

最近の住宅用油圧エレベーター

Recent Progress of Oil-Hydraulic Elevators for Residential Building

油圧エレベーターの国内設置台数は、昭和51年度で年間465台に達し、エレベーター全体の5.6%を占める。この割合は年々20~30%の比率で急増してきている。昭和52年の建設省開発事業「中層共同住宅用昇降システム」でも、油圧式での応募が多数を占めた。「建築基準法」の改正により日影規制が制度化されることも、機械室を地下階に計画できる油圧式への評価を更に高めることが予想される。

日立製作所は、乗用油圧エレベーターの分野で多数の納入実績があるが、上記中層住宅ビル用エレベーターの試作でも、住宅環境にふさわしい低騒音化技術と安全システムの開発を行ない、低中層ビル向けの市場ニーズに対応できるエレベーター供給体制をいっそう強めた。

木戸 康夫* Kido Yasuo

竹ノ下 光明** Takenoshita Mitsuaki

佐々木 武彦*** Sasaki Takehiko

1 緒 言

最近、都心のマンションや近郊のアパートなど中層住宅ビルに、油圧エレベーターが採用される例が増加している。また昭和52年度建設省主催「中層共同住宅用昇降システム開発事業」に対して、油圧式で応募した11社のうち日立製作所を含む2社が試作企業に選定されたことも、油圧エレベーターの将来を示唆するものと言える(ロープ方式の試作企業は1社あった)。

従来これらの共同住宅ビルには、電動ロープ式エレベーターが圧倒的に多く使用されているが、最近では隣接家屋への日影規制(日照問題)や、高さ制限(美観問題)など、都市での住宅環境を維持するための制約が強まるにつれ、機械室の場所を自由に計画できる油圧エレベーターが新たな注目を集めつつある。

特にプランジャで乗りかごを押し上げる油圧式は、昇降路を含めて構造が簡素化できるので、建設費と製品価格を合わせた総体価格が安くなる長所がある。しかし、昇降行程が長くなると油圧ジャッキの強度や油圧装置の容量などの面からエレベーター設備の価格が高くなるので、6~7階床以下の比較的小規模な建物で優位性を発揮すると言える。

本稿ではこれらの社会的背景と油圧エレベーターの計画上的特長との関連について述べるとともに、住宅ビル用としての機能、性能を追求した結果から、日立製作所が実施している安全装置、及び低騒音化技術について紹介する。

2 油圧エレベーターの特長と用途

2.1 需要の動向

図1は、我が国で年間に設置された油圧エレベーターの台数と、電動ロープ式を含む全エレベーター設置台数に対する割合の推移を示したものである。

台数は昭和49~50年の不況による落ち込みがみられるものの昭和51年度には465台に達した。これは高層事務所ビルに多用される直流エレベーターの台数(452台)をしのぐものである。全エレベーターに対する割合は、経済不況に関係なく確実に上昇しており、数年後には10%を超えるものと推定できる。

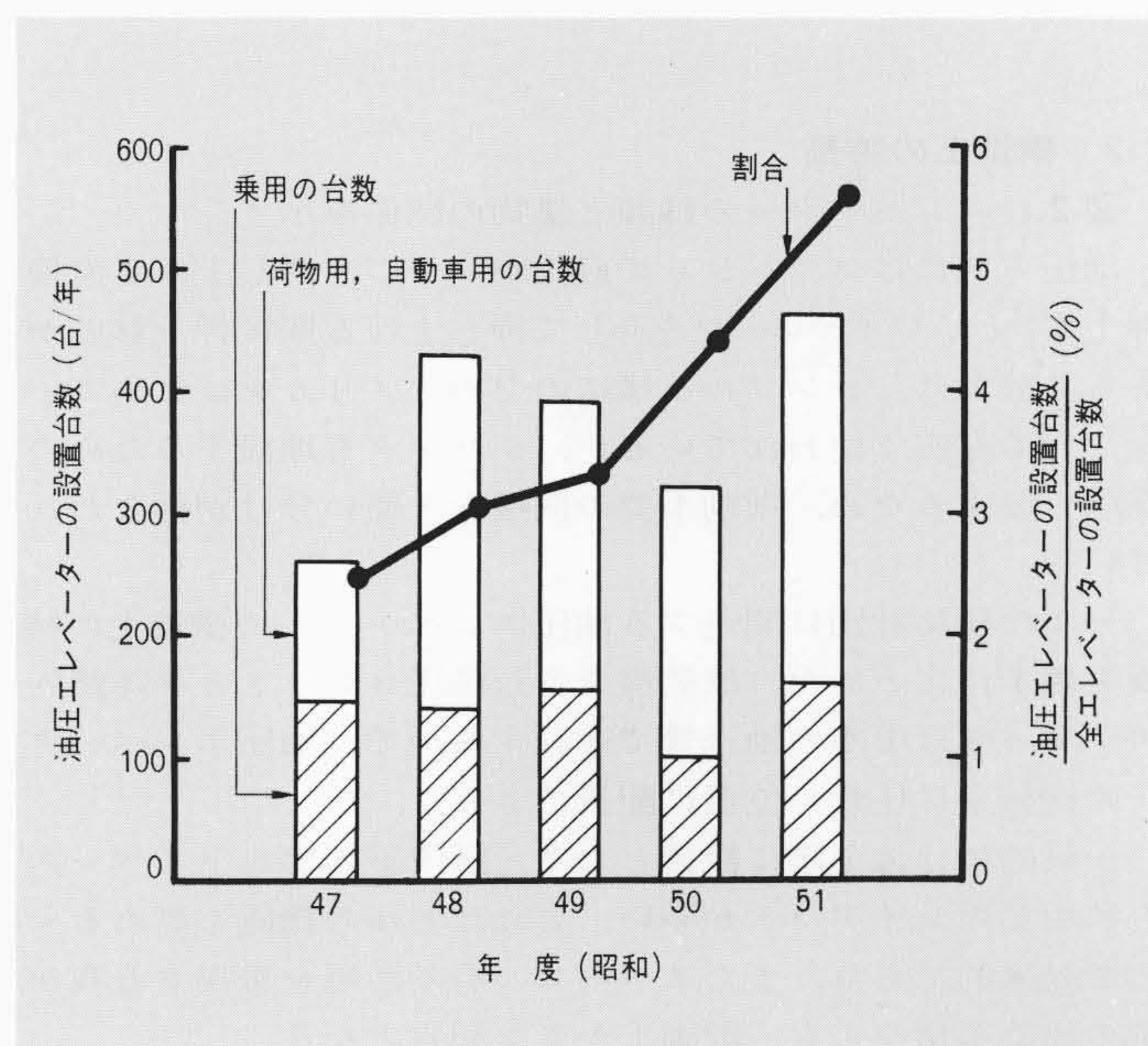


図1 油圧エレベーターの国内設置台数と全エレベーターに占める割合 油圧方式が占める割合は年伸び率20~30%の急伸を示している(エレベーター協会発行「No. 79協会速報」による)。

用途別には荷物用及び自動車用が乗用の1.6倍を占めている。これはたとえ低速度でも大きな荷重を昇降させることが目的であるこの種の用途に、油圧方式が原理的に適合しているためであると言えよう。

迅速な運転や快適な乗心地など高級な性能を要求される乗用の分野で、油圧方式を実用化するには、流量制御、防振防音制御などに高度の技術を必要とする。日立製作所は、我が国では最も早くから乗用を対象に独自の技術を開発し、荷物用、自動車用に比べ極めて多数の乗用油圧エレベーターを納入してきた。これらの実績は高く評価されているが、日影規制など社会的制約が強まるに従い、住宅ビルを中心として更に需要が高まるものと予想される。

* 日立製作所水戸工場 ** 日立製作所日立研究所 *** 日立製作所機電事業本部エレベーター技術本部

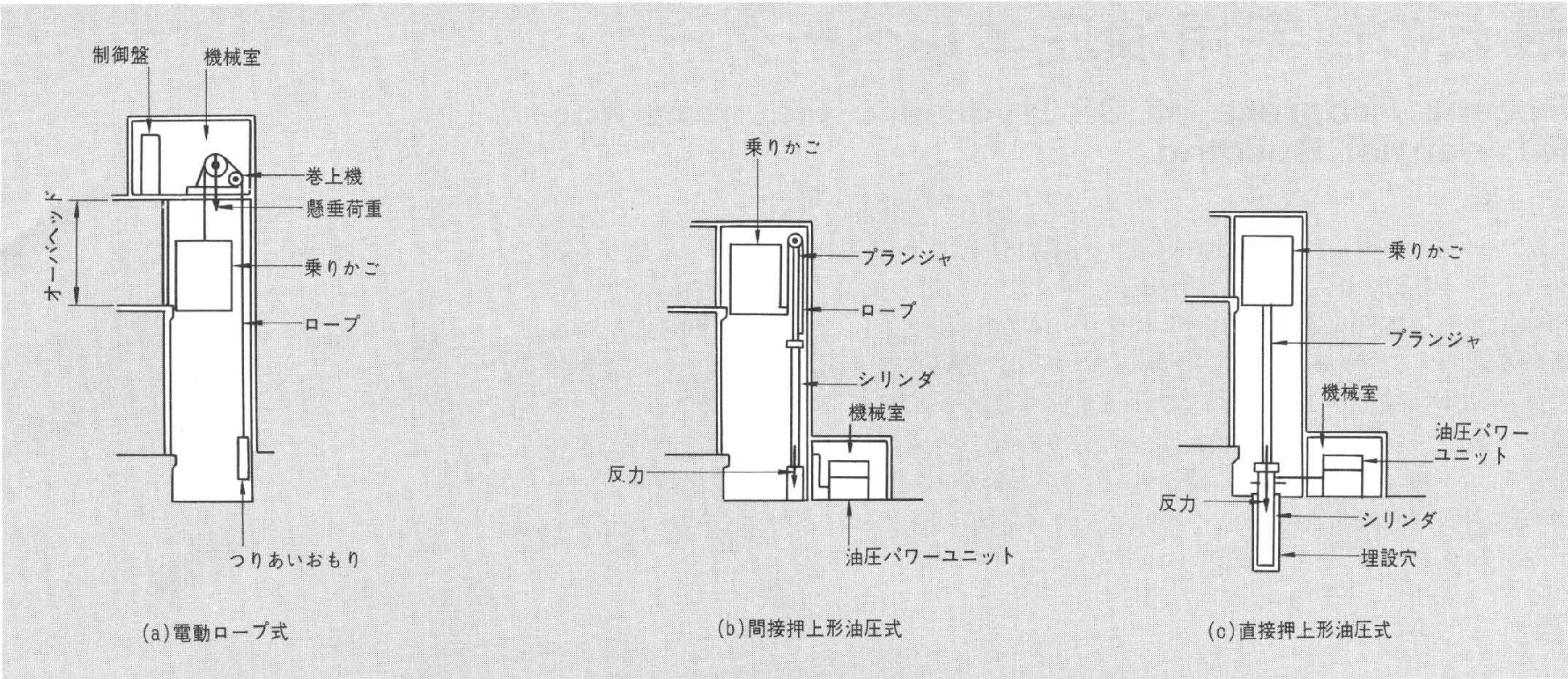


図2 エレベーターの種類と建物との関係 油圧式は、機械室をビル内に配置できるという特長がある。

2.2 構造上の特長

図2にエレベーターの種類と建物の関係を示す。
油圧方式にはプランジャで直接乗りかごを押し上げる直接押上形¹⁾と、ワイヤロープを介して押し上げる間接押上形とがある。前者は、シンプルな構造のためアメリカをはじめヨーロッパでも広く使われているが、シリンダを埋設するための掘削を要するため、掘削不要の間接形と使い分けが行なわれている。
ビルの建築計画に関連する油圧エレベーターの構造上の特長を表1にまとめた。原動機を含む油圧ユニットと昇降路内のジャッキは1本の油送管で連結するので、油圧エレベーターの機械室は任意の位置に配置できる。
一般的には地下階に設置したり、階段下のデッドスペースを利用したレイアウトが多い。これはビルの機能を高めるうえで効果的であり、またスペースの有効活用を重視する我が国の建築事情からも、計画上大きな利点となる。

表1 ビルの建築計画に関連する油圧エレベーターの主な特長 1本の油送管を配管することにより、機械室を任意の位置に計画できる。			
No.	特	長	備 考
1	屋上機械室は不要		—
2	機械室を任意の位置に計画可能		標準的には昇降路と機械室の距離は10m以下で計画する。
3	オーバーヘッド*寸法は電動ロープ式エレベーターに対し約1m低くできる。		—
4	建屋頂部にエレベーターの荷重が作用しない。		荷重は昇降路のピットで支える。
5	1～4により、既設建物にもエレベーターを容易に計画できる。		—
6	昇降路面積が小さくなる。		間接押上形は、電動ロープ式とほぼ同等

注：*最上階床面から昇降路天井までの寸法(図2参照)

昭和52年施行の「建築基準法」の改正に伴い、ビルが落とす日影を規制する日影条例の制定が、全国の地方自治体で進んでいる。この規制は日影の測定点が明確に示され、冬至日での建築物の日影が一定時間を超えてはならないとするものである。このような規制のもとでは図3に示したように、電動ロープ式エレベーターの場合は屋上の機械室が障害になり、敷地に余裕をもたない場合には南面の居室側にエレベーターの位置を移すか、又は建物の高さを低くする制約が生ずる。これを油圧式で計画すれば屋上機械室が不要になること、更にオーバーヘッド寸法(図2参照)も電動ロープ式よりも低く計画できるため、日影規制下の建築計画上無視できない特長となろう。

2.3 経済性の検討

図4に、電動ロープ方式と間接押上形油圧式を設置する場合の経済性比較の一例を6人乗り乗用エレベーターで示す。(A)の建設費は昇降路、機械室(いずれも鉄筋コンクリート)及

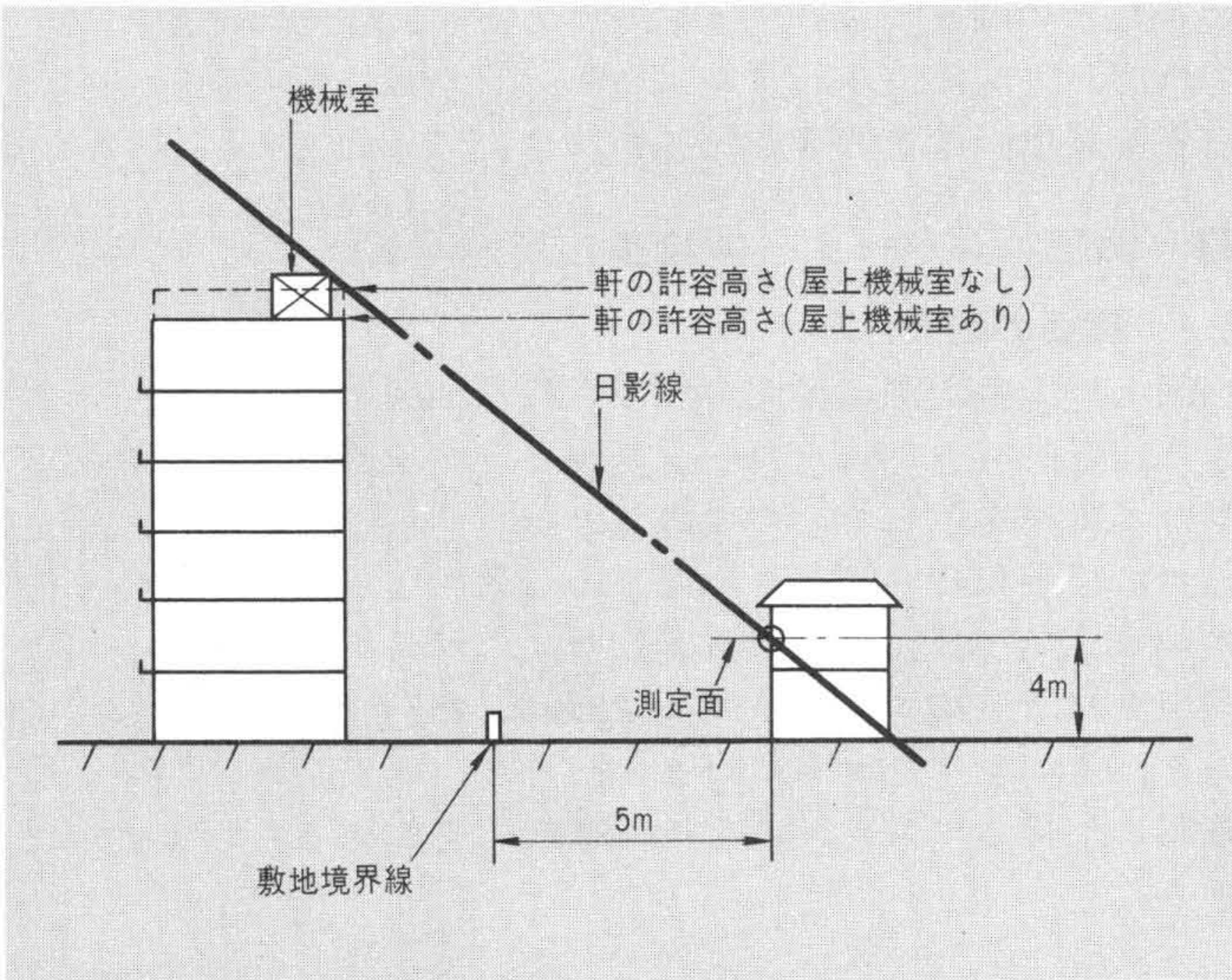


図3 日影規制による軒高の制限(例) 屋上に機械室などの突起物を設けると、日影規制により軒高を低く規制される。

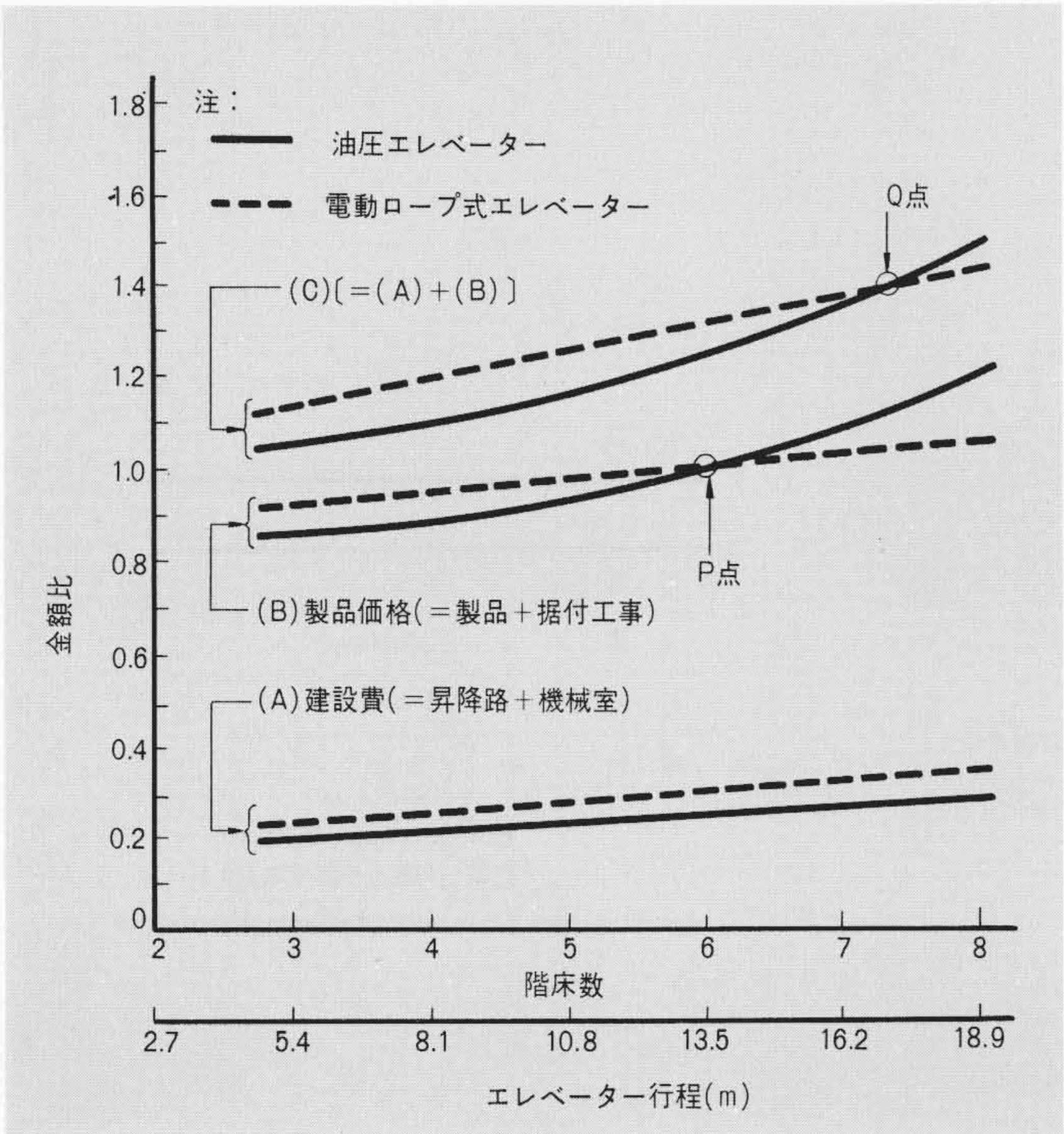


図4 油圧エレベーターと電動ロープ方式エレベーターの経済性比較例(6人乗り) 行程が長くなるにつれて、油圧ジャッキの価格が上昇する。低階床分野で油圧エレベーターは、経済的メリットを発揮する。

び機械室へ至る階段の構築費である。油圧エレベーターの機械室は半地下のスペースに計画するのが最も経済的で、屋上に独立した機械室を設ける電動ロープ方式に比べ建設費を低減することができる。懸垂荷重を支えるための頂部の建築強度に対する評価は、定量化が困難なため図には含めてないが、油圧式の建設費がより安価になる要素とみることができる。

(B)の製品価格は行程が長くなるにつれて油圧方式の価格が上昇し、6階床近傍(P点)から電動ロープ式を上まわるようになる。この傾向は主として油圧ジャッキの長尺化に伴って材料費、加工費及びその据付費用が加速度的に上昇するためである。

建設費と製品価格を加えた総体価格(C)をエレベーターの経済性を評価する目安とみれば、油圧エレベーターは7階床程度(Q点)以下のビルで経済性に優れていると言える。

3 住宅ビルへの適応性の拡大

建設省は、中層共同住宅向けのエレベーターを昭和52年度の開発事業に取り上げ、試作企業に対する検証を終了した。

従来4～5階床の公団住宅には、エレベーターは設置されていない。これはエレベーターの便利さは十分認められているが、居住者の設備費用負担限度に見合った低廉なエレベーターがないことに起因している。このため、今回の開発はコストが安いこと、安全性・信頼性に優れていることが大きなポイントになっている。

表2の開発条件(財団法人住宅部品開発センターから提示)に基づき、コンペ方式による図面審査が行なわれ、日立製作所を含む3社が試作企業に選定された。3社のうち2社は、油圧方式を採用している。

図5に日立製作所が試作した油圧エレベーターの構造と、主な仕様を示す。押上方式は直接形で検証に臨んだが、間接押上形も同一スペースで設置できる考慮を払ってある。

表2 建設省「中層共同住宅用昇降システム」開発条件 この条件に基づく設計審査により日立製作所ほか2社が試作企業に選定された。

項 目	仕 様
駆 動 方 式	自 由
最 大 定 員	4人又は5人
出 入 口 寸 法	幅800mm×高さ2,000mm
階 床 数	4～7階を対象
定 格 速 度	30m/min
安 全 性	防犯を考慮した各種の安全装置を備えていること。
耐 用 年 数	通常の使用条件、良好な維持管理のもとで20年。

試作に当たっては、必要機能を十分に満足する範囲で構造を簡素化し、コストの低減と信頼性の向上を図った。また使用条件(住宅ビル用)を考慮した適切な安全装置と防音機構を折り込んだ。表3にこのエレベーターで採用した安全装置をまとめて示したが、その一部について次に説明する。

表3 日立製作所の住宅用油圧エレベーターで採用している安全装置 停電時の救出やドアの開閉異常防止など、住宅用としての使用条件を考慮した安全増し構造としてある。

項番	目 的	安 全 装 置	備 考
1	圧力の異常上昇防止	安 全 弁	油圧が異常に上昇した場合、自動的に作動して安全圧力に保つ。
2	かごの異常下降(負荷による沈み、過速下降)	安全停止弁	動力が切れた場合、自動的に作動して油の逆流を防ぐ。
		床合せ装置	乗りかごが停止中に生ずる下降を防ぐ。
		緩 衝 器	乗りかごが昇降路最下部に衝突した場合、衝撃を緩和する。
3	プランジャの離脱防止	プランジャストッパ	プランジャ下部へ設置して、シリンダからの離脱を機械的に防止する。
		最上階強制停止装置	シリンダからの離脱を電氣的に防止する。
4	油温異常上昇の防止	冷 却 扇	機械室の温度上昇を防止する。
		電動機空転防止装置	一定時間で電動機への入力を遮断する。
5	ドア開閉異常の防止	かごドア、乗り場ドアの過負荷反転装置	ドアに異物がはさまるとドアが反転する。
6	停電時の救出	手動下降弁	(エレベーターサービス員が操作)
		停電時自動着床装置	図6参照
7	過負荷防止	過負荷防止装置	乗りかご下へ設置
8	火災に対する処置	煙 探 知 器	昇降路天井へ設置
		金属油送管 採用	可燃材質の配管は使わない。
		火災管制運転 採用	――
9	地震に対する処置	吸振形配管継手	――
		油圧パワーユニット 転倒・移動防止装置	――
		油送管壁面貫通部 } 弾性油送管固定部 } 支持	――
10	そ の 他	乗りかご内・乗りかご上非常停止装置、乗りかご内・機械室インターホン、ドアロック装置、ドアスイッチ、各階強制停止装置	

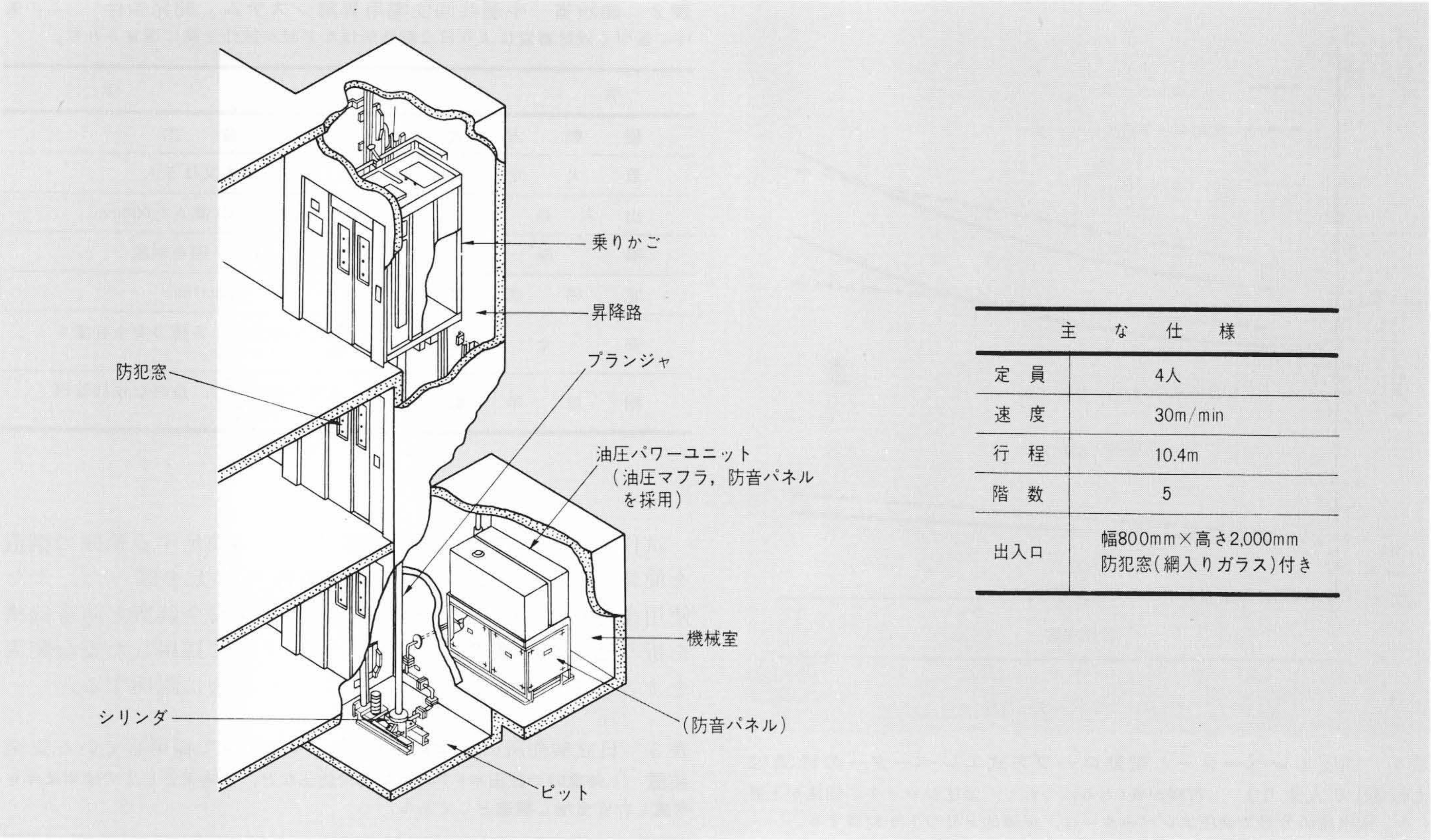


図5 日立製作所が試作した中層共同住宅用油圧エレベーター 仕様・構造は、必要条件を吟味した上で最もコンパクト化し、信頼性、安全性及び防音構造には十分に意を注いだ。

(1) 停電時自動着床装置^{*1)}

走行中に停電になると、乗りかごは階床間で停止する。この装置は停電時に自動的に乗りかごを最下階レベルまで低速で降ろし、乗客を救出することを目的にしている。すなわち、図6に示すように、油圧パワーユニットへ内蔵した自動着床装置が作動して、----→印の経路で圧油をタンクへもどし、かごを下降させる。下降中及び着床後は案内文字を点灯して、乗客が安心感をいなく配慮もしてある。この装置は油圧独特の性質を利用した簡便で確実な安全装置であり、電動ロープ方式での同様の装置に比べ極めて低コストで実用できる。

(2) ドア過負荷反転装置^{*2)}

エレベーターの戸の敷居に小石や棒片などの異物が介在した場合、従来のシステムでは戸が閉じきらないままエレベーターが休止してしまうのが一般的であった。この装置はこのような状態を戸開閉機構に対する過負荷として検出し、直ちに開閉方向を反転するよう制御する。このため、乗客が閉じ込められることがなく、また異物は自動的に、あるいは乗客自身の手で容易に除去されることにより速やかに正常な運転状態に復帰するので、安全で信頼性の高いものとなった。

住宅ビルのエレベーターでは、ドアまわりの機器に関係した故障の多いことや、乗客は老人や子供も含むことから、この装置の有効性は高い。

各企業で試作したエレベーターは、規格仕様を見直しの上、昭和53年度にBL部品(建設大臣認定の優良住宅部品)として認定を受ける予定になっている。今までエレベーターを利用

できない分野であった中層共同住宅ビルに対し、油圧式を中心としたエレベーターの計画が進められるようになったことは、この開発事業の大きな成果と言える。

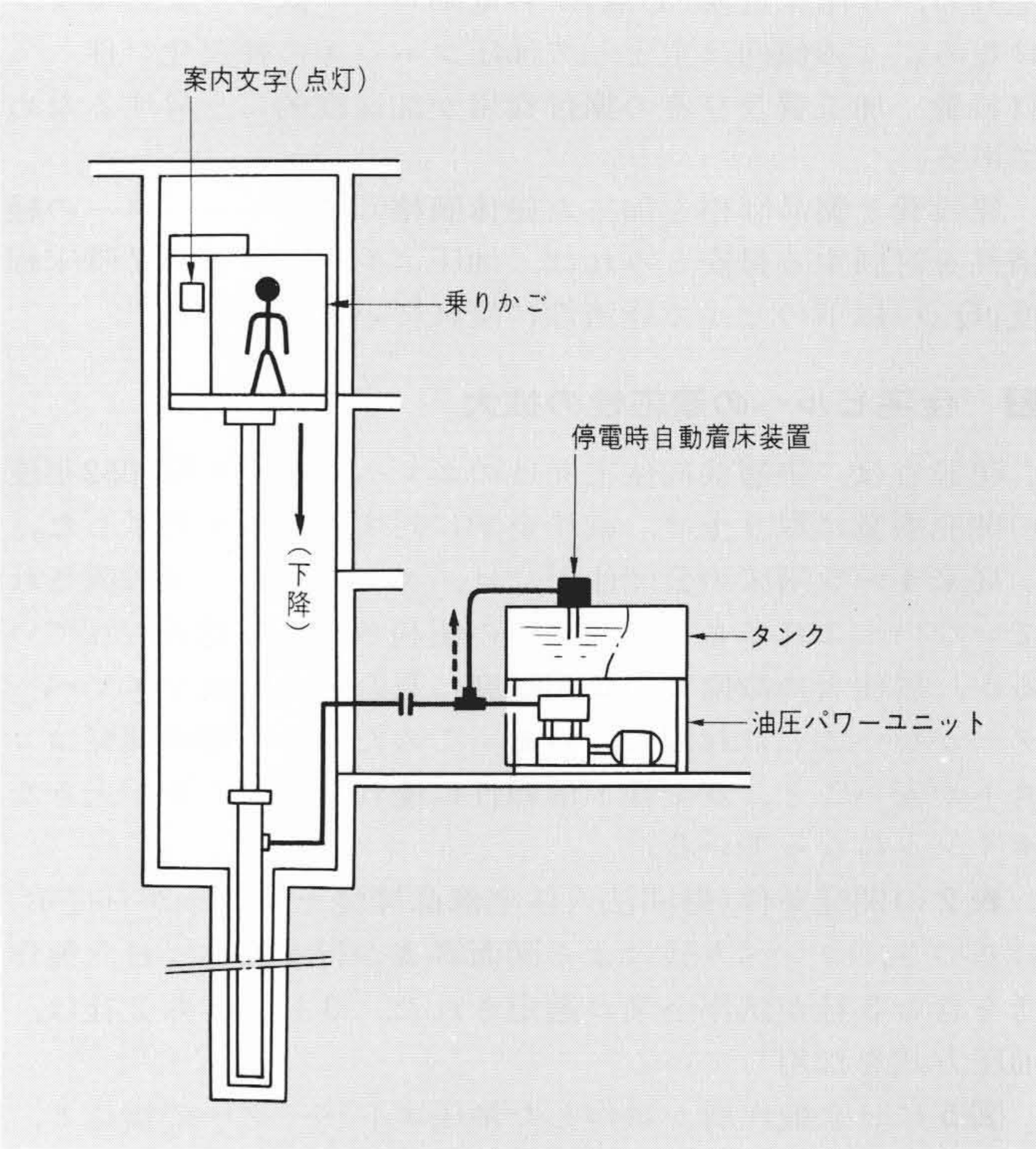


図6 停電時自動着床装置 停電になると自動的に着床弁が作動し、乗りかごは最下階レベルまで低速度で下降して着床する。

※1) 特許出願中
※2) 特許出願中

4 油圧騒音の低減

住宅ビルにふさわしい静粛な環境を維持するには、油圧装置から発生するエレベーター運転音の低減を図る必要がある。

油圧パワーユニットからは、図7に示す騒音が複合して発生し、固体(壁、床)や空気を伝搬して居室騒音になる。

4.1 遮音と吸音

空気を伝搬する機械騒音を低減するには、ポンプ、電動機、油タンクなどを一体化したユニットを遮音することが効果的である。

また、油タンクは、油の圧力脈動による側壁の膜板振動を吸振する構造とする配慮も必要である。図8に今回油圧ユニットに採用した防音パネルの特性を示す。防音効果を示す透過損失値は、パネル内壁に貼布した吸音材による吸音効果と、パネル本体の質量効果が相乗されて表われる。上昇及び下降運転では、騒音周波数の主成分が異なるが、オーバーオールで8～9dBの低減効果を得ている。

4.2 圧力脈動の吸収

圧力脈動はポンプの脈流、バルブ絞りによるキャビテーション作用に起因し、油送管やシリンダを振動させて乗りかごや居室での騒音となる。脈圧は100～2,000Hzにわたる周波数の成分の複合であるため、広域周波数に対し効果的な膨張形マフラを採用している。図9にマフラ前後で実測した圧力脈動の波形を、図10にマフラ効果の分析結果を示す。マフラ入口で生じている0.4kg/cm²の脈動はシリンダ側の出口では0.05kg/cm²以下のほぼ無脈動に減衰しており、この結果乗りかご騒音は12～15dBの低減を得た。

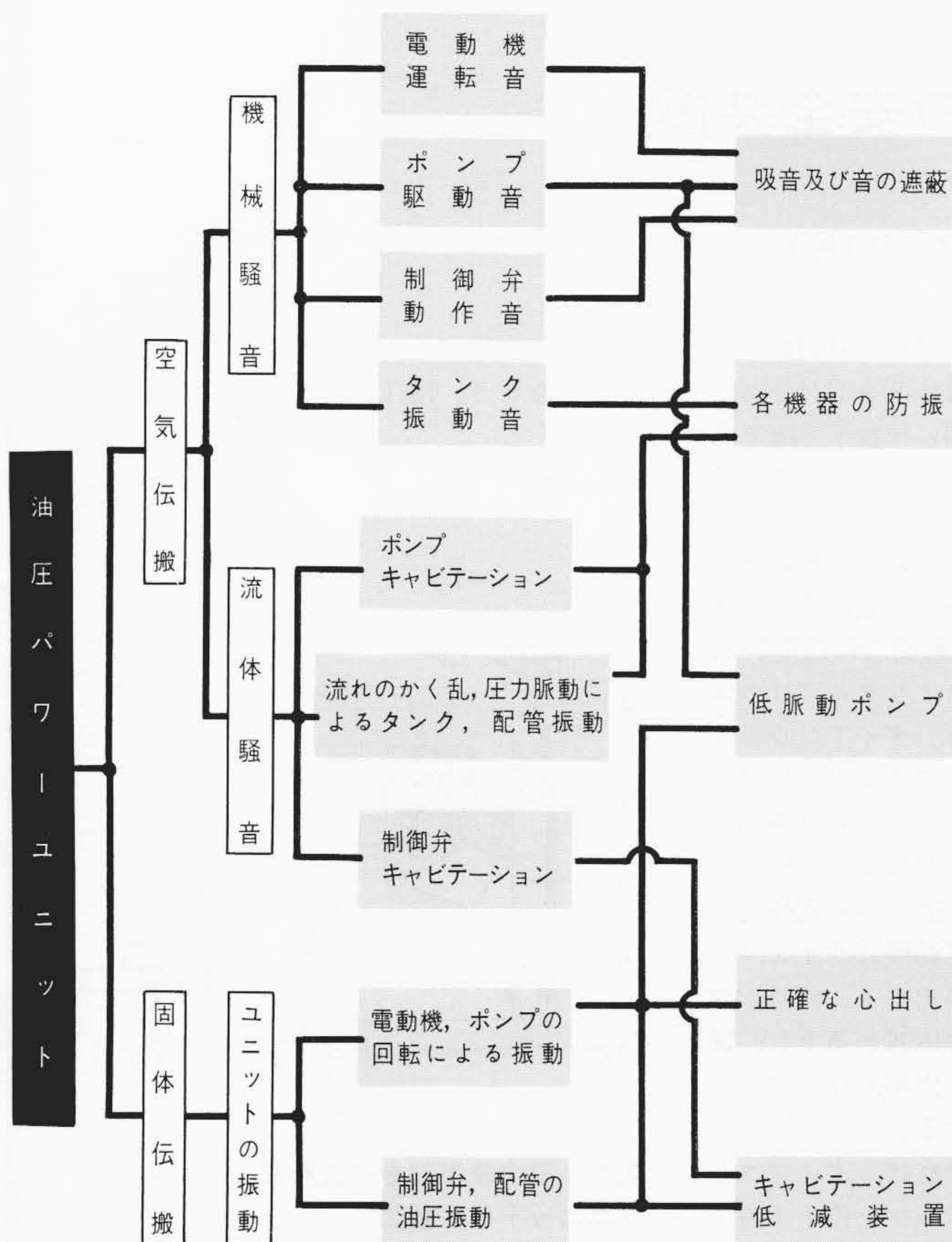


図7 油圧パワーユニットから発生する騒音の種類と低減策 騒音の種類や伝搬経路に応じた低減策を実施してある。

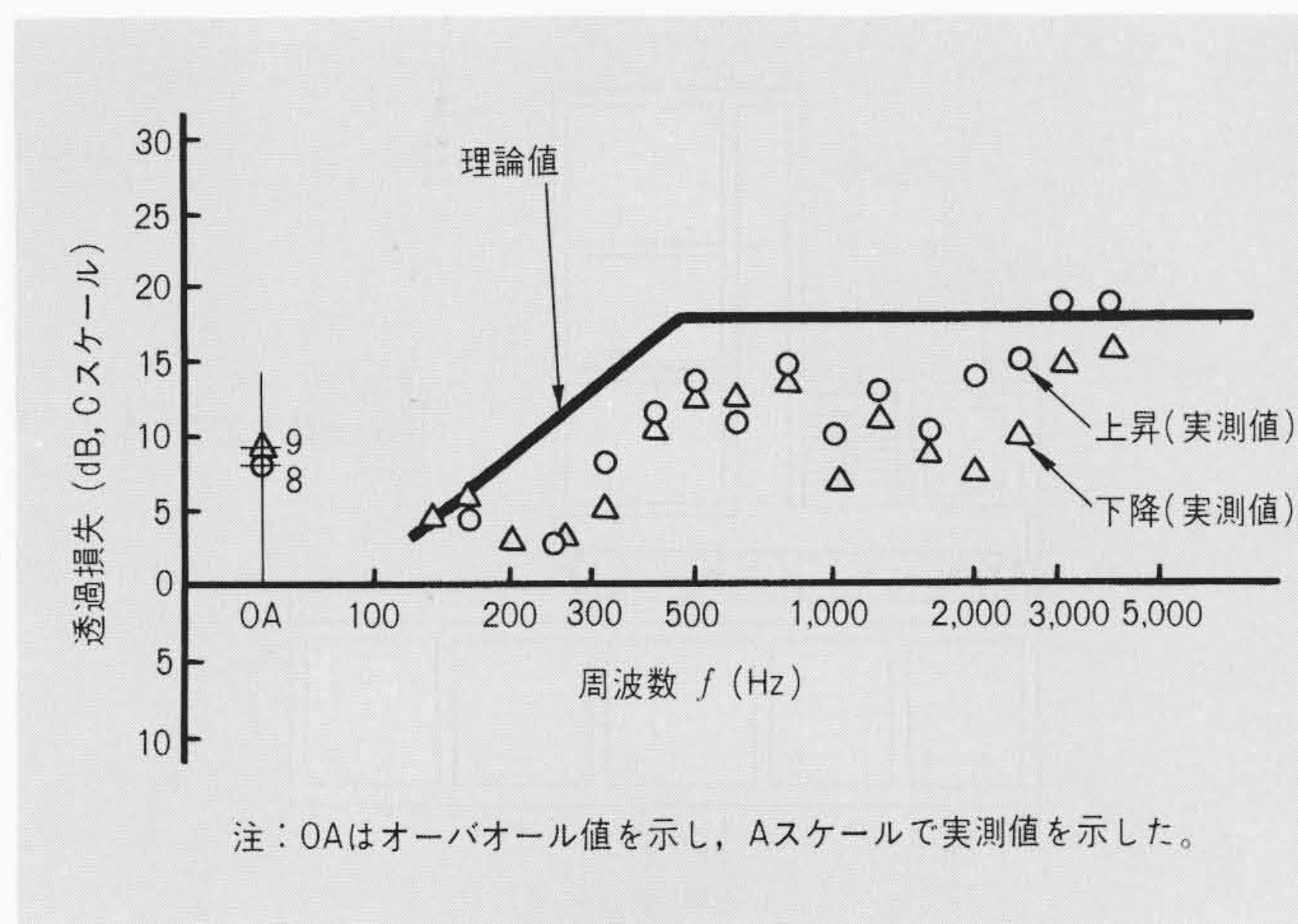


図8 防音パネルの特性 質量効果と吸音効果によりオーバーオールで8～9dB(Aスケール)の低減効果をもっている。

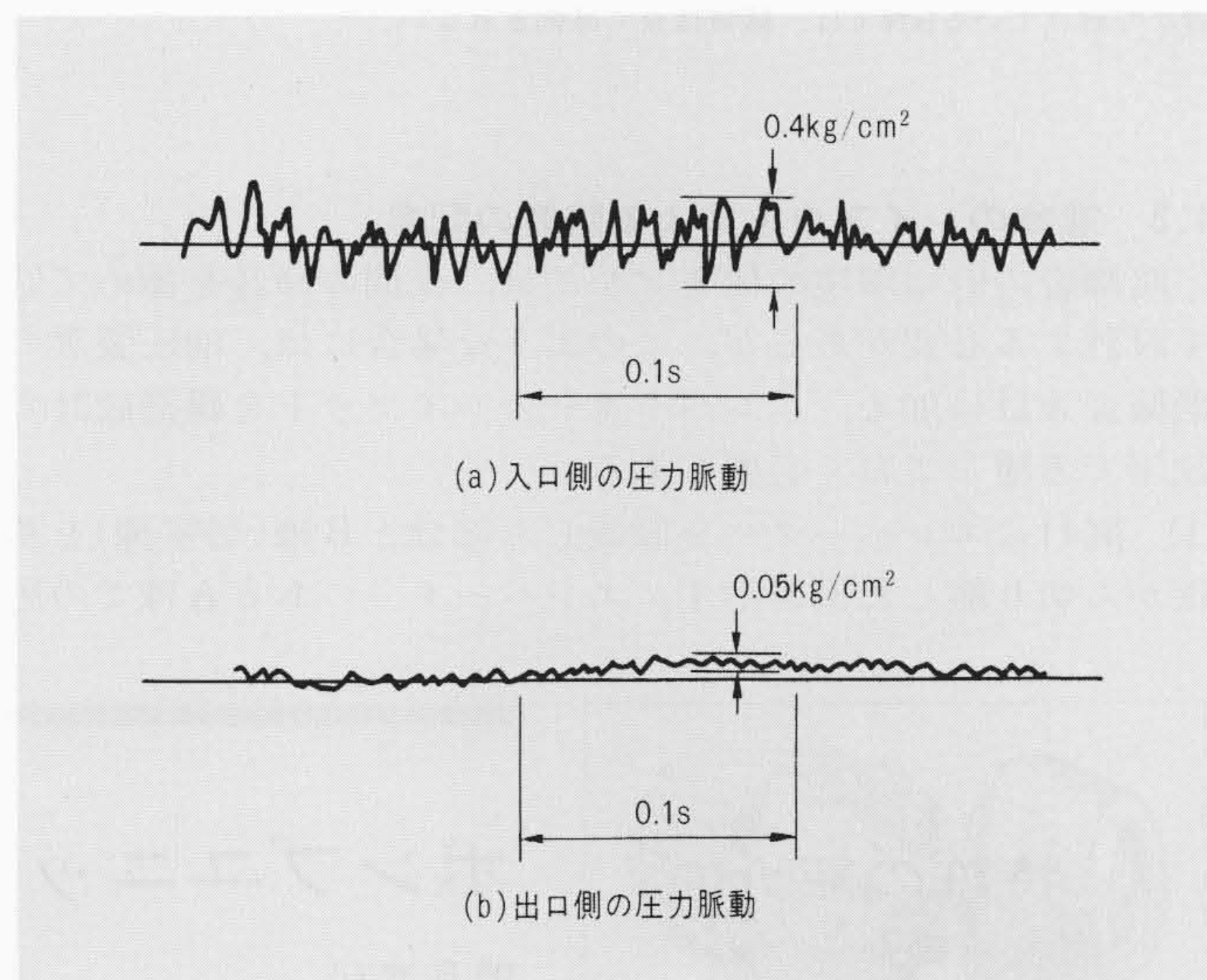


図9 マフラ前後の圧力脈動 出口側は0.05kg/cm²以下に減衰している。

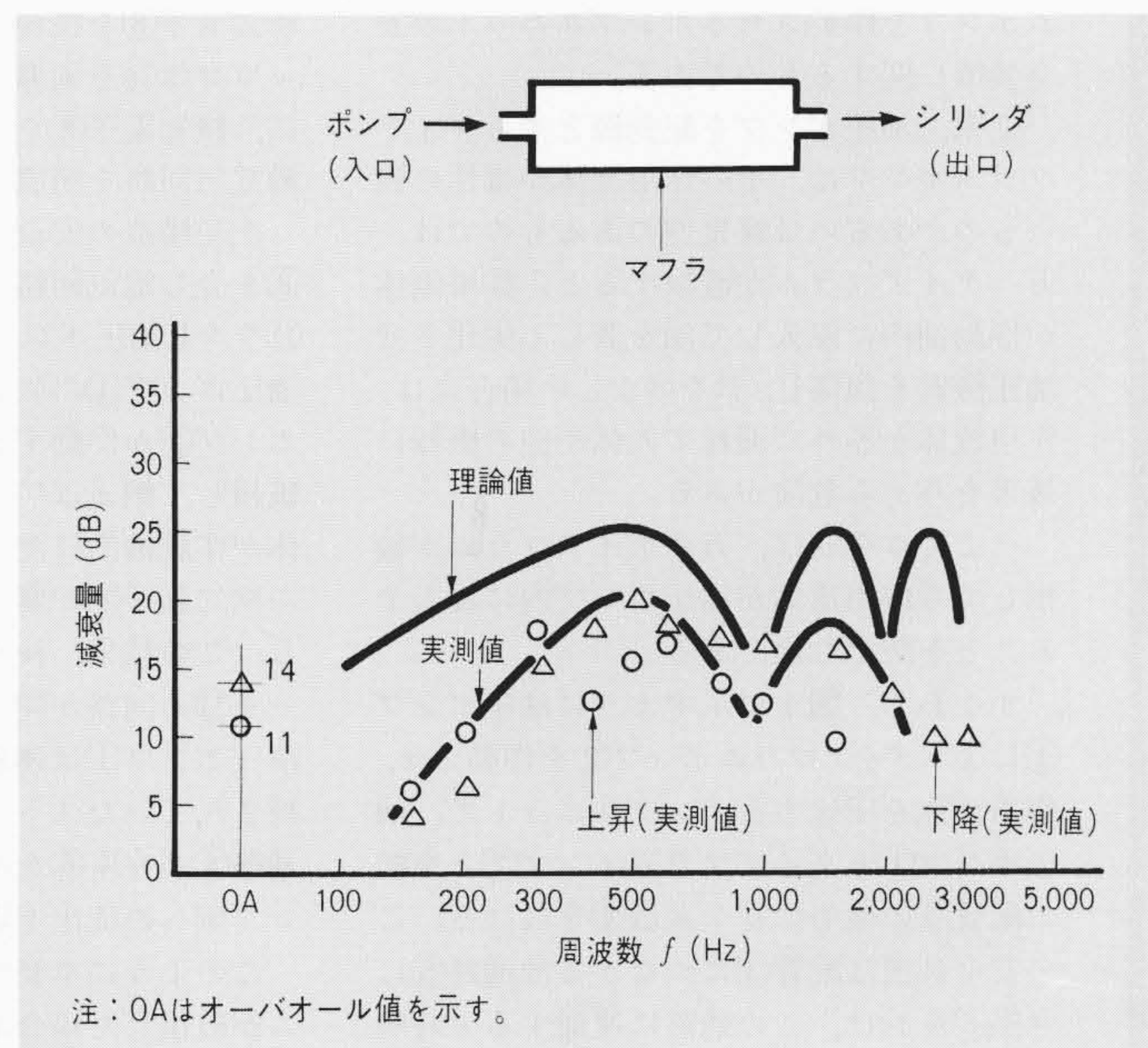


図10 油圧マフラによる油圧脈動の減衰効果 400～500Hzをピークに、各周波数に対して減衰効果が出ている。

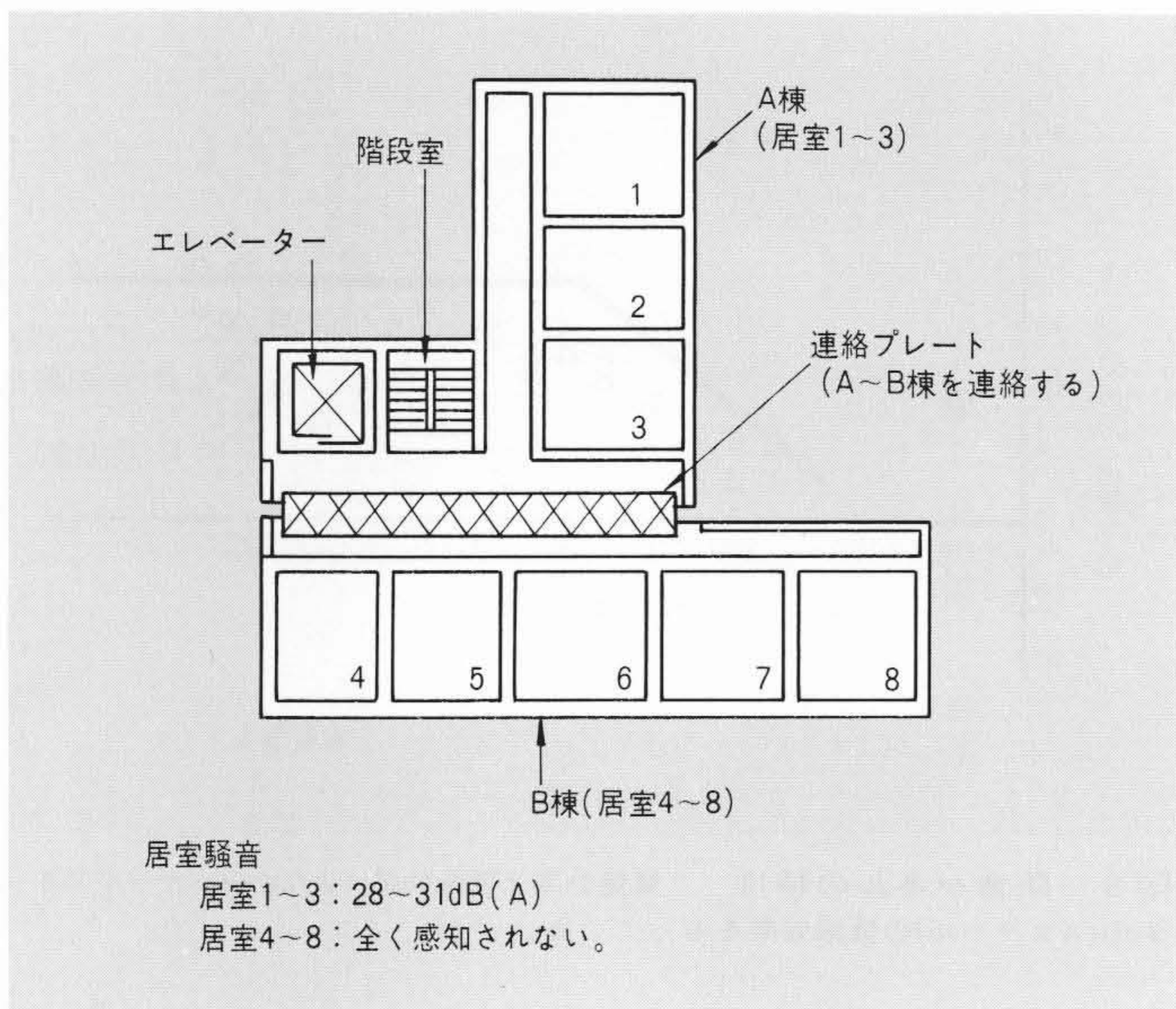


図11 騒音を考慮したレイアウト(一例) エレベーター側のA棟と基礎から離れているB棟では、騒音は全く感知されない。

4.3 建物のレイアウトによる防音の配慮

暗騒音の低い環境の住宅ビルでは、夜間の騒音を極めて低く設計する必要があるが、このような場合には、油圧装置の低騒音設計に加え、エレベーターのレイアウトを建築設計の段階で考慮しておく必要もある。

(1) 図11にエレベーターを設置した部分とB棟(居室棟)を基礎から切り離した例を示す。エレベーターのあるA棟での居

室騒音は28～31dB発生するが、B棟の室内では全く感知されない。

(2) 昇降路や機械室に居室を隣設させないように計画時に配慮する必要がある。止むを得ぬ場合はバスルーム、押入れなどを介したレイアウトを取り入れることにより遮音効果が得られ、居室騒音が低減できる。

(3) 機械室に対しては壁面に吸音剤を貼布し、戸は二重鋼板製の防音構造を採用することが、空気伝搬の防止に効果的である。

5 結 言

油圧エレベーターの最近の動向として、住宅ビルを中心とする需要の高まりと、これに適合する技術開発の内容について概要を説明した。それらを要約すると次に述べるとおりである。

(1) 日立製作所は、乗用を中心として独自の技術を確認し、近年の中層住宅ビルへの新需要を背景とした油圧エレベーターの需要増加に対応してきた。

(2) 建設省主催の「中層共同住宅用昇降システム開発事業」で日立製作所の油圧エレベーターが試作機種に選定され、実機の検証でも優秀性が認められた。

(3) 日影制限など都市造りに対する制約が強まる中で日立油圧エレベーターは、停電時自動着床装置などの安全機能と低騒音技術とを折り込み、住宅ビルの交通機関としての適応性を十分に高めている。

参考文献

- 1) 木戸、ほか2名：中層住宅用直接押上形油圧式エレベーターの開発、日立評論、59、429～434（昭52-5）



ポンプユニットの安全装置

望月 武利

特許 第873905号（特公昭52—241号）

本発明は、油圧ポンプによりダイアフラムポンプを作動させるポンプユニットの安全装置に関するものである。

従来、油圧ポンプを駆動源とするダイアフラムポンプは、その作用流体が毒性の強いもの、あるいは腐食性のあるものでは、万一ダイアフラムが破損すると、作用流体が作動油内に浸入して油を著しく劣化させ油圧機器を損傷し、はなはだしい場合には、作用流体が器外に漏れて人体や他の機器に被害を与える危険がある。

そこで本発明は、万一ダイアフラムが破損しても作用流体が油圧ポンプ内に浸入することを防ぐものである。

すなわち、図1に示すように油圧ポンプ①によりダイアフラムポンプ②を作動させ、作用流体を圧送するポンプユニットで、油圧ポンプ①とダイアフラムポンプ②とを結ぶ配管③の途中に安全装置④を設ける。この安全装置は配管③につながる油通路⑤に弁座⑥を設け、この通路に連通する分岐路

⑦に、作用流体の腐食作用により破断する検知素子⑧を接続した導体⑨を設け、ストップ弁体⑩を両導体⑨間に挟持するとともに、検知素子⑧を介して油圧ポンプ①の駆動電気回路を閉成する。

上記構造の安全装置は、通常は検知素子⑧を介し電気回路が閉路し、電磁スイッチ⑪を介し油圧ポンプ用電動機⑫に通電され、油圧ポンプ①の脈動圧によりダイアフラムポンプ②が作動する。万一ダイアフラムが破損し、例えばアンモニア水などの作用流体が作動油内に浸入すると、例えば黄銅線の検知素子⑧が腐食し張力により切断される。この結果、検知素子⑧を含む電磁スイッチ⑪の回路が開き、電動機⑫が止まり、油圧ポンプ①は運転を停止する。同時に挟持されていたストップ弁体⑩が落下し、油通路⑤の弁座⑥を閉じ、作用流体の油圧ポンプ側への流出を阻止する。

このように本発明によれば、ダイアフラムが破損した場合油圧ポンプを停止すると

ともに、作用流体が油圧ポンプ内に浸入することを防ぎ、油圧機器を保護することができる。

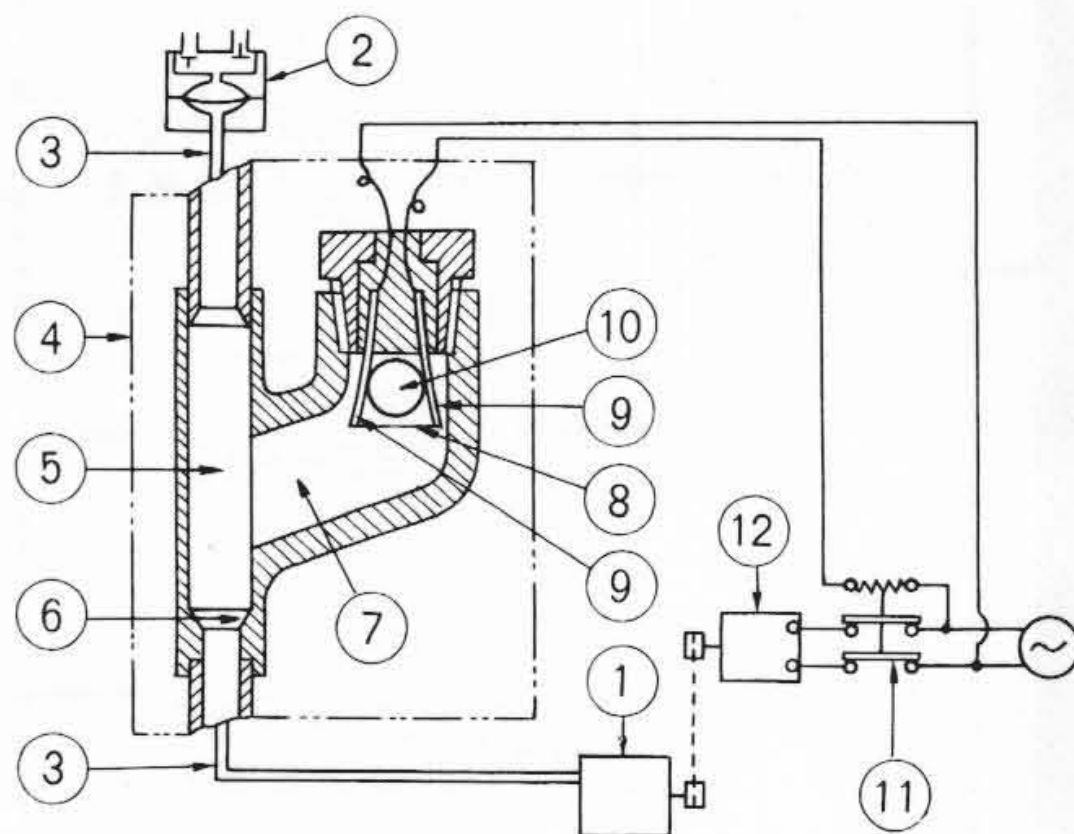


図1 安全装置部を拡大断面図で示すポンプユニットの系統図