

霞が関ビル納

新 C-NN 形 (全透明式) エスカレータ

New Type C-NN (Fully Transparent Type) Escalator for Kasumigaseki Building

原

Takeshi Hara

威*

中

尾 彰 一*

Shōichi Nakao

要 旨

日立製作所が世界で最初に開発した全透明式欄干の T-NN 形エスカレータに代わる新 C-NN 形エスカレータを開発した。本エスカレータは、近代建築に合う新感覚の明るく軽快な欄干意匠と独自の考案になる BT 形無騒音装置および 10% 増加した輸送能力など、かすかすの高性能を誇るものである。また構造的に新設計したプレス成形の踏段ブラケット、小形駆動機械などにより、信頼性が高く、従来のエスカレータより大幅に小形軽量化された。本エスカレータの第 1 号機を超高層霞が関ビルに納入したが、これはエスカレータとしては新分野の需要であり、すでにエスカレータ界に新風を巻き起こしている。

1. 緒 言

エスカレータはデパートのような大店舗で客のサービス用として使用する分野からはじまり、次第に銀行、ホテルあるいは中小のスーパーマーケットなどの分野まで進出した。日立製作所は早くからこれらの要望に合うような各種のエスカレータを製作し、豪華な意匠の全透明式エスカレータ (T-NN) や実用的なエスカレーン (規格形エスカレータ) などを開発し、つねに業界をリードしてきた。しかし最近では、短時間に大量の人を輸送することと複雑な人の流れをさばきうるエスカレータの機能が生かされて、大形事務所ビル、鉄道の駅などに一般大衆の交通機関として設備する機会が急速に多くなりつつある。一方、デパートにおいても新しい建築、構造意匠がくふうされるようになってきた。今回開発した C 形エスカレータは、このような設備条件および交通事情の変動にマッチした大きな輸送能力を有するとともに、最近の建築デザインに合った意匠、安全性を増した乗りやすさなどのほか、たとえば事務所ビルで要求される静かな運転、小規模ビルにおいて特に有利な小形軽量化に合致するエスカレータである。

本エスカレータの第 1 号機は、超高層霞が関ビル納の全透明式 800 C-NN 形エスカレータ 2 台である。以下このビルにおける本エスカレータの役割、仕様、構造、特長および性能試験結果について述べる。

2. 霞が関ビル内のエスカレータの役割

霞が関ビルは地下 3 階、地上 36 階で地上高さ 147 m に達する超高層の事務所ビルである。図 1 に示すようにこのビルは地形の関係で新橋側は 1 階が地上階、四谷側は 2 階が地上階で、2 階が基準のロビー階である。地下は機械室と駐車場、1 階と 3 階は店舗、最上の 2 階にレストランと展望台があるほかは大部分が一般貸事務所で、このビル全体の収容人員は約 10,000 人である。朝夕の出退勤時をはじめこのビルに出入りする大量の人を地上から上層階へ輸送する交通機関として、4 グループに分かれた 29 台の高速エレベータ群が使用され、それぞれのグループが一定の範囲のサービス階床を受け持ち、高層部分を受け持つエレベータ群ほど高速になっている。しかもエレベータ群の出発基準階はすべて 2 階であり、最も低階層部を受け持つエレベータでも店舗のある 3 階には停止せず、4 階以上にだけ停止する⁽¹⁾。このために

新橋側の 1 階または地下の駐車場から 2 階のエレベータホールへ出る主要交通機関として、新橋側に 2 台、四谷側に 2 台のエスカレータがおのおの並列に設置されている。また 2 階から 3 階の店舗を結ぶ交通機関として 4 台のエスカレータが 2 台ずつ並設されている。

このような大形の高層事務所ビルにおいては朝夕の出退勤時をはじめ、このビルに出入りする大量の人を地上と上層階との間に輸送する交通機関の計画がきわめて重要な問題になる。従来の事務所ビルの交通機関としてはエレベータだけを用いていたが、最近の高層ビルではエスカレータをも設備することが次の二つの理由から必要である。その一つは高層ビルの地上階付近の下層階間の連絡にエスカレータだけを使用し、ビル全体として円滑な輸送を行なうためである。一般に、高層ビルでは高速エレベータを設備し、少ない台数で大きな輸送能力を上げようとするが、エレベータが下層階のすべての階床に停止しては、その高速性能はまったく生かされない。したがって、地上階付近の 2~3 階には 1 階床ずつ連続的に輸送のできる便利なエスカレータを設備し、上層階へはエレベータを直行させる併用方式が最も理想的で、全体としてきわめて能率の高い輸送ができる。もう一つは、ビルへの出入口が 2 階床以上に分かれている場合に、エレベータの出発基準階へ人を誘導するためである。最近の高層ビルは、地上階のほかに地下鉄の駅などと直接地下階で連絡している場合が多く、また霞が関ビルのように地形の関係で入口階がビルへの出入方向によって同一階でない場合がある。このよう

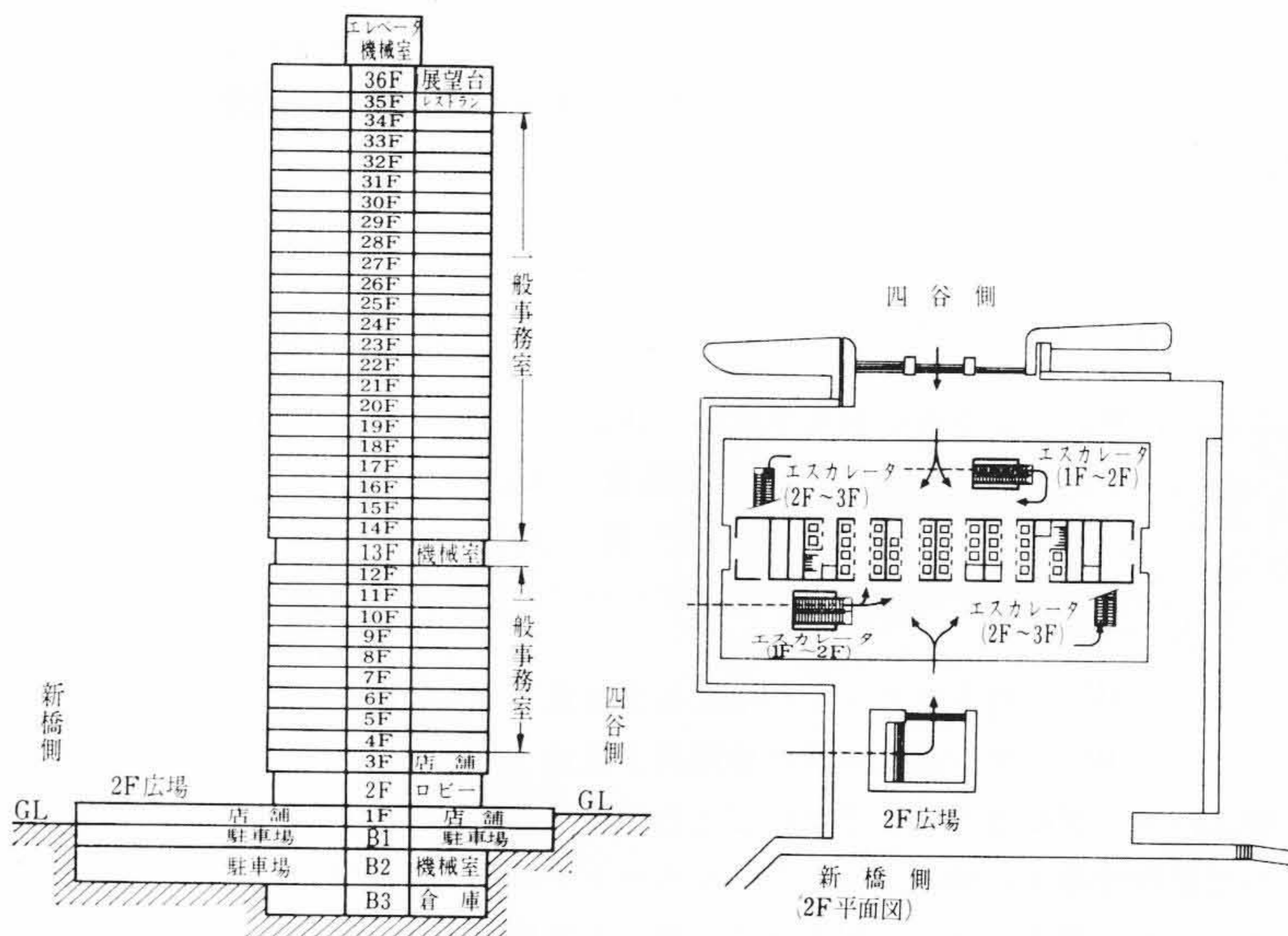


図 1 霞が関ビル

* 日立製作所水戸工場



図2 霞が関ビル納 800C-NN 形エスカレータ

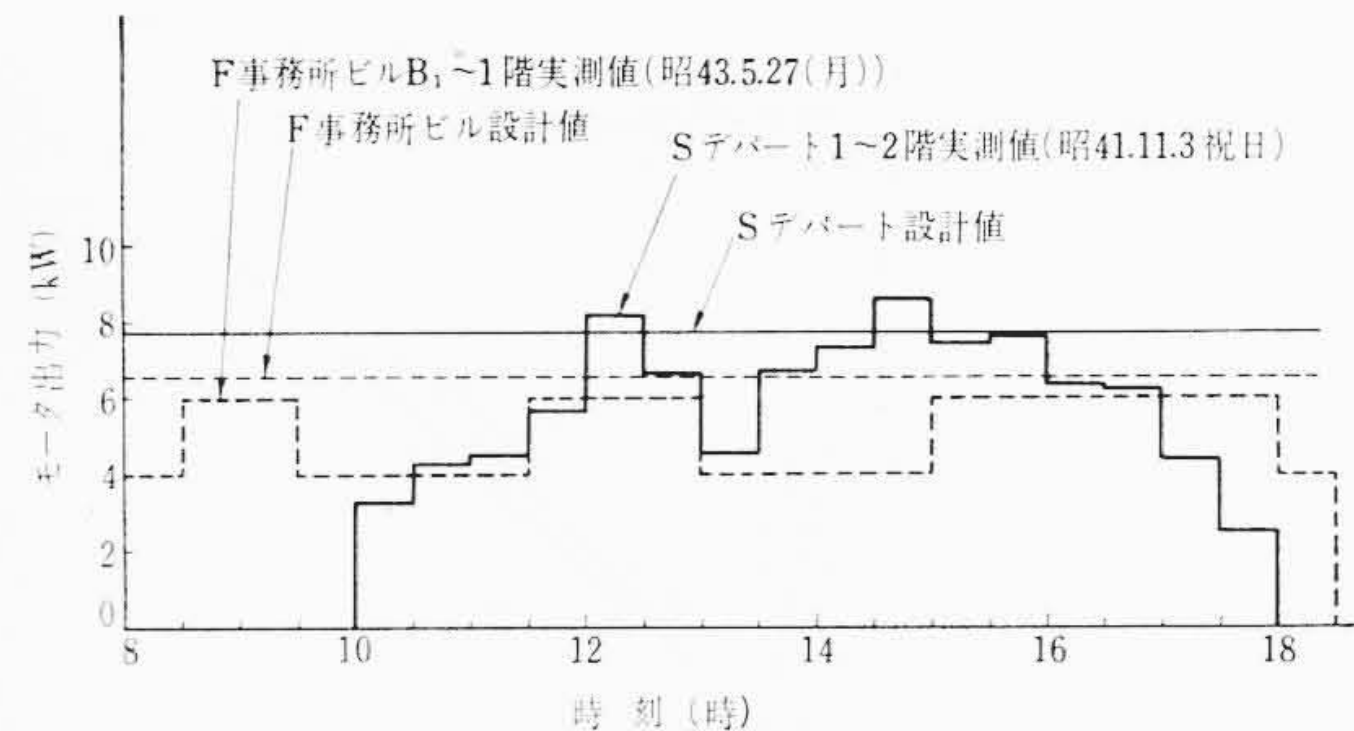


図4 エスカレータの乗客負荷実態調査例

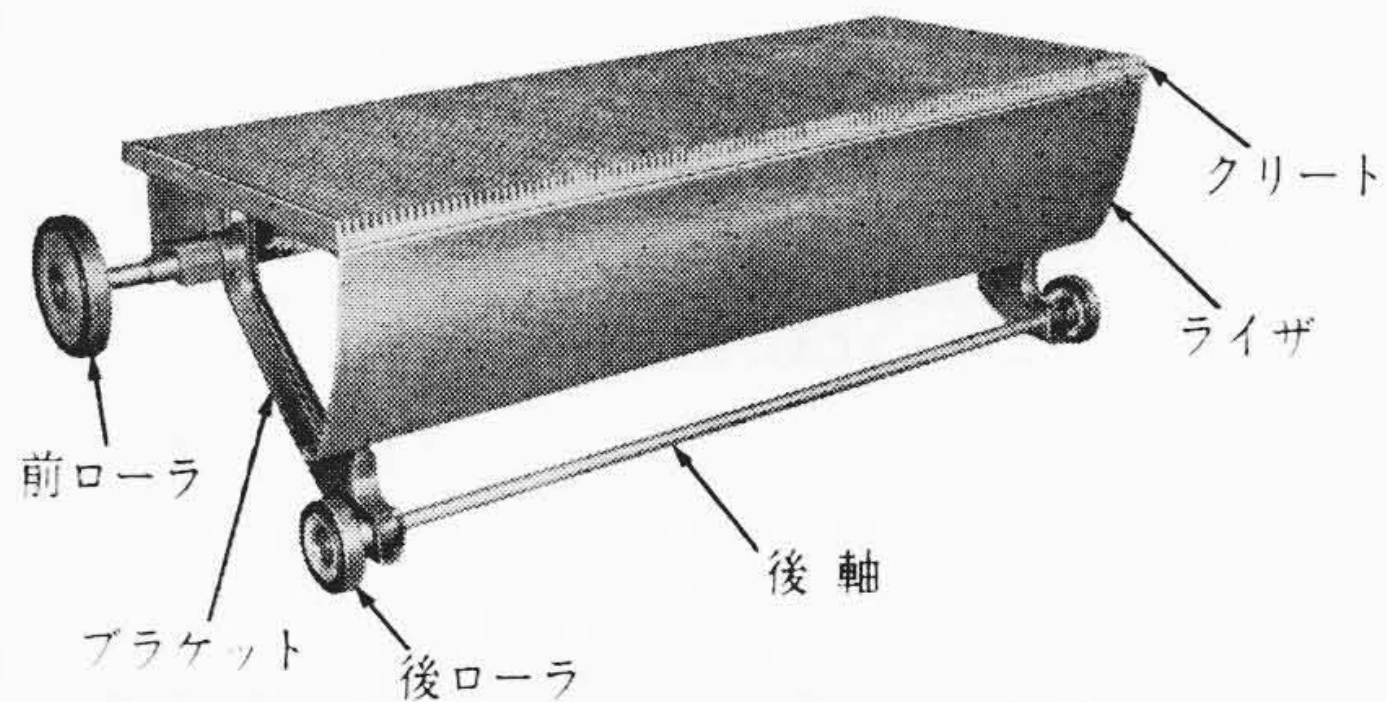


図5 C形エスカレータ踏段組立品

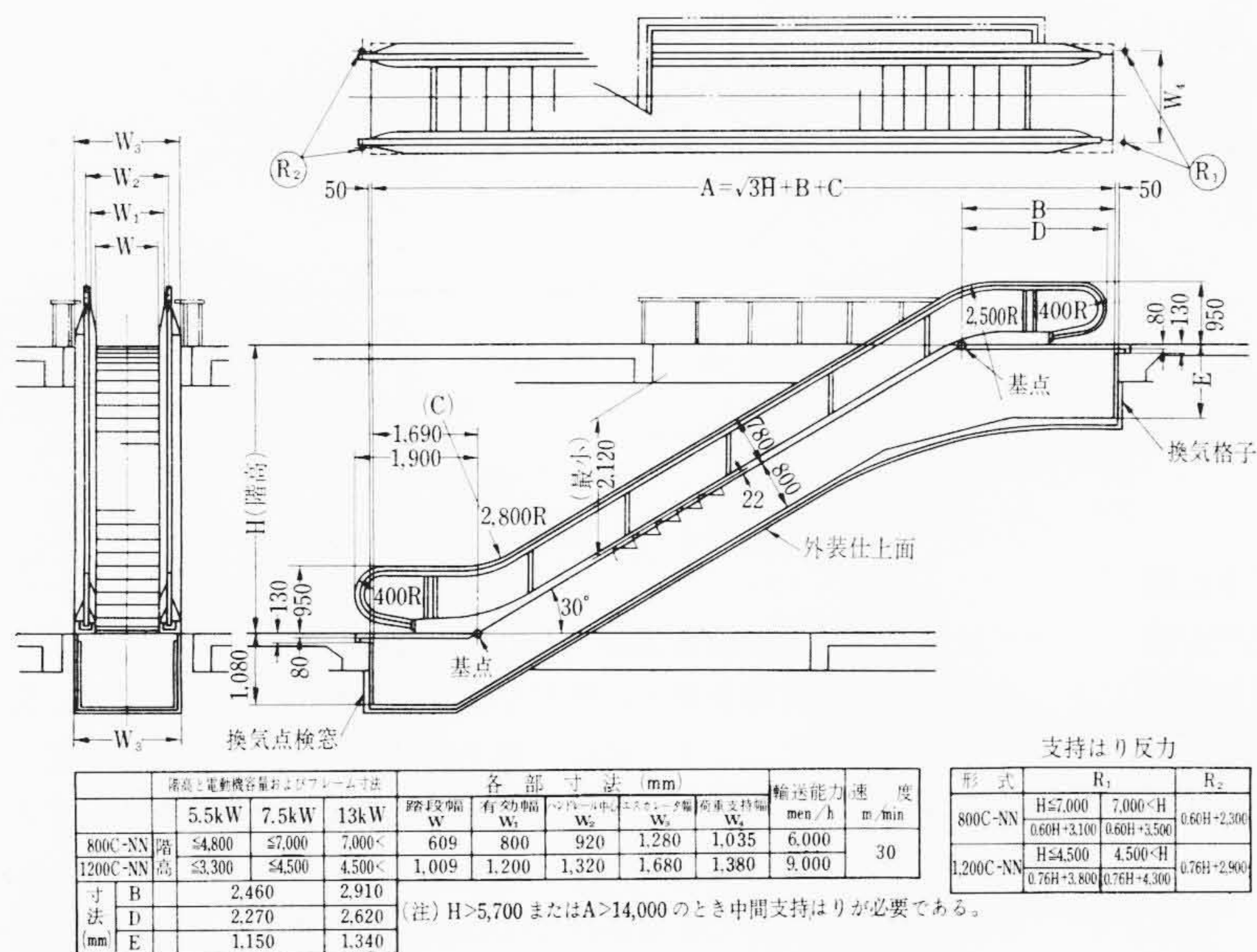


図3 C-NN 形エスカレータ標準仕様

なときにエレベータの出発基準階を一つに決めないですべての入口階から乗れるようにすることは一見利用者に便利なようであるが、出退勤時のようなラッシュ運転時に、エレベータの運転は混雑し輸送能力は極度に低下する。したがって、たとえ出入口が2階床以上あってもエレベータの出発基準階は最も人が集まりやすく、かつ最もビルの機能を高める一つの階に限定し、それ以外からはいった人はエスカレータによってエレベータホールへ誘導し、人の流れを整理する必要がある。霞が関ビルはこのような高層事務所ビルで、本格的にエレベータとエスカレータとを有効に併用し、輸送効果を高める方法を最初に実現したものである。

事務所ビルへの通勤者の出勤時間は約30分間に集中し、午前9時ごろの約15分間が最もピークになる。したがってエレベータ、エスカレータともこの人員を十分輸送できる余裕が必要であるが、霞が関ビルの新橋側のエスカレータは1台当たり8,000 men/h、四谷側のエスカレータは1台当たり6,000 men/hの輸送能力を持っているから、たとえすべての通勤者が1階床からエスカレータを利用してエ

レベータホールにはいっても、4台をすべて上昇運転すれば十分な能力がある。また日中、退勤時などの交通需要に応じて上昇運転と下降運転を行なえるようになっている。日立エスカレータは四谷側にある800C-NN形2台で、主として地下駐車場から1階へ上がってきた人をエレベータホールへ誘導する位置にある。

3. 新C-NN形エスカレータの標準仕様

霞が関ビル納800C-NN形エスカレータの外観を図2に、またC-NN形エスカレータの標準仕様を図3に示す。

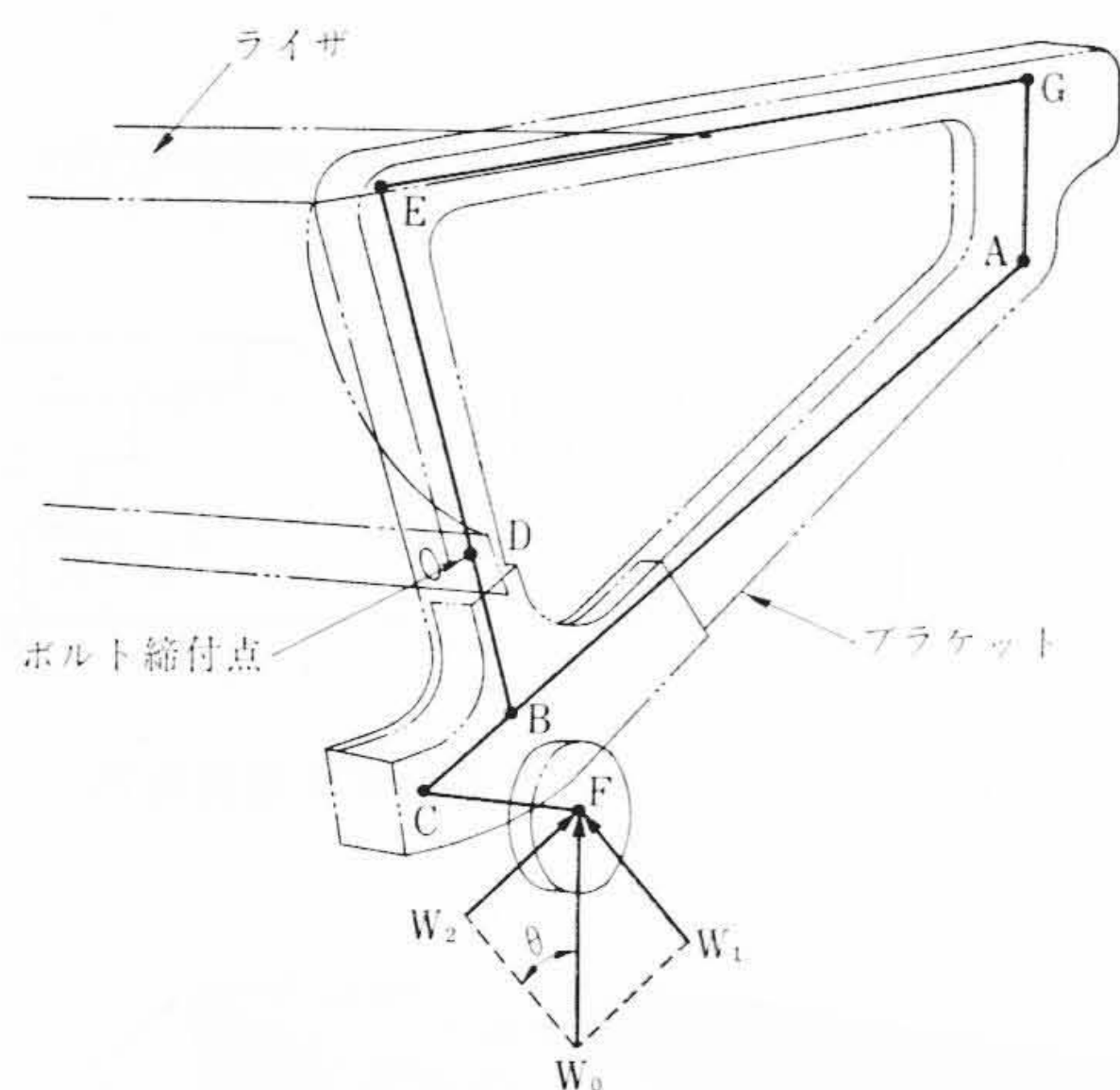
仕様で特筆すべき点は走行速度を従来より10%増しの30 m/minとしたことで、輸送能力が1200形で9,000 men/h、800形で6,000 men/hになっている。これはエスカレータの使用分野が霞が関ビルのような事務所ビルの出退勤時や地下鉄の駅など実用的な用途において、短時間に大量の輸送を行なう必要と、円滑な人の流れを確保すべき要望を満たしたものである。また据付面積、建物のほりにかかる荷重の縮減のために小形、軽量化はエスカレータの重要な性能の一つであるが、C形エスカレータは従来の経験、資料を基礎とした適切な規格化と新しい機構の採用により、据付面積で7%、受ばりへの荷重で20%以上軽減した。

5.5 kW電動機をはじめて使用したのは、エスカレータが比較的低階高の建物にも設備される機会が増し、しかも1日の電動機出力の変化を示した図4の例のように、事務所ビルはもちろんデパートでも短時間のピークを除外すればほとんど定格負荷以下で使用され、モータ出力の2乗平均値が計算値以下であることを統計的に調査して、必要最小限の出力表示によって需要家の便宜を図ったものである。

4. 構造の特長と性能

4.1 踏 段

踏段はエスカレータの中で最も数多く使われる重要な部分で、乗客が直接乗って使用するから、互換性を有し、信頼度の高いもので



W_0 : 垂直荷重
 W_1 : W_0 によるCAに直角方向の分力
 W_2 : W_0 によるCAに平行方向の分力

図6 踏段ブラケットへの荷重

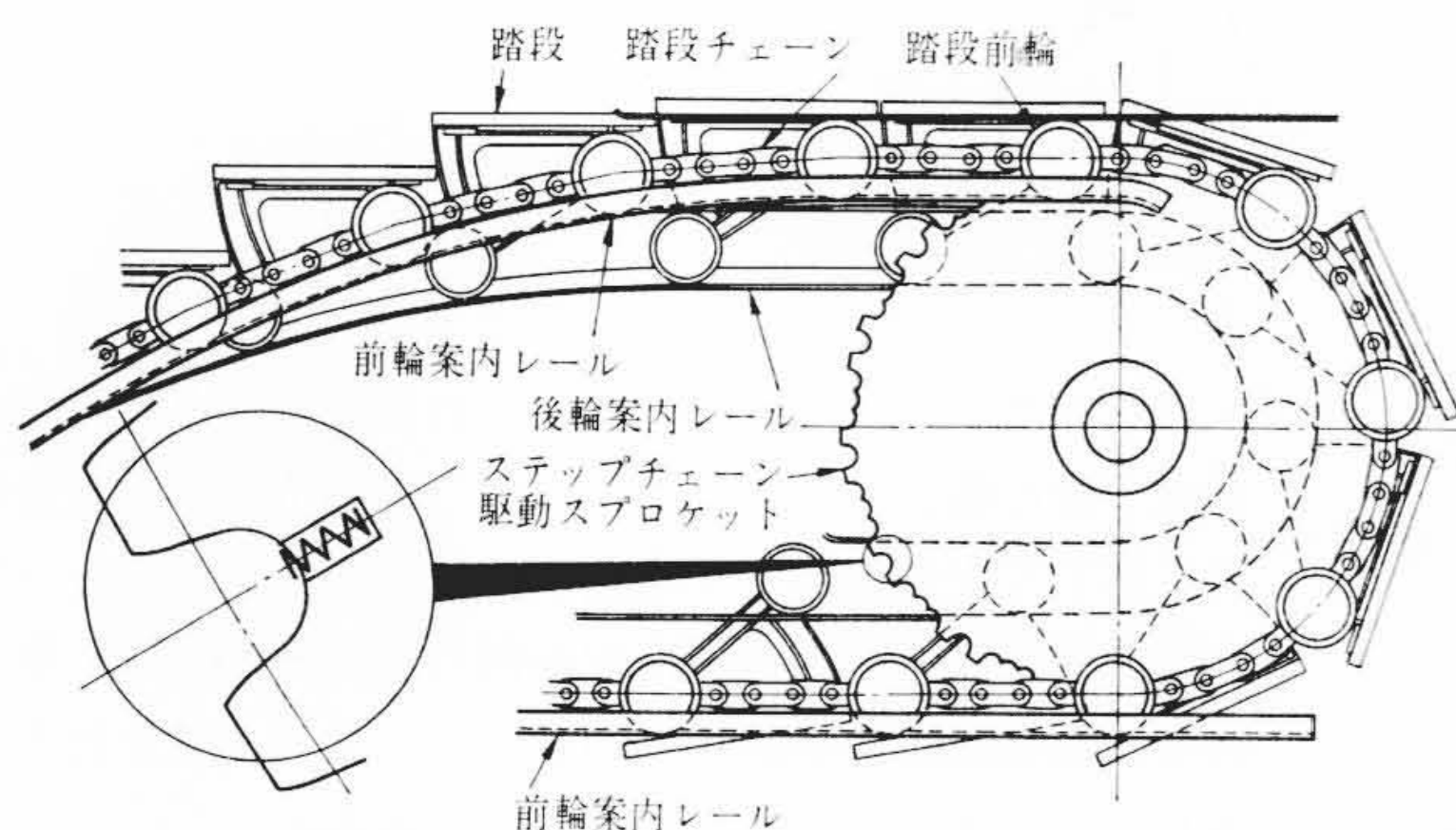


図7 エスカレータ踏段駆動機構とBT-SC₂形無騒音装置

なければならない。

C形エスカレータの踏段ブラケットには、従来用いられてきた軽合金のダイキャストや鋳鉄製に代わり薄鋼板のプレス成形品⁽²⁾を使用した。その結果軽量で鋳物品になかった均質、高信頼度の部品となった。図5はC形エスカレータの踏段組立品で、構造的に後軸を左右のブラケットに貫通して連結してあるので、従来のような片持式に受けたねじりモーメントがなく、また後ローラが案内レール上を転動するさいに片当たりするような不具合は生じない。

踏段ブラケットへの荷重は図6に示すとおりで、応力の最大値はD点の $2\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度である。この応力値では踏段にかかる動的なくり返し荷重に対して十分な疲労強度を有することを理論的にも試験結果からも確認しているので、踏段の走行精度をいつまでも高く保持できる。

クリートはわが国では最も細かいピッチの 8.4mm とし、奥行寸法をASAコードに合格する大形にしたので、足許の安定度が増し、乗降のさいの安全性が高い。

4.2 BT-SC₂形無騒音装置とC形エスカレータの騒音特性

銀行、ホテルあるいは閑散時の事務所ビルにおいて客へのサービスの一環としてエスカレータを設置する場合は、内部がきわめて静粛な環境に対し従来以上にエスカレータの無騒音化が性能上重要な問題である。エスカレータの運転騒音のうち電動機を含む駆動機械から発生する連続音については、従来からウォーム減速機とエスカレータ専用の低騒音電動機を用いているのでかなりの効果をあげてきた。一方踏段の駆動に用いる踏段チェーンと駆動スプロケットとが噛み合う際に発生するエスカレータ特有の断続音については、日立製作所がその発生と防止に関する理論を究明し、C形エスカレー

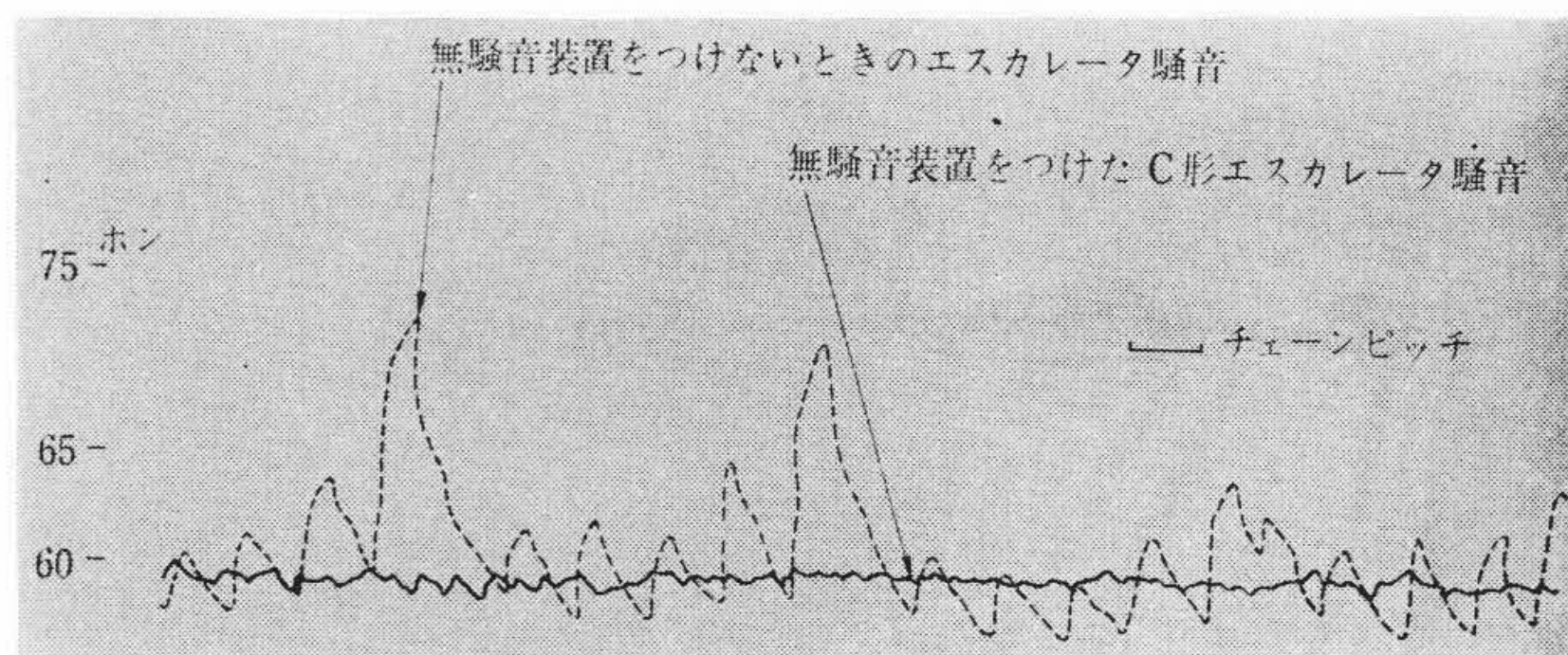


図8 BT-SC₂形無騒音装置を設けたC形エスカレータの騒音

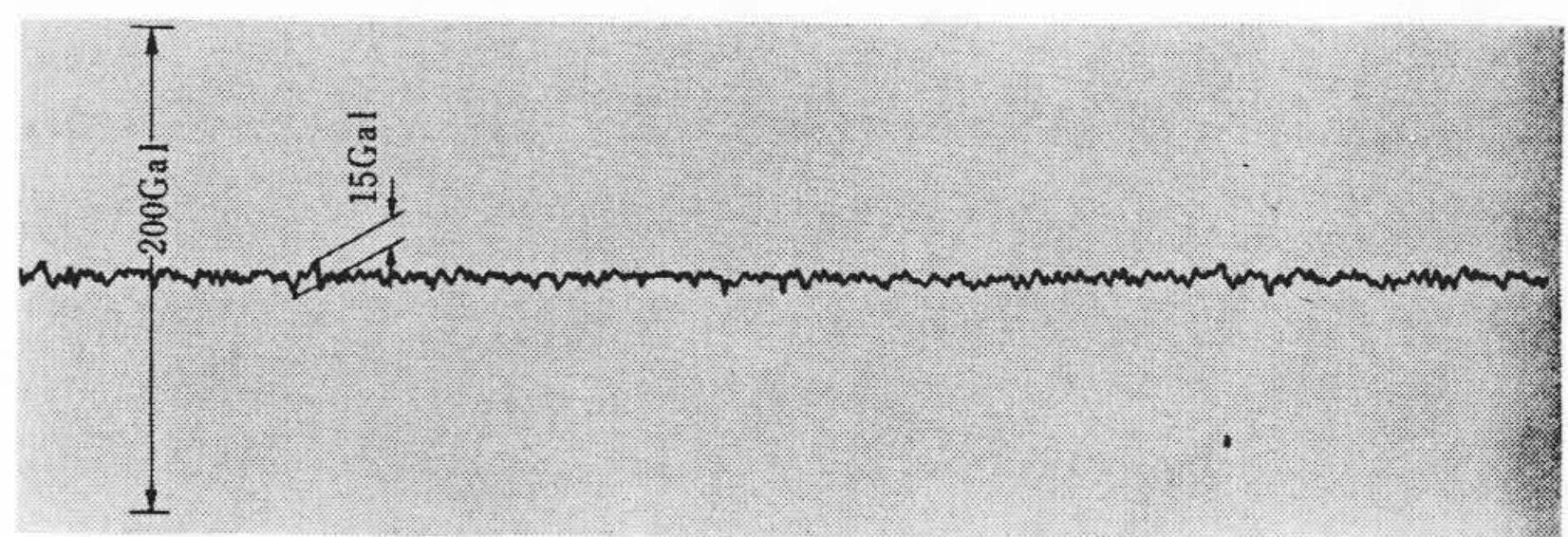


図9 C形エスカレータの乗心地

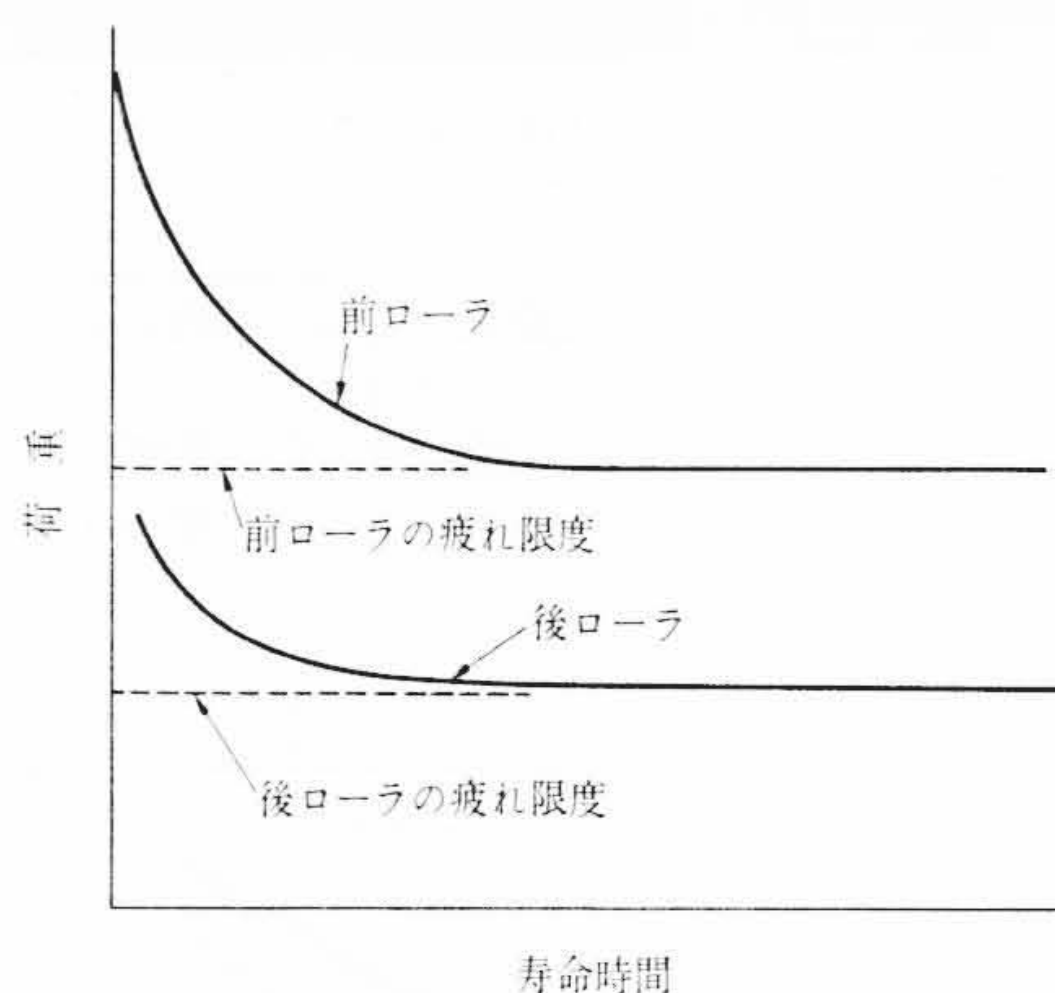


図10 踏段ローラの寿命曲線

タにはBT-SC₂形無騒音装置⁽³⁾として実用化している。

本無騒音装置は騒音発生の根源を直接除く方法で、実際的には図7に示したように、コイル状の金属ばねをスプロケットの各歯底に埋め込み、チェーンローラが衝撃的に歯底に衝突するのを防止する構造である。この装置の特長は、

- (1) 緩衝体として要求されるばね定数は内蔵するばねの特性を変化することにより自由に選択できるので、エスカレータの大きさに応じて安定した緩衝能力が得られる。
- (2) 緩衝体の寿命は、信頼度の高いばねを内蔵することにより著しく延長することができる。

などである。

図8は無騒音装置のない場合とある場合に発生するエスカレータ騒音のオシログラムによる比較である。本装置を用いたC形エスカレータは、チェーンローラとスプロケットが噛み合うごとに現われた断続的な鋭い山は完全に消滅し、その絶対値の低下とともに騒音低下に著しい効果をあげているのがわかる。一般に銀行、事務所ビルの騒音は約60ホン、デパートの上層階で65ホン程度であるから、C形エスカレータはこのような低騒音ビルへも積極的に設備することが可能である。

4.3 踏段ローラと乗心地の改善

エスカレータの乗心地に影響する因子の大きなものは、踏段をチェーン駆動する場合のチェーンの脈動によるものと、踏段ローラの転動状態、レールの精度および仕上程度によるものとであり、前者は水平部分での前後振動と斜面上での前後および上下振動となり、

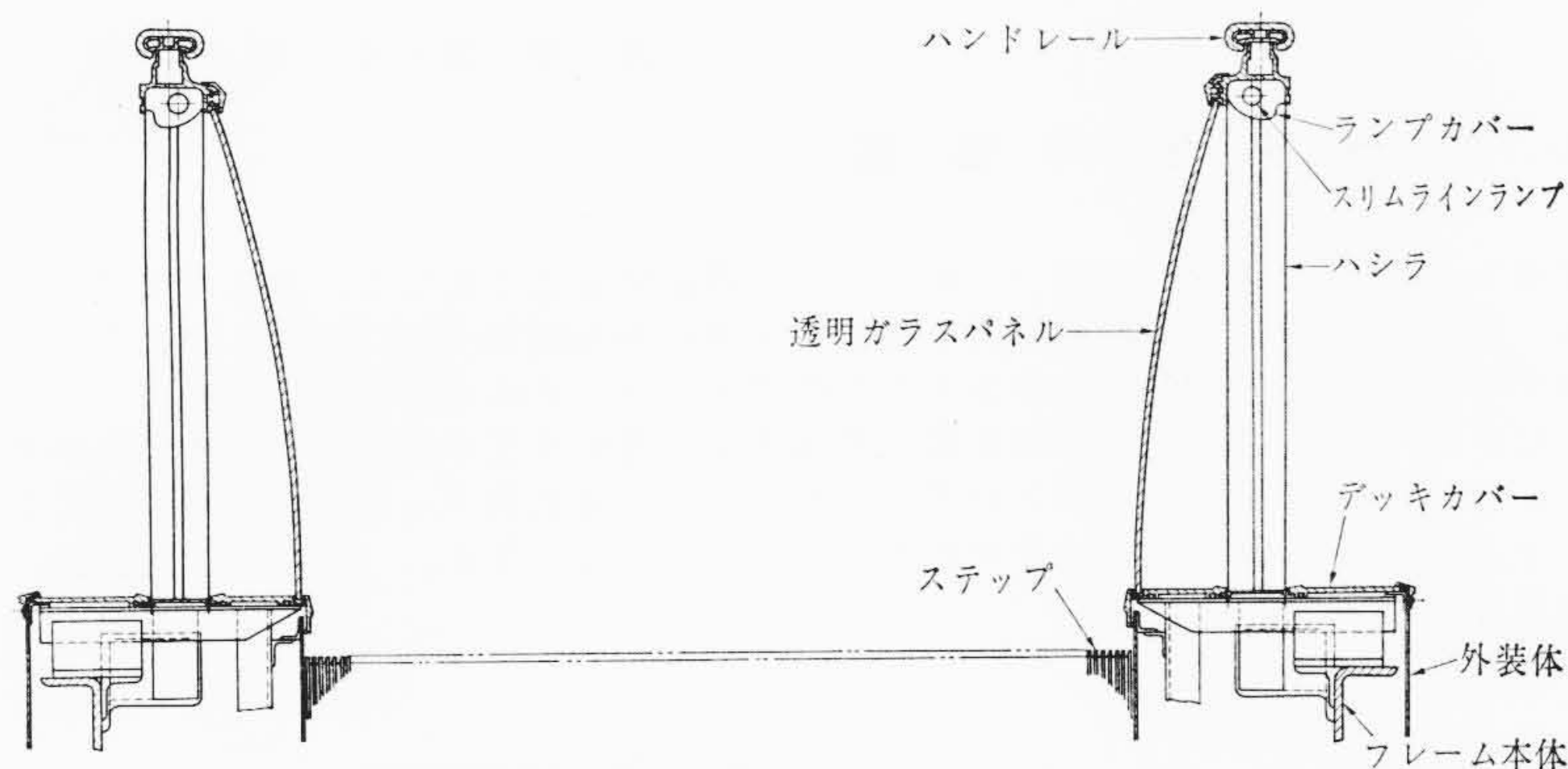


図11 C-NN形エスカレータ欄干断面図

後者は上下振動となって乗心地を害する。これらの大部分は踏段ローラのゴムタイヤの厚さ、硬度をかえることによって改善することができる。すなわち、ゴムのバネ常数が変化するからで、タイヤのゴム厚が厚いほど、また硬度が低いほどばね常数が小さくなるのでクッション性に富み踏段上の乗客により乗心地を与える。C形エスカレータはこの理論に基づいて乗心地の向上を図っており、図9の踏段上での上下振動を示すオシログラムを見ると5~15 Gal ときわめて小さく、すべるようなよい乗心地である。

踏段ローラはこのような乗心地を左右する特性以外に、激しいくり返し荷重を受け、安全性の面からも長い寿命に耐えるものでなければならない。日立製作所はこの面でも長期にわたる研究を重ね、ローラの材質、形状、バネ常数などの要素がその寿命に及ぼす効果を実験的に確かめてきた。図10は前、後各ローラの負荷連続転動試験において得た荷重と寿命時間数との関係で、いずれもある一定の疲れ限度を有することを示している。後ローラにかかる荷重は踏段自重と乗客負荷によるものだけであるが、前ローラにはエスカレータ上部の凸曲線レールにおける踏段チェーン張力の法線力⁽⁴⁾が加算される。C形エスカレータの踏段ローラはこのような実荷重に対し疲れ限度が2倍以上になるよう設計してある。

5. 全透明式欄干意匠

C-NN形エスカレータの欄干は透明カーブドガラスの豪華さに、近代建築にマッチした新しい感覚の軽快さとキュービックな感じを加味し、明るい透明効果を強調したものである。以下その内容について説明する。

- (1) 豪華さを出すためにパネルをカーブドガラスとし、ハンドレール下の照明を設けて明るさを強調した。特に欄干透明部と、機械内部を外装板でおおった不透明部との深さの割合が従来より10%増したので透明効果が抜群になった。
- (2) ターミナル部は図2からわかるように在来形より約500mm大きい張り出しとし、ハンドレールの折りかえしラインに傾斜を設けてアクセントのあるキュービックな感じとした。張り出しが大きいので、乗客は踏段に乗る手前からハンドレールをつかみ、降りてからハンドレールをはなすことになるなど乗り降りに対する機能上の安全性もさらに向上している。
- (3) 透明欄干の支柱は建物の柱の方向に合わせて踏段面に垂直

とし、柱の意匠も直線の感じを強調したアルミ成形材で構成した。中間部の柱は1本であるが、ターミナル部は2本でターミナルの張り出し強度に合う合理的な意匠構造である。

- (4) デッキカバーは軽快な断面形を特色とするフラットなアルミ成形材で構成され、中央の柱の線の部分に濃褐色のアクセントラインを通したまったくざん新なデザインである。図11に欄干断面図を示す。
- (5) 全幅が小さいわりに踏段幅が大きく、両ハンドレール間が比較的広いので意匠的に豪華で、荷物のある乗客にも楽に乗りうる特長がある。この欄干幅は海外諸国の法規を参照し、乗客が最もつかみやすい寸法にハンドレールの位置を決定したものである。このほか、踏段とスカートガードとの間げきなど、欄干まわりの固定部としゅう動部とのすき間精度を高め、より安全なものとした。
- (6) 化粧ゴムに着色性、耐変色性にすぐれたハイパロンを用い、内部に疲労強度の高い補強構造の日立ハンドレール⁽⁵⁾を使用している。したがって、長年月の運転にさいしても汚損、たい色あるいは変色がなく美麗である。

6. 結 言

以上、新しい建築設備の動向にマッチし、また従来からの使用の実体を考慮して開発した日立C-NN形エスカレータの内容と超高層事務所ビルにおける設備計画の概要を霞が関ビルに例をとり紹介したが、おもなものを取りまとめると次のとおりである。

- (1) 最近の交通需要にマッチするよう輸送能力を10%増した。
- (2) 合理化した構造により据付荷重で20%の小形、軽量化を図ったので据付条件がきわめて有利である。
- (3) BT-SC₂形無騒音装置の開発により信頼度の高い低騒音エスカレータを開発できた。
- (4) 改善した乗心地は、踏段上の上下振動で5~15 Galのすべるような感覚である。
- (5) 装いをまったく新たにした新感覚の意匠で、乗りやすい張り出し欄干、大きな透明効果、およびアクセントラインを設けたデッキに特色をもたせてある。
- (6) 以上の性能をもつC形エスカレータとエレベータとの併用による超高層事務所ビルでの新しい分野を確立した。

C形エスカレータは開発と同時に受注した霞が関ビル納の800C-NN形2台をはじめ、すでに100台以上が順調に稼働しており、今後もより広範な設備計画にマッチした設計、仕様のエスカレータとして需要家にこたえうるものと確信する。

終わりに本機種の完成に当たり資料の提供や助言をいただいた各位に深甚なる謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 池田、犬塚ほか：日立評論 49, 1013 (昭42-10)
- (2) 実用新案申請中
- (3) 特許申請中
- (4) 原、平元ほか：日立評論 47, 1542 (昭40-9)
- (5) 原、北条：日立評論 49, 537 (昭42-5)

特許第488265号(特公昭41-9209号)

早瀬 俊一郎・犬塚 績

直 流 エ レ ベ ー タ 制 御 装 置

直流エレベータの速度制御にはワードレオナード方式を使用し、発電機の界磁電流をプログラム制御する。そして負荷の変化、運転階床数の相違(目的階床へ達するまでの運転階床数)に起因する着床誤差を減少するためには、着床時に一定の低速度で運転しなければならない。

この発明は上記着床時の低速運転なしで着床誤差を少なくするもので、電機子電流を磁気増幅器で増幅し発電機界磁側に正帰還し、しかもその帰還量を運転階床数に応じて減速時に変更するようにしている。

図は本発明の一例を示す回路図でレオナード発電機Gの界磁電流は減速時に界磁指令抵抗 R_f をプログラムに従って増大することにより減少し、発電機電圧を降下させる。そこで電動機速度は低下しエレベータ速度も減少する。今、磁気増幅器MAによる帰還回路がない場合を考えると、無負荷上昇時には速度が高く上方に行きすぎ、重負荷上昇時には速度が低く着床レベルより下方に停止することとなる。ところで無負荷上昇時には減速時の電機子電流は大きく、重負荷上昇時には減速時の電機子電流は小さくなる。したがって本発明のように減速時に磁気増幅器MAによって電機子電流を増幅し発電機界磁に正帰還すると、無負荷上昇時には減速時の電機子電流が大きいから磁気増幅器MAの出力も大きく、エレベータに

は大きな制動力が働き下方に停止するようになる。重負荷上昇の場合は減速時の電機子電流が小さいから磁気増幅器MAの出力は小さく制動力は小さくなるのでエレベータは上方に停止する。

さらに運転階床数が変化すると運転速度が変更するため着床誤差の発生することが考えられるが、帰還抵抗 R_{fb} を運転階床数に応じて変えるので着床誤差はいっそう少なくなる。(渡辺)

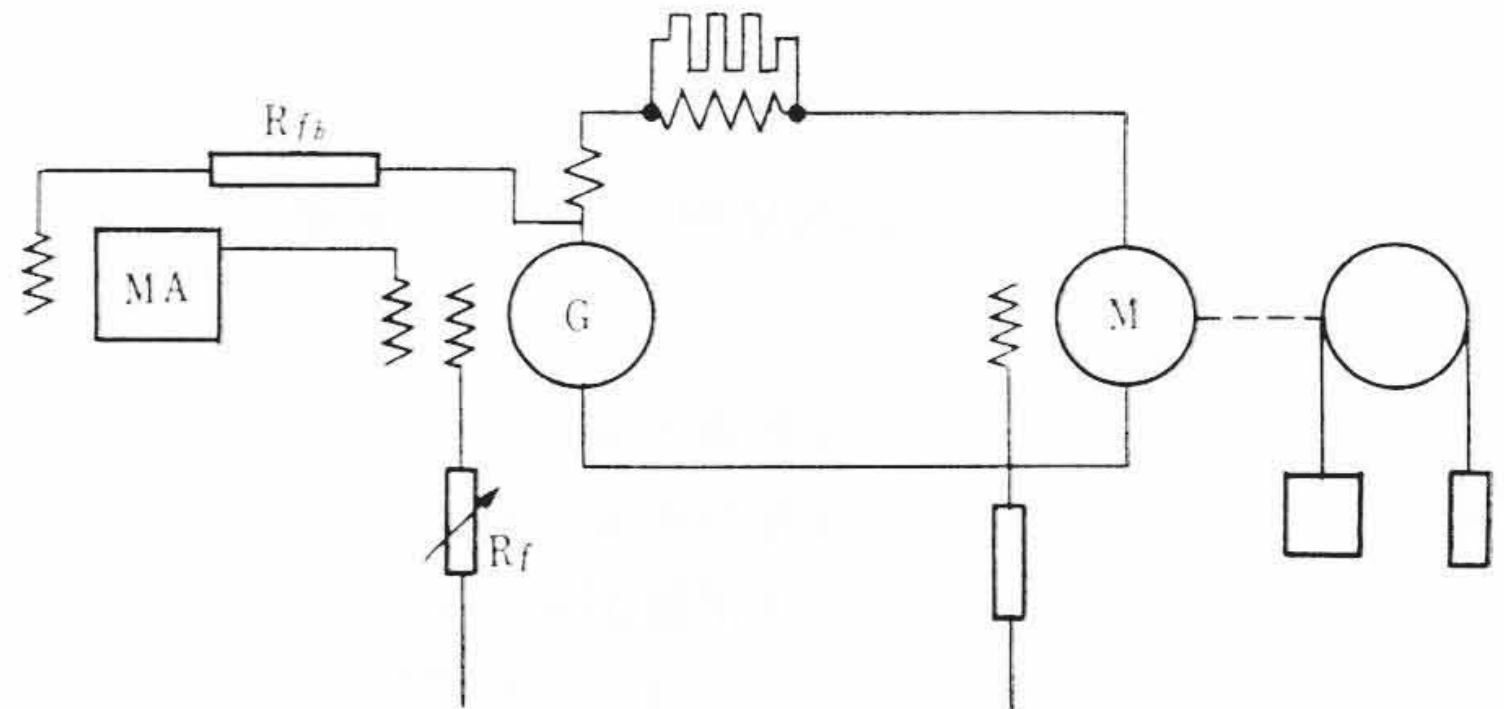


図 1

特許第502459号(特公昭42-7096号)

犬塚 績・渡部 喜久雄

並 設 エ レ ベ ー タ 信 号 装 置

多数のエレベータを並設する場合4~6台を1群としていくつかの群に分け、エレベータの需要状況によってある群のみ運転させたり、各群の運転階床を制限したりする。これは輸送能力を向上させるためであるが、反面利用できないエレベータを待客が待つことがありうる。この発明はある階床で任意のエレベータ群のホール呼びがあったときその呼びに応じうるエレベータ群の登録表示装置をすべて作動するようにし、上記欠点を補うものである。図はその一例を示し、運転階床数は7階、エレベータ群はA、Bの2群、運転形式はAあるいはB群だけが運転する閑散時、A群が2~4階を通過し5~7階に運行しB群が1~4階に運行する分割急行運転、A、B群がともに全階に運行する平常運転の三つの場合である。

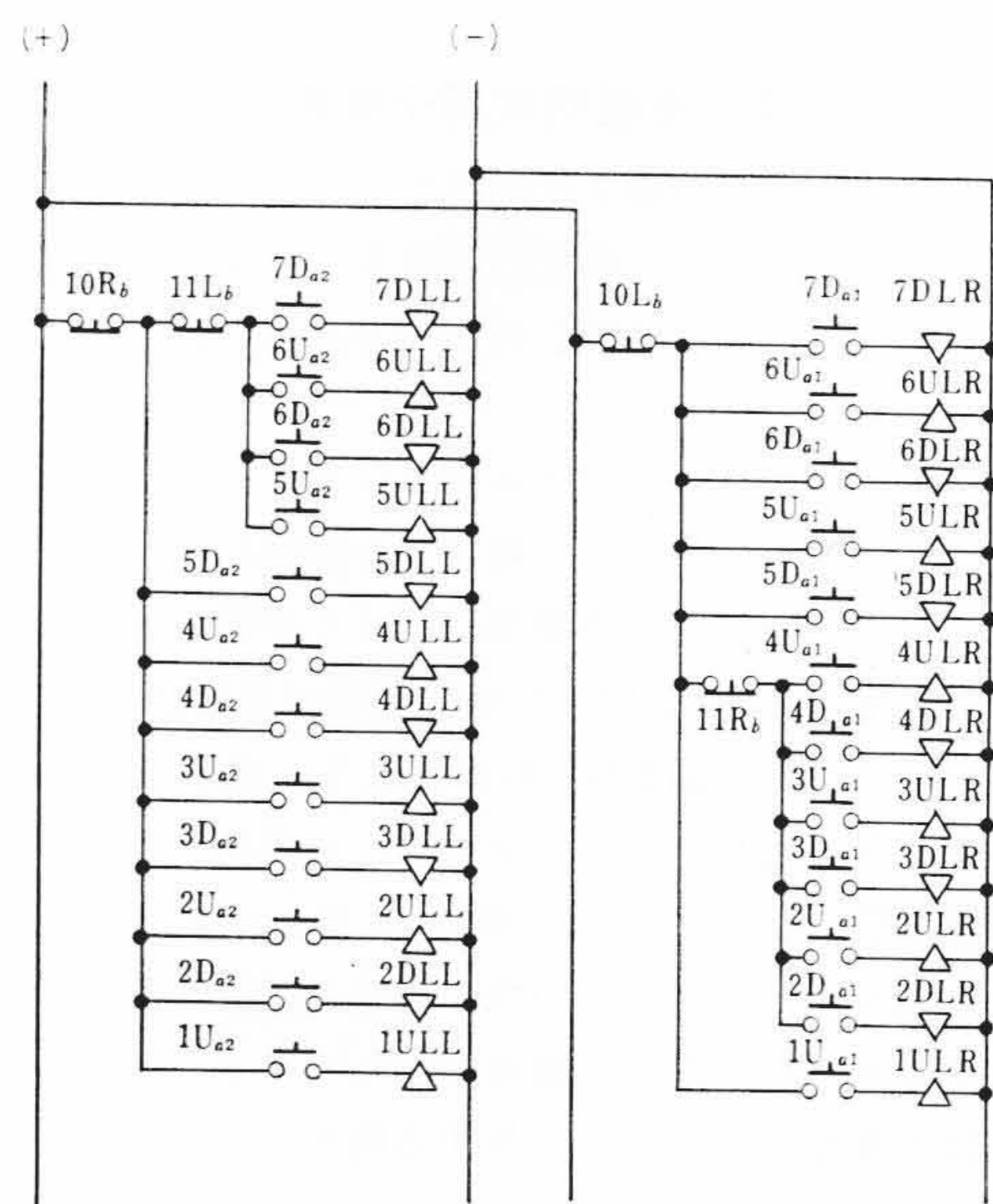
平常運転が指令されると接点 $10R_b$ 、 $11L_b$ 、 $10L_b$ 、 $11R_b$ はいずれも閉じている。そこで今、5階乗場の昇向ホール呼びボタンが押されると登録リレー接点 $5U_{a1}$ 、 $5U_{a2}$ がともに閉じA・B両群の登録表示装置 $5ULL$ 、 $5ULR$ (これはたとえば呼びボタンに内蔵されたランプである)を点灯し、両群のエレベータが利用できることを待客に表示する。

次に閑散時でA群だけが運転している場合には接点 $10L_b$ が投入し $10R_b$ は開いている。したがって3階乗場の待客が降向ホール呼びボタンを押すと接点 $3D_{a1}$ 、 $3D_{a2}$ が閉合するけれども、A群に属するエレベータの登録表示装置 $3DLR$ が点灯するだけでB群のそれは点灯しない。かくて待客はB群のエレベータは利用できないことを知るのである。同様にB群だけが運転する閑散時では接点 $10R_b$ が閉じ $10L_b$ が開くためB群のエレベータ所属の登録表示装置だけが点灯表示する。

分割急行運転の指令がでると接点 $11L_b$ 、 $11R_b$ がともに開放する。このため6階の乗場の昇向ホール呼びボタンが押され接点 $6U_{a1}$ 、 $6U_{a2}$ が閉じてもA群に属するエレベータの登録表示装置 $6ULR$ が点灯するだけでB群の登録表示装置 $6ULL$ は点灯しない。それゆえ待客はB群のエレベータが利用できないことを知る。これに反して4階乗場の降向ホール呼びボタンを押すと接点 $4D_{a1}$ 、 $4D_{a2}$ が投入し、B群のエレベータの登録表示装置 $4DLL$ は点灯するがA群の

登録表示装置 $4DLR$ が点灯しないので、待客はA群のエレベータは利用できないことを知るのである。

このように本発明によればホール呼びボタンを押して登録表示装置が点灯表示するか否かによってどの群のエレベータが利用できないかすぐ判明し、各乗場における待客の混乱を緩和することができる。(渡辺)



B群エレベータの登録表示装置回路 A群エレベータの登録表示装置回路

図 1