

日立製作所中央研究所納240m/minエレベータ

240 m/min Elevator for Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

渡 辺 昭 則* 弓 野 洋*
Akinori Watanabe Hiroshi Yumino

内 容 梗 概

長行程用として240m/min高速エレベータの研究開発を行い、第1号製品を日立製作所中央研究所に納入した。高速化によって生ずる諸問題を解決して、所期の目的を達したのでその概要について述べる。

1. 緒 言

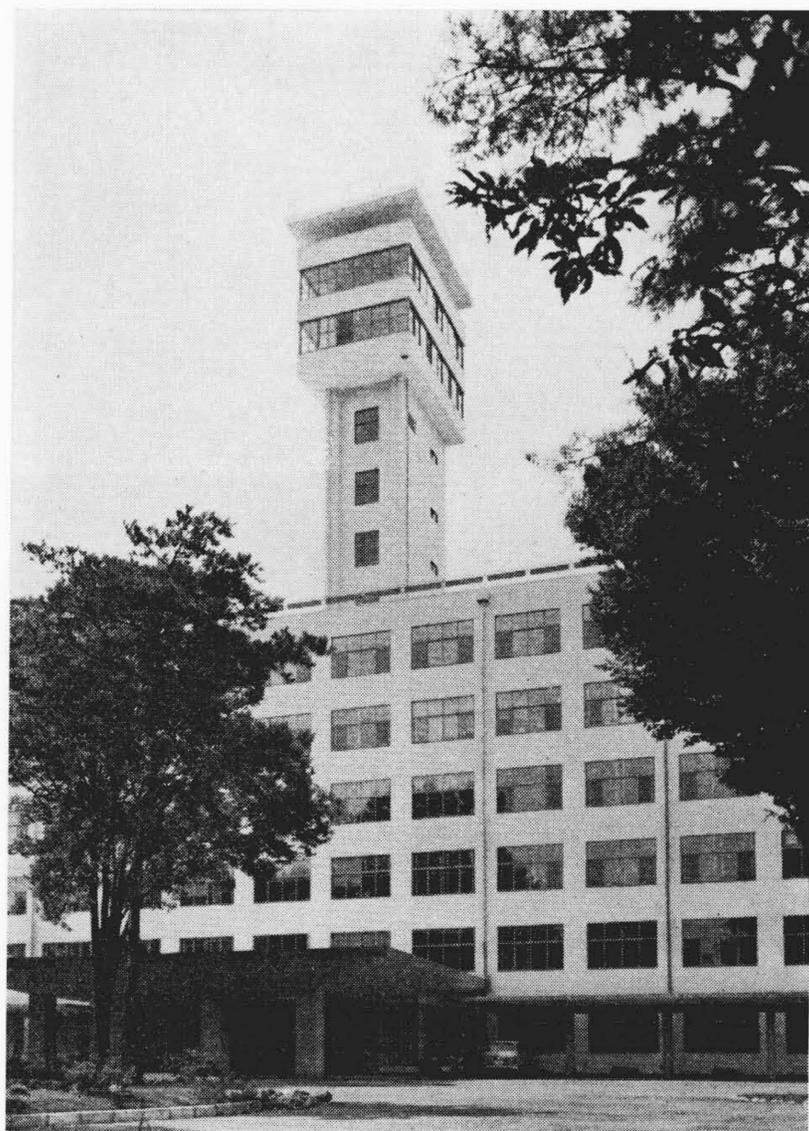
わが国のビルディングは法令上高さを制限されているため、一般に10階程度のもが多い。したがって、エレベータは特殊なものを除けば、定格速度150m/min程度でその機能を十分発揮することができる。一方、最近長行程用のエレベータとして、150m/min以上の高速エレベータを要望される気運も高まっているので、今回、長行程用として、240m/min高速エレベータの研究開発を行い、第1号製品を日立製作所中央研究所に納入した。この240m/minという速度は、さきに日立製作所が完成している200m/minエレベータをさらにスピードアップした国内の最高速度である。高速化に伴い、種々の問題が生ずるが、従来の考え方をさらに発展させ、乗心地、速度特性、制御、振動、騒音および安全性などについて、所期の目的を達したのでその概要について述べる。

2. 中央研究所納エレベータの概要

エレベータの仕様は下記に示すとおりである。

| | |
|-------|--------------------|
| 種 類 | 乗 用 |
| 定格荷重 | 800 kg |
| 定 員 | 12人 |
| 定格速度 | 240 m/min (国内最高) |
| 制御方式 | 直流可変電圧コレクティブコントロール |
| 階 床 数 | 12 (地上) |

第1図に建屋の外観を示す。



第1図 中央研究所

3. 高速化とその制御

3.1 速度特性

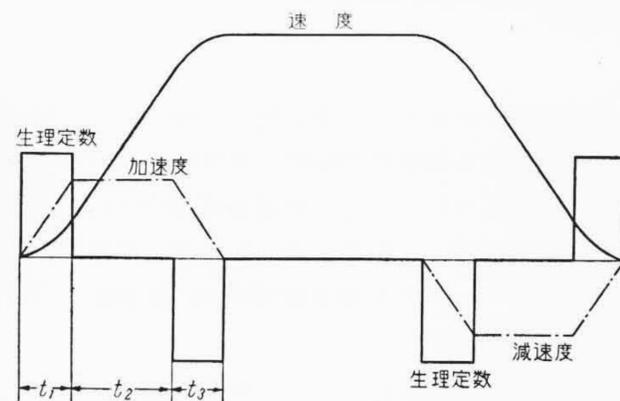
長行程エレベータでは定格速度の高いことが輸送能力を大きくすることになる。しかしながら、定格速度を高くするために、短時間で加減速を行うことは、乗心地をそこねて乗客に不快感を与え、機器に対して過酷な負荷をかけることになる。したがって、速度特性は適当な加減速度を設定することが大切であり、同時に機器に対して無理のない制御をする必要がある。

今回のエレベータについては、さきに発表⁽¹⁾した第2図のような台形波加減速度特性により、円滑な乗心地をえた。

これを従来の三角波加減速度特性と比較すれば次のようになる。

生理定数（加速度変化率）が同じとすると、台形波加減速度特性の場合に加減速に要する時間および距離は、三角波加減速度特性の場合のそれらよりも大きく、しかも定格速度の増大とともに増大する。いま、定格速度240m/min、生理定数1.0m/s³の場合を例にとると、三角波加減速度特性のときの加減速に要する時間および距離は、それぞれ4.0sおよび8.0mであって、台形波のときよりおのおの20%小さい。しかしこの差は昇降行程の非常に長いエレベータにあっては全走行時間および全行程に対する割合が小さくなるため無視

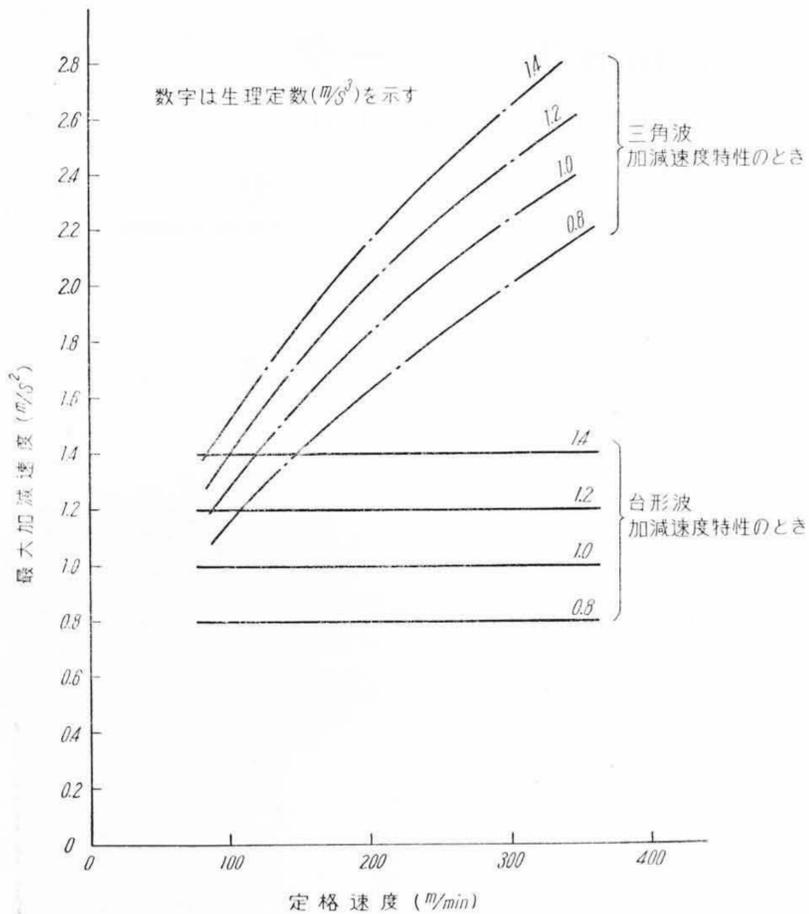
* 日立製作所国分工場



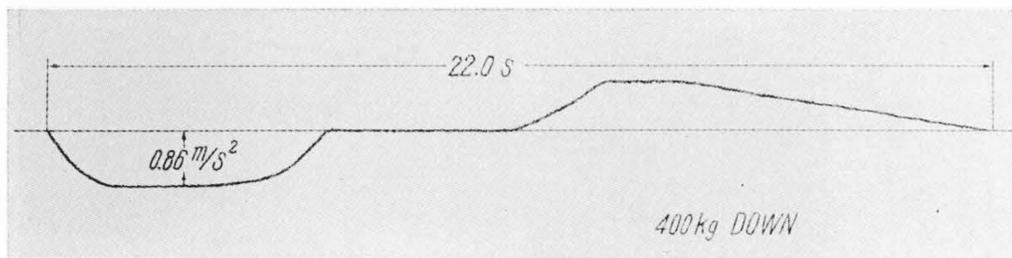
第2図 エレベータ速度特性

できる。一方最大加減速度は、同一条件において三角波加減速度特性の場合には台形波加減速度特性の場合の200%となる。すなわち三角波加減速度特性のときには、大きな加減速トルクを必要とするため、熱的にも無理を生ずる。これは機器設計上も不経済であり、高速エレベータとして実現性がない。

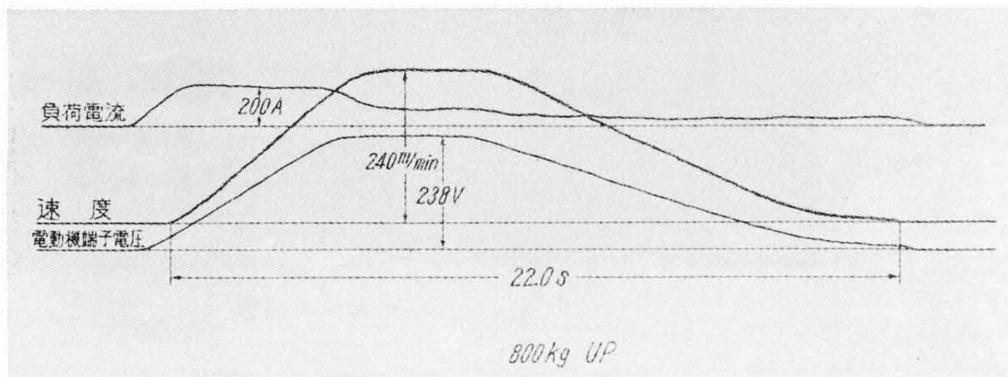
台形波加減速度特性の場合、加減速トルクが一定であるために、機器使用上に無理がなく、かつ経済的であり、しかも加減速中 t_2 と



第3図 定格速度と最大加減速度



第4図 加減速度特性

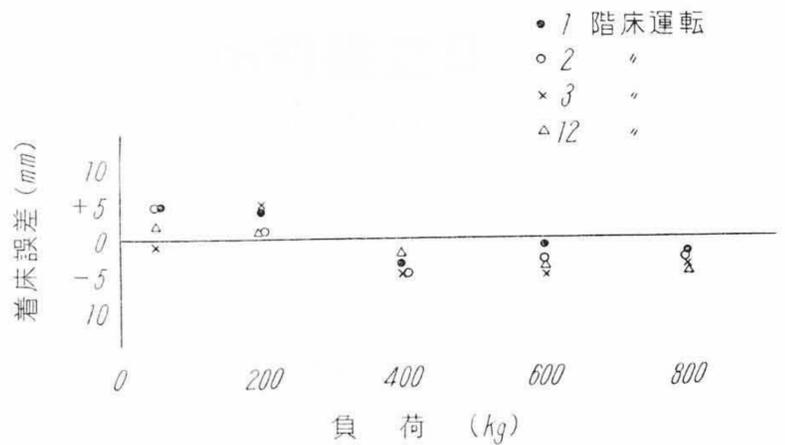


第5図 速度特性

いう定加減速度部分があるため乗心地が円滑であり、階床区分運転による高階床運転時と低階床運転時の速度特性を一致させることが容易である。以上述べた点から、高速速度特性としても台形波加減速度特性が好適である。この考え方にしたがって設計、調整された中央研究所納エレベータの加減速度特性を第4図に示す。

3.2 速度制御

乗心地のよい速度制御を行うため、模擬回路を設け、アナログコンピュータにより個々の条件を検討して制御回路を設定した。従来の制御装置のまま高速化を行えば、減速時に発電機端子電圧は、あらかじめ設定されたプログラムによって減少するが、一方電動機発生電圧の減少する割合は、高速化に伴って増加する慣性エネルギーにより減少するため、高速化時には減速開始が遅れる。また、電動機の界磁調整による制動力は速度に比例して増大する。このため、高速時の界磁調整は大きさと位置を十分考慮しないと速度特性を大きく悪化させることになる。このように、150 m/min 程度では問題にならなかったものも、高速化を行うことにより大きく影響してく



第6図 着床特性

る。したがって、円滑な速度特性を得るためには、電動機発生電圧が減速開始時容易に減少し、減速途中で急激に増大することのないように制御する必要がある。中央研究所納エレベータでは、アナログコンピュータの解析によるプログラム設定の結果、良好な結果を得ることができた。

一般に、高速化した場合、階床区分運転により多くの速度特性を単一の回路で制御すること、機器の容量増大のため機械的時定数がますます、負荷変化による慣性の影響が大きくなることなどのため制御は困難になる。これらは制御方法、制御装置の組合せおよび機器そのものの特性改善により解決されなければならない。以上述べた点を考慮して制御した日立製作所中央研究所納エレベータの速度特性を第5図、着床特性を第6図に示す。

4. 振動および騒音

さきに加減速度による乗心地について述べたが、振動および騒音もまた大いに重要視すべき問題である。一般に、ケージ内乗客に不快感を与えない振幅は25μ、また騒音は65ホン程度以下といわれており、従来の150 m/min 級高速エレベータでは実用上、十分満足すべき結果がえられている。

しかしながら飛躍的に高速化するためには、さらに種々検討すべき問題点がある。そこで筆者らは、さきに研究塔において240m/minにおける振動、騒音の予備実験を行い、改善すべき諸点を摘出するよう努めた。

少なくとも上記の諸値にまさる特性をもったエレベータを完成するため、十分な基礎実験と現地調整とによって良好な成績を取ることができた。

4.1 振動

ケージの振動には大別して二つの場合が考えられる。

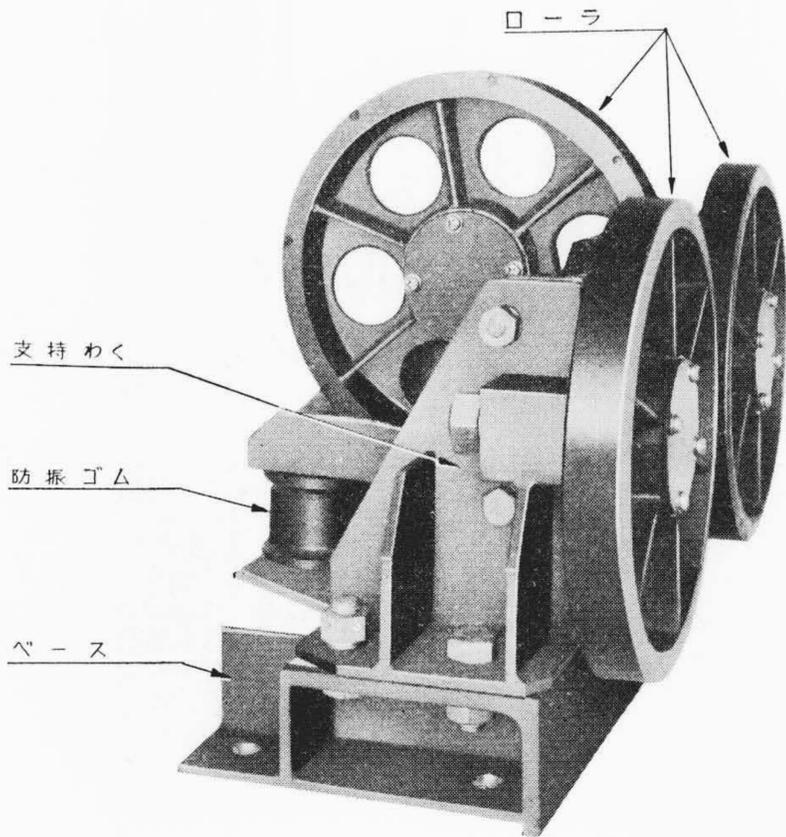
その一つは巻上機本体より生ずる主として縦振動がロープを伝わってケージ板を振動させる固体伝達であり、他はガイドレールとガイド機構の走行中摩擦接触により直接ケージを前後左右に振動させる場合とである。

前者はギヤードエレベータと異なり、歯車のかみ合いサイクルによって生ずる強制振動がなく、ケージの振動振幅も実測の結果小さいことが確認されているので問題にならない。

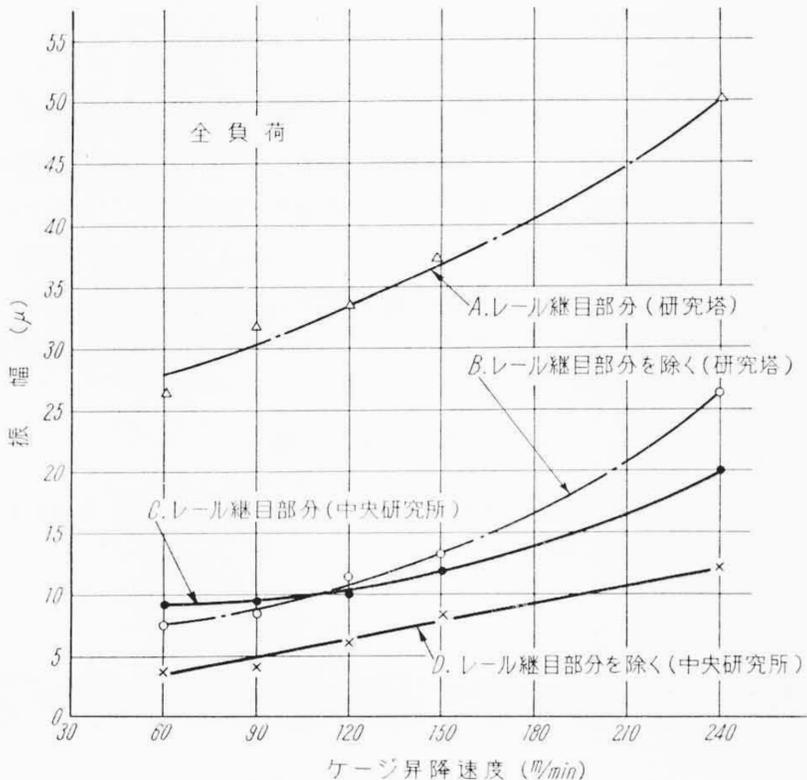
後者の場合、ガイドレールとガイドシューの間にかかる摩擦振動は、高速に移るに従って相互の衝撃力が増大するため次第に大きくなる傾向を示し、上記の機械振動を上回る大きさになると考えられる。

ことにケージが偏心荷重を受けていればレールの継ぎ目部分に周期的に大きい振動が現われてくる。

これにはレール摩擦面のアラサを極力下げた切削を行い、またブ



第7図 ガイドローラ



第8図 ケージの左右振動

ラケット部分の継手方法を改めて曲げ剛性を上げるとともに、現地にて細心の据付工事を施すなど特別な考慮を払って解決した。

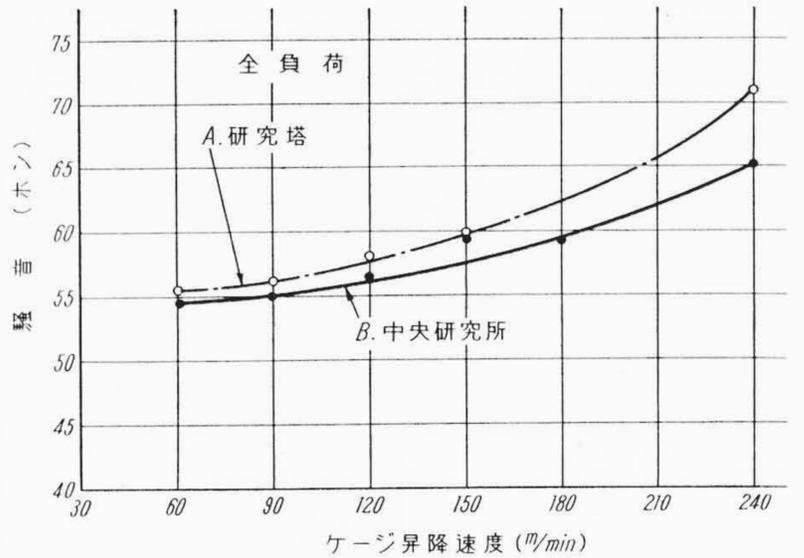
さらに従来のガイドシューでは、高速時に生ずる衝撃力を取除けない構造的な理由から、新たに防振のくふうを凝らした合成ゴム製ガイドローラを設備し、緩衝効果を上げるよう努めた。第7図にその構造を示す。

レールの正面と両側面に接触するローラは共通の台わくに取付け、振動の大きく出てくる正面ローラ支持端には弾性エネルギーの大きい防振ゴムを使用している。

さらに万一タイヤが摩耗した場合にも圧力の変化しない構造にした。

この結果、ケージ振動の最大振幅を、ガイドシューを用いた場合の50μよりはるかに小さく20μ程度まで減少させることができた。

第8図は昇降速度に対するケージ左右振動の振幅をプロットしたものである。図において曲線AおよびBは研究塔エレベータであり、曲線CおよびDは以上の検討を行って納入した日立製作所中央



第9図 ケージ内の騒音

研究所エレベータの実測値を示したものである。

4.2 騒音

第9図に昇降速度に対するケージ内騒音特性を示す。曲線Aは従来のエレベータにて昇降速度を上げ実測したものである。

曲線Bは以下に述べるような問題点を十分検討して納められたエレベータの騒音特性である。

一般にケージ内で感ずる騒音には、ロープを伝わりケージ側板を振動させて発生する固体音と、発音体から直接音となって乗客の耳に達する空気音とがある。しかしながらロープによって伝達される固体音は、主として巻上電動機、発電機などの振動およびボールベアリングの振動などによって発生するものであり、これらは途中ケージとケージわくの間には振動吸収率の大きい適切な防振ゴムを介在させて、音となりやすい高周波のエネルギーを取除いてあるため、あまり問題にならないと考えられる。また高速になると、ロープのシーブ出入時におけるいわゆるハンマリング作用も騒音に関与するところが大きいので、これを防振ゴムで取除くことは非常に効果的といえる。

以上のように考えれば、ケージ内騒音の大部分は空気音と判断されるわけで、据付完了後、周波数分析計を用いて各発音体およびケージ内の騒音を分析した結果、やはり空気音が相当大きい部分を占めていることが判明した。次にその考察を述べる。

ケージ内で検出された周波数は80〜から5,000〜までほぼ一様な音のデシベル値を示し、わずかに80, 250, 1,600〜が高く現われていた。

一方、走行中実測して得たケージ天井板およびケージ側板の振動は40〜を含む200〜までの倍振動数が顕著である。このことから、発音体の空気に伝達された音波がケージ板と共鳴をおこしてケージ内に達するものと、ケージの開口を通過して直接耳に感ずるものがあると解釈される。

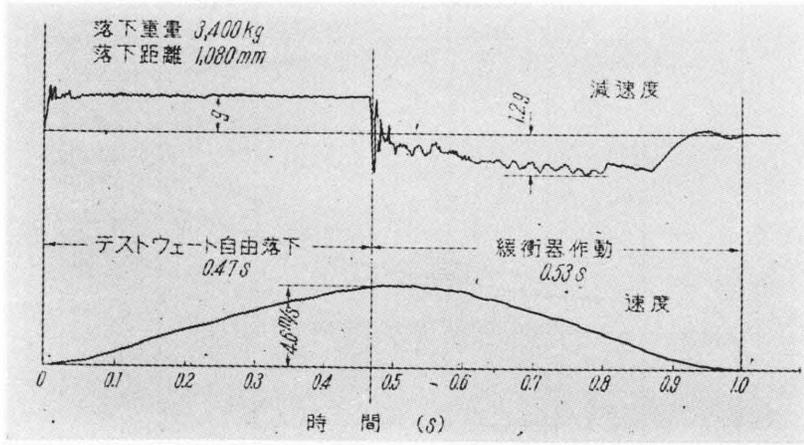
実際、機械室の騒音、とくにロープのハンマリング作用による騒音分析波形がケージ内のそれと非常に類似していることから空気音であることの確信を強めた。

このようなハンマリング作用も運転中のなじみにより振動エネルギー、すなわち音の強さが自然減少するもので、なじみやすい衝撃値の小さいロープみぞ形にしてある。一方ガイドレール、その他で騒音の原因になやみやすい摩擦接触部分は給油法を改めて解決した。

このようにして、ケージ内騒音を実用上さしつかえない65ホン程度に収めることができた。

5. 安全装置

従来日立製作所が採用している安全装置は機能的に完成されてい



第10図 油圧緩衝器の動作特性

るので、大部分の安全装置については構造、強度上から適否を検討するにとどめた。

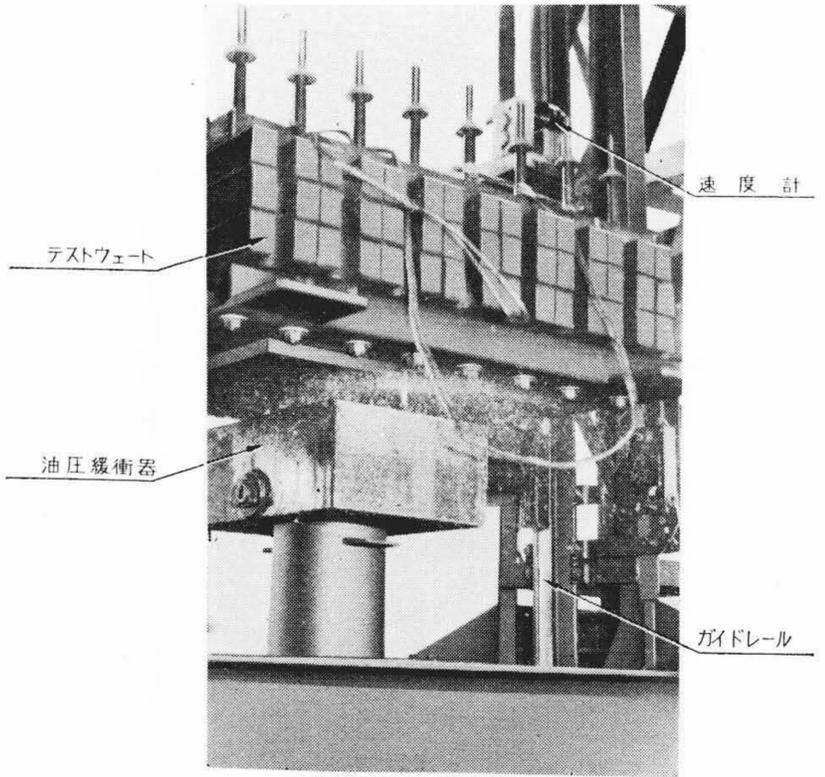
すなわちエレベータの過速降下現象に対し重要な役割を占める調速機の作動範囲を「アメリカンスタンダードセーフティコード」⁽²⁾に適合した動作に選定した。また調速機作動に続いて起るレールクランプ装置のレールつかみ作用に関しては、高速に伴う衝撃力を考慮した安全強度に設計した。

油圧緩衝器のピストン行程は調速機で制限される最大速度において、平均減速度が g になるよう規定されている。また油圧と強度の関係からシリンダ容積が定まるのでいきおい細長い構造にならざるをえない。

この点、過速されたケージが緩衝器に衝突する場合、いかなる偏心荷重を受けても十分座屈にたえる構造にした。

一方油の流動について、従来噴油の流量係数 C_d は一定値に採られてきたが、オリフィスの形状および噴油速度に応じて変化するべきものである。240 m/min の油圧緩衝器は噴油速度が 150m/min 級の約2倍程度になるため、最適の減速度特性を与える流量係数 C_d を吟味しなをし、その低下を十分考慮して設計した。

第10図は速度および加速度計を用いて行った減速度試験の一部で、上記コードによれば最大減速度 2.5g 以下と規定されているが、



第11図 油圧緩衝器の減速度試験

今回のものは 1.2g の好結果を得た。

第11図にその試験の状況を示す。

6. 結 言

このほど長行程用として 240m/min 高速エレベータの研究開発を行ない、第1号製品を日立製作所中央研究所に納入した。あらかじめエレベータ研究塔やアナログコンピュータによって種々の検討を行い、高速化によって生ずる諸問題を解決し、乗心地、着床特性、振動および騒音について、高級エレベータとしての性能を十分に発揮することができた。

参 考 文 献

- (1) 犬塚、早瀬：日立評論 別 38 (昭 35. 8)
- (2) American Standard Safety Code for Elevators, Part II, IX (A 17.1-1955)



登録新案 第522762号

新 案 の 紹 介



青 木 勝・森 幸 治

コ ー ル カ ッ タ

この考案は、原動機に連動する2個の油圧モータのうち一方の油圧モータと原動機とでジブの機械切込作動を行わせ、他方の油圧モータでフィードドラムを駆動させるようにしたものである。

構 造、作 用

1. 原動機1に油圧ポンプ2および歯車伝動機構15,16を連結し、その歯車16の軸にドライブスプロケット14を固定する。
2. 切換弁3を介して油圧ポンプ2に連結する2個の油圧モータ5,6を設ける。
3. 油圧モータ5,6のそれぞれにジブ支持腕11およびフィードドラム13を駆動する歯車伝動機構9,18および10,12を連続する。

切換弁3を操作し2個のモータ5,6の一方たとえば5へ圧油を送れば、9,18歯車を介してジブ支持腕12は旋回し、同時に原動機1により歯車15,16を介してドライブスプロケット14は回転する。その両動作によりジブの機械切込作動を行う。

他方の油圧モータ6へ圧油を送れば、歯車10,12によりフィードドラム13は回転してロープを巻取るから、コールカッタは前進または後退する。

効 果

1. 操作ハンドルが1本となって全体の構造が簡単になり、ジブの旋回とコールカッタの送りとが同時に行われるような誤動作を完全に防止できる。
2. 急傾斜の場合にジブの旋回を行うときコールカッタ自体は下降しようとするがフィードドラムは逆転しない。そのためロープはゆるまないからコールカッタは下降することなく完全に旋回操作を行うことができる。(野村)

