 号機
駆動方式	歯車ツキ可変 電圧式	歯車ツキ可変 電圧式
積載量 kg	1,500	1,200
(定員人)	20	16
速度 m/min	90	60
巻上電動機 HP	直流 30	直流 25
昇降路全高 m	28	74
カゴの寸法		
間口×奥行	2,260×2,080	1,650×2,350

テレビ塔エレベータはつぎの 3 つの特色を有している。

ア. 高揚程であること

テレビ塔に納入したエレベータは、わが国において設置されたエレベータの中で、これらの規模、性能を持って地上 90 m の高所まで高級エレベータを設置したことはわが国では初めてのことである。展望台の高さ地上 90 m といえば、建築物のほぼ 25 階に相当する。行程が大きくなるとカゴを吊っているツナの重量が大きくなり、テレビ塔の場合はツナの全重量が 350 kg もあって、容量

1,200 kg に対してかなり大きな値になっている。またツナが長くなると、荷重によるツナの伸びが大きくなってきて、無負荷のときと容量 1,200 kg をつんだ時とでは約 30 mm の差が生ずる。

現在世界でもっとも行程の高いエレベータは米国のロックフェラーセンタに設置されている Westinghouse 電機会社製の行程 779 ft. (約 240 m) のエレベータであるとされている。

イ. 屋外運転であること

塔には風圧に対する強度上から昇降路に目くら囲いもしくはガラスの囲いを設けてないからエレベータは風雨吹きさらしの中で運転されるという悪条件を背負っている。エレベータは元来建築物内の縦の交通機関として発達してきたので、雨や風また雪等に対しては全然考慮が払われていなかったといえる。この塔のエレベータは吹きさらしの屋外である悪条件の上に、なおその上に安全性、確実性および快適性が要求されるので、設計製作にとくに苦心を払ったのである。

ウ. 高い鉄塔内の据付

このエレベータの据付は塔の建設と同じように非常な危険が伴う。鉄塔のエレクション作業と充分な連繋をとって据付工事は進められたのであるが、数多いエレベータ機器を許容寸法限度内に取付けることは構造上の考慮と共に特殊の技術を必要とする。とくに天候の状況に大きく左右されて、雨天時には非常な危険な環境の中で据付工事が進められた。

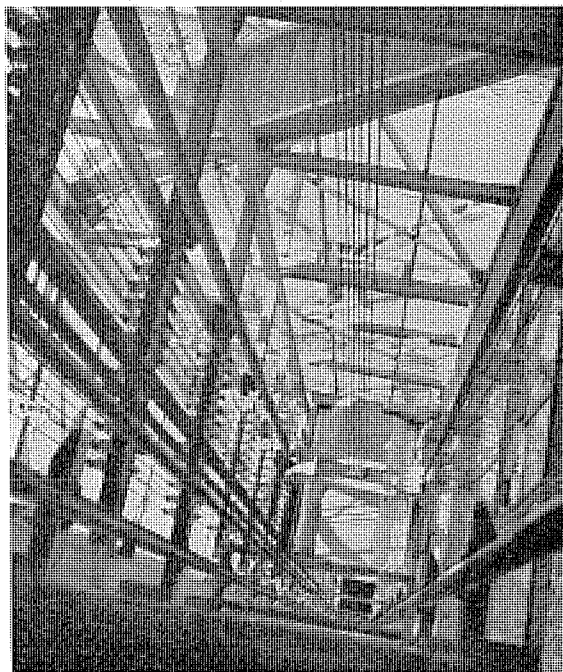
2. 駆動方式および操作

このエレベータの駆動方式は可変電圧歯車式であってエレベータのおおのに電動発電機を備え、巻上用電動機は直流電動機を使用し、その速度制御には発電機の界磁制御と電動機の界磁制御とを併用するいわゆるワードレオナード方式である。この方式は構造の項で述べる床着けリレーと誘導板の組合せによって加速、減速が負荷の変動に関係なく一定に行われるので運転が円滑で乗心地よく着床が正確である。

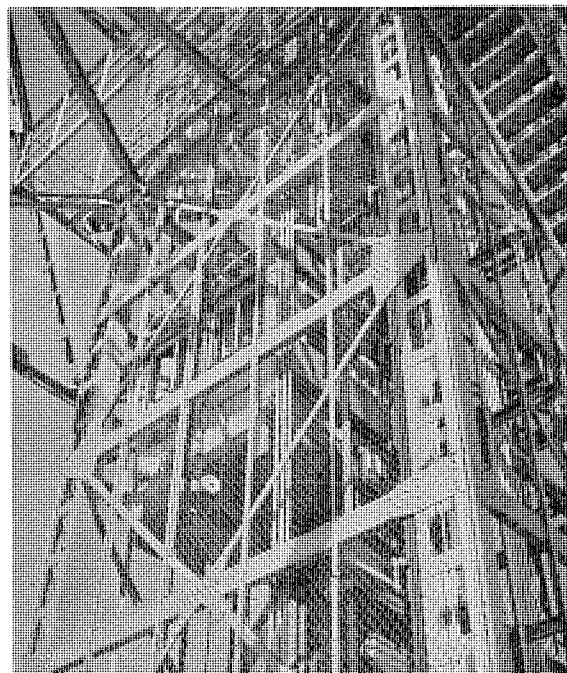
操作方式は運転手によるカースイッチ制御であるが、床着けは上述のように自動的に正確に行われるので、運転手の熟練による必要はない。操作はまず起動箱の起動釦を押して電動発電機を起動させ、エレベータの乗場およびカゴの戸を閉めて、カースイッチの“自”釦を押しハンドルを「上」または「下」へ回せば、自動的に目的の方向に運転される。すなわち三菱カースイッチ自動着床操作のエレベータである。

3. 各部の構造

1 号機は頑丈なコンクリートの壁に囲まれた昇降路内を運転されていて、普通のエレベータと変りがないので記述を省き、2, 3 号機のエレベータについてその主な部分の構造について説明する。



2 図 昇降路の内部
Fig. 2. Interior of hoistway.



3 図 昇降路の外部
Fig. 3. Exterior of hoistway.

ア. 昇降路

鉄塔本体とは別に塔の中心部にエレベータの昇降路を形成する枠組が組まれている。この枠組は塔の設計者、塔の製作者と当社との充分な連絡のもとに決定され、大きさは一辺 4.5 m の正方形でその中に並列に 2 台のエレベータが納められている。

昇降路を形成する枠の 4 隅の主柱は一对の溝形鋼をもって構成され、適当な横桁および 2, 3 号を区分する中間ビームが挿入されている。カゴと釣合オモリの昇降を案内するレールは強固なレール受けを介して鉄塔に取付られており、とくにレールの取付は塔の揺れに対しても充分な耐振構造になっている。また巻上ツナの強風における揺動に対しては釣合オモリ側に木製コロを設け直接巻上ツナがカゴまたは鉄塔に接触せぬ構造とし風に対する保護を計っている。2 図は展望台から 2 号機を見下した写真であり、3 図は地上 50 m 辺りの回り階段から昇降路を見上げた処で昇降路の構造がよく判ることと思う。

イ. 機械室

エレベータの運転に必要な機器類すなわち巻上機・巻上電動機・発電機・起動盤・受電盤・制御盤やエレベータの位置を知らせる信号操作器および保安装置の役を受け持つ調速機等が機械室に設置されている。機械室は昇降路の頂上すなわち展望台のさらに上に設けられている。機械室を下部に置くことはローピングが重複し風に対する保護からとくに望ましくない。機械室は 2, 3 号機とも共通である。

ウ. カゴ枠, カゴ室

おもな構造は一般乗用エレベータと同じであるが、構造用鋼材類は強力な防錆塗装を施し各部のボルト、ナット

類は防錆メッキを行い耐暴露性を強化している。

カゴ室は雨水の保護として 2 重天井とし各壁は 2.3 mm の高級仕上鋼板を用い裏面を山形鋼で補強してある。とくに要求によって壁およびカゴの戸には大きな窓を設け後部には椅子が設けられている。また、窓の部分や壁板の接目等風雨に対しゴムパッキンまたは巻き込みの板接ぎとし、外側はカゴ枠同様防錆塗装が施してある。

カゴの出入口は手動の 2 枚戸両開き式で左右の戸はレバーで結合されている。油入りの戸締り確認のスイッチを設けてあってカゴの戸を閉じなければエレベータは運転できない。出入口のすきまから風雨が浸入しないようにとくに構造上考慮されている。

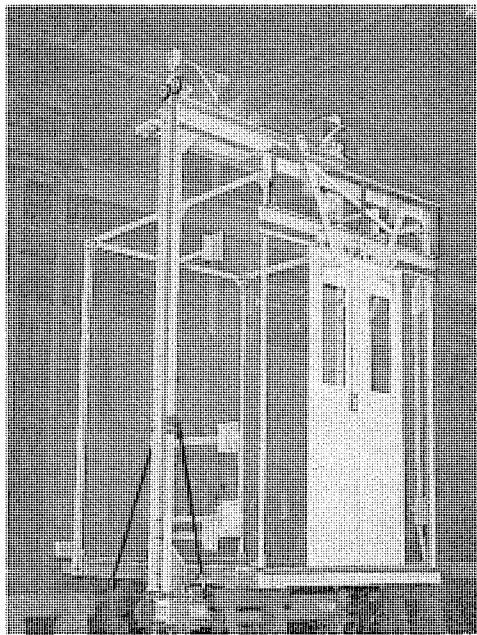
4 図でカゴ枠の縦の柱から横に出ている金具は着床リレーに対向する誘導板である。

エ. ガイドローラ

カゴをガイドレールに沿って案内するガイドとして、とくに塔用エレベータとして設計されたコロ式のガイドローラを使用している。(カゴ枠の上下に 1 箇所 3 個のコロ、4 箇所によってカゴが案内される訳である) 従来のスライド式の滑りに比して給油の必要はなく、とくに冬期にも円滑な運転が行われる。また軸受にゴムブッシュが入っておりカゴにはコロの回転による振動を与えず、カゴの運転は円滑である。6 図はカゴ枠下部の非常止めの下にこのガイドローラの付いた状態を示す。

オ. 集電装置

一般のビル内のエレベータではカゴの操作盤と機械室の制御盤との電気的接続はカゴ床と昇降路の行程の中間にあるツナギ箱を結ぶ可撓性の制御ケーブルによってなされており、可変電圧歯車式級のエレベータでは 16 心



4 図 カゴ枠の仮組立
Fig. 4. Provisional car assembly.

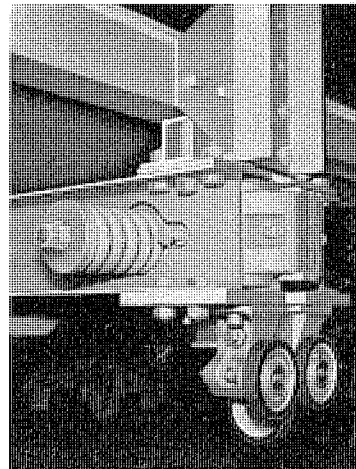


5 図 カゴ室と展望台乗場
Fig. 5. Elevator car and hoistway door.

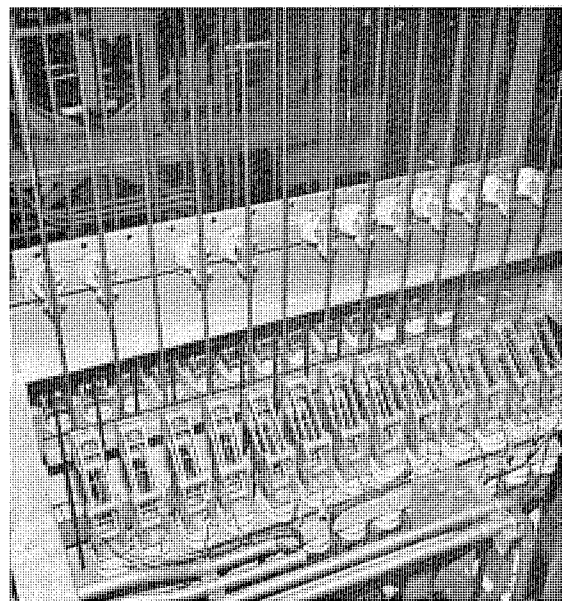
のケーブルを約 5 本使っている。

このエレベータの場合は、制御ケーブルによって電気的接続を行わせると、風のためにケーブルは大きく揺動し塔内の凸部や機器に引掛かったり、ケーブル表皮の摩擦、損傷が起るので、使用不能である。このためトロリ線と集電装置を取り付けた。現在 13 本のトロリ線のうち 6 本が制御回路用、3 本がカゴ内の電燈、ファン、ブザー用の回路、残り 4 本が非常用の電話の回路になっている。

トロリ線は電車線用のミズ付硬銅トロリ線 70 mm²を用いている。集電子のスライダ部には青銅系の焼結合



6 図 ガイドローラ
Fig. 6. Guide roller.



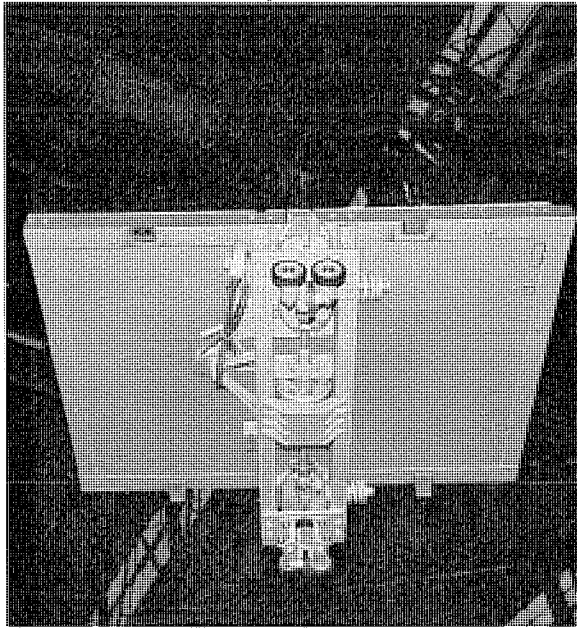
7 図 トロリ線と集電子
Fig. 7. Trolley wire and current collectors.

油合金を用い、ばねにより適当な圧力でトロリ線に接触している。集電子は上下 2 段になっていて、一方がトロリ線の取付箇所等でバウンドしてもつねに回路が断たれぬ構造となっている。

トロリ線の取付碍子の絶縁抵抗は雨天時には通信碍子と同じく相当低下するが、エレベータの運転には差し支えないよう制御回路に特別の考慮が払われている。7 図はカゴの上から集電装置部分を見た処である。

カ. 床着けリレー

床着けリレーは誘導板とともにエレベータの減速、停止を司る重要な役割を果す。普通のエレベータでは床着けリレーはカゴに、誘導板は昇降路に取りつけてあるが、このエレベータの場合はトロリ線の数を少なくするために着床けリレーを各階所要位置に取り付けた。このリレーは誘導板による電磁作用によって作動するのでなんらの機械的接触はない。カゴに取りつけられた誘導板が床着けリレーのミズ部を通過することによって作動するから、なんらの振動、騒音もなく摩擦する部分もない。かつ動



8 図 カゴ床の底面と非常止め

Fig. 8. Bottom of car and emergency safety.

作位置は正確で、構造は完全な密閉型である。

キ. 保安装置

このエレベータには最高級のエレベータに使用する調速機および非常止めをはじめすべての機器を備えて安全のうえなお安全を期している。とくに風に対しては（風は地上から高くなる程強く 100 m 近くの高所では 5~10 m/sec の風の日が多い）調速機ツナにコロの案内を設けて揺動を防ぐと共に調速機のツナ車の近くにはいずれの方向からの揺動にもツナの移動なきよう球軸受入り防震型の 4 つ車を設けて風に対する保護を計っている。

4. 運転状況

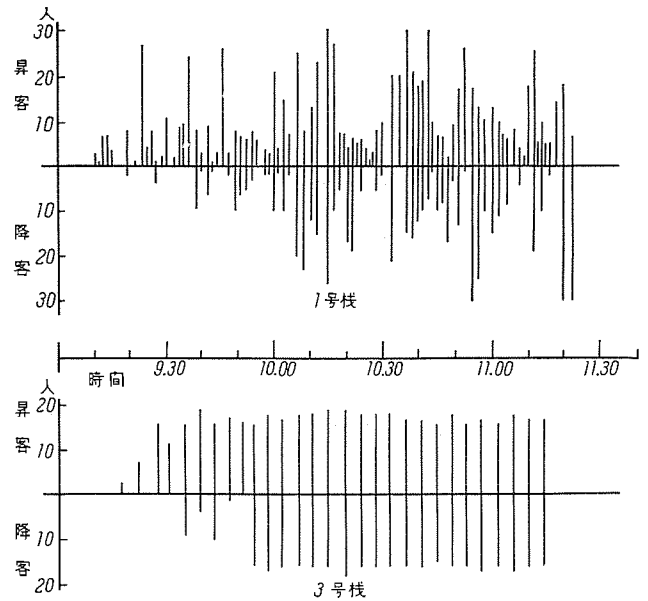
ア. 使用状況

テレビ塔は昨年 6 月完成し、それから今日まで塔は年中無休で午前 9 時から午後 9 時まで開かれているのでエレベータはこの間連続運転されている。

実際にどの位の乗客をエレベータが運ぶかを今年の 10 月実測した。その日は平日で、天気は快晴であった。1 号機の方は地上階で 2, 3 号機の方は展望台でエレベータに乗る人数と降る人数を数えた。9 図はその状況を図示してある。縦軸の上側は塔へ登る人数下側は降りる人数である。横軸はエレベータが地上階、および展望台を出発した時刻を取った。したがって線の間隔が一周運転時間を表わすことになる。同図の 1 号機の方の乗客の数が不規則なのはエレベータの乗場が満員になると回りの階段から歩いて昇降するためであった。2, 3 号機の方は 10 時頃までは登るお客ばかりであるが、それ以後は昇降とも定員を乗せて上下している。1 号機の方の定員は 20 名、2, 3 号機は 16 名である。

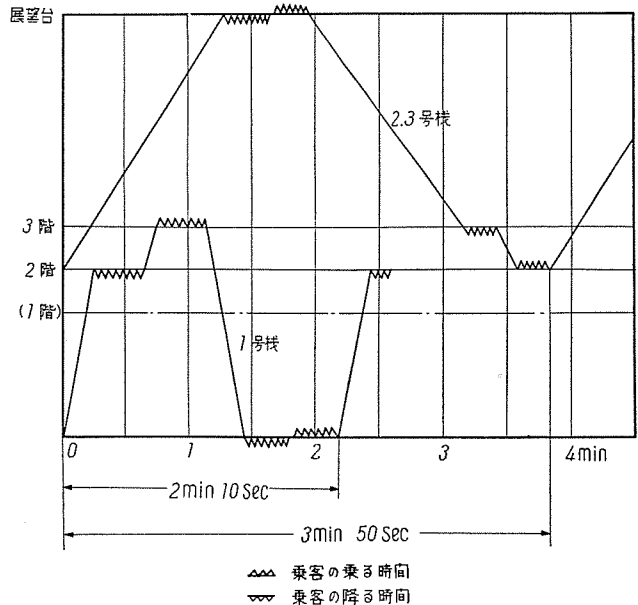
エレベータの定員を運ぶ場合の一周期の所要時間は

特殊エレベータ・向井・武長



9 図 乗客の実況測定図

Fig. 9. Actual measurement of the number of passengers.



10 図 エレベータの一周時間

Fig. 10. Round trip time of the elevator.

10 図のようになる。すなわち 1 号機は 2 分 10 秒、2, 3 号機は 3 分 50 秒になる。1 階は通常の場合は止らない。

5. むすび

名古屋テレビ塔に設置したエレベータの特異点と構造性能を述べた。このエレベータは観光客が地上 90 m の高所にある展望台まで老人や子供でも気軽に登り得られること、エレベータのカゴ内から広幅のガラス窓越しに四方の下界が可動的に見物できること、露天のエレベータであっても強風の時以外天候のいかんにかかわらず運転ができる。

これらの特長を持っていてかつ本文詳述の性能を持ったエレベータはわが国においては始めてであるのでご紹介したが、今後この種のエレベータの設置計画の多少のご参考ともなりご理解とご援助を切望する次第である。

II. 大型貨物エレベータ

1. まえがき

従来大型エレベータとしては車両用と特殊作業用等の用途のものに限られていたが最近工場の建物も立体的に伸びた鉄骨コンクリート構造となって、貨物エレベータの需要が多くなってきた。とくに貨物の運搬には運搬車と共に荷物を積み込む方が能率的であり、工業生産機種範囲も広がってきて貨物エレベータの容量も逐次大型化している。

大型貨物エレベータは停止階数も 3~4 階以下のものが大部分であるのでカゴの速度は 45 m/min 以下の低速であり、操作方式も複雑なものを必要としないが容量とカゴの大きさによる各部構造はとくに充分考慮せねばならぬ点であり、設計・製作・据付には経験と技術と設備を要する。

以下大型貨物エレベータの構造と特長を述べる。

2. 駆動方式

貨物エレベータの駆動方式は乗用エレベータのばあいと同じく巻上電動機の種類と同時に速度制御の方式によって、交流式と可変電圧歯車式とがあり、ローピングは懸吊荷重が大きくなるので 2:1 ローピングが採用される。1:1 のローピングに対して 2:1 ローピングの有利な点はおのおののツナが受けもつ荷重が 1/2 になるからツナの径が小さくてすみ同時にツナ車の径も小さく巻上機の懸吊荷重も 1/2 とすることができて機械室の占有面積を小さくできる。11 図は 2:1 ツナカケの説明図である。

交流式とは巻上機に交流誘導電動機を用い速度制御には抵抗法を用いる。さらに交流 1 段速度のものと 2 段速度のものが使われる。可変電圧式とは巻上用電動機に直流電動機を用いその速度制御には別に設けた発電機の電圧を変化せしめて行うものである。とくに大容量の貨物エレベータで電動機馬力が 30 HP 以上の時には可変電圧

式を用いるのが性能上はもちろん経済的にも有利である。

3. 操作方式

エレベータ操作方式には種々あるが貨物エレベータの場合にはほぼつぎの 4 種が用いられる。詳細については本誌 18 頁“最近の三菱エレベータの標準”の項を参照願いたい。

(1) カースイッチ

もっとも簡単な運転手による操作の方式で、床合せは運転手の熟練による。

(2) カースイッチ自動着床

運転手による操作方式であるが、インダクタ方式によって自動的に床合せが行われるものである。

(3) シングルオートマチック

運転手なしの自動エレベータでカゴ内釦または乗場釦によって起動し、目的階で自動的に停止する。運転中は他の呼びに応えない。

(4) カースイッチシングルジュール

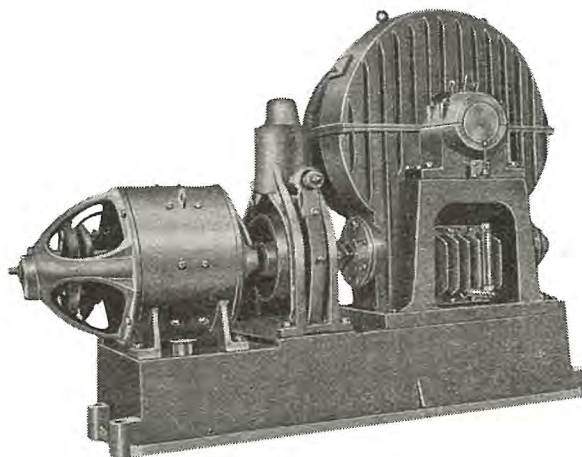
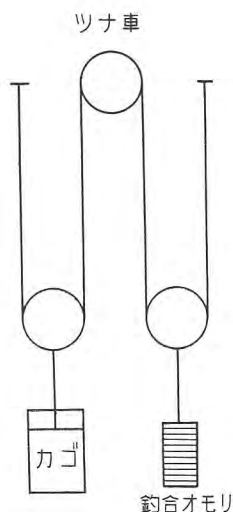
通常は運転手のついている方式 (2) により、閑散時には (3) のシングルオートマチックに切り換える方式である。

4. 各部の構造

ア. 巻上機

容量がほぼ 4,000 kg 位の貨物エレベータは乗用の大型の場合に使用する巻上機を 2:1 のツナカケにすることによって行うことができる。この場合の巻上機は乗用の場合と同じであるからその特長等については乗用の項で参照願いたい。容量がさらに大きくなると歯車部分・ツナ車・ブレーキ等の部分はさらに大型になってくる。12 図に示す巻上機は当社で製作したエレベータ用のもっとも大きなもので、容量 10,000 kg、定格速度 40 m/min、巻上用電動機は 100 HP のものである。この巻上機は他の小容量の歯車式のものと同じく減速装置としてウォームとウォーム・ギヤーによっているが、小容量の

11 図 2:1 ローピング
Fig. 11. 2:1 Roping.



12 図 EM-900 型巻上機
Fig. 12. Traction machine.

場合には電動機、ブレーキがすべて歯車箱に一体となって組立てられているのに対して、同一ベッド上に歯車部分・ブレーキ部分・電動機部分の3つが組立てられている。

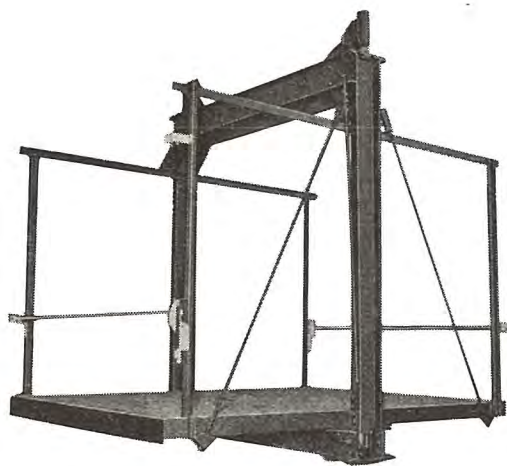
ウォーム・ギヤーを使用しているので占有面積は少く運転が静かに行われる。滑り速度が高く歯の面圧も多くなるので、ウォームの浸っている潤滑油の温度が上昇しないようにとくに歯車箱には多数の放熱面を付してある。また他の巻上機と同様に歯車の中心距離を変化できる構造になっているから、長年使用した後に背隙（バックラッシュ）が多くなれば調整して歯当りを良くすることが可能である。かつツナ車の主軸には全懸吊荷重が掛かるので径を大きくして充分な剛性を与えている。

ブレーキ部分も他の巻上機と同じくシュアの面積をできるだけ大きくとってあるから、単位面積当りの圧力が低く、円滑に作動させることができ、シュアの裏張りのアスベストの寿命も長い。巻上電動機とは携み接手をかねるこのブレーキ車によって連結されている。図の巻上電動機は 100 HP の直流電動機である。

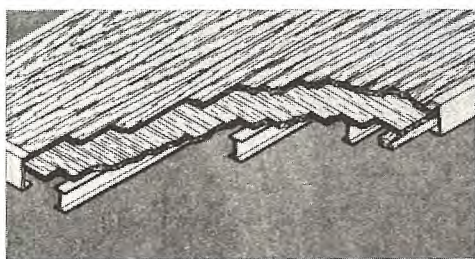
イ. カゴ

(1) カゴ枠

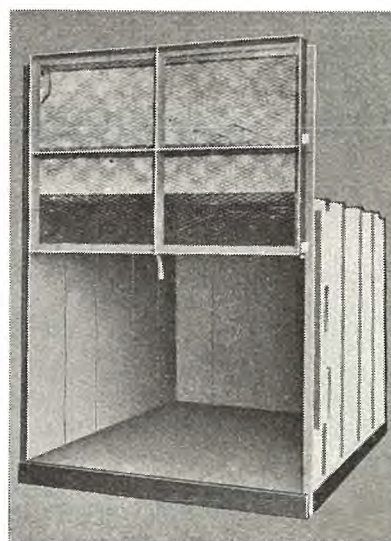
カゴ枠はカゴ床、カゴ室を支持し巻上ツナによって懸吊される。構造は多くの場合 13 図に示すように一對の溝型鋼の上はりと下はり、両側の縦の柱およびそれらを取付ける目板によって矩形枠が構成される。上はりには



13 図 カゴ枠および床
Fig. 13. Sling and platform.



14 図 カゴ床
Fig. 14. Platform.



15 図 カゴ室
Fig. 15. Car.

2:1 ツナカケのための 2 個の 90° 巻きの吊り車が取付けられ、下はりには後述する非常止が設置される。カゴ床は下はりの上に乗る、4 隅を図で示すように頑丈な丸鋼のナナメ控によって支持されている。

(2) カゴ床

カゴ床は使用目的に合致するよう製作される。カゴ床は 14 図に示すように溝型鋼の枠組と、密に並んで置かれた I 型鋼または溝型鋼の床はりとからなり、集中荷重に耐えるようすべて一体に溶接される。床面は図のように堅木の 2 重張りにする場合と、鋼板を直接枠組に取付ける場合がある。

(3) カゴ室カゴの戸

大型貨物エレベータでは出入口幅が広いことが望ましいので、出入口はカゴ室幅一杯にとり、カゴ室の高さは出入口の高さと同じにつくられる。15 図は貨物エレベータのカゴ室である。操作盤や照明器具類は壁面より凹ませて取付けてあるから、荷の積降しの邪魔になったり、そのため損傷をうけることはない。

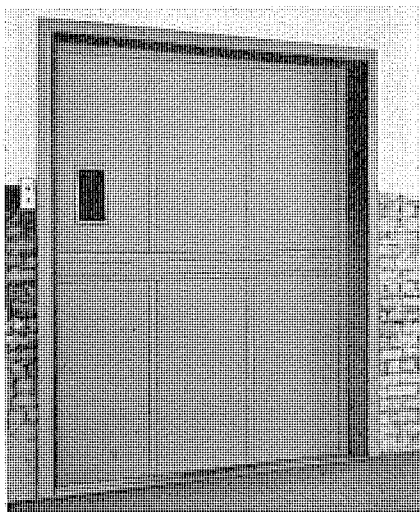
壁板は仕上鋼板を用い端を折り曲げ、裏面は山形鋼で適当に補強されカゴ床、カゴ枠に固定される。また荷の運搬に車を使う時は当り板を適当な高さに設けて壁を保護する。

出入口側は高さ 1.8 m の金網製のカゴの戸を設ける。この戸は鈎合オモリ付でカゴ壁に取付けられたレールに沿って上下する。簡単な水平の 2 折パイプ、いわゆる安全棒も時には用いられる。いずれの場合にも戸締スイッチが設けられ戸または棒が閉じた位置にないとエレベータは運転できないようになっている。

(4) 乗場

エレベータの乗場は昇降路壁または鉄塔に取付けられ三方枠とシキイおよび戸からできている。大型エレベータでは特殊事情のため種々の形式がある。

昇降路の防火上と安全の上から当社が推奨しているの



16 図 乗場
Fig. 16. Horstway door.

は互に釣合った2つ割り上下戸で、16 図は乗場側から見た図である。上下の各戸は山形鋼で補強された鋼板であり、上の戸には覗き窓をつける。上下の戸は電動戸閉装置によって自動的に開閉する。戸にはインタロック装置がついていて戸が完全に閉じて施錠されなければエレベータは運転できない。

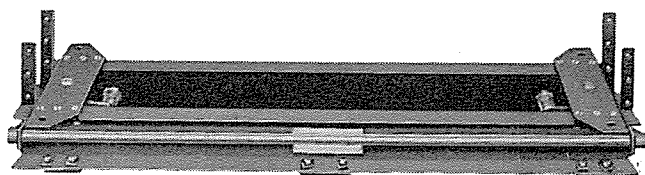
停止箇所が2箇所の場合にはカゴの昇降による動きと連動する蹴上げ蹴下げ戸が用いられる。

(5) 安全装置

エレベータの安全装置は一般用エレベータの場合と同様に種々設置される。17 図は大型貨物エレベータに使用される非常止めである。この非常止は定格速度が 45 m/min 以下の時に使用される早引き非常止めで、機械室に設置された調速機とともにカゴが過速した場合にカゴを直ちに停止させる。クワエ金はピボットピンを中心として動き得る。このため非常止が作動してカゴを止める力は滑り子やカゴ枠やレールにも歪を起さないで、作動が確実でありしかも作用後の調整が容易である。クワエ金が固定式のものに対してレールとのすきまを充分大きくとることができるから、滑り子が摩耗した場合クワエ金がレールをすったりすることがない。レバー機構も簡単なのでクワエ金の各コロが確実に同時に作用する。

この非常止はツナが切断して自由落下になった場合には調速機的作用とは無関係にコロが作用してカゴを停止せしめる。

昇降路の下にはカゴ、釣合オモリ側に速度、重量に適



17 図 早引き非常止
Fig. 17. Instantaneous emergency brake.

合した大きなばね式緩衝器が設けられている。

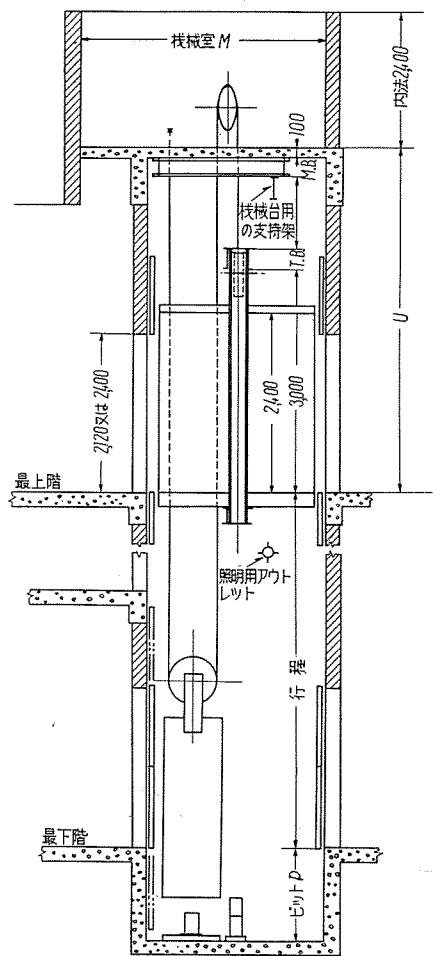
(6) ガイドレール

ガイドレールは昇降路全高にわたってカゴ側と釣合オモリ側とに2組設けられ、その昇降を案内すると同時に、非常止が作用した時レールには瞬間強大な力がかかるのでガイドレールは懸吊荷重に適した強さを持っている必要がある。カゴ側の懸吊荷重が 6,800 kg まではエレベータレール 24 kg を使用しているが、それ以上になる場合にはエレベータレールの大型のサイズのものが必要で、国では得られないので、当社では鉄道用の 50 kg レールの上面、側面を機械加工しかつ接目をホゾ接ぎとして使用している。

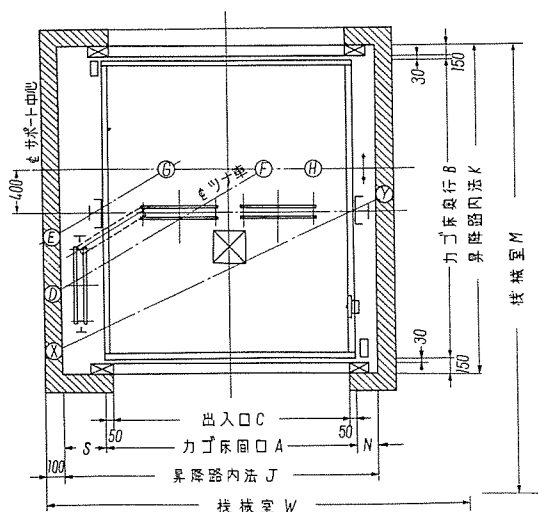
カゴ床の長い大型貨物エレベータでは荷の積降による大きな推力がかかるので、レールの取付は充分強固にし、スパンの間隔を充分密にしてある。

5. 標準据付図および設置例

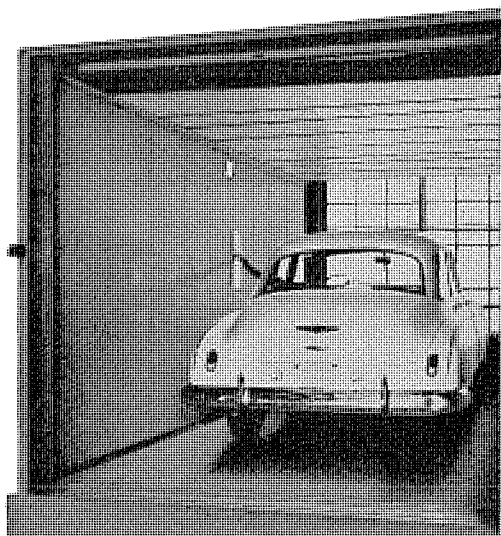
大型貨物エレベータは特殊な用途に用いられる場合が多く、かつ設置も種々の制約があるので標準を示すことは困難である。しかしながら少しでも需要家側のご参考となるように将来当社が標準にしたいと考えている 2, 3 の例を記述する。18, 19 図は貨物エレベータ 2:1 ツナ



18 図 昇降路側断面図
Fig. 18. Elevation of horstway.



19 図 昇降路平面図
Fig. 19. Plan of hoistway.



20 図 自動車エレベータ
Fig. 20. Elevator for motor-car.

1 表 18 図 19 図に対する付表

容 量 kg	速度 m/min	寸 法 mm											荷 重 kg						
		A	B	C	J	K	S	N	P	U	M	W	D	E	F	G	H	X	Y
2700	20	2500	3000	2400	3200	3300	500	200	1450	4900	4200	3400	5900	3100	4800	2600	0	3000	3300
	3600		3900			6000							3200	4800	2700	0	3100	3800	
3600	20	2500	3000	2400	3300	3300	550	250	1700	5000	4200	3500	6700	3700	3400	3300	3300	3300	3900
	3600		3900			6900							3800	3500	3400	3400	3400	4100	
4500	20	2500	3600	2400	3300	3900	550	250	1700	5100	4200	3600	7000	4600	4100	3600	3800	4400	5000
		3100	4200	3000	3900	4500							7900	5200	4200	3600	4300	4900	5100
5000 以上特殊																			

2 表 大型貨物エレベーター一覧表

納 入 先	容量 kg	速度 m/min	方 式	制 御	停止箇所	巻上電動機馬力	用 途
大 阪 市 役 所	9000	40	可変電圧歯車式	カゴ鉤	2	直流 100	乗用車, トラックその他人車の運搬
門 司 鉄 道 局	6000	40	"	押 鉤	5	" 60	人員, トロッコの運搬
"	5000	50	"	"	3	" 60	同 上
三 菱 倉 庫(神 戸)	4500	30	交流 1 段	カゴ鉤	4	交流 30	荷物の運搬
日 興 証 券(東 京)	3500	15	交流 2 段	押 鉤	2	交流 20	乗用車運搬
電 々 公 社(名 古 屋)	10000	10	交流 1 段	押 鉤	2	交流 30	貨物自動車運搬
伊 藤 忠 商 事(東 京)	3500	20	交流 2 段	押 鉤	4	交流 20	乗用車運搬
住 友 金 属(尼 崎)	3500	30	交流 2 段	押 鉤	3	交流 25	貨物運搬
旭 ガ ラ ス(尼 崎)	5000	20	交流 2 段	押 鉤	3	交流 25	同 上
" (鶴 見)	4000	15	交流 2 段	カゴ鉤	2	交流 25	同 上

カケの場合である。ガイドレール、釣合オモリのためのスペースが乗用の場合に比して大きくなる。図示どおりの寸法の場合にはソラセ車は不要である。巻上機台およびツナ止め用のはりを支えるサポートを建築時に図示の位置に設定していただきたい。各支持点の荷重は 1 表に示してあるが、この荷重の中には動荷重に対する考慮はすでに計算に入っている。ただしコンクリートスラブの重量は入っていない。

容量 5,000 kg 以上の場合は諸寸法はすべて特殊とな

特殊エレベータ・向井・武長

る。

当社のこれまで製作した大容量の貨物エレベータの 2, 3 の例を 2 表に掲げてある。20 図は自動車エレベータの一例である。

6. むすび

大型貨物エレベータはまだ一般的に数多くは用いられていないが適所に設置してご使用願うときは便利な点が多々あるので充分ご理解いただいて利用ねがいたい。

立山ケーブルカーが竣工するまで

立山開発鉄道株式会社工務課長

本 多 文 一

Till the Completion of Tateyama Cable Railway

Fumikatsu HONDA

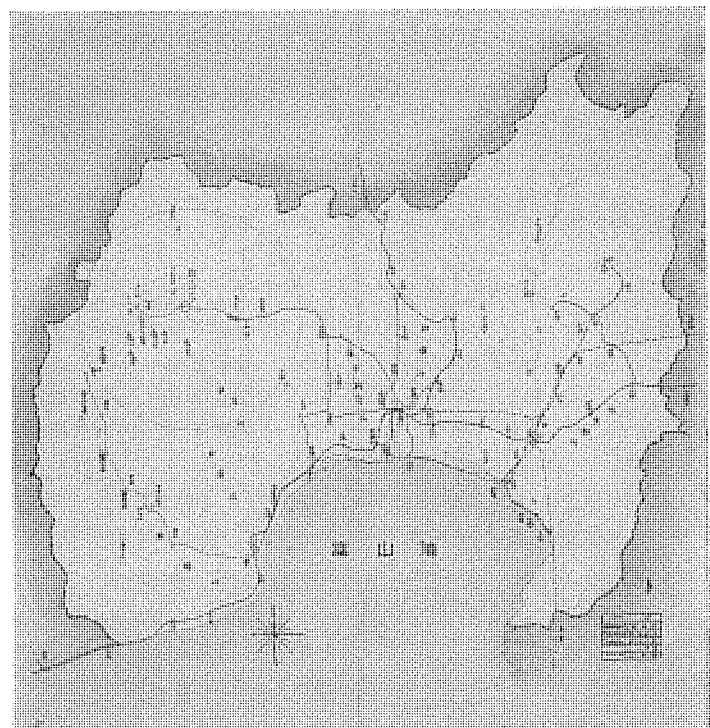
Tateyama Development Railway Company

For the purpose of realizing a part of grand ideal to make vertical expansion into unexploited regions, the Tateyama Development Railway Company has been established to lay cable railway having such a steep gradient as 560% on the snow clad mountain ranges of Tateyama. An epochal feature of the undertaking is to run trailers together with passenger cable cars to carry up machines and materials for the development of mountain districts. Of a number of painstaking efforts in the design, emergency brakes stand out conspicuous with their special devices.

1. ま え が き

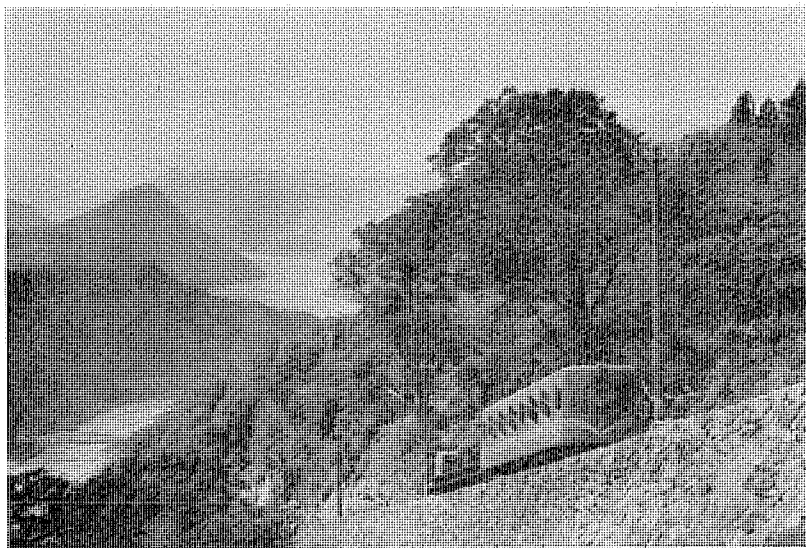
会社成立の沿革

立山連峰は本州中央山脈の脊梁をなし、これを源とする常願寺、黒部の兩大川は急流豊水、きわめて豊富な電力資源を包蔵する反面、災害もまたこれに随伴して水源地帯の荒廃甚だしきものがある。昭和26年度富山県県土総合開発事業の一環として立山山岳地帯開発の方針が策定せられて、治山治水に併せて奥地電力資源の急速なる開発、ならびに地下資源開発による殖産興業を促進すると共に富山県の誇るべき立山を主峰とする3,000 m級の群山連峯とこれに連なる広茫500万坪にわたる弥陀ヶ原高原、四季おりおりの大景観（とくに5月新緑下のスキーはわが国において比を絶するものである）を天下に紹介して、遠く観光客を誘致すると共に、閉ざされた郷土の大自然を県民一般に開放して質実剛健の気風の涵養に資するなどのため、これら開発目的達成の基本方策として立山山岳地帯に近代交通施設を整備しようという趣旨の下に昭和26年12月から数次にわたり、県内有志の懇談会が持たれ、官民の熱心な支持を得て急速に進行して昭和27年4月



1 図 立山山岳地帯総合開発計画図

Fig. 1. Map for Tateyama mountain range projection.



2 図 立山ケーブル完成写真

Fig. 2. Tateyama cableway completed.

1 日をもって立山開発鉄道株式会社の成立を見るに至ったのである。

2. 当初計画の基本と本ケーブルの特色

計画の基本として 運転可能期間を 3 月から 11 月としこの間の輸送可能量は旅客 20 万人夏期最盛期には 1 日平均 2,500 人（上り）貨物 1 日最大 100 t（上り）輸送を基本とし、これを十二分に達成するため客車および付随車の容量ならびに運転方法をつぎのように考えた。

(1) 客車

型式	半鋼製 4 輪索引車	自重 9.5 t
容積	定員 80 人	最大 120 人

(2) 付随車

型式	4 輪鋼製貨車	自重 5.8 t
積載貨物の	セメント	120 袋
種別および量	砂およびバラス(袋詰)	5 m ³
	トラックまたはバス 1 両	自重 6.3 t

(3) 運転方法

運行速度	2.5 m/sec
最大運行回数	旅客輸送
	1 時間 4.5 回(上り)
	〃 4.5 回(下り)
	貨物輸送
	〃 2 回(上り)
	〃 2 回(下り)
付随車を連結し貨物輸送を行う場合には旅客は取扱わない。	

現在わが国におけるケーブルカーはすべて観光客の輸送のみを目的とするが、本ケーブルカーは観光客のほかに各種資源開発の先駆交通線として、旅客および貨物を併せて輸送せんとする目的であるため全国的

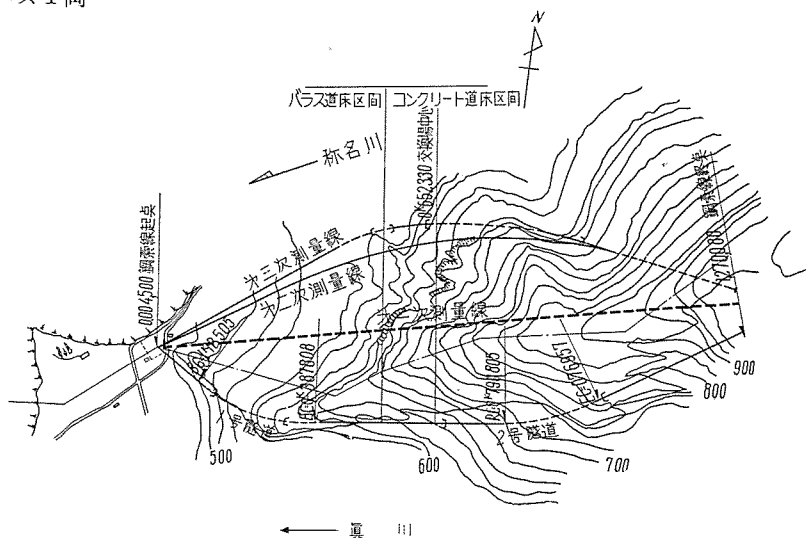
立山ケーブルカーが竣工するまで・本多

に類例を見ない施設を要するので、現地の路線決定に関し勾配と輸送力および運転可能期間等の諸条件を経済的に結び付けるためあらゆる角度の検討を要し、路線の延長僅々 1 km 余ながら路線決定測量に約 1 年間も日子を費した。また設計部面に対しても貨物輸送という特殊性を生かすため全国的に類例のない付随車牽引に関し連結の方法および制動方法等鋼索鉄道界における画期的工法を生み出すため監督官庁の指導はもちろん、三菱電機・汽車東京・三菱三原および日本信号等大メーカの献身的研究を需めた次第である。筆者が昭和 26 年 9 月上旬親会社富山地方鉄道より現地に派遣されて千古斧鉞のはいらない原始林に分け入り路線選定測量に着手、相次ぐ人夫の負傷にも

撓ゆまず、また立山山麓特有の降雨降雪の悪気象条件に阻まれながら、幾つもの方線調査の結果、最終ルートを決めたのは翌年 8 月上旬であった。それより息付く暇もなく実施設計を樹て同年 11 月 21 日を期し線路土木工事に着手、約 1 年 8 箇月余の日子を費して昭和 29 年 8 月 11 日、竣工監査も終り終戦後における新設ケーブルカーの第 1 号となった。この間現地建設所長として筆舌に尽くし難い種々の難関に逢いながら、瘦軀に鞭打ち南北戦争時を画いたアメリカ映画「西北への道」の指揮官の苦衷を想起しつつ大過なく工事を竣工せしめることのできたことを喜ぶと共に当時の追憶を新たにすることである。

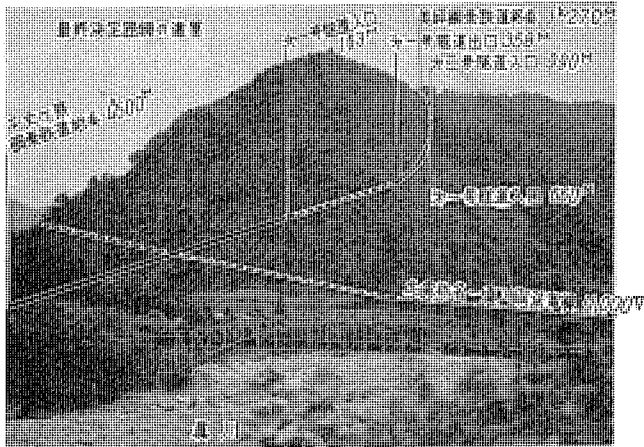
なお本ケーブルの特色は

- (1) 貨物輸送の要請に応え得るよう付随貨車の連結開放を自由にし立山総合開発計画事業の基本施設としたこと。



3 図 立山ケーブルカー路線平面図

Fig. 3. Map of Tateyama cable car projection.



4 図 最終決定路線遠望

Fig. 4. Finally determinal track.

- (2) 車両の制動装置は従来の純機械的制動方式を止め、わが国初めての空気連動油圧制動方式を採用し保安度を高めたこと。
- (3) 信号保安装置には高周波誘導無電方式を採用、走行中の車両より自由に山頂巻揚所の巻揚機械を停止せしめることおよび走行中、自由に両者間の電話合図を行い同時通話ができるようにしたこと。
- (4) ロープの安全度を高めるため、丸鋼線三角心を使用したことなどである。

3. 路線の選定

各種調査および建設工事を通じてもっとも心労多く無駄な日子を費したのは路線の選定であった。勾配と輸送力および運転可能期間と建設費の諸条件を経済的に合致せしめるためにつぎの要素を考慮した。すなわち

- (1) 官庁の意向として現在の機械的制動機の制動力から推して最急勾配を 600/1,000 以下に押えた方がよい。
- (2) 線路の縦断形状として山頂と麓の勾配の和は直線勾配の 2 倍に近い拋物線状の地形が良い。
- (3) 使用ロープの最大径はなるべく 42 mm 以内が望ましい。これは 42 mm 以上で長さ 1 km 以上になると均質な材質の素線が得難いこと、麻心を中心とするストランド(素線の撚り縄)の組成が崩れ易いという理由からである。
- (4) 最大負荷状態と考えられる(客車自重+乗客 120 人)+付随車自重=22.5t における輸送力すなわち索引力が充分に得られること。
- (5) 盛土は高くなると圧密沈下量が大きく、軌道が局部的に下下してロープの浮上り逸脱の原因となるから 3 m 以内に押えること。
- (6) なるべく陽当りの良好な南側斜面を縫った方が立山のように丈余の積雪寒冷地帯では融雪を早め運転可能期間を約 1 箇月長くすることができる。

なお竣工後、巻揚機および車両の制動試験ならびに営業運転の結果から推して将来の路線選定には上記のほか

にさらに必須条件としてつぎのことを考慮する必要があると思われる。

- (a) 平面曲線中には極力、縦断面曲線の挿入を避けること。これはロープに設計以上の異常テンションが働いた場合、平面曲線の円心方向のスラストと鉛直方向の浮上力との合成力(上向)により線路遊車から脱輪し易いからで、もし地形上やむを得ない場合、縦断面曲線の水平長算定には充分余裕を見込むべきである。すなわち

$$L=2l=\frac{fT \cos \beta (\tan \alpha - \tan \beta)}{p[1+1/8(\tan \alpha + \tan \beta)^2]}$$

ここで

f =(ロープの張力+衝撃によるロープ張力)の係数
直線区間では普通 1.5 であるが 2~2.5 倍位を採りたい。立山では 1.60~1.70

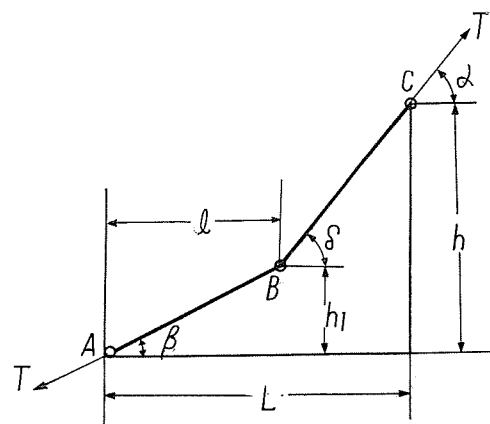
T =ある任意の箇所の最大負荷状態におけるロープの最大張力

p =ロープの単位長重量

- (b) 平面曲線の半径は車両の軸距との相対的関連もあるが 400 m 以上に採りたいものである。現在立山の半径 300 m の曲線部では乗心地かならずしも良好とはいえずしかもブレーキ、シューの摩耗減損が不同のため、レールとの間隙調整保持に非常な労力を費している。

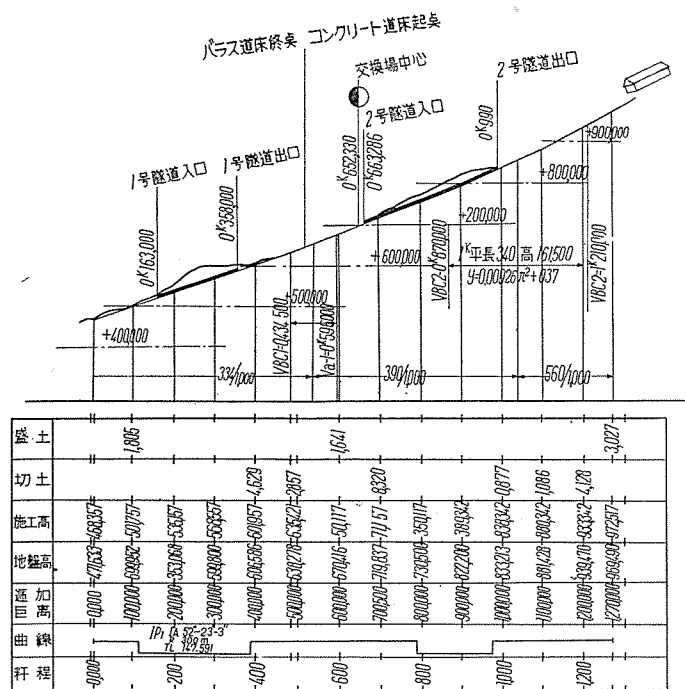
さて昭和 26 年 9 月上旬入山と同時に陸地測量部五万分の一拡大地図および北陸電力会社の三千分の一地図を唯一の指標として原始林を伐採したが、図面が杜撰過ぎてか、縦断測量を繰り返すこと第一次より第三次まで、共に陽当りの悪い北向きの称名川斜面ばかりで比較的短距離ではあるが地勢峻嶮、勾配急にして輸送力は得られず、相当長の橋梁あり隧道ありで巨額の工事費は免がれず、かつその割に線路の縦断形状は理想的でなく、運輸省へ計ったところ再考を求められた。

そこで水平距離をもっと延ばし山麓勾配をより急に、反対に山頂勾配を緩にしたルートを発見すべく運輸省安藤技官の現地視察等の協力を得て、南側の真川斜面を大きく迂回する案をたてた。前のように杜撰な拡大地図に

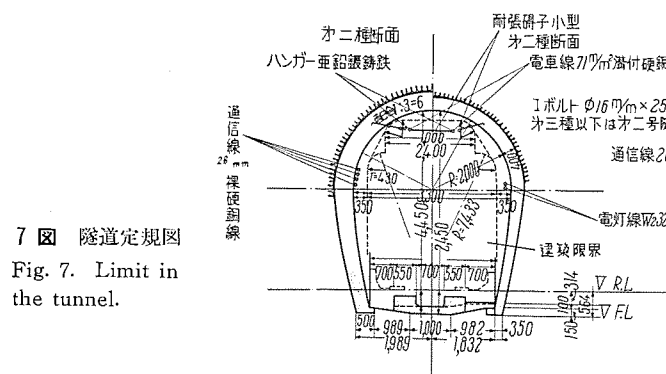


5 図 縦断面曲線の水平長

Fig. 5. Horizontal length of vertical curves.



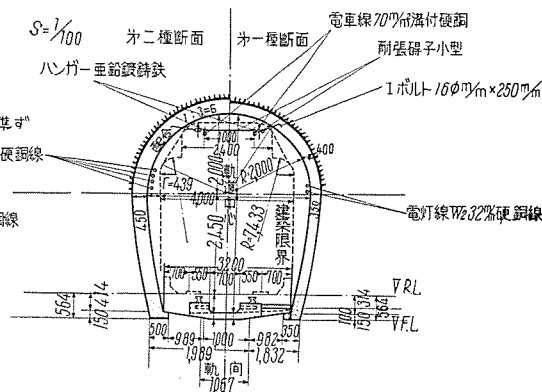
6 図 立山ケーブルカー軌道縦断面図
Fig. 6. Profile of Tateyama cableway.



7 図 隧道定規図
Fig. 7. Limit in the tunnel.

- コンクリート区間
水平長 986 m
パラスト区間
" 320 m
- (5) 軌 間 1,067 mm
(6) 曲線半径 第一号隧道内 300 m
中間行違所分岐 360 m
第二号隧道内 400 m
(7) 隧 道

a. 掘穿 高 7'×幅 8' の底設導坑をまず
巻立 掘進, 50 m 位進行すると中割の
掘穿, 引き続き頂設導坑の掘進
を行い丸型に取り掛る. 丸型が
20 m 位進むとその 後から追う
ようにして 5 尺間隔にセントル
を組み上木を張ってコンクリ
ートを打込み拱型を巻立る方法す
なわち逆巻方式を採用した. こ
の方式は立山のように土被り浅
く風化が進んで断層や裂隙の多



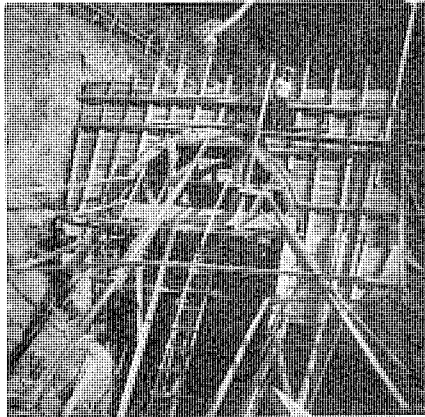
頼るのを避けて旧登山道沿いにトラバース測量で骨格を組み
み, 全区間を 20~30 m 間隔に区切り精密な等高線測量
を行い, 縮尺 1/1,000 の等高線図から図上ルートを探る,
これを現地に設定して一部変更の上, 最終決定したのが
現在の路線である。

4. 軌 道

- (1) 線 路 亘 長 水平長 1,272 m
傾斜長 1,371 m
(2) 両端高低差 505 m
(3) 勾 配 最急 560/1,000 (29°15')
中間 390/1,000 (21°18')
最緩 334/1,000 (18°28')
平均 447/1,000 (24°05')
(4) 道 床 運輸省の鋼索鉄道建設規程内規に
より勾配 350/1,000 以上をコン
クリート道床区間とし, それ以下を
パラスト区間とす。

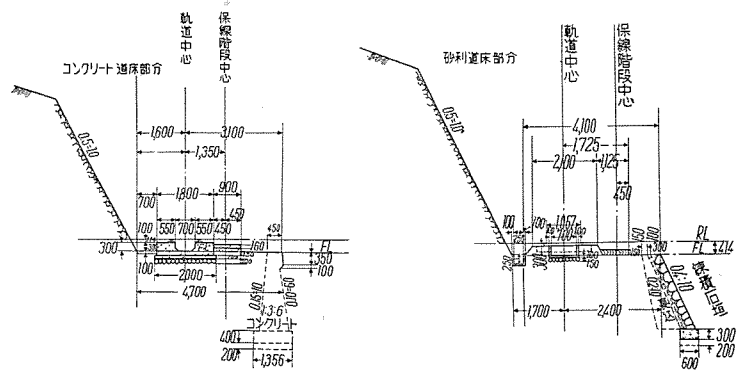
い軟弱岩質には非常に適応したと思わ
れる。

- b. 第一号隧道 斜長 206 m 勾配 334/1,000
岩質は花崗片磨岩または石英斑岩の風
化の進んだものであったが桜印 125 g
ダイナマイトを隧道掘穿量 1 m³ 当り
平均 1 kg 位使用した。
拱の巻厚 40, 50, 60 および 70 cm
側壁の厚 25 および 30 cm
巻立進行速度 1.0 m/日
c. 第二号隧道 斜長 351 m 勾配 390/1,000
450/1,000
岩質は火山灰・火山砂・輝石安山岩お
よび凝灰質安山岩の順序で山頂に向っ
ていた. 使用 ダイナマイト量は 1 m³
当り平均 0.8 kg 位使用した。
拱の巻厚 30, 40, 45, 50 および 60 cm
側壁の厚 25, 30 および 35 cm



8 図 トンネル入口

Fig. 8. Tunnel entrance.



9 図 軌道構造図

Fig. 9. Construction of track.

- 巻立進行速度 1.6 m/日
- (8) 軌条 I 形型 29.76 kg/m 15 m 長
底幅 109 mm 頭部幅 57 mm
高さ 114 mm
八幡製鉄所圧延加工特高型特殊軌条

- (9) 枕木 a. 木枕木(バラスト道床用)
140×200×1,800
軌条1 著当 17 梃使用
- b. 鉄枕木(コンクリート道床用)
端末用 ∠150×90×12×1,600
2 梃使用
中間用 ∠125×90×10×1,600
15 梃使用

- (10) 軌道構造
- a. バラスト道床 施工基面幅 4.10m
道床敷幅 2.82 〃
道床天端幅 2.10 〃
道床厚 0.30 〃
保線用歩道幅 0.95 〃
- b. コンクリート道床 施工基面幅 築堤箇所 4.70 〃
〃 切取箇所 3.80 〃
道床幅 1.80 〃
道床厚 0.45 〃
山側排水溝幅 0.70 〃
保線用歩道階段幅 0.90 〃

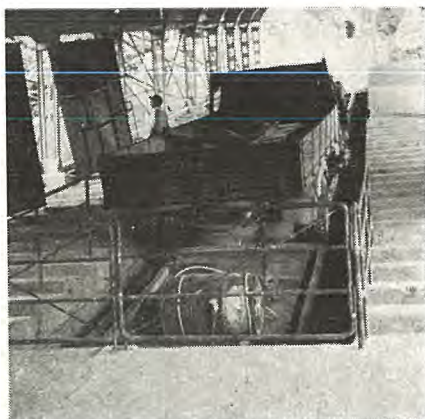
- c. 軌条継目固定支台および中間固定脚工
バラスト道床区間には軌条継目毎にコンクリート造の固定支台を堅固な地盤まで掘下げて築造し、軌条の匄進移動を防止する。
幅 1.80 m 長 0.86 m 高 0.60~1.20 m
コンクリート道床区間の軌条継目毎に固定支台を、盛土箇所は圧密沈下による軌道の扛下を防ぐため 5 m 間隔に中間固定脚を在来地肌から築造し、その上に鉄筋コンクリート版の道床工を載せ、あたかも土中の橋桁のようにする。

- 固定支台 幅 1.80 m 長 0.90 m 高 0.60~1.80 m
中間固定脚工 幅 1.80 m 長 0.60 m 高 1.20~2.40 m

- (11) 軌道縦断面
最大負荷状態である 22.5 t を牽引しても絶対にロープの浮上りによる脱索を防ぐため、勾配の変換点には縦断面曲線を挿入し、全体としてほぼ拋物線状をなす。

- (12) 線路遊車
線路遊車の導輪はロープ (プリンネル硬度 240) を損傷しない程度の硬度にすべく、炭素含有量 0.4% 以下、プリンネル硬度 170~220 の FC19 の材質に指定した。また導輪左右中心間隔は 200 mm を採用したがアングル、プーレの場合導輪軸受カバー止めねじの締直し等日常保守点検が困難であることが判明したのでロープ 42 mm 内外の場合には 220~240 mm 位にした方がよい。

- a. プレーン、プーレ
直線区間に設置、導輪はラジアルボールベアリング入直径 270 mm, フランジ先端径 340 mm, 設置間隔約 9.00 m
- b. アングル、プーレ
曲線区間に設置、導輪はラジアルおよびスラストボールベアリング入直径 300 mm, フランジ先端径 460 mm, 設置間隔 4.50 m または 5.03 m
- c. トング用プレーン、プーレ
分岐器トングに設置、導輪はラジアルボールベアリング入直径 270 mm, フランジ先端径 454 mm, 設置箇所は交換場の前後 2 箇所
- d. BC, EC 用プレーン、プーレ
曲線区間の始点および終点に設置、導輪はラジアルボールベアリング入直径 270 mm, フランジ先端径 454 mm, 設置箇所は 4 箇所
- e. S, C 用シングルプレーン、プーレ
交換場内の反向曲線の切点に設置、導輪はラジアルボールベアリング入直径 270 mm, フランジ先



10 図 山麓駅で付随車にトラック積込
Fig. 10. Loading a truck on a trailer.

端径 420 mm, 設置箇所は 4 箇所

なお、アングル、プールの傾斜角は普通 60°, 50° とあるがロープに設計以上些少の異常張力が働いた場合でも脱索しないよう、円心方向のスラストと鉛直方向の浮上力との合成力に対し直角以上になるように導輪の傾斜角を決めるはもちろん、ロープ接触側のフランジの傾きも決めた方が実状に即するものと考えられる。

5. 車両制動方式

立山ケーブルカーのように積雪量も大きく勾配もなかなか強いのに貨物輸送という全国的に類例を見ないので車両制動方式にいかなるものを採用するかは非常に苦心をした。ここにテオドル・ベル改良型である空気連動油圧制動機を考案した根拠を掲げて参考にしたい。

(1) 迅速にして強力な制動力が得られること。

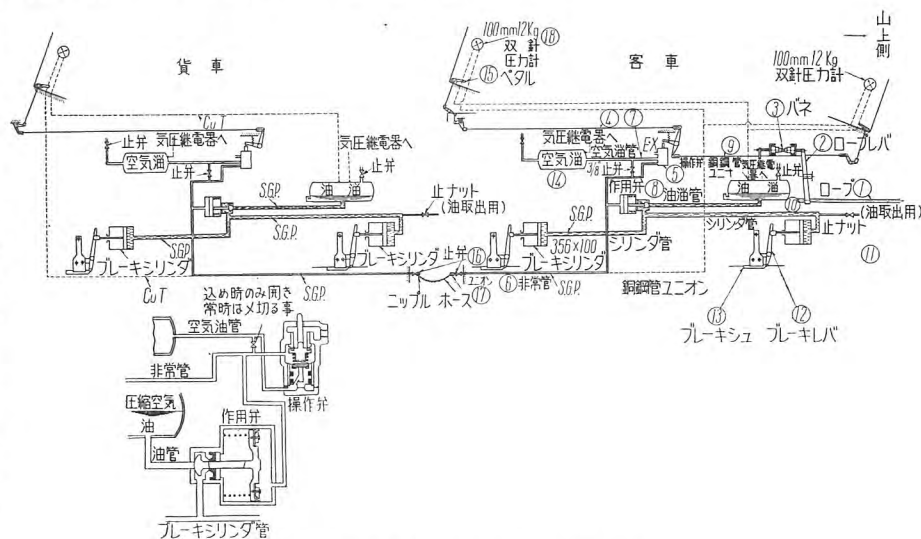
立山のような急勾配線路ではロープ切断等の際瞬間的に加速度が付き易く (560/1,000 勾配箇所では 0.3 秒間に定格速度 2.5 m/sec の約 60% 増 4 m/sec となる) ギーセライ、ベルンのように車輪の走行回転につれて機械的に作動するまで相当時間のかかる制動装置ではブレーキシューがレールに触れ始めてより完全停止まで 3.5 m 以上も走行する公算大きく瞬時にかけられない。しかもこの場合シューとレールより物凄い火花を発生し約 400~800°C の熱を帯び、シューが約 3 mm 深さまで溶融して鉛のような状態となり、粘着係数がいちじるしく減ずる結果強力な制動力が得られない。したがって車両

の落下回転に関係なく瞬時にして制動のかかる「テオドル・ベル」式の方が適当である。

しかし「テオドル・ベル」式にも大きな欠点がある。ブレーキシューホルダを作動させるには左右トングの間隔材をなしている「ブレーキ、ウエッジ」を引込めなければならぬ。この場合ウエッジの先端に取付けてあるブレーキクローキング・レバーの挺子作用を瞬時にして強力に推進させるようレバーの先端を圧押ししている「クローキングスプリング」(長さ約 1.9 m 環径 160 mm 素線径 42 mm) の動作が絶対的に完全であることが要請される。

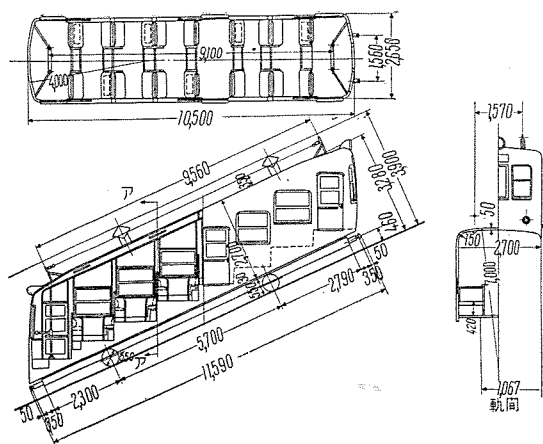
ところがこのように長さおよび径大きく、したがって抗張強度の大きなスプリングは容易に均質な材質のものが得られないという大きな欠点を蔵している。一般的にいて「発条鋼」製造の際もっとも注意を要する所は表面圧延疵の防止と表面脱炭の防止とである。ところがこの表面圧延疵および脱炭は 100% 一杯回避できず国産品においてとくにしかりである。立山ケーブルの場合計算上所要応張力約 55 kg/mm² という精度の高いスプリングを必要とし、破壊抗張強度 170 kg/mm² 以上耐疲労性、耐屈撓性が高くブリネル硬度 500 以上の Si-Mn-Cr かあるいは焼入の際、結晶粒の粗大化を防止するためにヴァナジウムを 0.2% 位加えたものを使用しなければならないが、このように優秀なものはなかなか製造できない。とくに立山ケーブルのような寒冷地帯では炭素の含有量 0.5% 以上のスプリング鋼は 0~-20°C 内外において急激にシャルピー衝撃値が低下し 1 kg m/cm² 位を示し -20°C では零に近くなって衝撃に対する抵抗力がほとんど無くなる。

以上の結果、勾配強く気温が -15°C 内外まで下降する立山ケーブルでは「テオドル・ベル式のクローキングスプリング」の作動部分だけを他の安全な装置に置換えるべきでなかろうか。



11 図 空気連動油圧ブレーキ装置説明図

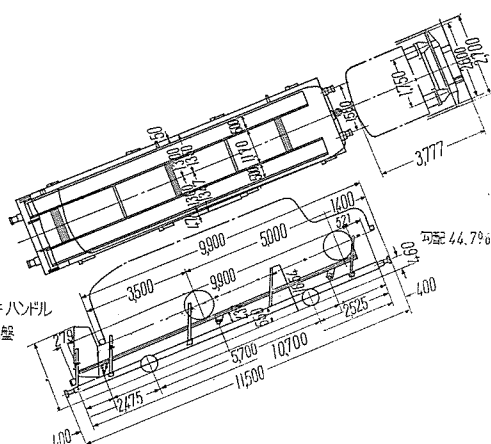
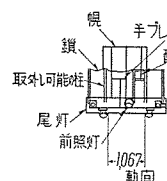
Fig. 11. Pneumatically operated oil pressure brake equipment.



12 図 半鋼製4輪客車

Fig. 12. Semi-steel, 4 wheeled passenger car.

(2) 連結運転の場合、客車付随車双方に制動機を取付けること。急勾配区間におけるロープ切断等の際、単車運転でさえも線路方向の転倒に対する抵抗モーメントは $\cos \theta$ の2乗の函数となりきわめて小さくなるのに、制動機を持たない付随車索引の場合には客車の転倒モーメントに付随車の減速度からくる慣性モーメントが加重されて、転覆の公算が大となる。したがって付随車にも制動機を付けて抵抗モーメントの倍加を計る必要があ

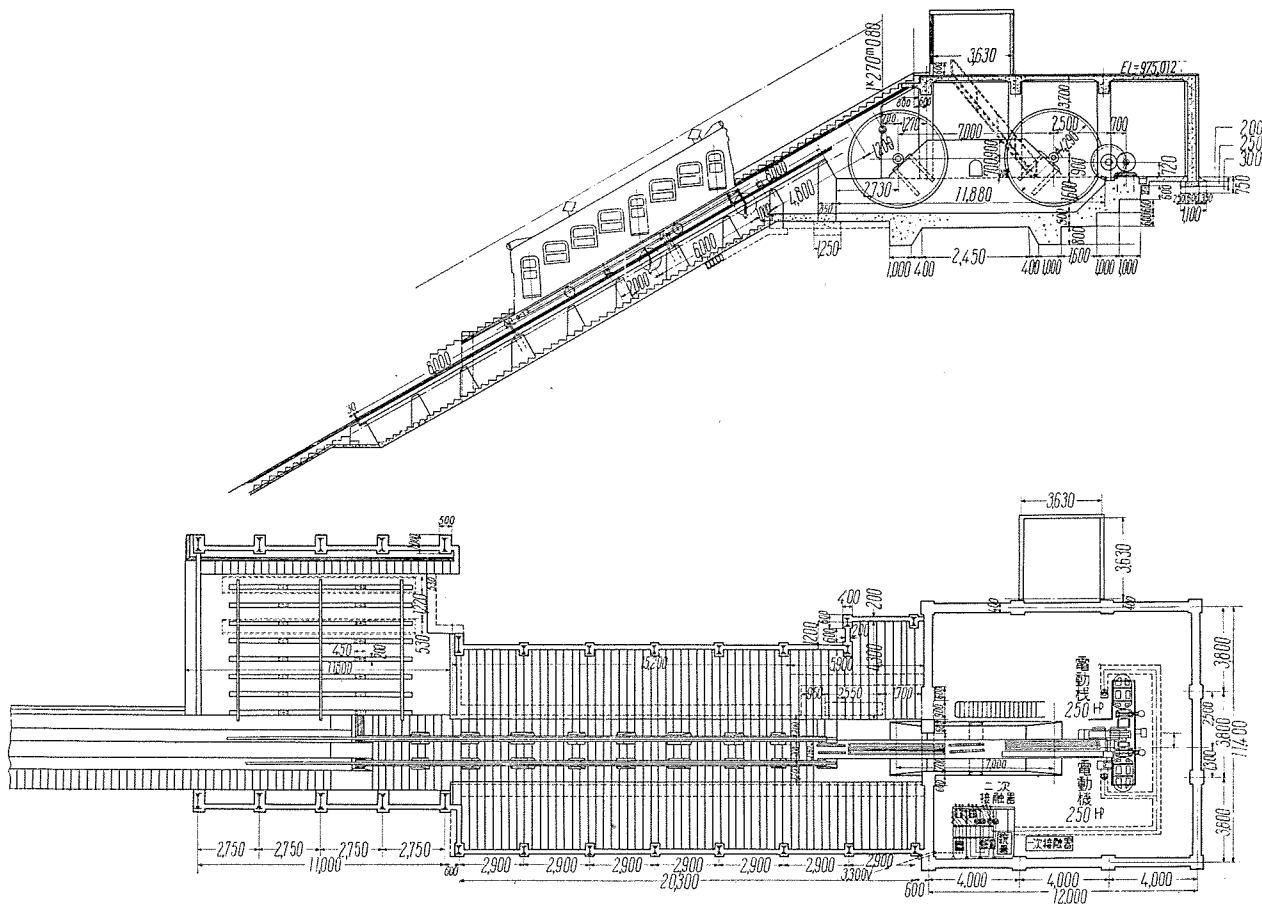


13 図 鋼製4輪付随車(貨車)

Fig. 13. Steel 4 wheeled trailer.

る。また連結運転の場合、客車のブレーキシューが発散する熱量は客車付随車の総重量と切断時走行速度の2乗との函数となり約 $500 \sim 1,000^{\circ}\text{C}$ の上昇を見、ブレーキシューが約 4 mm 以上の深さまで溶融することが予想される。この場合強力な制動力の得られないことは(1)項に述べたとおりである。

(3) 連結運転の場合ロープ切断時には客車付随車の



14 図 美女平停車場ホームおよび巻揚場所図

Fig. 14. Station platform and a site of winding mechanic.

制動機が同時に作動すること、なお分離した際にも双方のブレーキが迅速にかかること、以上の考察からつぎの結論を出した。

(4) 結 論

a. 全部圧搾空気操作による上下車両同時制動方式

この場合非常管内の対空気抵抗はきわめて少ないためロープ切断後 0.1 秒以内でブレーキがかかり始める。しかし途中とくにブレーキシリンダ等における漏れがあっても、圧搾空気の質からいって漏れの箇所を確かめることがなかなか難かしいので点検ができない。

b. 全部油圧操作による上下車両制動方式

この場合非常管内の抵抗きわめて多いため、ロープ切断後の作動時間が非常に長くなり 0.8 秒以上もかかるし凍結の懸念は大きい。しかし圧搾空気の場合と反対に外部への漏れは少ないから作動力は大き

く、たとえ漏れても直ぐ点検できる長所を有している。

c. 圧搾空気の減圧による油圧操作方式

以上 a, b, の場合とも長短があるので構造上漏れのきわめて少ない部分（操作弁—作用弁）や、上下車連結の長い非常制動時のように伝播速度の迅速を尊ぶ箇所には空気を作用せしめ、直接ブレーキウエッジを引込む部分には作動力の高い油圧により操作せしめる方式がもっとも適応していると思われる。しかしこの場合圧搾空気および油の凍結しないことが絶対必須条件である。

6. む す び

以上とくに筆者の苦心した件について、取止めもなく漫然と追憶をたどってみたがその他の設備の概要は下記のとおりである。

立山ケーブルカー設備一覧表

(1) 電車線路		架空単線式（電燈および電熱用） 交流 100 V（電燈および電熱の電源用） 断面 70 mm ² 溝付硬銅線 木柱 最大 30 m, 最小 20 m, 平均 25 m 単線線吊架式 ただし隧道および停車場内は直接吊架式 3.2 mm 7 本亜鉛鍍鋼撚線
方電	式圧	
電車線柱間距離	線柱距離	
電車線吊架方法	線柱間距離	
メッセンジャ線	線柱間距離	
(2) 車両		
(a) 客車		
種類	車種	半鋼製 4 輪客車
製造所	製造所	汽車製造会社東京製作所
両数	両数	2 両
定員	定員	80 人（座席、立席各 40 人）
最大収容可能人員	最大収容可能人員	120 人
自重	自重	9.5 t
車体寸法	車体寸法	幅 2,700 mm, 長 11,590 mm, 高 3,280 mm
ホイールベース	ホイールベース	5,700 mm
車輪直径	車輪直径	550 mm
車体構造	車体構造	外板および屋根は鉄板張り天井および幕板、腰板はベニヤ板張り
制動方式	制動方式	床板張りの上、リノリューム張り
制動機種類	制動機種類	座席 木造モケット張り
集電装置	集電装置	三菱 KH 型空気連動油圧制動機
その他附属設備	その他附属設備	手動、足踏、自動および空気連動制動機
(b) 付随貨車		
種類	種類	全鋼製 4 輪車
両数	両数	客車に同じ
積載荷重	積載荷重	2 両
自重	自重	自動車の場合 6.3 t, 積荷の場合 6 t
主要寸法	主要寸法	5.8 t
ホイールベース	ホイールベース	幅 2,700 mm, 長 11,500 mm, 高 550 mm
車輪直径	車輪直径	550 mm
制動方式	制動方式	客車に同じ
制動機種類	制動機種類	客車に同じ
(3) 鋼索		
直径	直径	42 mm
種 類	種 類	フラットノド、ストランド丸線 三角心入 (12+12) 本線 6 撚 F{(2×3+3)+12+12}×6 中心麻入 ラング Z 撚 電気亜鉛メッキ
試験破断力	試験破断力	111.9 t
鋼索に掛る最大張力	鋼索に掛る最大張力	超満員のとき 11.9 t 空車のとき 6.6 t
安全率	安全率	——〃——9.4 ——〃——17
鋼索の速度	鋼索の速度	2.5 m/sec (9 km/hr)
鋼索の全長	鋼索の全長	1,414.5 m
製造所	製造所	東京製鋼会社
(4) 巻揚機		
種類	種類	2 輪式 2 段減速エンドレス式
滑車	滑車	主索輪 (3 溝歯車付) 直径 4,200 mm
		補助索輪 (3 溝付) 直径 4,200 mm
		誘導索輪 (1 溝付) 直径 4,200 mm
歯車減速比	歯車減速比	$\frac{30}{165} \times \frac{23}{220} = \frac{1}{52.6}$
制動装置	制動装置	手電、非常 (自動) および過速制動機
製造所	製造所	三菱電機長崎製作所
(5) 巻揚電動機		
種類	種類	3 相交流誘導電動機
容量	容量	250 HP
電圧	電圧	3,300 V
電流	電流	40 A
周波数および極数	周波数および極数	60 c/s 12 極
回転数	回転数	600 回/min
個数	個数	常用 1 台 予備 1 台
(6) 付属機器		
変圧器	変圧器	单相 20 kVA 2 個 15 kVA 1 個 △結線 单相 10 kVA 2 個 V 結線
(7) 専用受電線路		
方式	方式	3 相 3 線式
電圧	電圧	3,300 V
容量	容量	235 kW
電線量	電線量	断面 30 mm ² 裸硬銅撚線
電柱	電柱	鉄柱
架設方法	架設方法	架空式
受電地	受電地	北陸電力真川発電所構内変圧室
供給者	供給者	北陸電力会社
(8) その他		
建設工事費	建設工事費	約 250,000,000 円
延就労人員	延就労人員	約 120,000 人

立山および筑波山のケーブルカー

本 社

梶 原 孝 一*

Tateyama and Tsukubasan Cable Cars

Koichi KAJIWARA

Head Office

To Tateyama and Tsukubasan cable railway projects Mitsubishi supplied en bloc winding machines, rolling stock, cables and other necessary apparatus in July and November last year respectively, also accepting a part of installation at the former and restoration of all construction work in addition to the regular routine at the latter. Japan abounds in scenic beauties in mountainous districts where worthy shrines and temples are built and hundreds of thousands of people visit there, leading to eventual development of localities and calling for special transportation facilities. The foregoing two places are no exception.

1. ま え が き

当社は去る昭和 29 年 7 月に越中の立山に、また同年 11 月に常陸の筑波山にそれぞれ巻揚機・車両・鋼索・その他を納入した。なお筑波山は工事一切を施工した。

立山は新設で筑波は復旧工事であるがそのおのおのの目的は、立山は山上駅をさらに起点として立山主峯直下の室堂に至る尾根伝いの 25 km の観光バス道路を作って立山・剣・を経て黒部峡谷への遊歩道を結び、宇奈月との循環も可能とするすなわち立山を立体的に開発する雄大なる計画である。

いまこのケーブルの完成したことはその計画の主要な部分が実現を見た訳で、立山登山の最急坂路の干支ヶ原—美女平間の材木坂を楽々と 10 分で到達することができ、老幼男女の別なく一般登山客に便すると同時に今後の山上開発資材の運搬を容易にしたものである。

また筑波は山腹の筑波神社に賽する団体や家族連れ等を僅々 8 分で山上に運んで、霞ヶ浦の波光や富士の秀麗を望むなど四望宏濶の展望にレクリエーションの醍醐味を満喫できるものである。

2. 線路の選定

線路の選定には工事の難易とそれに伴う経費の面、また開通後の乗客利用の多少に伴う運賃収入の面等を勘案の上で決定しなければならない。筑波はその点既設の実績があったから考える必要がなかった。

立山は新設なので最初の測量予定線路筋の樹木の伐採

除去等に当って工事担当者のなみなみならぬ苦心が払われた。

初期の線路は実は現在と反対の山腹を通過する計画であったが、その後に山頂付近の急勾配を若干緩やかにするためその他の理由で現在の線路に変更された。それで距離の方も若干短縮される好結果になった。

3. 道床の構築

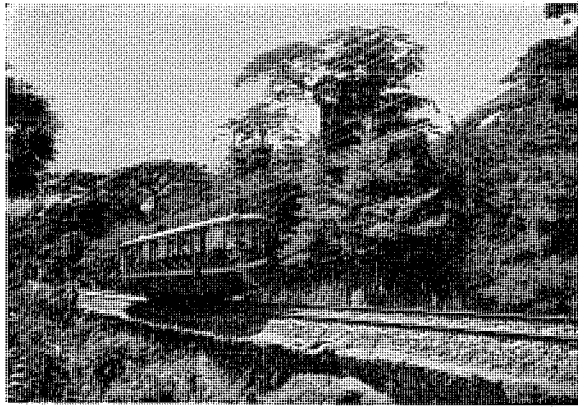
道床の縦断面は実用的には拋物線を使用（勾配変更点に縦断曲線を挿入）するのが通例で、全体から見て山頂の勾配と山麓の勾配との和が直線勾配の 2 倍となる地形が都合が良いとされている。

このことがらは実際の運転にあたって車両に結ばれた鋼索が線路遊車上から浮き揚らない縦断曲線を狙ったも



1 図 筑波ケーブル敷設地

Fig. 1. Map of Tsukuba cableway.



2 図 車両（筑波ケーブル）

Fig. 2. Car.

のである。施工に当っては勾配と鋼索の撓度を対照してその当否を確認する必要がある。

道床の種類については急勾配に対してはコンクリート道床とする必要があるその限界は大略 350% となっている。筑波は全線バラス道床であるが立山はコンクリート区間が 986 m, バラス区間が 320 m (各水平距離) となっている。

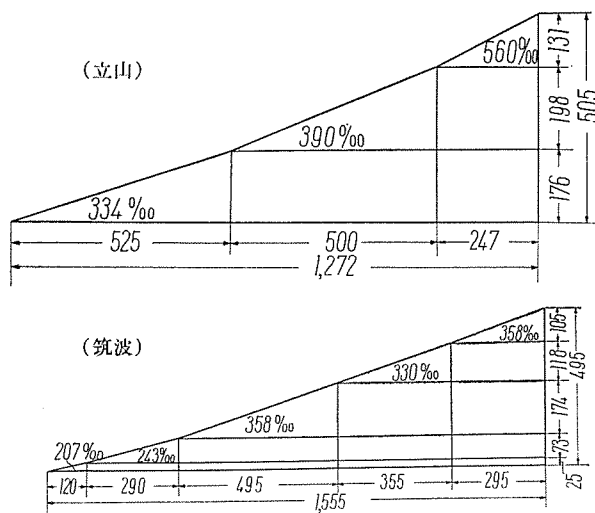
施工基面は軌間および車両の幅によって幅員を定め、かつその一侧に（曲線のあるものは外側に）保線用の歩道（約 1 m 幅）を設けねばならない。筑波の場合は基面が決まっている関係上歩道に窮屈な箇所もできた。

4. 枕木、軌条の敷設

コンクリート道床には鉄枕木、バラス道床には木枕木を使用される。

ケーブルのような傾斜面に使う木枕木はとくに良品を使って頻度の取替えを避けるべきだ。筑波では木枕木 140×230×2100 を使用した。そして軌間はいずれも 1067 mm である。

軌条は車両の安全装置の種類に応じてその形状および付属品を定める。立山も筑波も八幡製鉄所圧延加工特高



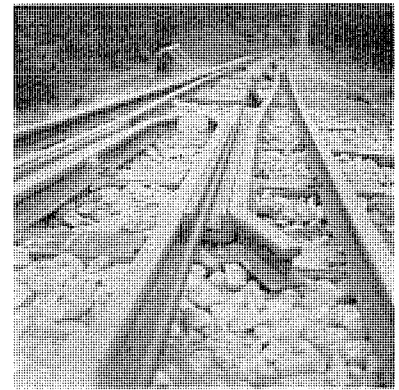
3 図 立山、筑波山ケーブルプロフィール

Fig. 3. Profile of cable way.

立山および筑波山のケーブルカー・梶原

4 図 中間行違所
埋木（筑波
ケーブル）

Fig. 4.
Crossing
point.



型特殊 I 型で 29 kg 76 のものを使っている。そして付属品として軌条と枕木の取付けは螺旋釘が使われ、さらに軋進を防止する目的で固定装置が適当な間隔で設備された。

軌条と軌条の継目板が当てられてあることは筑波山も立山も変りはないが、軌条ボンドは筑波は軌条を帰線として使わないから省略した。

5. 中間行違所

鋼索鉄道の中・乙の両車両はここで外側の鰐付車輪に誘導されて行違うこの際、山上側の轍叉の尖端では一方の車両の車輪が鋼索を乗り越えて交換されるから鋼索は軌条面下に納まらねばならないので、この尖端部分には特殊の傾斜単遊車数個を使う。また鋼索と道床が直接接触することを避けるために檜の埋木を嵌入した山麓側の尖端も同様に施工した。

6. 山上設備

山上には駅舎、乗降場、運転室、機械室、検車庫が設けられるが、山上は風当たりが強いから駅舎の建築はその点の注意が必要である。ことに立山は冬の積雪は相当のものである。

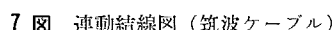
ア. 乗降場

乗降場は車両の長さの 2 倍以上を取ってかつ旅客が改札口から車両に至る通路と、車両から収札口に至る通路とは車両の両側をおのおの別に使うことにして、運転室の前を乗降客が通行して運転員の視界を妨げるようなことのないように計画されている。

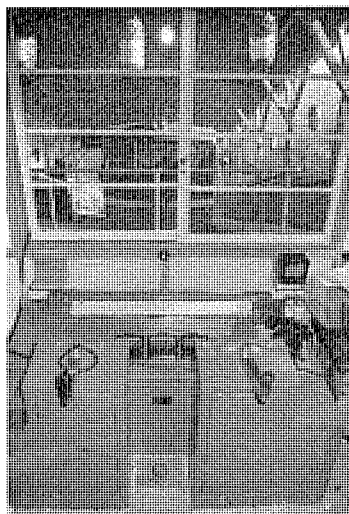
イ. 機械室

機械室は地下に設けられてあってここに巻揚機および電気機器が据付けられるものであるが、その様式は立山と筑波とでは床面積の関係上同一ではない。筑波は旧基礎の床面積に合わせたのでやや窮屈になった。

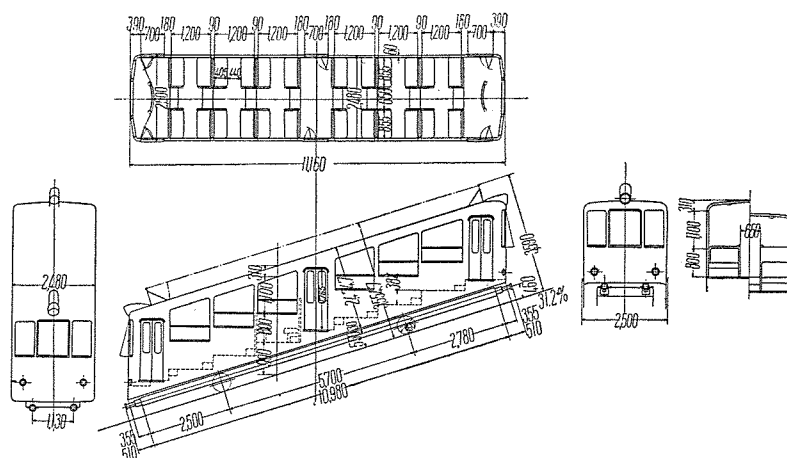
巻揚機は電動機から第一段歯車箱および第二段歯車装置を介して主索輪に動力が伝達される。第二段歯車装置の大歯車と主索輪は同一軸であって、これと補助索輪の間に鋼索がたすき掛けとなりこの軸と同一軸に誘導索鋼が取付いている。鋼索は補助索輪と誘導索輪の溝の上側から繰出される。



(597) 71



8 図 運転監視盤 (筑波ケーブル)
Fig. 8. Operation supervisory panel.



9 図 車両寸法図 (筑波ケーブル)
Fig. 9. Dimension of car.

7. 山下設備

山下駅の旅客扱いは根本輸送を掌るもの故とくに乗車客と降車客の通路は判然とせしめて混乱の起らぬように計画しなければならない。

乗降場は車両の長さの1倍半以上を取らねばならない。検車壕は山麓側終端には一対のバッファークが取り付けられている。また軌道巨長の長いものの線路点検燈の全長の下方の半数はここで点滅操作をする（上方の半数は機械室で行う）のが経済的であるから立山も筑波山もそのようになっている。

8. 車 両

立山は客車と付随車（貨車）の2両連結であり、筑波は客車のみであるがいずれも釣瓶式の交走運転を行うことに変わりはない。客車の車体は両方とも半鋼製である。

自重 定員 満員 座席 出入口

立山 9.5t 80名 120名 40名 6箇所

筑波 9t 80名 120名 48名 6箇所

自重が同一収容人員に対して筑波が軽い主な理由は出入口の構造であって立山は引戸式で筑波は観音開き式であるため戸袋の重量が軽減されたからである。車体寸法は

幅 長 高

立山 2,700mm 11,590mm 3,280mm

筑波 2,500mm 12,000mm 3,055mm

である。車体の高さが筑波に比して立山が高いのは冬期にスキーの持込みを考慮したものである。車体の長さが立山に比して筑波が長いのは既設の軌道敷と隧道の関係から幅を押えたからであるが、根本は「地方鉄道建設規程」に乘客1人の所要床面積が定められているのでこれによったものである。

車体の勾配は平均勾配によって定めた。また客席はクロスシート式とロングシート式とあるが、いずれも一長一短がある。立山も筑波も前者の様式である。

車両の乗務員室は車掌が進行方向の前面に乗務するので両端にあつてつぎの器具が取付けてある。

	立山	筑波
フートペダル（急停車用）	有	有
ハンドブレーキ（車両留置用）	有	有
携帯電話器	無	有
信号装置		
急停車挺子	有	有
緩停車押釦	有	有
電話器	有	無
マイクロフォン	有	無

車両の屋根上にはつぎのとおり装備されている。

	立山	筑波
パンタグラフ（電熱器・電燈・信号電源用）…2台	有	無
アンテナ（誘導無線送信用・受信用）…2条	有	有
アンテナ（誘導無線送信用）……………1条	有	有

ただし筑波の場合は車両内の誘導無線用電池を共用電源として電燈を点じ、また車両出発時にホーンを鳴らすことになっている。

車両の安全装置にはつぎの種類がある

テオドルベル型	（筑波に使用）
ギーセライベルン型	
セレッタタンファニー型	
空気連動油圧型	（立山に使用）

そしてその制動力の計算式はつぎの計算に準拠した。

$$G = \frac{W}{S} \left(\frac{V^2}{2g} + \sin \theta \right)$$

G=制動力 (kg)

W=車両総重量 (kg)=積載重量+車両自重

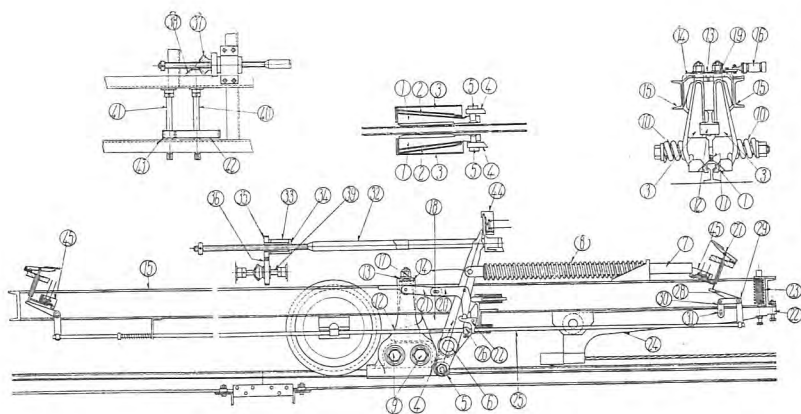
S=制動機閉塞してから停止するまでの距離 (m)

V=制動機閉塞時の速度 m/sec

g=重力加速度=9.81 m/sec²

θ=最急勾配角度

車両は完成時に制動力に対する工場試験を施行の上発送



10 図 車両ブレーキ装置 (筑波ケーブル)

Fig. 10. Brake equipment.

①	ブレーキシュー	②④	ロープレバー
②	ブレーキシュー案内	②⑤	ベタル引棒
③	ブレーキ梁	②⑥	クラッチ解放腕
④	ブレーキレバー	②⑦	ベタル
⑤	ブレーキピン	②⑧	レバー
⑥	ブレーキレバー軸	②⑨	ベタル軸
⑦	テコパネ案内棒	②⑩	連結リンク
⑧	テコパネ	②⑪	連結ボルト
⑨	ブレーキパネ調整ボルト	②⑫	ブレーキ緩解軸
⑩	ブレーキパネ	②⑬	緩解軸受
⑪	パッキン	②⑭	緩解軸ブッシュ
⑫	ブレーキ梁受	②⑮	平歯車 (小)
⑬	摺レ板	②⑯	平歯車 (大)
⑭	摺レ板案内	②⑰	傘歯車
⑮	台枠	②⑱	傘歯車
⑯	ブレーキ梁復元装置	②⑲	傘歯車軸
⑰	溝付ナット	②⑳	傘歯車横軸
⑱	ブレーキレバー受	②㉑	平歯車横軸
⑲	ブレーキ梁止座金	②㉒	平歯車 (大)
㉑	鎖錠クラッチ爪	②㉓	平歯車 (小)
㉒	鎖錠リンク	②㉔	非常用開閉器 (ブレーキ用)
㉓	クラッチ爪受	②㉕	非常用開閉器 (ベタル用)
㉔	ロープレバー作用パネ		

した。

9. 鋼 索

鋼索は本鉄道の生命であるからその形状および直径の決定に当っては充分慎重でなければならぬ。そこで使用鋼索はつぎのように定めた。

$$\frac{F\{(2 \times 3 + 3) + 12 + 12\} \times 6}{6 \times F(\Delta + 7)}$$

立山
筑波

法規によればつぎのと通りの安全率を持たせる必要がある。立山も筑波も次式によって確認した。

ア. 張力に対する安全率

$$\frac{\text{ロープ破断力}}{\text{最大張力}(T)} \geq 8$$

$$T = P \sin \alpha + Pr + ph + S! + (P + p! + R!) \frac{r_0}{g_0}$$

T = 張力 (kg)

P = 車両自重 + 最大積載人員 × 60 kg

α = 勾配角度

r = 車両抵抗 = 10 kg/1,000 kg

p = ロープの単位重量 (kg)

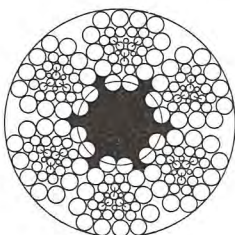
h = 線路起終点の高低差 (m)

S = 水平単位長に換算した線路遊車の摩擦抵抗
= 0.16 kg/m

l = 線路起終点間の水平距離 (m)

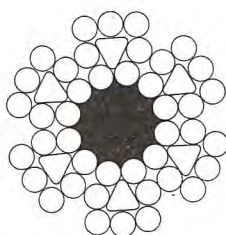
g₀ = 重力の加速度 = 9.81 m/sec²

r₀ = 急起動による車両の加速度 = 0.2 m/sec²



11 図 a 鋼索断面図
(立山ケーブル)

Fig. 11. a Cross section of cable (Tateyama)



11 図 b (筑波ケーブル)

Fig. 11. b Cross section of cable (Tsukuba)

イ. 応張力および曲げ応力の合成応力に対する安全率

$$\frac{\delta}{\delta_k + \delta_b} \geq 4$$

δ = 素線平均拮張力

$$\delta_k = \frac{T}{A} (\text{応張力})$$

T = 最大張力

A = ロープの純断面積

$$\delta_b = E \frac{d}{D} (\text{曲げ応力})$$

d = 素線最大直径

D = 巻揚機の索輪径

E = 20,000 kg/mm² (監督庁指示数値)

製品はつぎのとおり厳重な検査を行ってそれに合格したものを使用した。

ウ. 素線検査

鋼索を形成する素線ができたときに各形の素線から試験片を取って索友会の規定によってつぎの諸試験を行った。

外形寸法 拮張力 延伸 屈曲 捻回

エ. 破断試験

上記の素線検査に合格したものを撚り合わせて所定の線形に製造後さらにその端末に対し破断試験を行って合格したものを使用した。そして使用状態において耐久力を増すために特種の油を塗布するようにした。

10. 線路遊車

線路遊車は巻揚機から車両に繋がれたロープを円滑に移動せしめて車両の安定な運行を可能ならしむるものであるからゆるがせにはできない。軌道の直線部には直立遊車をまた曲線部分には傾斜遊車を使用し、中間行違所

にはその両方を適当に配置した。なお軸受はボールベヤリング入りとした。

11. 電 線 路

軌道に沿って保線用歩道の外側に建築限界図にしたがって建柱を行った。本柱に共架した電線の種類はつぎのとおりである。

高圧線	山上巻揚機動力用
電燈線	夜間線路および線路遊車点検用
電話線	上下駅間通話用
電鈴線	上下駅間車両発車合図用
アンテナ線	車両と運転室間連絡用
トロリ線	車両内の電熱器および電燈用

(筑波はなし)

12. 通信および信号装置

平坦線の工事と違って電話を利用することがすこぶる多い筑波の工事に当っては電話を最初に取付けて非常に便利であった。

立山および筑波においては新しい試みとして車両から巻揚室に連絡用の誘導無線を実施した。

	車両(甲)	巻揚室	車両(乙)
立山	85 kc 送信	→ 発 車 合 図	← 135 kc 送信
	同上 断	非 常 停 止	同上 断
	1000 c/s	→ 緩 停 車 合 図	← 600 c/s
		→ 通話(音声変調)←	
筑波	150 kc	← 音 声 通 話	→ 150 kc
	110 kc	→ 発 車 合 図	← 130 kc
	同上 断	非 常 停 止	同上 断
	1,000 c/s	→ 緩 停 車 合 図	← 1,150 c/s

筑波の場合は携帯電話を車両に積込むことにした。

13. 保 安 装 置

鋼索鉄道は性質上その安全装置はとくに万全を期する必要がある。立山および筑波に実施した安全装置はつぎのとおりである。

ア. 巻揚機室配電盤

- 停電。 低電圧継電器により O.C.B. 遮断
- 電動機過負荷。 過電流継電器により O.C.B. 遮断

イ. 巻 揚 機

- 電動機過速。 過速制限開閉器により O.C.B. 遮断
- 非常制動機故障。 O.C.B. 回路不成立接点
- 常用制動機。 O.C.B. 回路不成立接点
- ライナ磨耗

ウ. 運 転 室

- 非常制動。 足踏開閉器により O.C.B. 遮断
- 車両発車合図。 一次接触器回路不成立
- (甲・乙) 不合致
- 緩停車合図。 常用ブレーキ使用

- 山上駅に車両接近。(立山) 運転監視盤の接点によりベル鳴動

エ. 山上検車壕

- 列車進入速度超過。 進入速度制限開閉器
- 山上停車車両の巻揚(誤操作)防止。 チェンジオーバスイッチにより一次接触器の正方向接触確保
- 巻揚車両の停車位置超過。 終端停止保安桿および終端開閉器により O.C.B. 回路遮断

オ. 車 両

- 鋼索弛緩または切断。 自動的に非常制動装置速動
- 線路に落石等の事故発生。 乗務員が非常フートペタルにより車両に非常制動を速動せしめまた非常停止信号挺子により O.C.B. 遮断
- 運行途中停車。 緩制動信号押釦により運転室に信号を送って常用ブレーキをかける
- 元空気溜および油溜の圧力急下(立山のみ)。 自動的に信号により O.C.B. 遮断、ただしあらかじめ車両の空気溜めに検車壕内の定置式空気圧縮機によって圧縮空気を充填しておく
- 車両留置。 手動ブレーキによって行う
- 山上駅に車両接近(筑波)。 乗務員が押釦により電気ホーン吹鳴

以上保安装置について記したがそのうちの車両用の非常制動機の動作について説明を付け加える。もっとも筑波山のテオドルベル型は既設のケーブルカーに採用されて構造も一般に良く判っているから説明を省略して、ここでは立山の空気連動油圧制動機の動作について説明する。

別稿立山の本田氏の「立山ケーブルカーが竣工するまで」の記事中の説明図 11 図を参照頂きたい。

カ. 鋼索が切断または弛緩した場合の自動非常ブレーキの動作

(1) 客 車

ロープ①が切断または弛緩した場合ばね③との釣合が破れてロープレバ②を時計針方向に回転させ同時にロッド④を右方へ引張る。その作用により操作弁⑤の弁棒を押し非常管⑥の圧力を減圧するから作用弁⑧の釣合が破れ油溜⑩の油圧によりブレーキシリンダ⑪内のピストンを左方へ押し楔形ブレーキシュー⑬はレバー⑫を介して引出させる。そして楔案内はブレーキばねで押え付けられているから軌条に対して充分の摩擦力を発生し車両を確実に停車させる。制動距離はブレーキばねの圧力を加減することにより適当に調整できる。油の補給は油溜⑩の検油穴より行われ、空気圧力は各溜⑩⑭の止弁より行われる。

(2) 付随車(貨車)

付随車の場合は客車側操作弁⑤より非常管⑥内の空気圧が減圧し、付随車側油溜圧力により作用弁を開きブレーキシリンダのピストンを押し出してブレーキシューを引出し制動を行う。

キ. 乗務員が必要を認めてフットペダルを踏んだ場合の自動非常ブレーキの動作

(1) 客 車

乗務員室にあるペダル⑮を踏むとロッド④が右方または左方へ引張られる。この場合ばね③とロッド④とはペダル側より作動させた場合には縁が切れ運動がばね③へ伝達されないような構造になっている。ペダル⑮には安全装置を施し客が触れても作動しないようになっている。

(2) 付随車(貨車)

客車側足踏ペダルを作動させた場合は付随車の非常管内圧力は客車側操作弁⑤により減圧しブレーキを作用させる。付随車側(山下にのみ装備)足踏ペダルを作動させた場合は客車側非常管⑥内の圧力も付随車側操作弁により、減圧し作用弁を働かせ、各車両の油溜油圧をブレーキシリンダに流入し制動を行う。万一運転中付随車との連結が切れた場合、連結ホース⑦が切断するから、各車両の非常管内圧力は減圧される。これにより車両は速かに停止させることができる。

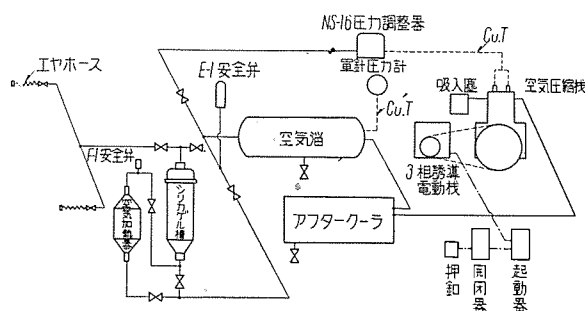
ク. 車両の空気溜に圧縮空気を充填する装置

車両に非常ブレーキを掛けた場合あるいは自然のリーケージによって車両空気溜の圧力は低下する。その補填をするために山上は機械室に山下は検車壕内に定置式の空気圧縮機装置を据付けた。そして必要時にゴムホースで連結して圧縮空気の供給を行うことにした。

この定置式の空気圧縮機は誘導電動機で運転を行い、できた圧縮空気は一応アフタークーラを通じて空気溜めへ貯蔵し、車両の空気溜めに給気する場合は空気加熱器シリカゲル槽を通じて乾燥した空気を送ることになっている。また空気圧縮機の空気圧力の低下を防ぐため圧力調整器を設けて自動的に空気圧を保持する構成にした。なおこれらの全装置は単一の枠組に取付けて非常にコンパクトになっている。

14. 重量物運搬

機械設備ならびに車両を山上に運搬するには計画的でなければならぬことはもちろんであるが、最寄駅から山



12 図 定置式空気圧縮機装置

Fig. 12. Stationary type air compressor.

下駅まで運搬することについてもあらかじめ道筋を調査して置く必要がある。またこれを据付けの手順に応じて取出すための仮置場も考えておかねばならない。

当時は立山は富山地鉄の栗巣野駅から山麓駅までの道はトロ軌道があるのみであったので、車両の運搬はトロッコを2両繋いでその上に載せて運搬を行った。鋼索のドラムもこの方法で行われたが途中の真川鉄橋の耐荷重が懸念されたのでガソリン動車と鋼索ドラム積載車の間隔を作って漸く無事に運搬を完了した。山麓から山上までは空中ケーブルおよびトロッコ軌道上をウインチによって運搬された。

筑波は最寄の常総筑波鉄道の筑波駅から山下駅付近までは立派な道路があるので問題がなかった。ここから山麓駅まではトロッコ軌道上をウインチにより巻揚げこの地点で本線軌道上に横取りして中間行違所までウインチで巻揚げさらに積替えて山上駅に設置されたウインチによって運びあげた。すなわち運搬形態としては本線レールを敷き延しながらこの上を運搬用トロッコとウインチを使用して運搬したわけである。

15. む す び

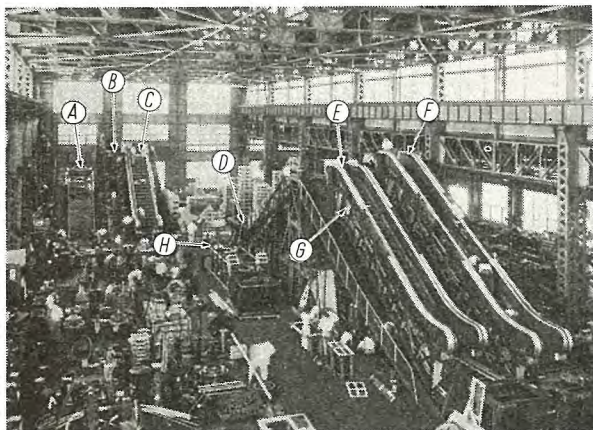
鋼索鉄道は距離的には短いが手数としては路面鉄道の比ではない。巻揚機・車両・鋼索その他も個々に仕事を決定すると喰違いが起るおののに関連性がある点を十分に認識しなければならない。また工事施行の面においては手順があるので工事を併行的に進めて最後に追込みをきかせることは絶対に不可能である。一例をあげると線路が完成しないと線路遊車が取付かぬ。線路遊車が取付かぬと鋼索の曳延しができない。鋼索の曳延しが終らねば車両の繋結ができぬ。これは当然のことであるがとくに注意を促したい。要するに計画の最初において工程を確立しなければならない。

さて工事が竣工の暁には通産省の検査と運輸省の監査が行われる。これについてはあらかじめ一通りの社内検査を行っておくべきである。これらの事柄に対して両ケーブルカーともに相当の苦心を払った。

以上立山および筑波山ケーブルカーの概要について説明した。ケーブルカーは縦の交通機関の一つとして今後山岳地帯が開発されるに伴ってますます需要も多くなるだろう。本稿は要項のみを記述したのであるが多少ともケーブルカー計画の参考の一端になれば幸甚の至りである。

本稿を終るに当たり計画の頭初から監査完了まで懇切なるご指導を賜った運輸省監督局鉄道部の各技官殿および関係陸運局の各技官殿や計画元の主任技術者の本多氏(立山)田中氏(筑波山)に深甚なる感謝の意を表するものである。

ニユース フラッシュ



名古屋製作所におけるエスカレータ生産状況

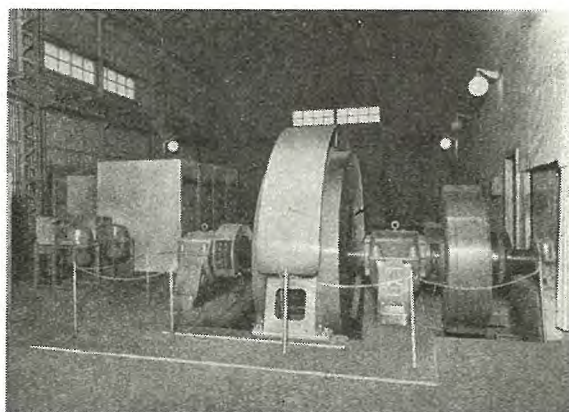
活況を呈するエスカレータ生産

昭和 27 年 12 月、従来の形式を一変した最新型エスカレータを発表して以来、その理想的設計、確実な工作、正確な据付、親切なサービスと相俟って、続々と受注し、理想的工作法の採用により、一步一步と「品質奉仕」の実をあげている。工場における仮組立、試運転の実施は据付現場における日程を極端に短縮し、納入先の好評を頂いている。写真は工場における組立工程を示すもので7台のエスカレータがつぎつぎに組立てられている状況である。

- ④ 心出し中の大丸百貨店向 4 号機
- ⑤ 欄干ブラケット取付完了の仙台藤崎百貨店向 1 号機
- ⑥ 解体を待つ広島天満屋百貨店向ヌード型 1 号機
- ⑦ 完成間近い藤崎百貨店向 2 号機
- ⑧ 写真では見えないが大丸百貨店向トラス 5 号機
- ⑨ 試運転中の高知大丸向 1 号機
- ⑩ 試運転を待つ高知大丸向 2 号機
- ⑪ 出荷を待つ広島天満屋百貨店向 2 号機で、新型発表以来実に 57 台に達した。

能率よい電磁クラッチ付同期電動機

最近同期電動機が多く用いられるようになった。すなわちセメント工場における原料、あるいはセメント粉碎、火力発電所における石炭粉碎等に使用されるチューブミル、ボールミル駆動等重負荷起動に多くの同期電動機が用いられるに至った。これらは従来同期電動機が誘導電動機に比べ起動特性が劣っているという欠点があったが、当社の電磁クラッチ付同期電動機は起動に際し無負荷起動する故、起動トルクは全負荷トルクの 10～15% 程度で充分である。したがって起動補償器または起動リアクタで減圧起動し、極力起動電流低減ができる。写真は富士セメント株式会社に納入した 1,000 HP 187.5 rpm で第 2 次粉碎機と直結（粉碎機は別室装置）現場におけるもので本年 5 月より良好な運転を続けている。



1,000 HP 電磁クラッチ付同期電動機

大容量 3 相低周波型抵抗溶接機の完成

当社伊丹製作所では今回 300 kVA の大容量 3 相低周波型抵抗溶接機を完成した。本機は MI-1200 型三菱密封式イグナイトロン 6 本を使用し、3 相電源より 10 万アンペアに達する低周波の溶接電流を得て高性能の抵抗溶接を行うもので、スポット溶接、シーム溶接、あるいはロールスポット溶接等各種の溶接が可能で、つぎのような優れた特長を有しており、とくに従来の単相型溶接機では困難とされている軽合金溶接、特殊耐熱鋼溶接に新しい偉力を発揮するものである。もちろんこの種のものとしては本邦最初のもので、航空機工業用等として輸入されている高価な外国品に対抗すべく数年来の研究試作によって完成されたものである。

定 格

型式 3 相低周波型

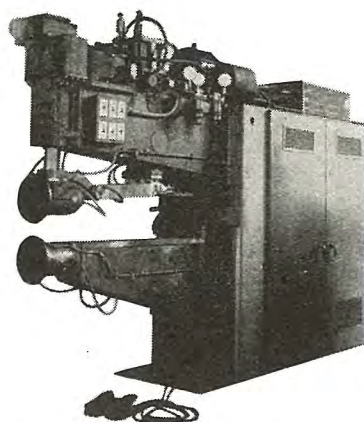
容量 300 kVA

電源 3 相 440/220 V, 50/60 c/s

最大短絡電流 100,000 A

標準加圧力 2,700 kg

標準懐寸法 1,500 × 270 mm



WT-300 スポット兼用シーム溶接機

最大引上ストローク 100 mm

最大溶接ストローク 20 mm

特 長

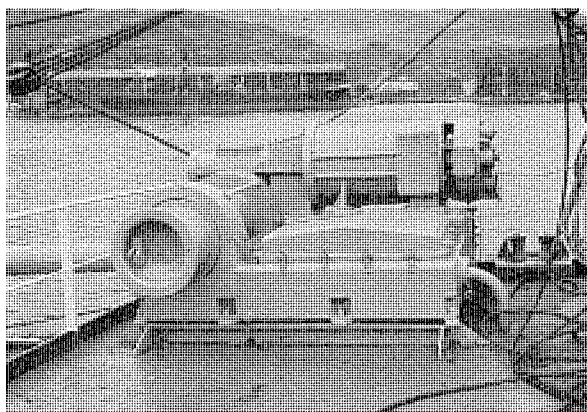
1. 3 相平衡負荷であるため電源設備が小さくてすむ。
2. 低周波であるためリアクタンス降下が僅少で、小容量で大電流を流し得る。
3. 低周波であるため熱効率のよい溶接が可能でかつ均一な溶接が可能である。
4. 電子管式タイマで溶接電流のいわゆるスロープコントロールが可能で予熱、後熱電流を流し得る。
5. 再加圧など速応的圧力制御が可能である。
6. 回転電極は広範囲の速度制御ができかつ間歇運転も可能である。
7. 電極材料としてはすぐれた特殊銅合金を使用している。

カゴ形交流電動揚貨機 (極数変換式)

写真は十次船として新造された日本郵船株式会社讃岐丸に搭載された3 t 36 m カゴ形交流電動揚貨機のスマートな姿である。

1. 直接交流電源によって駆動する。
2. 整流子・滑動環を必要としない。
3. 制御用抵抗器がいらない。
4. 船価の低減と保守の容易。
5. 起動電流が小さく力率がよい。
6. 加速、減速が早く荷役能力の増大。

など色々の特長をもっており今後の普及が期待されている。



カゴ形交流電動揚貨機 (極数変換式)

新造青函連絡船就航

日本国有鉄道では青函航路車両航送船を浦賀船渠ならびに新三菱重工業に各1船宛発注建造を急いでおったところ、浦賀船渠分は7月4日新三菱重工業分は7月8日無事進水式を挙行了した。空知丸、松山丸と命名され9月上旬よりそれぞれ就航した。本船はいずれも総屯数 6,000 t 最大出力 5,600 HP 航海速力 15 ノットの優秀船で、とくに復原力の増大、電動船内区画の増備、電動操舵安全度増強、電動船尾扉 (空知丸のみ) を付する等不慮の事故に対し万全の方法を採用されている。

電機品はほとんど当社製品で、装備の主な仕様は下記のとおり

160 kVA 225 V 60 c/s 450 rpm

閉鎖自己通風 3 相交流発電機 3 台

デッドフロント型主配電盤 1 組

250 kg 20 M/M 交流 1 段速度歯車式

エレベータ 1 台

500/250 kg 15/30 m/m

ジブクレーン電機品 1 式

1,000/500 kg 10/20 m/m

懸垂型電動ホイス 1 台

電動 3 方コック用電機品 1 式

水密二扉 (5 門) 用電機品 1 式

船尾遮浪扉 (3 扉) 用電機品 1 式

40 HP (カゴ形) 電動機外機関室内補機用電機品 12 台

操舵機用電機品 1 式

10 HP 交流電動機 2 台

10 HP 直流 (非常時用蓄電池起動) 電動機 (1 台)

7.5 HP 主機回転用電動機 2 台

FOL-30 型 オードナンスファン 1 台

40 mmA_q × 60 m³/min

FOH-20X 型 オードナンスファン 1 台

45 mmA_q × 35 m³/min

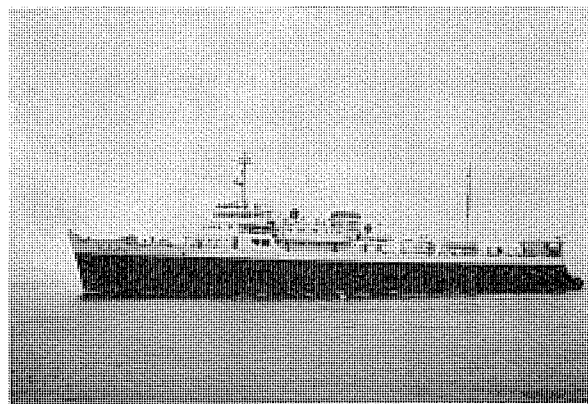
FOL-20X 型 オードナンスファン 1 台

40 mmA_q × 20 m³/min

動力・通信用分電箱および照明電燈用区電箱 15 台

12 in 交流壁掛扇風機 54 台

24 in 交流天井扇風機 3 台



青函連絡船

JPA より無線機受注

JPA (Japan Procurement Administration) より携帯用無線 SCR-300 を 520 台受注した。

周波数: 40~48 Mc

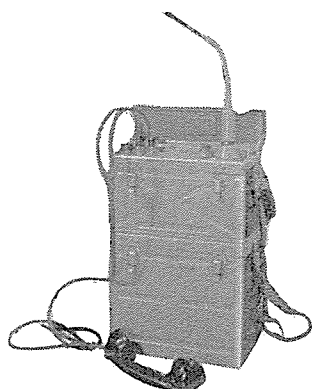
出力電力: 0.35 W

変調: 周波数変調

電源: 4.5 V D-C 145 V D-C (乾電池使用)

その他: 米軍使用のものと完全互換性あり。

SCR-300
携帯用無線機



50 秒 で OK !!

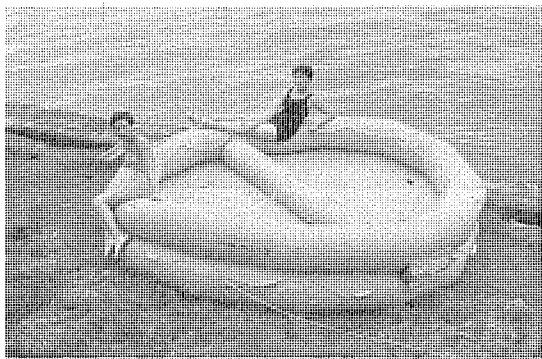
15 人乗り救命筏完成

当社では新しく完成した救命筏、ボート、胴衣などの性能実験を去る 8 月中旬千葉県館山沖で行った。この結果確実度 100 % 信頼のおける自信を得た。このたび完成したのは 15 人乗り船舶用 MT-0 型、9 人乗り船舶・航空用 MX-0 型、航空用 5 人乗り MY-E 型ボートおよび単気室胴衣の 4 種である。この製品は合成繊維生地地に合成ゴムを塗布したもので横に 4 l 入り液化炭酸ボンベが付いている。使用の場合はこのボンベに付いている自動索を引張って海中に投下すると、30 秒～50 秒で完全にふくらみ筏になる。

MT-0 型は重量 50 kg で 15 人乗りであるが、収容人員は 30 人は大丈夫と折紙がついているし、また外側にぶらさがるとさらに救助人員は増す。

特 長

1. 救命筏は折畳むと、15 人用 MT-0 型の大型のものでも 0.7×0.7×0.4 m の極めて容積の小さい収納袋におさまる。
2. 漁船用には従来この種の設備がなかったが、これはとくに民間用の大量収容を目的とした。
3. ボンベの口金に特殊な工夫をほどこしたため、確実に作動する。
4. 釣り道具、日光反射器、懐中電燈、スパナ、塗料（海上に浮いている位置を飛行機からみえるように海面を染める）、その他注文に応じ糧食、無線機も設備できる。

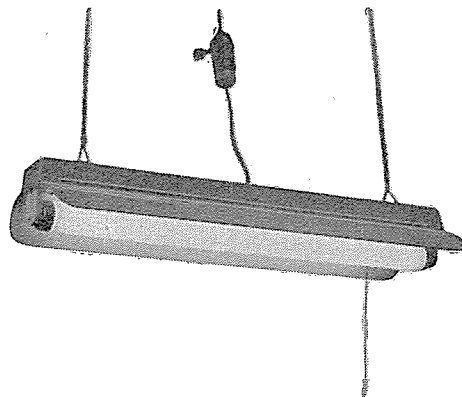


15 人乗り救命筏

家庭用蛍光灯の新製品

すでに大量の売行きを見せた当社の家庭用蛍光灯は、さらに今回 FH-25 型をご家庭に送ることになった。3 段点滅式豆球付で、誰にでも簡単に取付けられるのが特長。価格も低廉で、品質のよいのはすでに定評済。爽快な秋の夜長をうるおす家庭用蛍光灯である。

20 W 1 燈用 デラックス冷白色ランプ付 ¥ 1,180.-



家庭用 FH-25 型 蛍光灯

東京電力新東京発電所向

66,000 kW タービン発電機

鶴見第 2 発電所 66,000 kW 3 台をすでに納入したが、さらに新東京発電所向として 1 台製作完成現在据付中である。

定格は鶴見向 3 台と同様で

70,588 kVA 60,000 kW 85% PF 0.5 PSIG

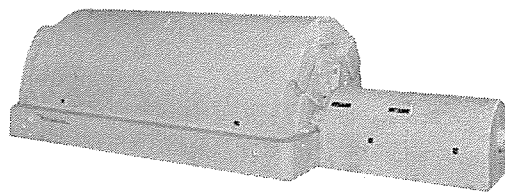
81,000 kVA 66,000 kW 81.5% PF 15 PSIG

13,200 V 50 c/s 3,000 rpm である。

機械内容においては鶴見機より進歩しており、固定子コイルにダイアレジン含浸のダイヤラスティック絶縁を使用している。ダイアレジンは合成樹脂で均一性に富み、耐電圧も高く、高温における機械的性質は従来の絶縁に比べるといじりく高い。固定子コイル絶縁においてもっとも優れたものと考えられる。

荷造重量は回転子 35 t 固定子 140 t で長崎製作所より東京まで船積輸送された。

東京地方の電力界に大きな貢献をするのも近いと見られる。



66,000 kW タービン発電機

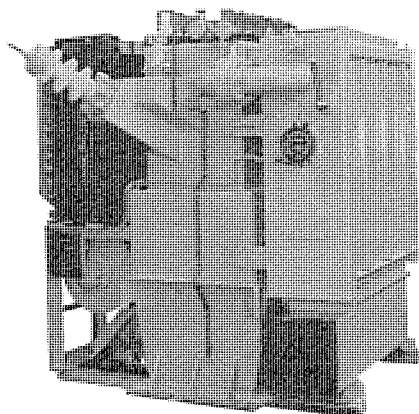
わが国最初の交流電関用 イグナイトロン整流装置完成す

イグナイトロン電気機関車は単相交流 20 kV を受電して 600 V 級直流電力に変換し、在来の直流電動機を駆動する方式の電気機関車である。

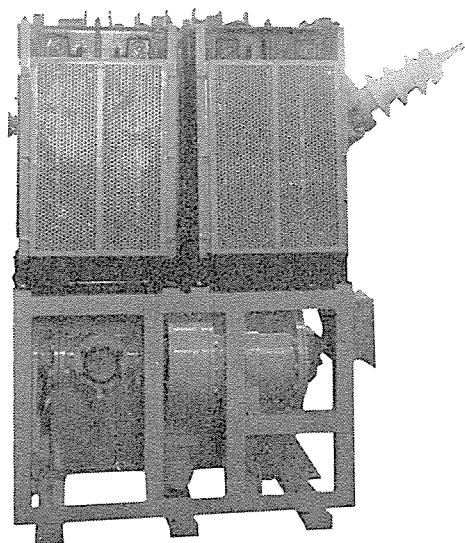
写真はイグナイトロン電気機関車に積載するイグナイトロン本体および制御装置一式を示したものである。この装置の特長を別記すればつぎのとおりである。

- (1) 単極、液冷式、密封型イグナイトロン 2 本を使い単相交流を全波整流して 1 台の直流電動機に給電する。直流電動機 4 台装備しているためイグナイトロン 8 本を使用する。イグナイトロン箱の重量は 1,250 kg である。

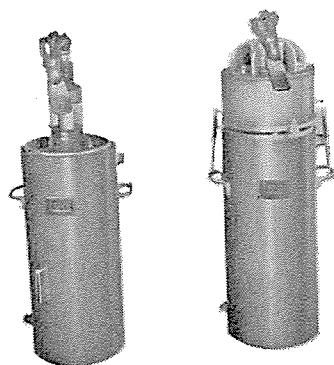
- (2) イグナイトロン用変圧器はイナティーン不燃性油を充填したもので 1 台で上記 4 組のイグナイトロンに給電し、起動、停止ならびに速度制御は 2 次タップとイグナイトロンの電圧制御を併用して行う。
- (3) イグナイトロンの冷却液はエチレングリコールを使い冬季の起動を簡易化し、凍結防止、および保温に至便な装置を付している。
- (4) イグナイトロンの制御装置一式をイグナイトロン本体の上部に配置して、保守、点検の便をはかり小型化をはかった。
- (5) イグナイトロンは対震構造であり、列車の運行時の震動に対しては点弧子の失弧は皆無である。
- (6) イグナイトロンの整流による脈動電流での誘導障害を防止するため交流フィルタを設備してあり、これの有効作用は工場において充分試験済である。



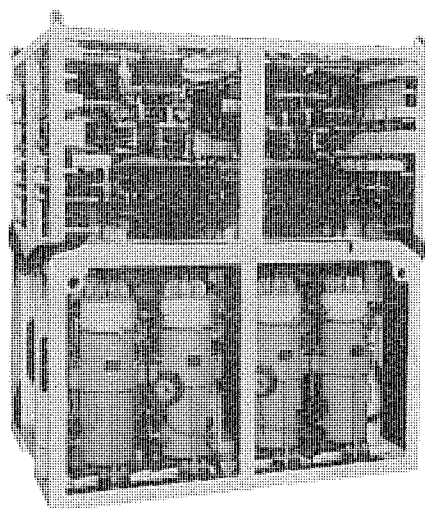
イグナイトロン整流装置



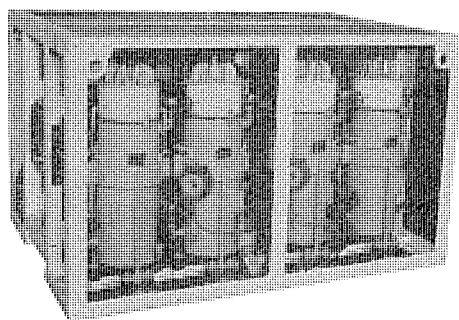
イグナイトロン整流装置



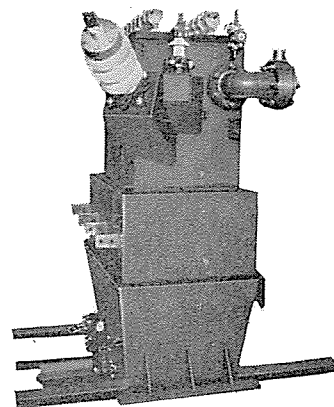
GU-8 型 750 V, 300 A
密封型液冷式イグナイトロン
右側は陽極加熱器を装着したもの



イグナイトロン電気機関車用
イグナイトロン整流装置
上段 制御装置
下段 イグナイトロン本体



イグナイトロン電気機関車用
イグナイトロン整流器本体



イグナイトロン電気機関車用
主変圧器
22 kV 1φ 受電/816×2
1,510 kVA 重量 5,770 kg

最近における当社の社外寄稿一覧

寄稿先	掲載号	題名	執筆者	所属
ビル文化新聞	1月号	ビル内の照明	小堀富次雄	本社
冷凍協会機関誌		毛細管冷凍方式	長沼辰二郎	研究所
〃		電気式空気清浄装置クリネヤー	斎藤寛	神戸
〃		超低温装置	石川嘉孝	静岡
生産と電気	7月号	工業用テレビジョン装置	島村和也	無線機
オーム	8月号	ユングストロームターボ発電機	井関巖	神戸
電燈と鉄道	8月号	ノーヒューズ遮断器の保守	鈴木洸	名古屋

最近における当社の社外講演一覧

講演月日	主催	演題	講演者	所属
1月28日	関東電気協会	照明のあり方	小堀富次雄	本社
2月1,2日	照明技術講習会 (当社仙台事務所)	商店の照明と色彩	〃	〃
2月8日	螢光燈説明会 (於富国生命)	螢光燈の照明計画	〃	〃
2月12日	螢光燈照明講習会 (当社富山事務所)	螢光燈照明のあり方	〃	〃
3月11日	中央電力協議会: 照明講習会	生産照明計画	〃	〃
3月16~18日	中部電力: 照明技術講習会	工場照明, 商店旅館街路照明	〃	〃
4月12~22日	東北電力: 照明技術講習会	商店照明, 旅館料飲店照明, 電気サイン	〃	〃
4月20日	電気通信学会アンテナ委員会	レイドームについて	喜連川 隆	無線機
4月26日	大阪地区WF研究会	WFによる標準時間表	奈川敏雄	本社
4月27日	大阪府能率研究会	社内標準化	前田幸夫	〃
4月26,27日	北陸電力: 照明技術講習会	商店照明	小堀富次雄	〃

最近登録された当社の特許および実用新案

区別	名称	特許または登録日	特許または登録番号	発明, 考案者	所属
特許	閃光放電燈	30-5-9	213343	小椋義正	研究所
〃	故障点指示装置	30-5-9	213347	豊田準三	無線機
〃	磁石発電機	30-5-23	213728	門頼雄	本社
〃	導電管接続装置	30-5-23	213729	前泉成人	神戸
新案	軸受油供給装置	30-5-9	427995	{浅越泰男 長島四郎	伊丹
〃	風冷式変圧器	30-5-9	427996	田宮利彦	〃
〃	熱型需用電力計付積算計器	30-5-22	428683	加藤義明	福山
〃	共磁型変圧変流器	30-5-22	428684	武藤正	〃
〃	計器	30-5-22	428685	吉田辰造	無線機
〃	磁電管陽極	30-5-22	428686	{大野才三 八十田尚治	研究所
〃	磁電管陽極	30-5-22	428687	{大野才三 八十田尚治	研究所
〃	直流回転機	30-5-23	428773	山下浩	神戸
〃	変圧器外箱	30-5-23	428774	{吉野敏夫 松井武男	名古屋

三菱MH型小型巻上機

本機は小型で運搬が容易，かつ取扱が便利である．したがって土木工事・建築工事における材料の揚卸し土砂運搬等にもっとも適している．駆動電動機および歯車は巻胴の内部におさめ電動機は交流3相誘導2重カゴ形を使用，起動特性を改善し，機械部分は巻胴・始動輪・台床および軸受台からなり，巻胴の運転および停止は強力で確実なブレーキを設け，良質の材料を使っており，とくに歯車は200kVA 衝撃高周波焼入により焼入後研磨を施してある．



10 HP 20 HP 30 HP

特 長

1. 小型で軽量
2. 据付面積が少く運搬移設が容易
3. 誰にも容易にしかも安全に運転ができる．
4. 音響・震動が少く組立・分解が容易である．

昭和 30 年 10 月 13 日 印刷

昭和 30 年 10 月 15 日 発行

「禁無断転載」 定価 1 部 金 60 円 (送料別)

雑誌「三菱電機」編集委員会

委員長 大久保 謙

副委員長 石川 辰雄

委員 浅井徳次郎

伊東 祐義

木村 武雄

田宮利彦

毎熊 秀雄

宗村 平

幹事

市村宗明

荒井 潔

大久保夙郎

小林治一郎

津村 隆

松田 新市

横須賀正寿

前田 幸夫

石橋 英樹

岡屋 精二

小堀富次雄

成富 公一

松尾 又一

(以上 50 音順)

編集兼発行人

印刷所

印刷者

発行所

発売元

東京都千代田区丸の内2丁目3番地

東京都新宿区市谷加賀町1丁目

東京都新宿区市谷加賀町1丁目

三菱電機株式会社内

日本出版協会会員番号 213013

東京都千代田区神田錦町3の1

市村 宗明

大日本印刷株式会社

長久保 慶一

「三菱電機」編集部

電話 和田倉 (20) 1631

株式会社オーム社書店

電話 (29) 0915・0916 振替東京 20018