

日立PH形油圧式自動車用エレベータ

Hitachi Type PH Electrohydraulic Elevator for Automobile

高 橋 達 男*
Tatsuo Takahashi

内 容 梗 概

ビルの地下駐車場には油圧式自動車用エレベータを設置するのが能率、安全、スペースなどの見地からきわめて有利である。

油圧式エレベータはケージおよび積載荷重をピットに設置した油圧ジャッキでささえ、建築物の上階に荷重をかけることがない。したがって建築構造を大幅に軽量、簡略化することができる。また、カウンタ・ウェイトが不要なため昇降路面積も狭くてすみ、さらに自重降下方式を採用して過速降下のおそれがなく、安全性がきわめて高い。

一般に油圧方式は大荷重、小行程の動作に最適であり、これを2～4階床程度の自動車用エレベータに応用した場合、その特長を十分生かすことができる。

一方、経済的な油圧式エレベータの計画に当たっては、油圧ジャッキを含む系全体の力学的関係を究明する必要がある。

今回この点に着目し、従来とは違った角度から総合的な検討を加えた結果、最適な標準仕様を見出し得て日立PH形油圧式自動車用エレベータを完成した。

1. 緒 言

最近自動車の増加にともなって駐車場の建設が急がれている。大都市における駐車場計画は主として200～500台を収容できる大形専用駐車場の建設にあるが、わが国の道路事情で真に駐車難を解決するためには10～20台程度の収容能力を持つ小駐車場を各所に多数設ける必要がある。昭和32年駐車場法により建築物の延べ面積が3,000m²以上の新增築ビルには駐車場を併設すべきことが立法化された。このためビルの地階を駐車場として使用する例が増加しつつある。地下駐車場には油圧式エレベータを設置して自動車の格納を行なわせる方法がスペース、経済、安全の上から他の方式に比較して有利である。ビルの地下駐車場への出入口としてそれぞれ斜道を設けた場合、ロープ式エレベータを設置した場合、油圧式エレベータを設置した場合についてビル内にしめるエレベータ設備に必要な床面積を比較すれば第1表のとおりであり⁽¹⁾、明らかに油圧式エレベータの有利なことがわかる。

日立製作所は昭和34年わが国最初の油圧式自動車用エレベータを古河鋳業ビルに納入して以来つねに業界をリードしてきたが⁽²⁾、需要の増加にともない、短納期でさらに経済的な油圧式エレベータの供給が要望されるようになってきた。今回これらの要求を満たすため、あらゆる角度から徹底的な検討を加え、より合理的な標準仕様を見出し得て日立PH形油圧式自動車用エレベータを完成した。

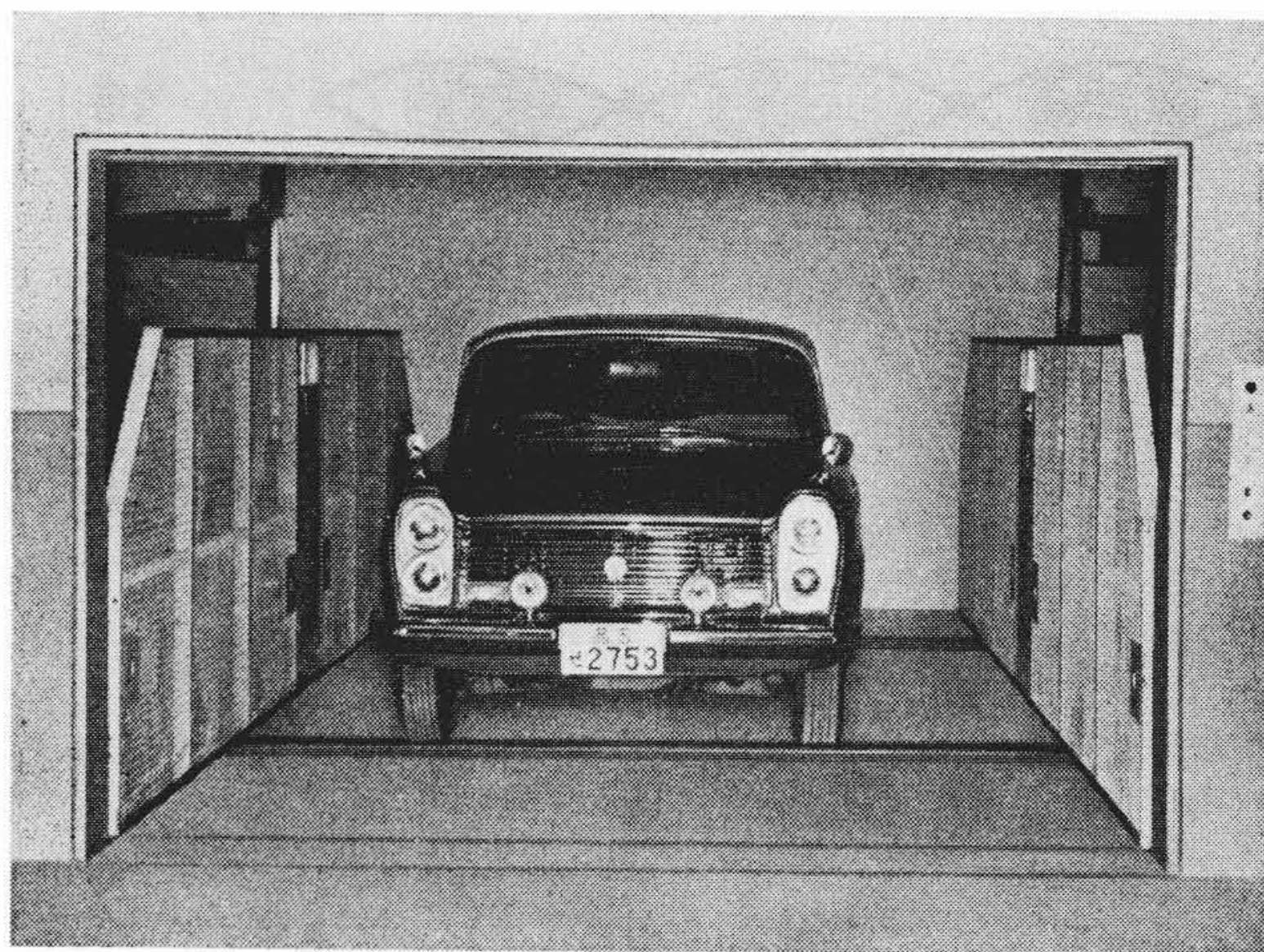
2. 構 造

第2図にPH形油圧式自動車用エレベータの概略構造を示す。1階出入口から自動車をケージに乗り入れたのち、エレベータを下降させ、地下の駐車場階で1階とは反対方向の出入口から乗出するため、ケージはいわゆる直通形で前後とも出入可能な構造である。ケージの昇降を案内する2本のガイドレールはケージ中央の出入と直角方向に対向して配置され、昇降路全高にわたって上下に固定されている。

ケージ床下の中央には油圧ジャッキのプランジャが接続され、これとはまり合うシリンダをピットの穴に納め、上部をピット床に固定している。油圧パワーユニットは機械室に据え付けられ、1本の配管をもって油圧ジャッキに接続される。エレベータの上昇は、油

第1表 格納方式別エレベータ設置に必要な床面積の比較

格 納 方 式	計算対象とした 階 床 数	所要床面積 (m ²)	所要床面積の 比較 (%)
斜 道	1	385	100
ロープ式エレベータ	1～4	128～239	34～68
油 圧 式 エレベータ	1～4	63～107	17～28



第1図 西松建設PH形油圧式自動車用エレベータ

圧パワーユニットで発生した圧油をシリンダ内へ供給することにより行なわれる。下降は自重降下方式とし、油圧パワーユニットに戻される油の流量を絞り制御するため過速降下の心配は絶対ない。

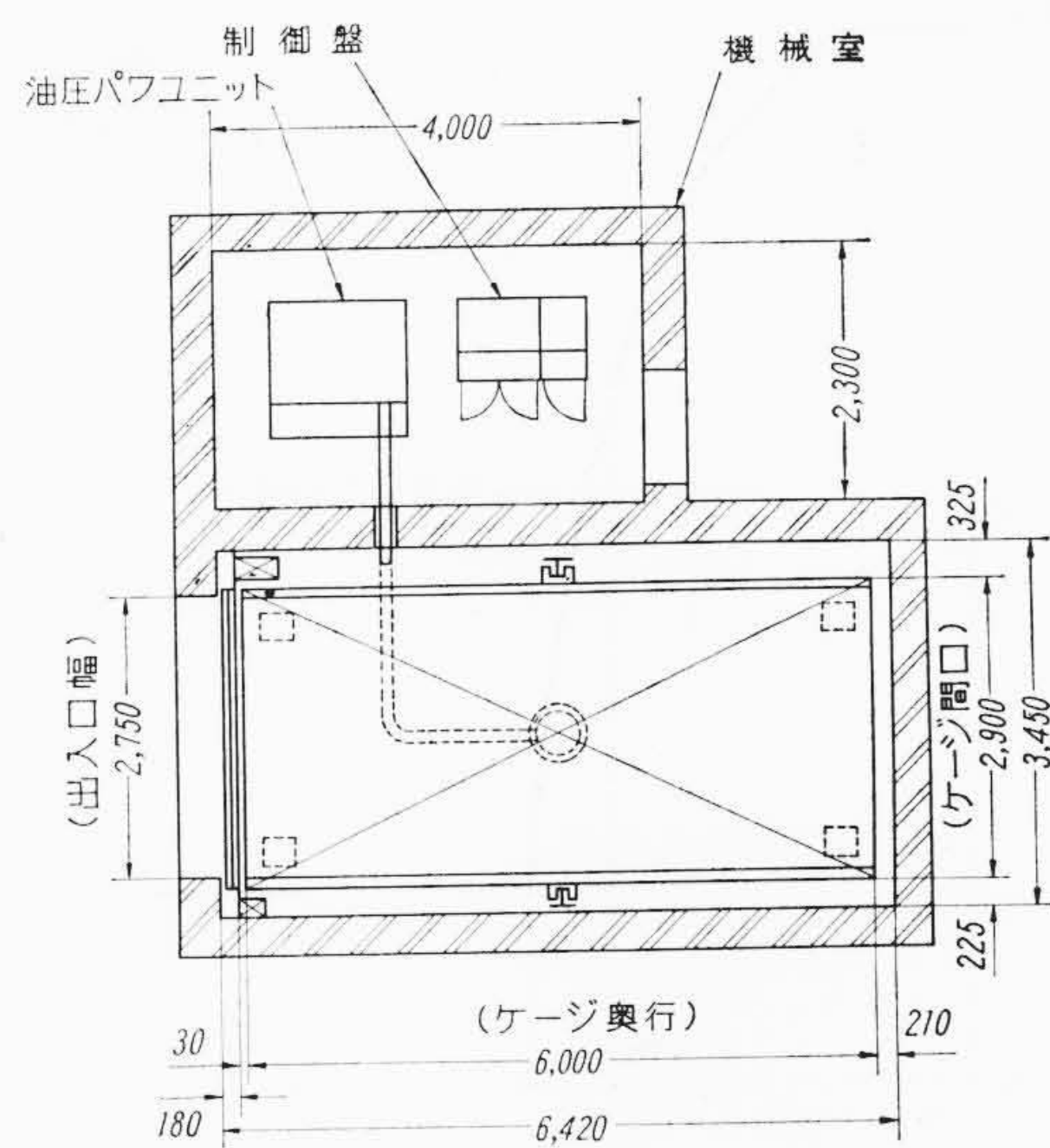
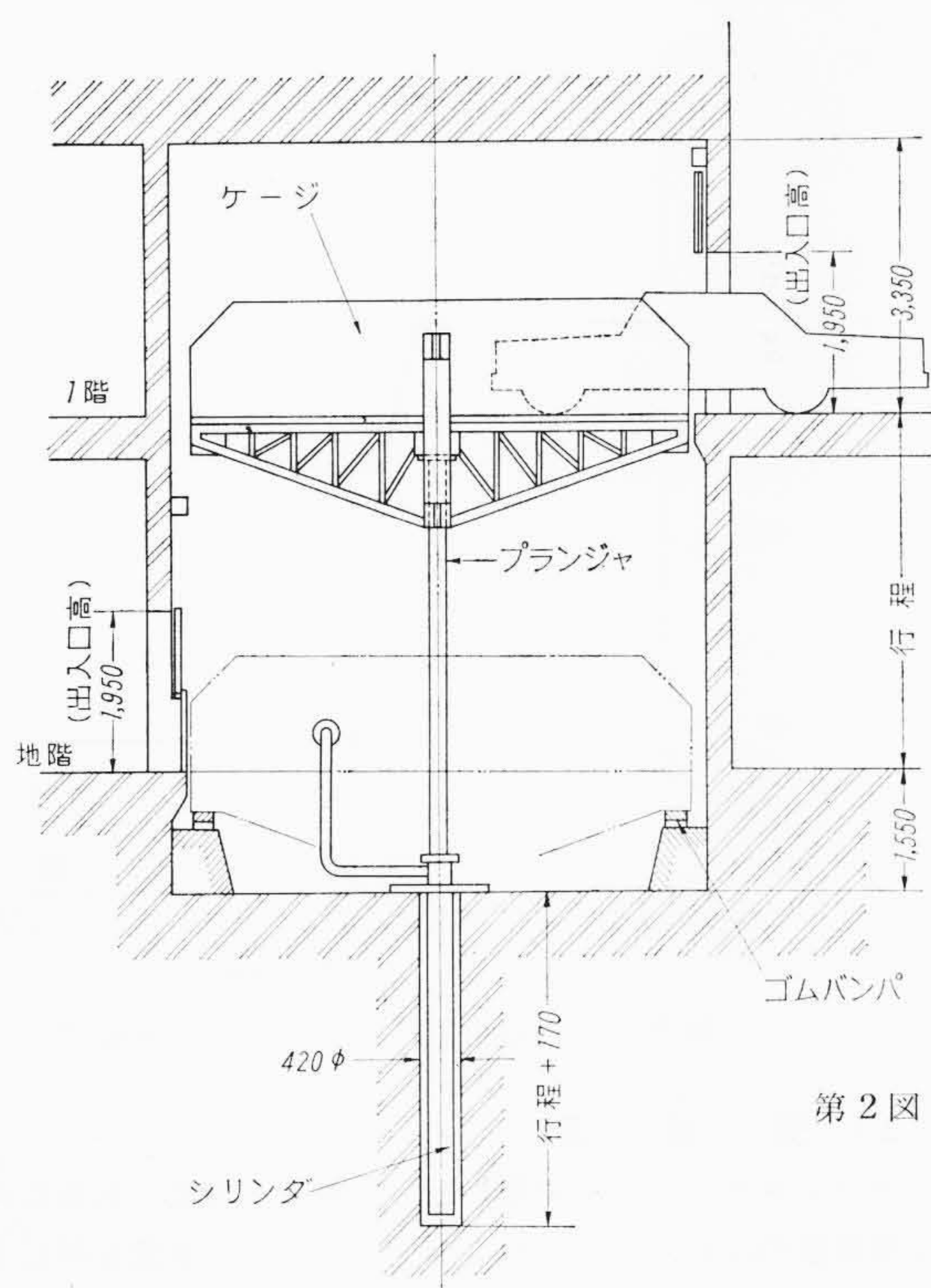
以上に述べた基本的構造は従来の油圧式エレベータと変わらない。以下PH形油圧式エレベータの特異な構造について述べる。

2.1 ケ ー ジ

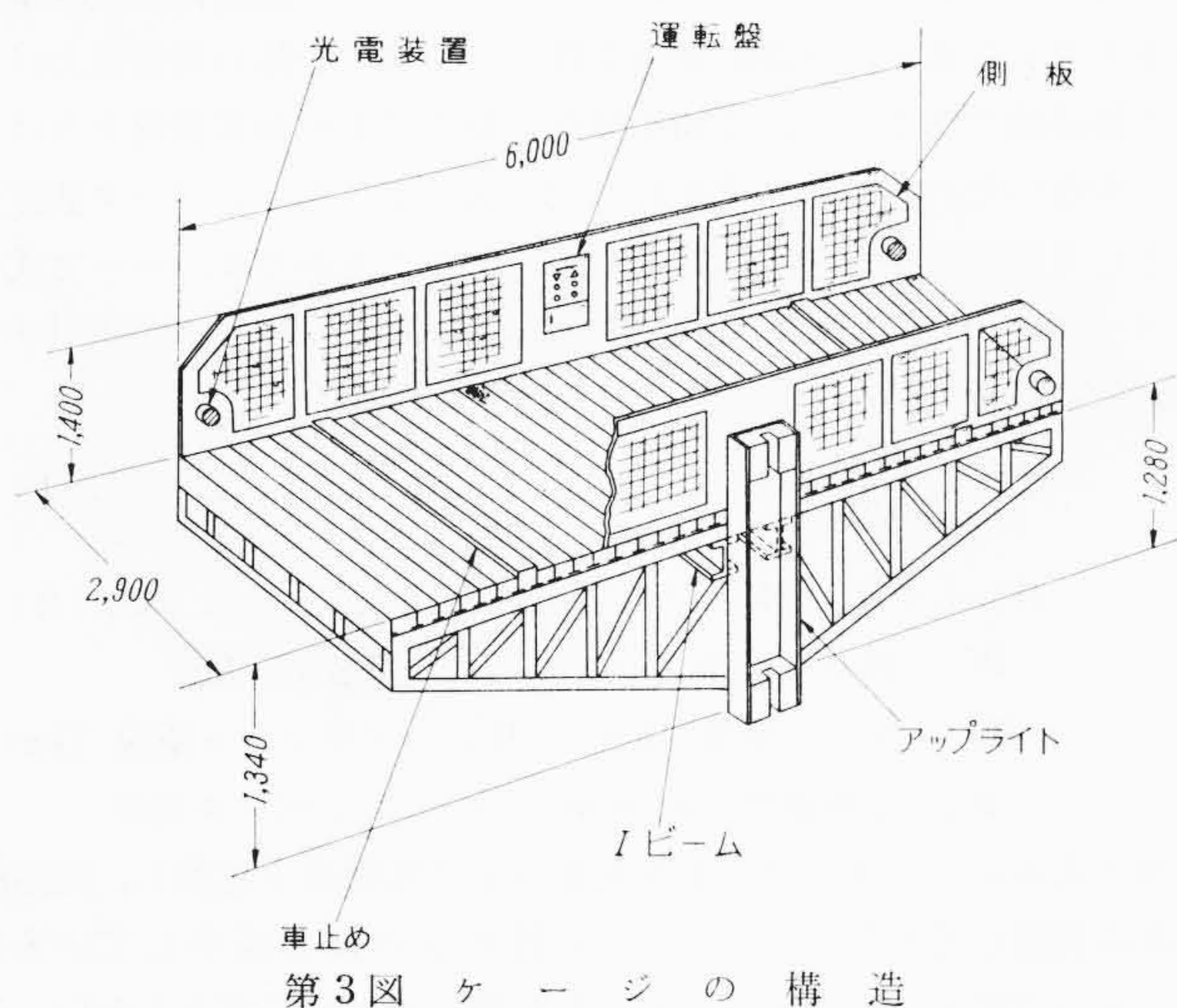
油圧式エレベータには、カウンタウェイトを設けないので昇降路面積が小さくてすみ、垂直荷重をすべて油圧ジャッキでささえ、建家上部に荷をかけないという特長がある。一方、このためケージ重量が大きいと、それだけ大きな容量の装置が必要になる。したがって、極力ケージの構造を簡略化し、軽量なものにするのが有利である。

第3図はPH形油圧エレベータのケージ構造を、第2表は新旧ケ

* 日立製作所水戸工場



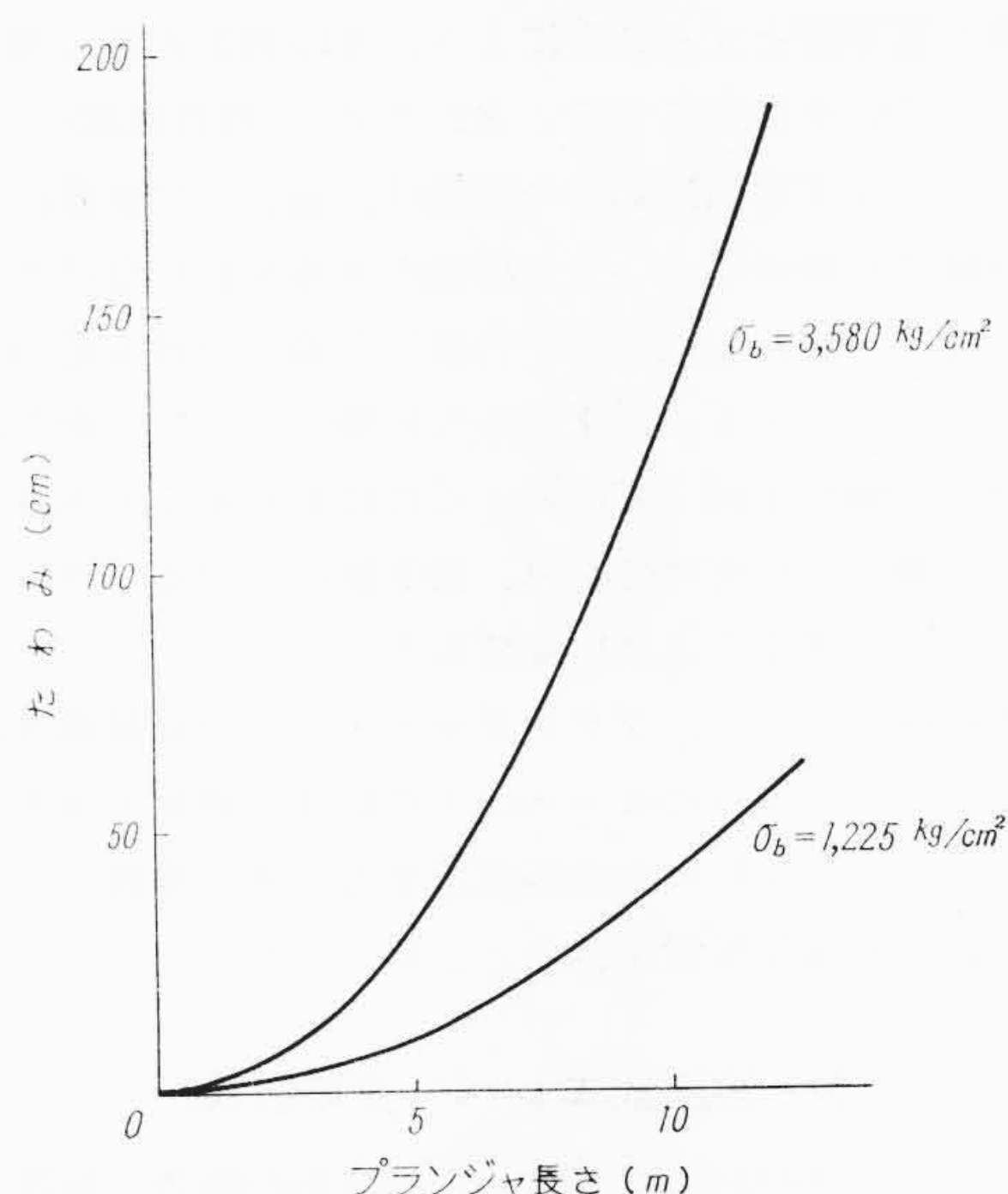
第2図 PH形油圧式自動車用エレベータの据付構造図



第2表 油圧式エレベータの新旧ケージ重量比

	新 (%)	旧 (%)
側 板 ・ 天 井	4	20
床 構 造	36	49
ケージドアとその駆動機構および支持構造	0	31
合 計	40	100

ージの重量構成を示したものである。全重量の31%をしめるドアおよびその駆動機構を全廃し、前後にそれぞれ1組ずつの光電装置を設けて安全性を確保し、加えて床面に車止めを突出させ、自動車運転者に停止位置を感知させるようにした。側板は安全性を阻害しない範囲内で高さ1,400mm程度に切りつめクリップ金網張りとし、さらに天井を廃止した。自動車の重量をささえる床にはとくに考慮を払い、軽量で剛性の高い構造を考案した。すなわち、みぞ形鋼のアップライトを含む高さ1,280mmのトラス2組を骨格とし、床面は車輪に集中する荷重に耐えうるようリップみぞ軽量形鋼を敷きならべて1体の構造にしてある。したがって、従来の平板構造床に比べ軽量で十分な強度をもたせることができる。またプランジャとの接続部分は、I形鋼の強度材をとおして両端をトラスに溶接し、斜



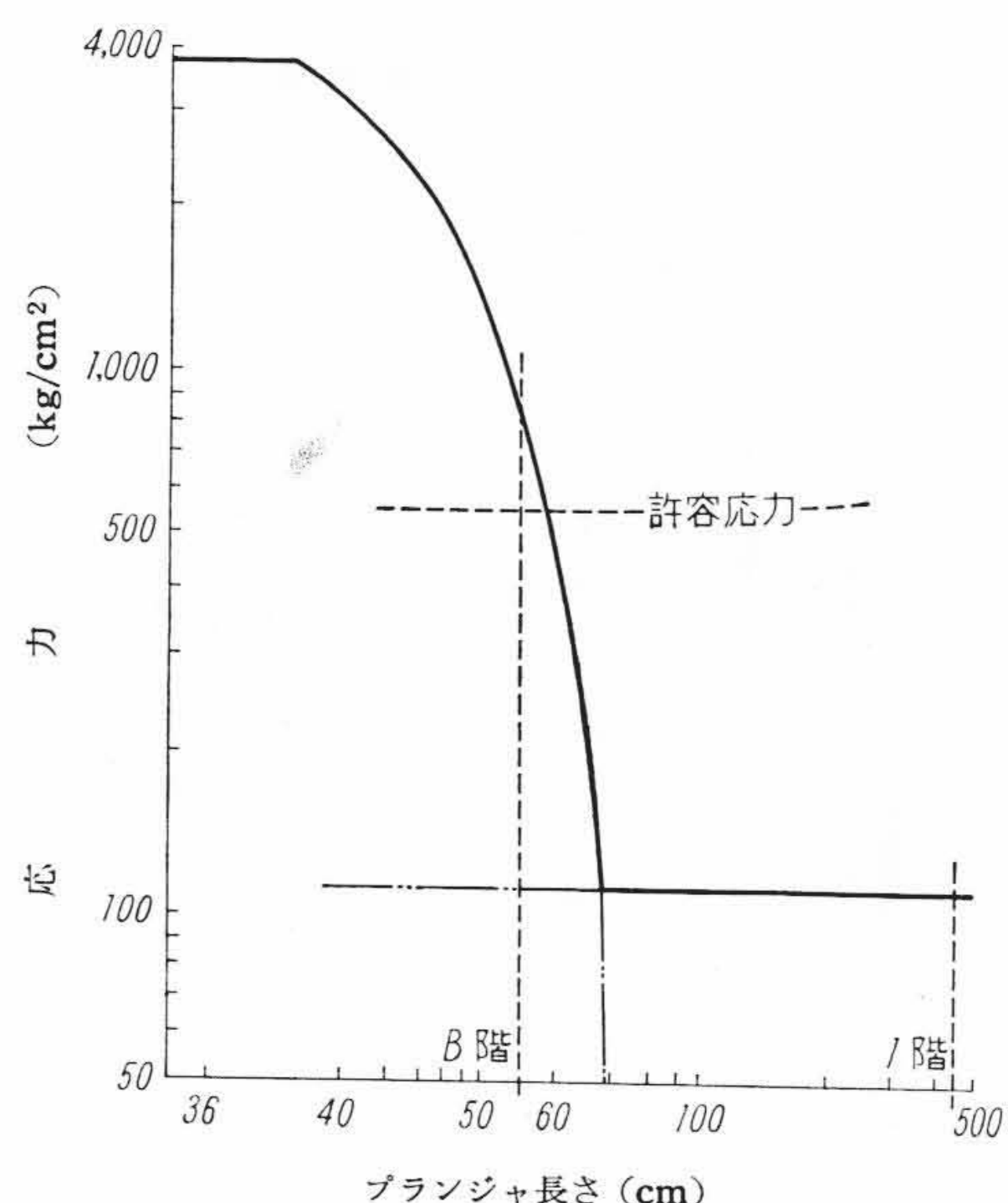
第4図 拘束しない場合のブランジャたわみ量

材を合理的に配置したので、ピットの深さを計画する場合の実効床厚を最小にすることができた(特許出願中)。

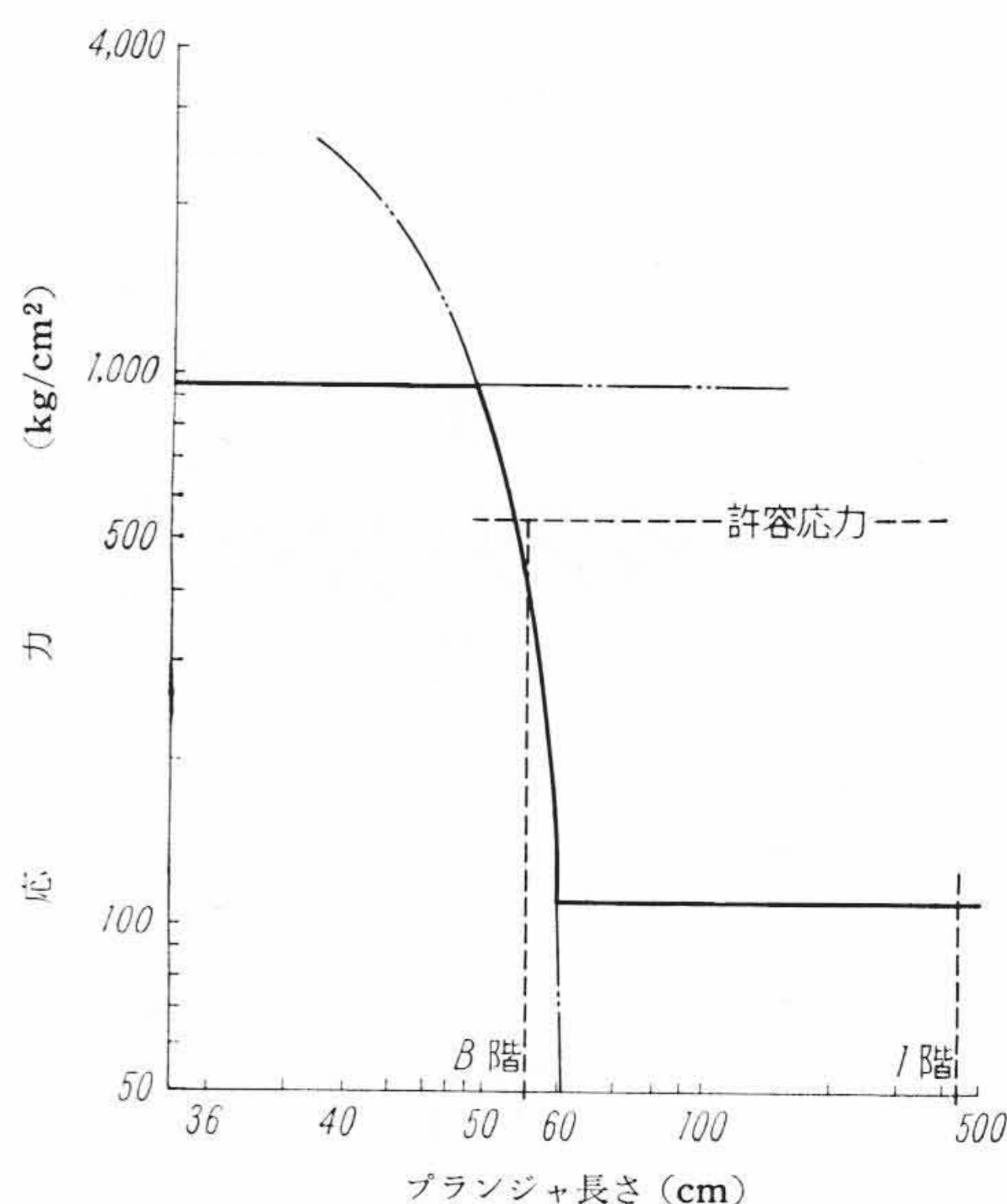
2.2 バンパ

自動車用エレベータは積載する自動車の形状から出入方向に長いケーシングが必要である。このため自動車出入時の偏心荷重によるプランジャへの影響については十分な考慮を払わなければならない。出入時の荷重はプランジャを曲げるモーメントとして作用し、その大きさに相当する応力の生ずるまでプランジャが曲がり、ケーシングは傾斜しようとする。第4図はプランジャの長さに応じたたわみ量の計算値である。この場合の最大曲げ応力は $3,580 \text{ kg/cm}^2$ となり、プランジャは破壊することになるが、実際にはレールとガイドシューとが接触して曲げたわみを拘束し、プランジャに発生する応力を減殺して許容応力以下に保つ。据付作業上避けられない心狂い、およびガイドシューとレールとの遊び・摩耗ならびに動荷重によるケーシングのたわみを考慮すれば、プランジャは最大 4.5 mm たわむと考えなければならない。第5図はこのたわみを許容した場合のプランジャ長さに対する曲げを含む応力の計算値であり、最下(B)階において最大となる。

PH形エレベータにおいては最下階床にゴムバンパを設け、ケー



第 5 図 乗入れ荷重によるプランジャ応力



第 6 図 偏心荷重によるプランジャ応力

ジ床下 4 箇所をささえる方法を採用してこの問題を解決している。また最下階を基準階とすることにより、長時間休止後も油温の変化によるレベル狂いを皆無にすることができる(特許出願中)。

プランジャに生ずる曲げ応力の問題は、偏心した位置に自動車に乗入れ、昇降する場合についても同様の考慮を払わなければならない。前記同様プランジャたわみを許容した場合の最大応力の計算値は第 6 図のとおりである。最下階から起動し、バンパから離れた瞬間の応力は許容値を下回っている。これは前述せるとおり、ケージの実効床厚を薄くしたためであり、最下階におけるプランジャ長さを 530 mm 以下にすることは危険である。

この方式の採用により、プランジャとケージの接続部分に特殊継手を用い、プランジャへのモーメントの伝達を絶縁するとともに、温度変化によるレベル狂いを自動補正する従来の複雑な方法を一挙に解決し、確実廉価な装置を得ることができた。

3. 油圧式エレベータの計画

油圧式エレベータの計画に当たっては建物の構造、地質を考慮した立地条件、積載量、昇降速度、昇降行程などを総合的に検討して適性を判定しなければならない。一般に油圧式エレベータとロープ式エレベータの適否は第 3 表のようになる。この相違はすべて油圧ジャッキによる押し上げおよびカウンタウェートの不使用に起因しており、それぞれ長所、短所となって現われている。したがって、十分特長を生かせるような使用法を研究し、適用するのが得策といえる。

第 3 表 油圧式エレベータとロープ式エレベータの適応性

	油 圧 式	ロ ー プ 式
積 載 量	大	小
昇 降 行 程	短	長
昇 降 速 度	低 速 度	高, 中, 低速度
昇降路上部	不 要	機械室を要す
建築物の強度	全荷重をビットでささえ、建築物にかけないため、全体を強じんにする必要がない	上部機械室に全荷重をかけるため建築構造に考慮を要す
ビ ッ ト	シリンダ収納用孔を行程に相当する深さ掘るため、地盤・地下水に対し設置可能性の検討を要す	浅いビットでよい
昇降路面積	カウンタウェートがないためロープ式に比べ小さい	広 い
安 全 性	高 い	ガバナおよびセーフティを必要とする

3.1 積 載 量

カウンタウェートを使用しない自重降下方式であるため、上昇には積載量のほか、ケージおよびプランジャの重量を押し上げる必要がある。したがって、ロープ式エレベータに比べ駆動電動機容量は多少大きくなるが、下降に動力を費さないで全体の消費電力は少なく経済的である。これは油圧装置の動力損失が歯車装置よりはるかに少ないためである。すなわち(1)式に示したエレベータ装置全体としての効率 η を 80% 程度まで高くとることができ、ロープ式エレベータの 70% に比較し有利である。油圧式エレベータに使用する電動機の容量 I kW は下式によって計算される。

$$I = \frac{Wv}{6,030 \eta} \dots\dots\dots (1)$$

$$W = L + W_c + W_p \dots\dots\dots (2)$$

W : 押上全重量 (kg) L : 積載量 (kg)

W_c : ケージ重量 (kg) W_p : プランジャ重量 (kg)

v : 定格速度 (m/min) η : エレベータ効率

油圧式エレベータでは、上昇起動時まず電動機を起動し、定路回転数に到達してからエレベータを起動する方式を採用している。ロープ式エレベータほど大きな起動トルクを必要としない。したがって、汎用電動機の使用が可能であり、特製する必要がない。全体的な経済性を考えれば当然のことではあるが、(1)、(2)式からケージおよびプランジャの重量を減ずることが得策である。

一方、押上全重量はプランジャの座屈に対する安全性から制限を受ける⁽³⁾。これはオイラーの座屈式から次のようになる。

$$P = \frac{n \pi^2 EI}{l^2} \cdot \frac{1}{f_s} \dots\dots\dots (3)$$

ただし

$$\lambda = l \sqrt{\frac{A}{I}} \geq 105, \quad A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$I = \frac{\pi D^2}{64} \left\{ 1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right\}$$

ここに P : 許容押上力 (kg)

n : プランジャの支持条件により決まる定数

E : 縦弾性係数 $= 2.1 \times 10^6$ kg/cm²

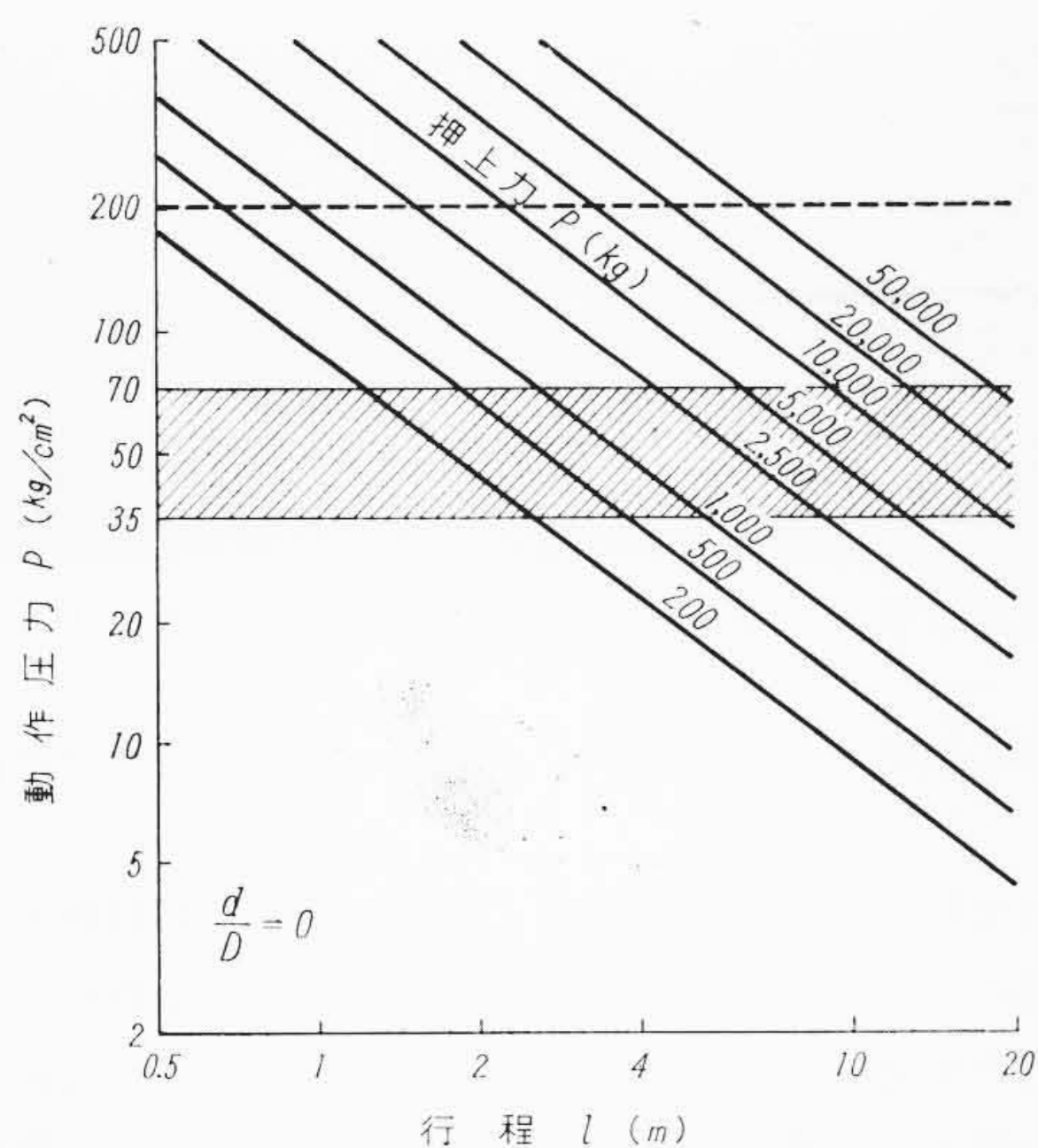
I : 断面二次モーメント (cm⁴)

f_s : 座屈安全度 l : プランジャ長さ (cm)

D : プランジャ外径 (cm) d : プランジャ内径 (cm)

A : 中空プランジャの断面積 (cm²)

λ : 細長比



第7図 動作圧力と行程の関係

油圧式エレベータを経済的に計画するためには、許容押上力を100%利用するのがよい。この見地から経済的動作圧力 p kg/cm²を計算すれば(4)式および第7図のとおりである。

$$p = \frac{P}{A_0} = \sqrt{\frac{P}{l^2}} \sqrt{\frac{n \pi E}{4 f_s} \left\{ 1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right\}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4}$$

現今の油圧技術における経済的圧力範囲は 35~210 kg/cm² であるが、エレベータとしての安全性および速度制御用バルブの機能を考え、最高 70 kg/cm² 程度にすべきであろう。第7図に見るとおり経済的な圧力で使用するための押上力 P はかなり大きく、この点が油圧式エレベータの大きな特長である。すなわち(4)式からわかるように、大きな押上力で短い行程だけ押し上げられる場合に高い動作圧力で操作され、経済的なエレベータが計画できる。しかし、軽押上荷重で長行程を要する場合は、ロープ式エレベータを計画するのが得策であろう。

3.2 昇降行程

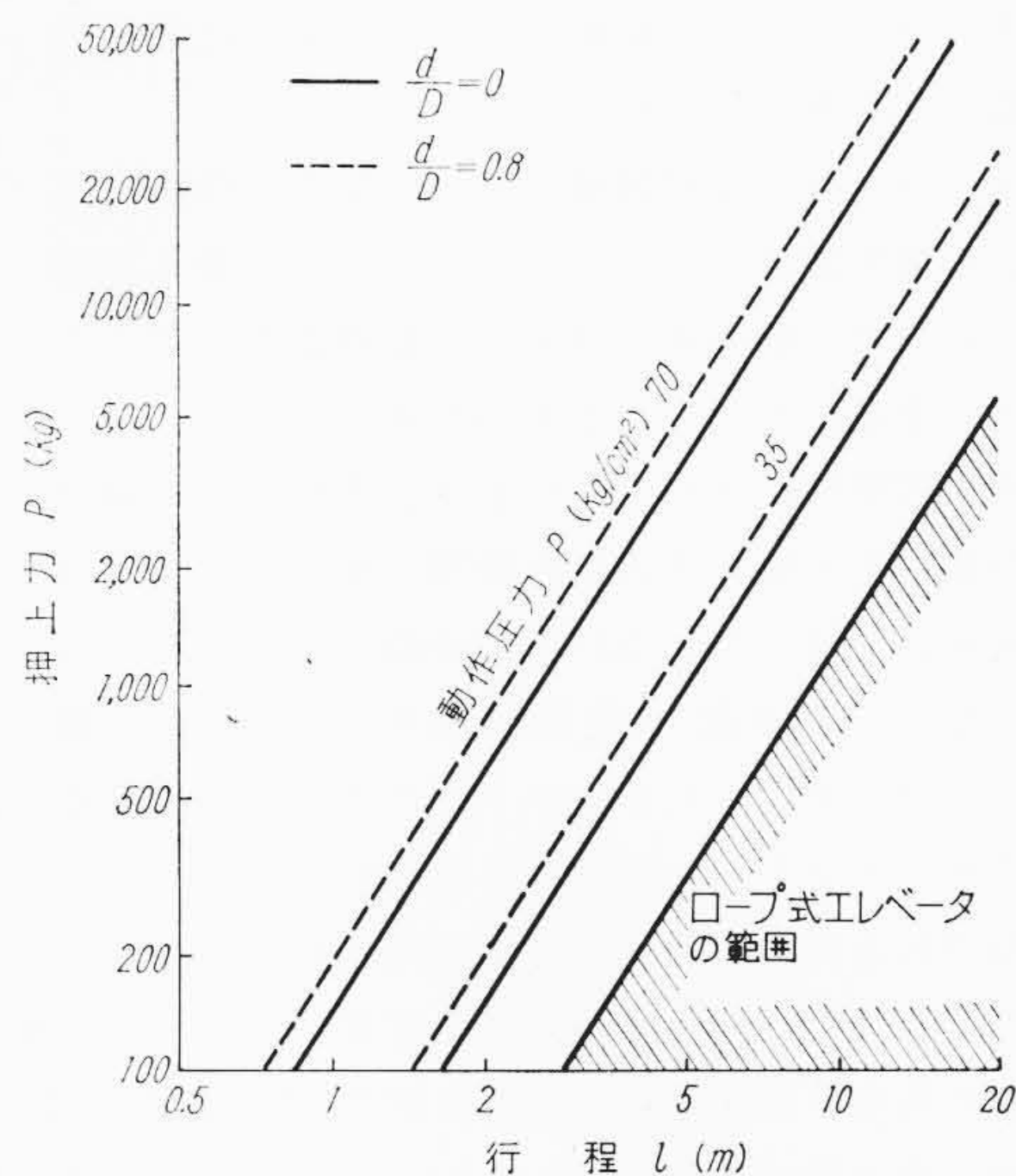
前述の(4)式は、油圧式エレベータを計画し、最適な使用条件を表わす式として次のように書き直すことができる。

$$P = c \cdot l^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに

$$c = \frac{4 p^2 f_s}{n \pi E \{1 - (d/D)^4\}}$$

第8図はこの関係を表わしたものであり、中実のプランジャを用い、動作圧力をそれぞれ 35, 70 kg/cm² として計算した結果を実線で示している。点線は $d/D=0.8$ の中空プランジャ使用の場合であり、図の左側へ移行する。第8図からケージを軽量化し、押上荷重を小さくすれば、昇降行程の短いほど高い動作圧力で油圧式エレベータを有効に活用できることがわかる。図、右下の斜線範囲は不経済な低圧領域であり、軽量、長行程の計画には、ロープ式エレベータを適用するのがよいことを示している。また、左上の領域はもっとも経済的な油圧式エレベータとしての可能性を含んでいるが、現段階では理論どおり最良の油圧応用ができない。これは前述のとおり油圧式エレベータの安全性、制御バルブの機能などから圧力制限をうけ、プランジャの直径を増さなければならないからである。いま押上荷重を 5,000 kg として油圧式エレベータを計画すれば、経済



第8図 押上力と行程の関係

第4表 入庫平均時間の比較 (3階床)

昇降速度 (m/min)	時間 (s)
10	110
15	88
30	67

的な昇降行程はほぼ 4.5~11.5m となり、通常のビルで 2~4 階床に相当する。

3.3 昇降速度

油圧式エレベータの上昇速度 v m/min は、シリンダへ送り込む圧油の流量 Q l/min に比例し次式で示される。

$$v = \frac{Q p}{P} \quad \dots\dots\dots (6)$$

流量 Q の増加は、ポンプ、制御バルブをはじめ油圧装置全体の拡大を意味し、現在の油圧技術ではいちじるしい価格の増大をまねく。動作圧力の上限については前項に詳述したとおりで、(6)式の分子にはおのずから経済的限界がある。したがって経済性の範囲内で油圧式エレベータを計画する場合、上昇速度は押上荷重に逆比例して減少させなければならない。事実、先進諸外国においてもこの傾向が見受けられる。

また、流量制御の困難度、昇降行程の制限などからいたずらに速度を高めることは無意味であろう。

油圧式自動車用エレベータにあっては、自動車の乗り入れ、乗り出し、ドアの開閉などに費やす時間を十分考慮して企業性のある速度を決定すべきである。

第4表は3階床の油圧式自動車用エレベータで、昇降速度がそれぞれ 10, 15, 30 m/min の場合の自動車1台を入庫させるに必要な平均時間の比較である。

4. 構造強度上の問題点

自動車用エレベータは乗用エレベータなどに比べ奥行きが深いので、乗入時および昇降時の偏心荷重による強度的影響を無視するわけにはいかない。特に油圧式エレベータではこの荷重がプランジャに曲げモーメントとして作用するので、この点が計画上最大の問題となる。

4.1 自動車乗入時の動荷重

自動車の重量は、4輪の比較的小さい接地面積でささえられている。自動車がエレベータに乗り込む場合あるいはエレベータから乗り出の場合にはこれらの重量がごく短時間の間に建屋床からケージ

の床へあるいはその反対に移動し、ケーシング床には動荷重として重量より大きな力が作用する。

油圧式エレベータでは積載量の変化に加え、作動油温の変化による着床誤差があり、この量に応じて乗入荷重の増大率(λ) (乗入動荷重と自動車重量の比をこのように呼ぶことにする) がことなるものと考えられる。

万一、不測の原因により大きな着床誤差が生じた場合でもドアの開閉を可能とする着床範囲を限定しているので、 $\pm 40\text{ mm}$ 以上狂いのある状態で自動車が乗り入れられることはない。第 9 図は乗用自動車を乗り入れた場合プランジャに生ずる応力を測定したオシログラムの一例である。図は乗入荷重が曲げモーメントとして作用した場合のプランジャに発生する応力の増加であるため、前輪より後輪乗入時の方が大きくなっている。厳密には車輪のたわみ特性による荷重のかかり方を検討すべきであり、これら多くの実験を整理した結果、着床誤差 $\pm 40\text{ mm}$ における荷重増大率は最大 1.5 と考えてよい。これより現用の乗用車のうちで乗入荷重の最も大きなものはキャディラック 62 年式であり、 $1,800\text{ kg}$ となる。

4.2 乗入動荷重のプランジャへの影響

乗入動荷重によるプランジャの最大応力と行程の関係を (7) ~ (9) 式および第 5 図に示す。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{k \cdot \lambda \cdot L \cdot l_c \cdot D}{2I} + \frac{W_c + L \{1 + k(\lambda - 1)\}}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} + \gamma l \\ \text{ただし} \quad l &< -\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 2\alpha\theta(g + \omega + \delta)} \\ \theta &= \frac{b}{t_c} \\ \alpha &= \frac{EI}{k \cdot \lambda \cdot \theta \cdot L \cdot l_c} \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

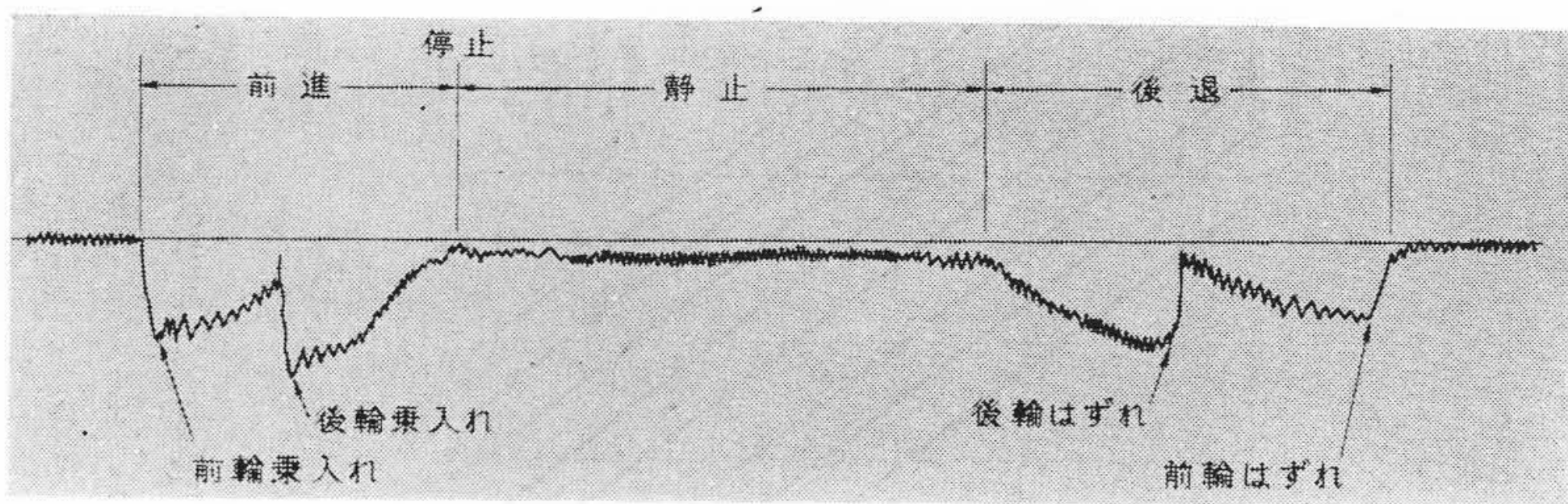
$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{DE \left(g + \omega + \delta - \frac{l}{\theta} \right)}{l^2} + \frac{W_c + L \{1 + k(\lambda - 1)\}}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} + \gamma l \\ \text{ただし} \quad -\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 2\alpha\theta(g + \omega + \delta)} &< l < \theta(g + \omega + \delta) \end{aligned} \right\} \dots (8)$$

$$\sigma_1 = \frac{W_c + L \{1 + k(\lambda - 1)\}}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} + \gamma l \dots (9)$$

ただし $l > \theta(g + \omega + \delta)$

- ここに σ_1 : プランジャに生ずる最大応力 (kg/cm^2)
 g : ガイドシューとレールとの間げき (cm)
 ω : ガイドシューの片側摩耗量 (cm)
 δ : プランジャ接続位置での動荷重によるケーシングのたわみ (cm)
 k : 自動車前後輪重量配分率のうちいずれか大きい方の値
 γ : プランジャ材の密度 (kg/cm^3)
 b : グランドメタルの長さ (cm)
 t_c : プランジャとグランドメタルの間げき (cm)
 l_c : ケージ奥行の $\frac{1}{2}$ (cm)

(7) 式および (8) 式右辺の第 1 項は曲げ応力、第 2 項および第 3 項は圧縮応力を示す。プランジャ長さが短かく (7) 式の範囲内で使用することは、応力の値が大きくなり危険であるから、さげなければならない。(8) 式において曲げ応力はプランジャ上端の許容たわみ量 ($g + \omega + \delta$) の大きさおよびプランジャ長さ l などにより決まり、曲げモーメントの大小には関係ない。すなわち、 $l = \frac{b}{t_c}(g + \omega + \delta)$ において 0 となり、これより長くなれば (9) 式が適用され、プラン



第 9 図 自動車乗入、乗出時のプランジャに生ずる応力

ジャが自由に傾斜してガイドシューがレールに接し、曲げ応力を発生しない。

曲げ応力は行程の短いほど大きく危険となる。PH 形エレベータでは最下階にバンパを設けて乗入動荷重をこれで支持し、プランジャに曲げ応力を発生させないよう配慮されている。したがって、最下階より一階床上で乗り入れる場合を考慮すればよい。階床間げきは少なくとも $3,000\text{ mm}$ 以上が必要であるから、この場合わずかな圧縮応力のみとなり実用上問題にならない。

4.3 偏心荷重のプランジャへの影響

ケーシング奥行は、最大の乗用車の長手方向寸法に対して前後に多少の余裕を見込み、容易に乗り入れられるよう選定する。一般に乗用車の重心位置は図形上の中心からはずれており、昇降中万一ケーシング内で自動車が移動し、前後の余裕をつめると偏心量はさらに増大する。偏心によるモーメントのプランジャ曲げ応力に対する関係は、第 6 図に示したとおりであり、プランジャの突出長さが最短の位置、すなわち最下階床手前バンパに接する寸前において最大となる。この場合の最大応力 σ_2 は (8) 式に $\lambda = 1$, $\delta = 0$ を代入して得られる。最大応力を許容値以下に納めるためこの式で t_c/b の値を計算する必要があり、可能な限り大きくとることが望ましい。

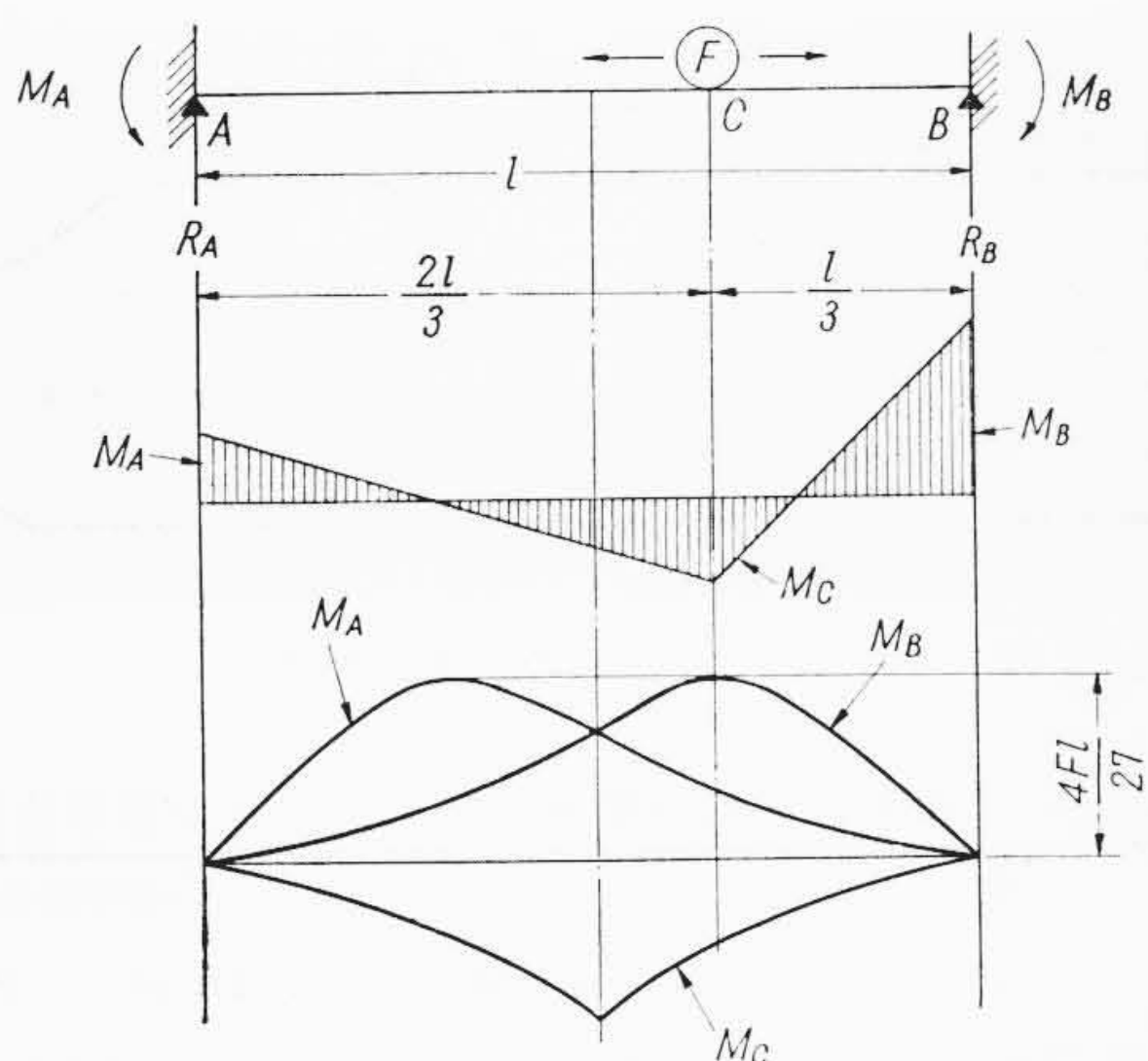
4.4 偏心荷重のレールへの影響

前項に述べた乗入時および偏心昇降時のプランジャに生ずる曲げ応力は、レールが十分な剛性を有することを前提としている。すなわちモーメントの大部分をレールでささえ、プランジャで支持する量なるべく少なくするよう構造上の考慮が払われている。

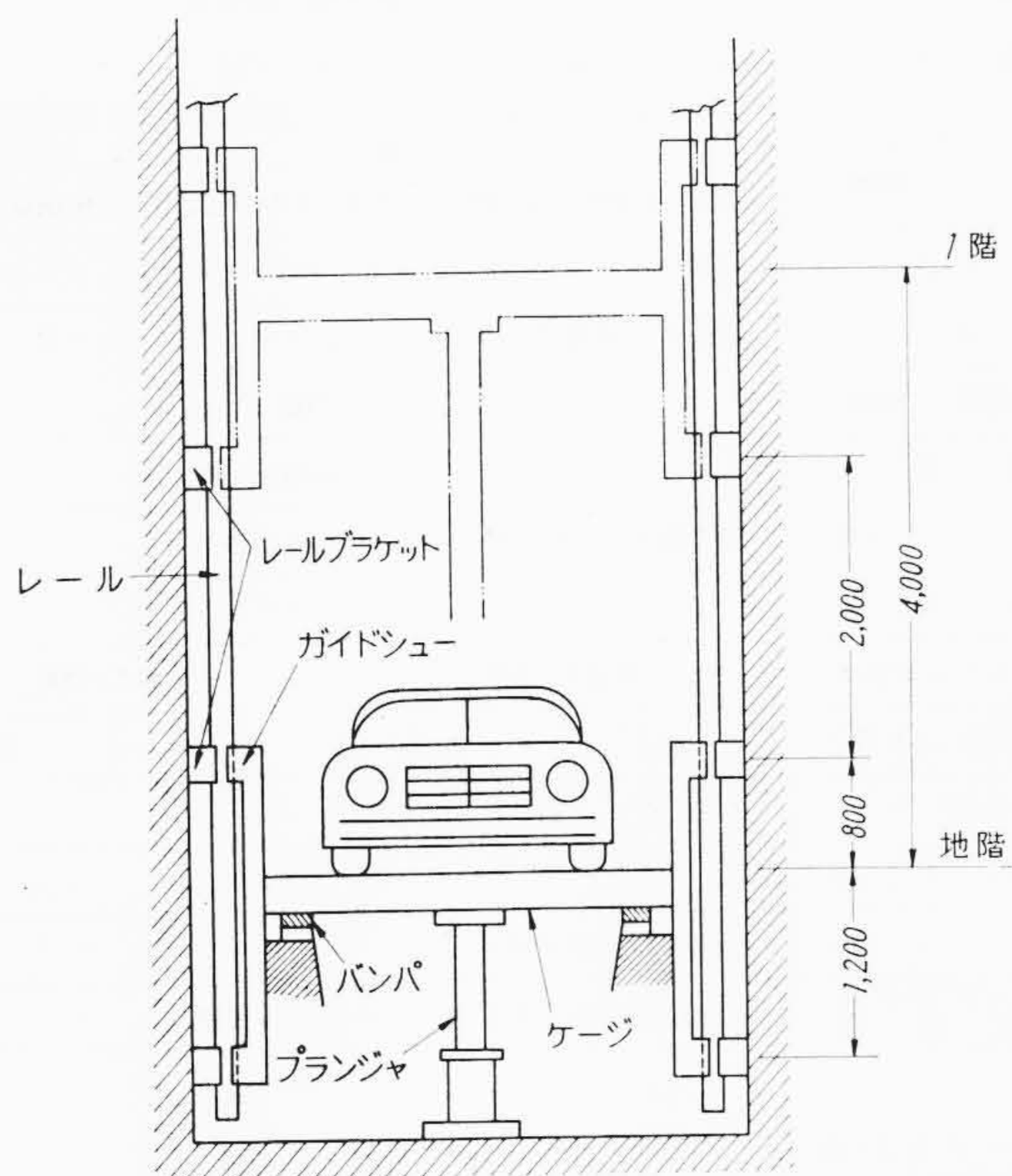
油圧式エレベータでは、ロープ式エレベータに必要なレール把握 (はあく) 安全装置を設備しないので、考えられるレールへの荷重はすべて出入口方向へ作用する。したがって、この方向に大きな曲げ剛性をもつレールを使用することが望ましい。主としてエレベータ用標準レール、車両用レールなどは、これと直角方向に要求される剛性を満足しており、油圧式エレベータに使用した場合不経済なものとなる。将来油圧式自動車用エレベータの需要が画期的に増大すれば、もっとも合理的な断面形状の専用レールを使用することが期待される。

乗入動荷重がレールに及ぼす影響は、各階の着床位置にレールブラケットを設け、レールを昇降路に固定することによりわずかとなり無視できる。したがって、固定されないレールの部分における偏心荷重の影響を検討するのみで十分であろう。

エレベータの昇降にともない、ガイドシューの力 F が移動荷重としてレール上に負荷され、レールがブラケットの位置で固定支持されたと考えた場合にレールが受けるモーメントの値は第 10 図のようになる。すなわち、レールブラケット間げきの $\frac{1}{2}$ の位置をガイドシューが通過するとき、ブラケット部分のレールに最大の曲げモーメントが加わり、その値は $4/27 Fl$ となる。また、最大たわみはブラケット間げきの中央において発生し、その値は $Fl^3/192 EI$ である。レールのたわみは 4.3 に述べたプランジャの最大応力をさらに増加させる。第 11 図に示す配置で計画された自動車用油圧式エレベータで、レールおよびプランジャ強度を考慮した場合必要なレー



第10図 レールが受ける曲げモーメント線図



第11図 ガイドシューとレールブラケットの関係位置

第5表 レール断面の最小形状

	奥行き方向	間口方向
断面二次モーメント (cm ⁴)	128	23
断面係数 (cm ³)	20	12

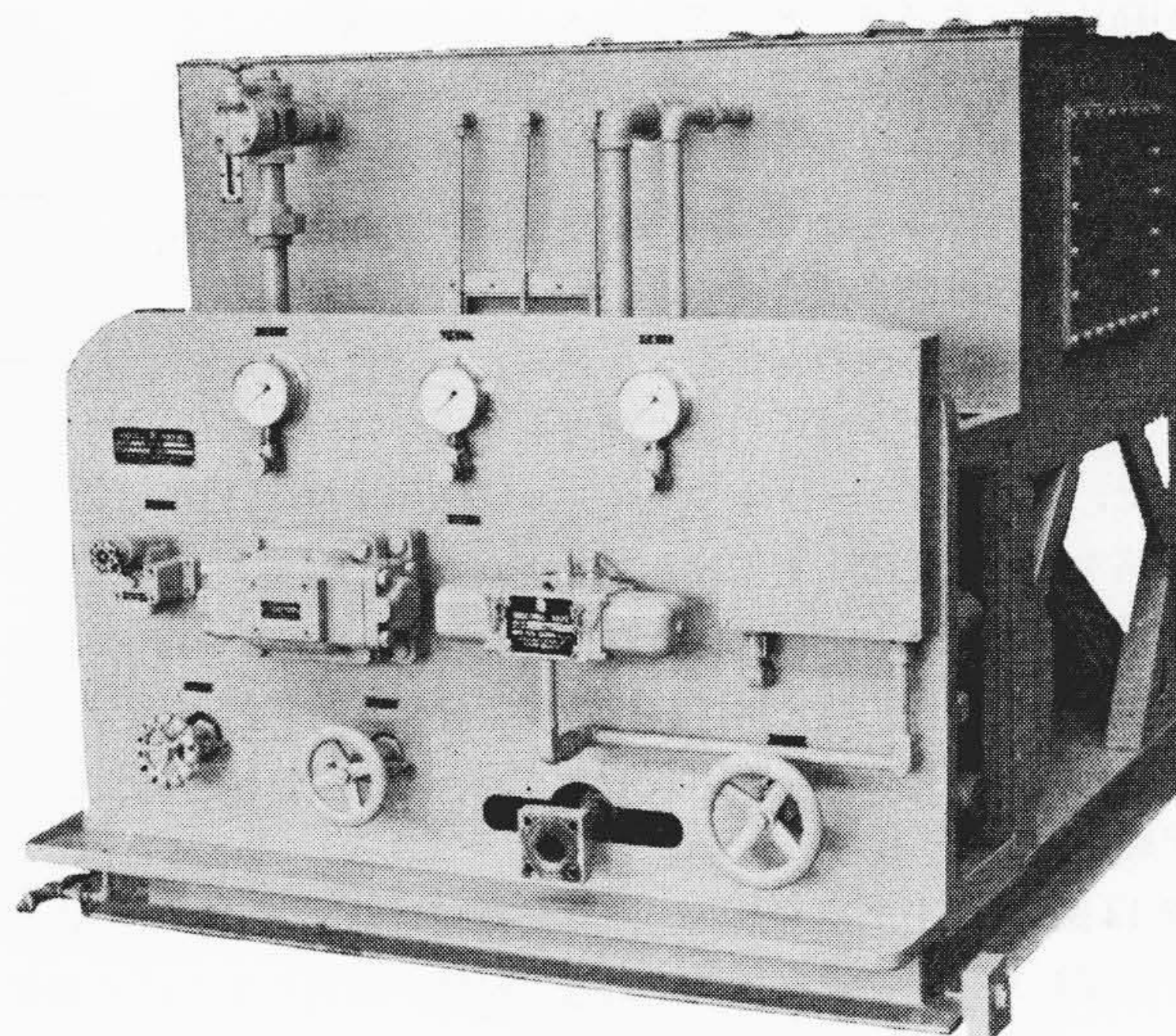
ル断面の最小形状は前述の計算から第5表のようになる。

5. 油圧回路および制御

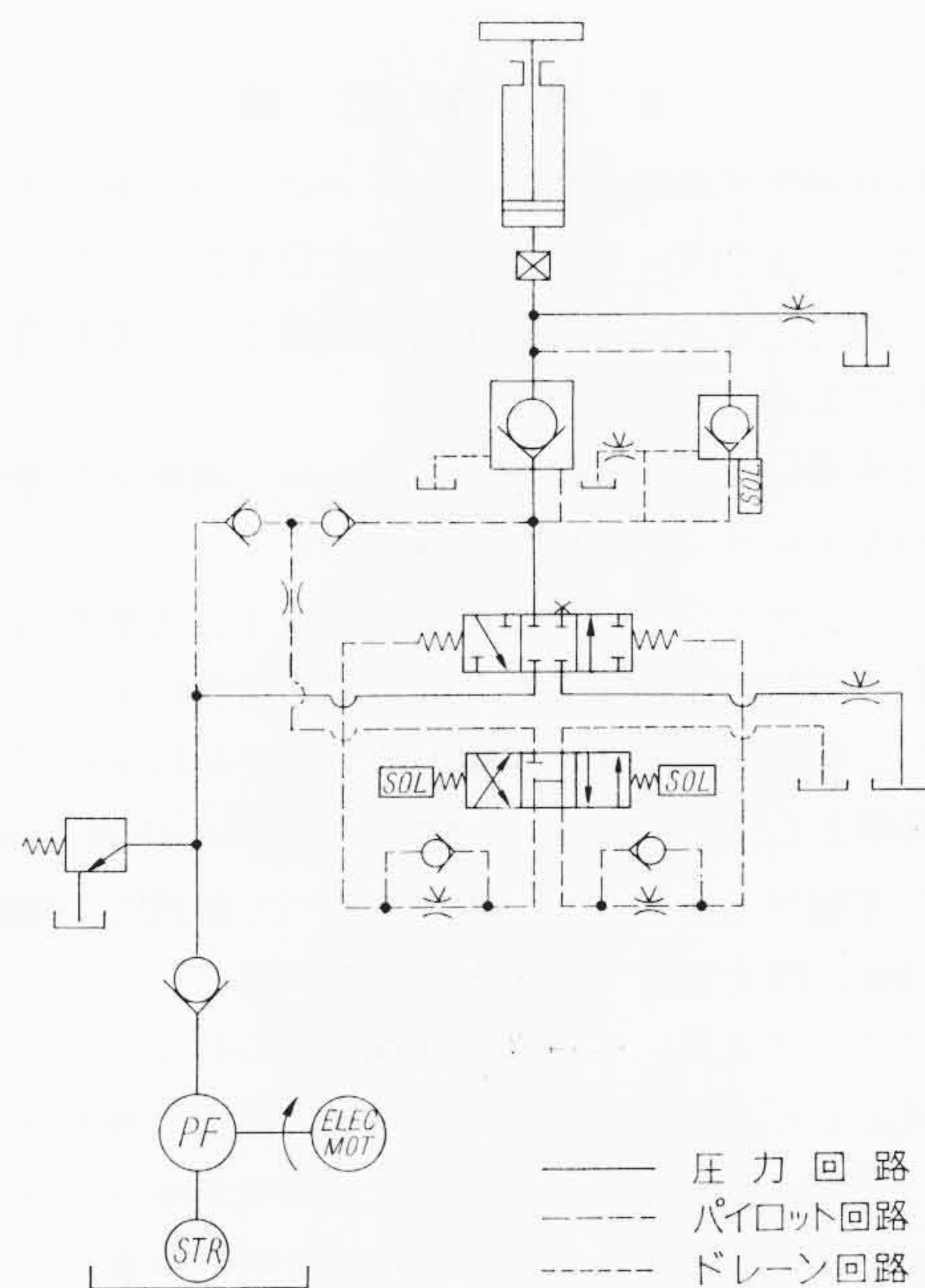
油圧式エレベータの昇降動作に要求される性能は、一般ロープ式エレベータと同様に、最小の着床誤差および適切に制御された加減速度特性にあることはいうまでもない。速度制御には、シリンダに入出する圧油の流量をバルブによって制御する方法が採用されている。

上昇には、ポンプを駆動して定格速度に必要な一定流量を吐き出させる。加減速時これを制御バルブで絞り、残余の流量をリリーフバルブから分岐してタンクへ戻すようにしている。シリンダへ送られる油量は連続無段階に制御され、なめらかな加減速曲線を描いて上昇する。

下降は自重降下方式であるから、プランジャのささえるケージおよび自動車の重量に相当した圧力でシリンダの油がタンクへ戻される。下降には絞り弁の開度を調整して規定速度を得るようにし、常時固定されているので過速降下のおそれがない。この点は



第12図 油圧パワーユニット



第13図 油圧回路図

油圧式エレベータの大きな特長の一つであり、調速機およびレール把握安全装置を省略することができる。

第12図はPH形油圧式自動車用エレベータに使用するパワーユニット、第13図はその油圧回路であり、昇降に必要な制御はすべてこのユニットで行なわれる。

速度制御には、バルブスプールを特殊加工した3ポジション、ディレクショナル・バルブを使用して上昇下降を共用させ、従来それぞれ分岐して2段速度制御を行っていた4回路を一躍1回路に簡略化することができた(特許出願中)。またエレベータの停止中、圧油の逆流を阻止して不用意な下降を防止するチェック・バルブを開路するため、下降時もポンプを運転してパイロット回路に圧油を供給する従来の方式を廃止し、新たにソレノイド・チェック・バルブを開発した(特許出願中)。これは下降開始時まず小容量のソレノイド・チェック・バルブを励磁して開路させ、これに負荷圧油を導びいて圧力回路のパイロット・チェック・バルブを開くサーボ回路を構成している。負荷圧油は圧力回路から分岐して上昇・下降共用のパイロット回路に導びかれ、速度制御バルブを動作させる。速度制御バルブは、ソレノイド・バルブの励磁、消磁および方向切り替えによりエレベータに加速・減速または昇降動作をあたえ、パイロッ

ト回路に設けたスロー・リターン・バルブの調節により適切な加速度を選定することができる。

ソレノイド・チェック・バルブの開発によりポンプの運転は上昇時のみとなり、電力消費量および使用作動油の温度上昇をほぼ半減させることができた。これは粘度低下による速度特性の変化を最小限に止めるとともに、タンク容量を減少させるのに有効である。

また、ソレノイド・チェック・バルブの二次側には調整回路を設け、励磁中可変絞弁により適切に調整された少量の漏油を許して、着床微動下降を行なわせている。これは上昇停止時、下降停止時ともつねに微動下降による精密着床を行なういわゆるダウンレベリング方式であり、着床誤差はほとんどない(特許出願中)。

第 14 図は以上に述べた油圧回路で運転したエレベータの速度特性を測定したオシログラムである。温度、負荷のあらゆる条件で実測したダウンレベリングゾーンは、上昇時 0～55 mm、下降時 0～95 mm である。

6. 標準仕様

日立 PH 形油圧式自動車用エレベータは、日立製作所が業界に先がけて開発したもので、従来の経験を十分生かしてあらゆる角度から再検討を加え、ビルの地下駐車場用設備として最も合理的に計画されたものである。

第 6 表は実用性を第一義に考え、安全かつ高能率な運転が保証される経済的なエレベータの標準仕様である。

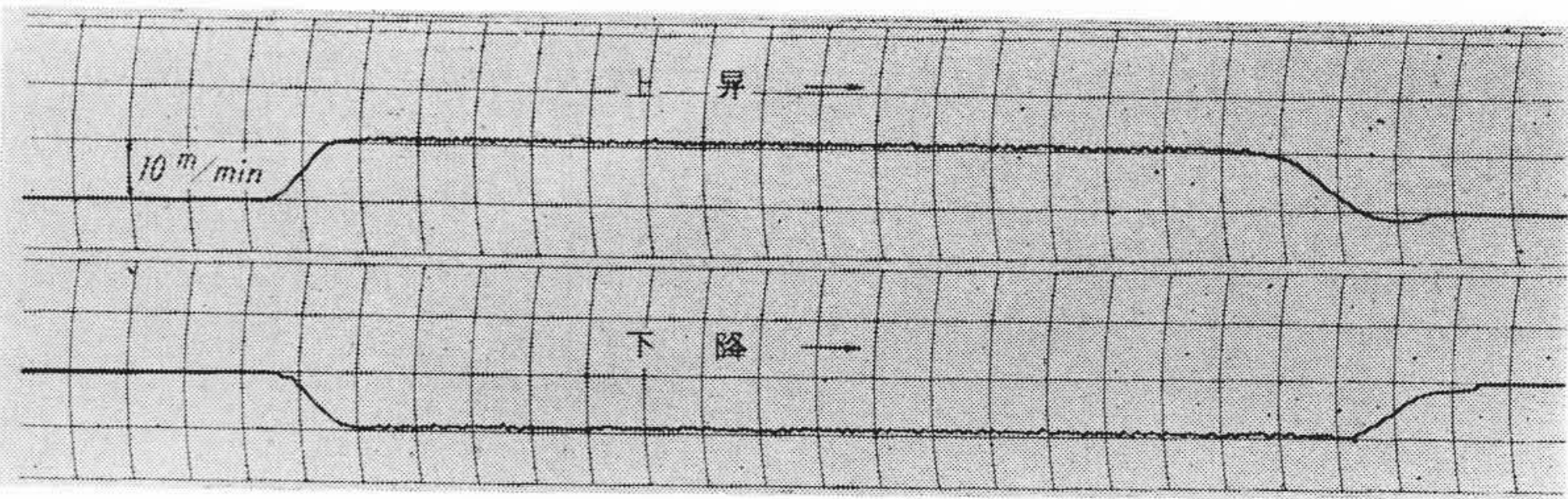
積載量およびケージサイズは、中形車以下と大形車の場合を考慮して PHM, PHL の 2 種類とし、駐車場の規模によって選択できるようにした。昇降速度は 3～4 項の検討結果から 10, 15 m/min の 2 種類を標準としたので、3～4 階床の場合は 15 m/min を選択して高能率の運転ができる。また 3.3 に述べた経済的な制約から昇降行程は 11.5m、停止個所 4 階床とするのが望ましく、これより高行程の場合はロープ式エレベータを計画するのがよい。

運転方式としては自動車用エレベータに最適の押ボタン式自動運転を採用し、休止中は最下階に復帰して必要な呼びに直ちに应答するようドアを閉じて待機する方式である。自動車を乗り入れて運転する場合、行先階の注意灯を点灯するとともに、ブザーを鳴らし到着を予報するので、出口を事前に整理でき、能率よく安全な運転を行なうことができる。

7. 結 言

ビルに地下駐車場を設備して自動車を格納する場合、油圧式エレベータを設置するのがもっとも経済的である。油圧式自動車用エレベータの計画に当たっては、自動車用としての特殊性はもちろん、油圧技術の可能性およびプランジャの材料力学的関係を十分考慮して、経済性ある機構を考案することが望ましい。以下本文で考察した結論を要約すれば下記のようになる。

- (1) ケージは、利用する自動車の寸法、機能を熟慮して安全かつ機動性あるサイズを選定するとともに、必要な剛性をもたせ可及的に軽量化すること。
- (2) 一般にロープ式エレベータと比較し、電力消費量が少ない。
- (3) 油圧技術の向上にとともに、将来さらに大きな積載量のものが経済的にえられる。
- (4) 乗用自動車用油圧式エレベータの昇降行程は 4.5～11.5 m、停止個所は 2～4 階床とし、さらに長行程の場合にはロープ式エ



第 14 図 油圧式エレベータの速度特性

第 6 表 PH 形油圧式自動車用エレベータの標準仕様

適 用	中形乗用車用		大形乗用車用	
形 式	PHM-10	PHM-15	PHL-10	PHL-15
積 載 量 (kg)	2,000		2,500	
速 度 (m/min)	10	15	10	15
運 転 方 式	押ボタン制御 基準階(最下階) 復帰式			
制 御 方 式	油圧バルブ制御, ダウンレベリング付			
ケー ジ サ イ ズ (mm)	間口(内のり)×奥行き ×出入口高		間口(内のり)×奥行き ×出入口高	
	2,550(2,400)×4,800×1,950		2,900(2,750)×6,000×1,950	
ケ ー ジ	両側クリンプ金網張り(高さ1,400),天井なし, ドアなし			
出 入 口 ド ア	鋼板製 2 速度 2 枚上開きドア, セーフティシュー付			
最大行程 S (mm)	11,500			
停 止 個 所	2 ～ 4 階床			
全 高	頂部高さ3,500+S+ピット深さ1,550			
パ ッ プ ア	ゴムパンパ			
パワーユニット形式	VAL-200		VBL-200	
電動機容量 (kW)	15	22	15	22
ホ ー ル ボ タ ン	インジケータ組込形			
警 報	ベ ル			
信 号	注意灯およびブザー			
ドアセーフティ用 光電装置	各階出入口わくおよびケー ジ前後各 1 個			

- レベータを計画するのが望ましい。
- (5) 油圧式自動車用エレベータの昇降速度は、停止箇所数に応じ最大 4 階床で、15 m/min とするのがよい。
- (6) 乗入動荷重を考慮し、最下階にパンパを設けてケージを支持する方法は有効である。
- (7) 偏心荷重のプランジャへの悪影響は、グランドメタルとの間げきを可能な範囲で最大に与えることにより解決できる。
- (8) レールは、出入口方向の力に対し、大きな剛性を有する断面形状が望ましい。
- (9) ソレノイド・チェック・バルブの開発により、パワーユニットを一段と小形化することができる。
- (10) ダウンレベリング方式の採用により着床誤差は微小となり無視できる。

今回完成した PH 形油圧式自動車用エレベータは、上記のようにあらゆる角度から徹底的な検討を加えて多くの改善を実施し、さらに合理的な仕様に統一して標準化したものである。本仕様で受注した第 7 号機まではすでに製作を完了し、西松建設ビルをはじめ各所で運転されており、好評を博している。

参 考 文 献

- (1) 加藤：日立評論 別-38, 9 (昭 35-8)
- (2) 加藤：日立評論 42, 326 (昭 35-3)
- (3) W. Dettinger：Fördern und Heben (1961)