

大型貨物エレベータ

Heavy Duty Freight Elevator

永井 守久*
Morihiisa Nagai

内 容 梗 概

最近、乗用車をはじめトラックのほか各種の重量物を運搬する大型エレベータ(3~10t程度)の需要が増大し、従来その例を見なかつた程度大型エレベータが計画される状況となつた。大型エレベータはケージの大きさが大きくなり重量も重くなるので、建物にもかなりの影響が考えられるばかりでなく、積載貨物の種類およびその積載方法は設計上直接関係があり、計画に当つては事前に密接なる打合せが必要である。大型エレベータは重量運搬が主目的であり、強度ならびに実用価値に重点がおかれ、強度計算も偏荷重を考慮した集中荷重として扱われる。いわゆる意匠は第二義的に考えられるべきであるが、大型としての特種仕様には十分注意が払われてよい。以下、大型貨物エレベータの概略を紹介する。

〔I〕 緒 言

従来、エレベータは上下の人員輸送を目的として発達したものであり、各種機構も人員の安全輸送が第一義的に考えられてきた。したがつて、貨物エレベータは一般には乗用エレベータに準じて考えられる傾向があつた。しかるに、諸般の設備も逐次強化拡大され、新しく設備されるエレベータも人員輸送を目的とするばかりでなく、従来の軽量エレベータから3~10t程度の重荷重のものにまで計画される段階となつてきた。特に、都心部における乗用車の激増はめざましく、最近ではガレージビルの計画も進められており乗用車専用のエレベータも考えられている。また、これと並行して都市に集中される貨物の量もしだいに増える傾向にあり、貨物を満載した大型トラックをも収容するトラックエレベータが計画されている。本稿では特にこの点に留意し、最近の大型貨物エレベータの傾向ならびに大型貨物エレベータの概略を紹介し、関係各位の御参考に供する次第である。

〔II〕 大型エレベータの仕様

大型エレベータはその使用目的によつてつぎの4種に大別される。

- (i) ガレージビル、倉庫、あるいは工場などに設備され、乗用車またはトラックを積載する自動車エレベータ
- (ii) デパートその他運搬を主とする一般貨物用エレベータ
- (iii) 工事場あるいは工場などで原料、製品運搬用のトラックを搬入する工場用エレベータ
- (iv) 台車を使用せず米穀のほか一般貨物をそのまま運搬するもの

いずれも重量運搬が主目的であり、強度ならびに実用価

* 日立製作所日立国分分工場



第1図 日魯漁業株式会社納自動車用エレベータ

値に重点がおかれ、いわゆる意匠などは第二義的に考えられる。この種大型エレベータは必然的にケージが大きくなり重量も重くなるので、仕様決定の内容は機械的にも電氣的にも大きく影響し、さらに、建築構造にも大きく関連を伴つてくる。

(1) 馬力と昇降速度の関係

一般に、エレベータの所要馬力は次式により決定される。すなわち

$$HP = \frac{W \cdot V \cdot F}{4,500 \cdot \eta} \dots\dots\dots (1)$$

W: 積載量 (kg)

V: 昇降速度 (m/min)

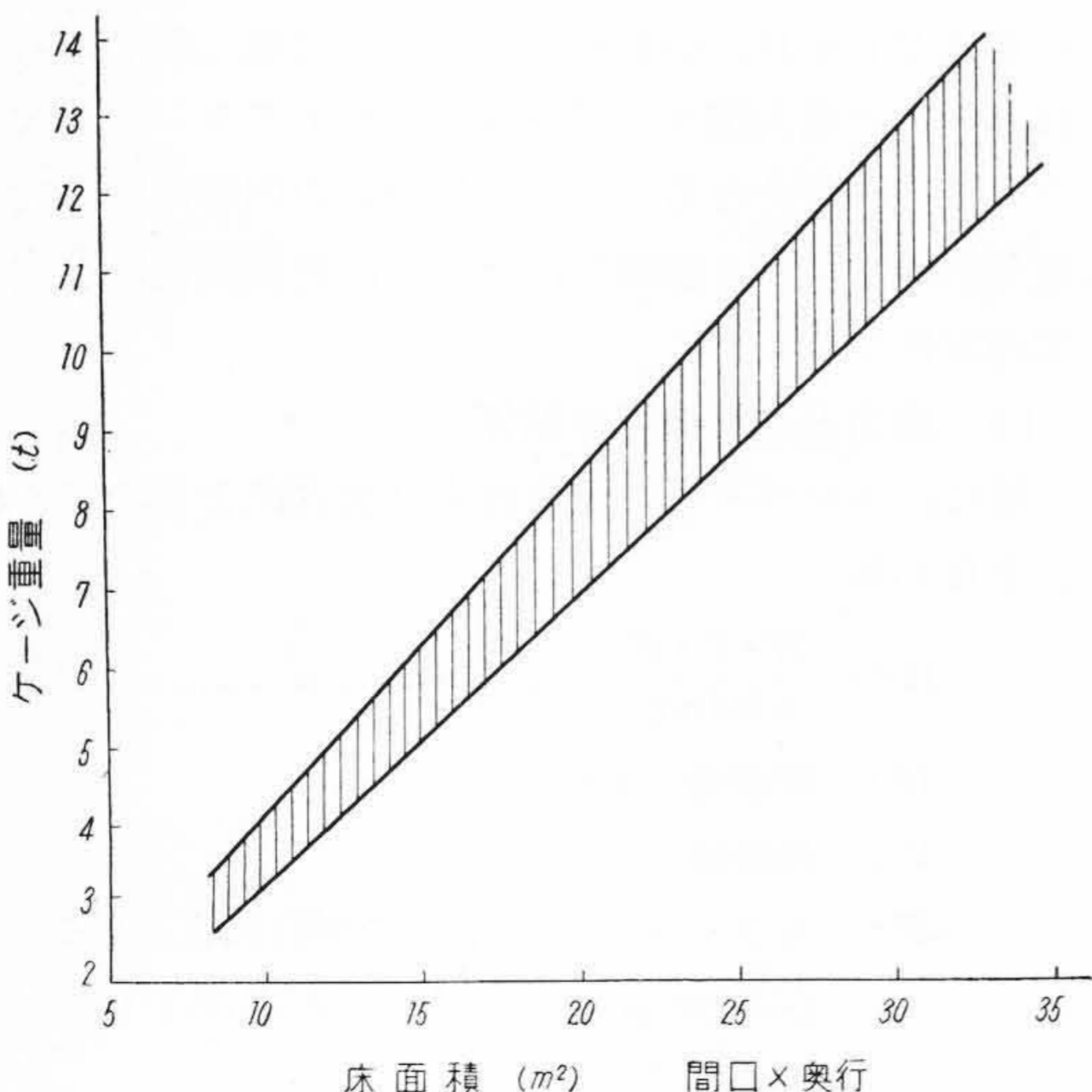
F: カウンターウエイトの割合による係数
(一般に貨物エレベータの場合は0.5が採用される)

η: エレベータの全効率

(1)式より所要馬力は積載量と昇降速度の積に比例して大きくなる。この種大型エレベータは積載量が一般乗用エレベータにくらべて約 5~10 倍程度であるから馬力も大きくなり電氣的にも制御が複雑となる。積載量 10t 程度までの大型エレベータには設備費の関係上一般には交流エレベータが多く使用され、巻上電動機としては起動トルクの大きな特殊誘導電動機が採用される。エレベータ用電動機は起動停止の頻度がきわめて高く、誘導電動機を使用する場合は尖頭電流が繰返され、制御器具および電源設備などは一段と大きなものが必要となる。したがって、馬力も経済上もつとも有利な範囲が決定される。エレベータ用誘導電動機として採用される経済的な最高馬力は 30 HP 程度までで、仕事量に換算すると 90~100 tm/min 程度までと考えられている。すなわち、積載量 3 t 程度の昇降速度は 30 m/min, 10 t 程度は 10 m/min 程度が適当と考えられる。実際問題として、この種大型エレベータは貨物の積み降し、または出し入れに比較的多くの時間を費すので、エレベータの昇降速度そのものを上げてそれほど効果は現われない。しかし、特に停止箇所が少く行程の大きなエレベータは運搬能率の関係上速度を上げる必要があるが、その際は直流エレベータを使用する方が得策である。

(2) 懸垂荷重による影響

エレベータの構造はすでに周知の事実であり、あらためて述べるまでもないが、ロープと溝車との間の摩擦力によつてケージとカウンターウエイトとをつるべ式に運転させるものであり、ケージおよびカウンターウエイトの重さ（以下懸垂荷重という）が構造上大きな影響を及ぼすことになる。ケージの重量はその形状、積載量、扉開閉装置の有無などにより、それぞれ異なるが、床面積に



第 2 図 床面積とケージ重量との関係

比例して大きくなる。(第 2 図参照) また、カウンターウエイトは通常積載量の 50% でバランスするように選ばれるので、カウンターウエイトの大きさは (ケージウエイト + 積載量 × 0.5) として決定されるから、ケージの重量を大きくすると、カウンターウエイトの重量も大きくなり、巻上機にかかる懸垂荷重の大きさは 2 倍の重量増加になつてくる。大型エレベータは一般に昇降速度も低く、懸垂荷重も大きいので、2:1 のローピングが多く用いられるが、大型自動車用エレベータの場合には巻上機にかかる荷重が 20 t に及ぶものもある。したがって、エレベータの計画には特にこの点を合わせて検討する必要がある。

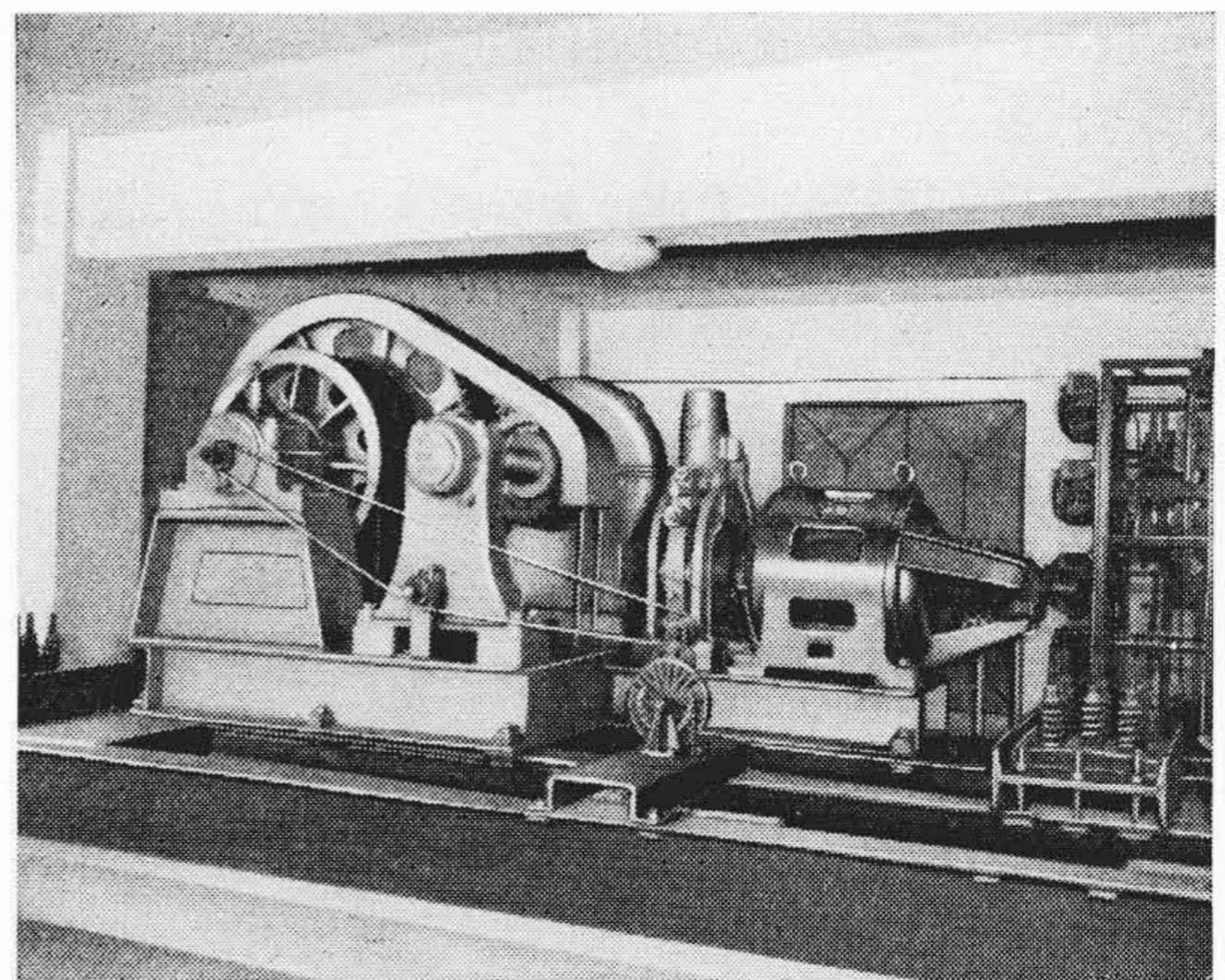
第 1 表に日立標準巻上機の仕様を示す。特に TH 型巻上機は精密なるダブルヘリカルギヤによる 2 段減速を行つており、20 t の懸垂荷重に対しても静粛円滑な運転が可能である。

一方、懸垂荷重は単に巻上機の大きさに関係があるばかりでなく、ガイドレールの選定にも大きな関係がある。すなわち、ケージにかかる偏心荷重ならびに非常止め動作時の最大応力を考慮して決定されるが、一般には積載量 3 t 以上の場合 37 kg レールあるいは 50 kg レールが使用され、10 t 以上の自動車エレベータには 74 kg の大型レールが使用される。第 2 表に東京都昇降機安全条令によるガイドレールの選定規準を示す。なお第 4 図に各レールの断面寸法図を示す。

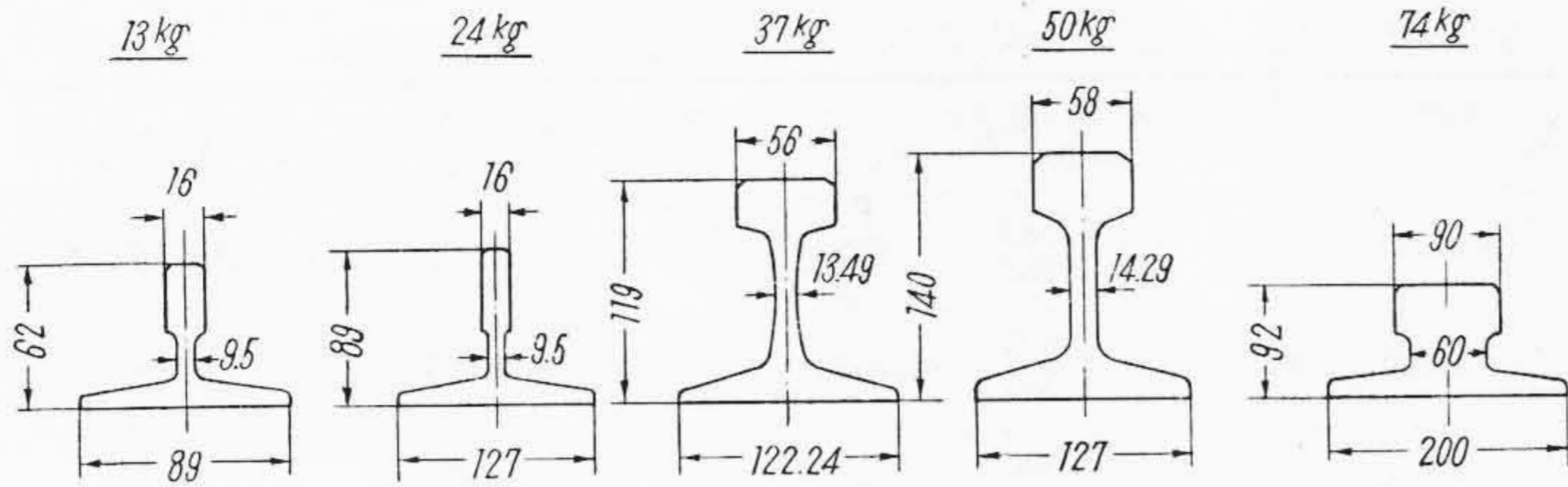
第 1 表 巻上機の日立標準仕様

機 #	許容懸垂荷重 (kg)	最大据付寸法 (mm)	摘 要
TC-	3,000	715×1,997	ウォーム 1 段減速
TD-	5,000	815×2,200	"
TE-	8,000	1,050×2,313	"
TF-	11,000	1,349×2,675	ウォーム 1 段減速
TH-	20,000	1,485×3,490	ウォーム 2 段減速

注：許容懸垂荷重はローピング 2:1 のときケージ重量、積載荷重、カウンターウエイト重量の合計の 1/2 で表わされる



第 3 図 TH 型 巻 上 機



第4図 エレベータガイドレールの寸法図

第2表 エレベータガイドレール選定規準表

ケージ重量および 積載重量の合計 またはカウンター ウェイト重量 (kg)	(A) ケー ジ用ガイ ドレール の大きさ (kg/m)	(B) カウンターウェイト用ガイ ドレールの大きさ (kg/m)	
		ローピング 1:1	ローピング 2:1
0~2,500	13	13	13
2,500~6,800	24	13	13
6,800~18,000	50	13	24
18,000 以上	74	24	24

大型エレベータの計画にはまず第一に以上の点を調査する必要があるが、懸垂荷重の大きさはそのまま建築にかかる力の大きさに比例するので、ケージの重量は極力軽くする必要がある。

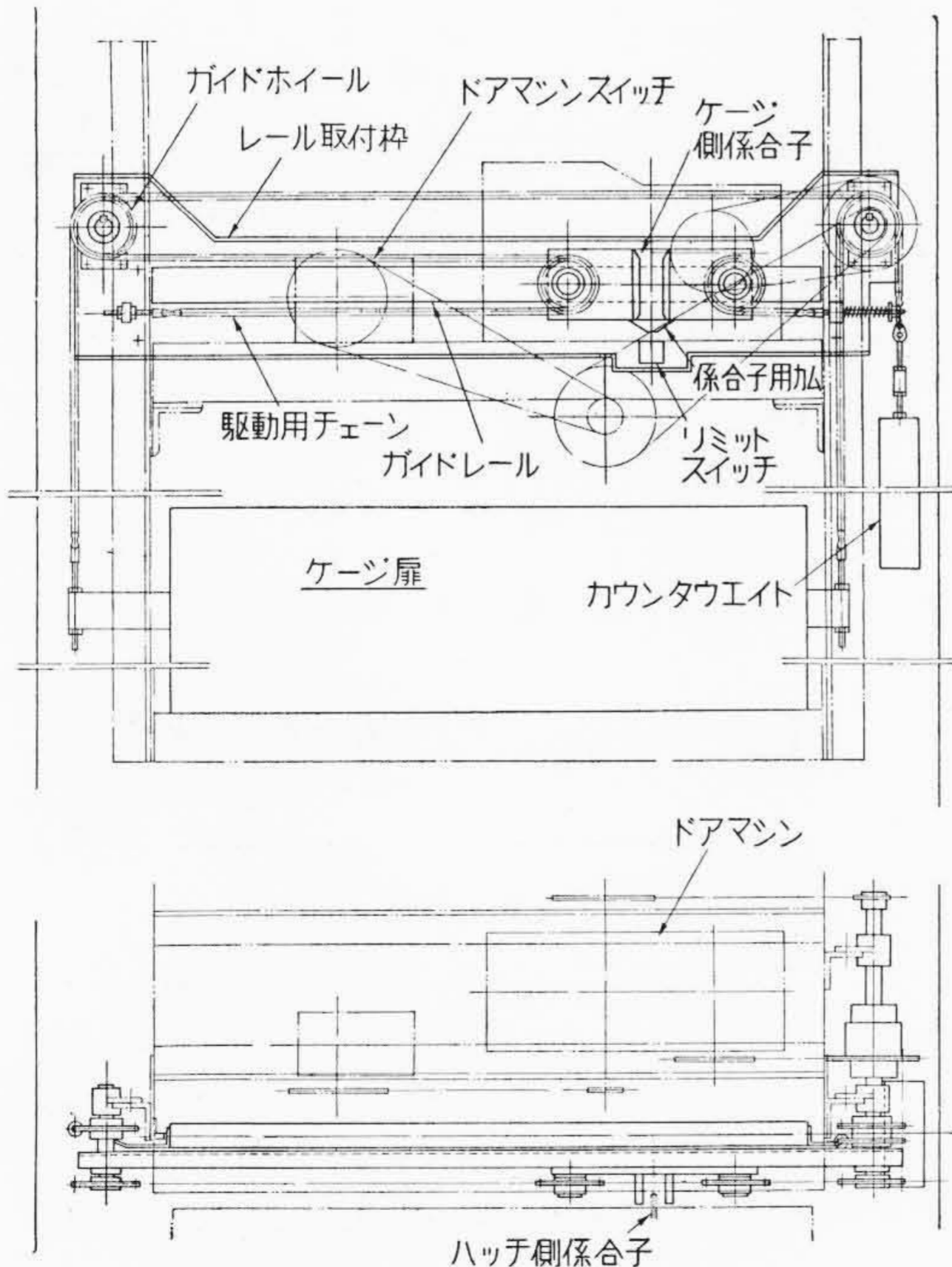
(3) 出入口扉の操作方式

出入口扉の有無、または電動手動の別はケージの重量に直接大きく影響するので、この決定には慎重な検討を要する。エレベータ用出入口扉は機構上合理的な横開き

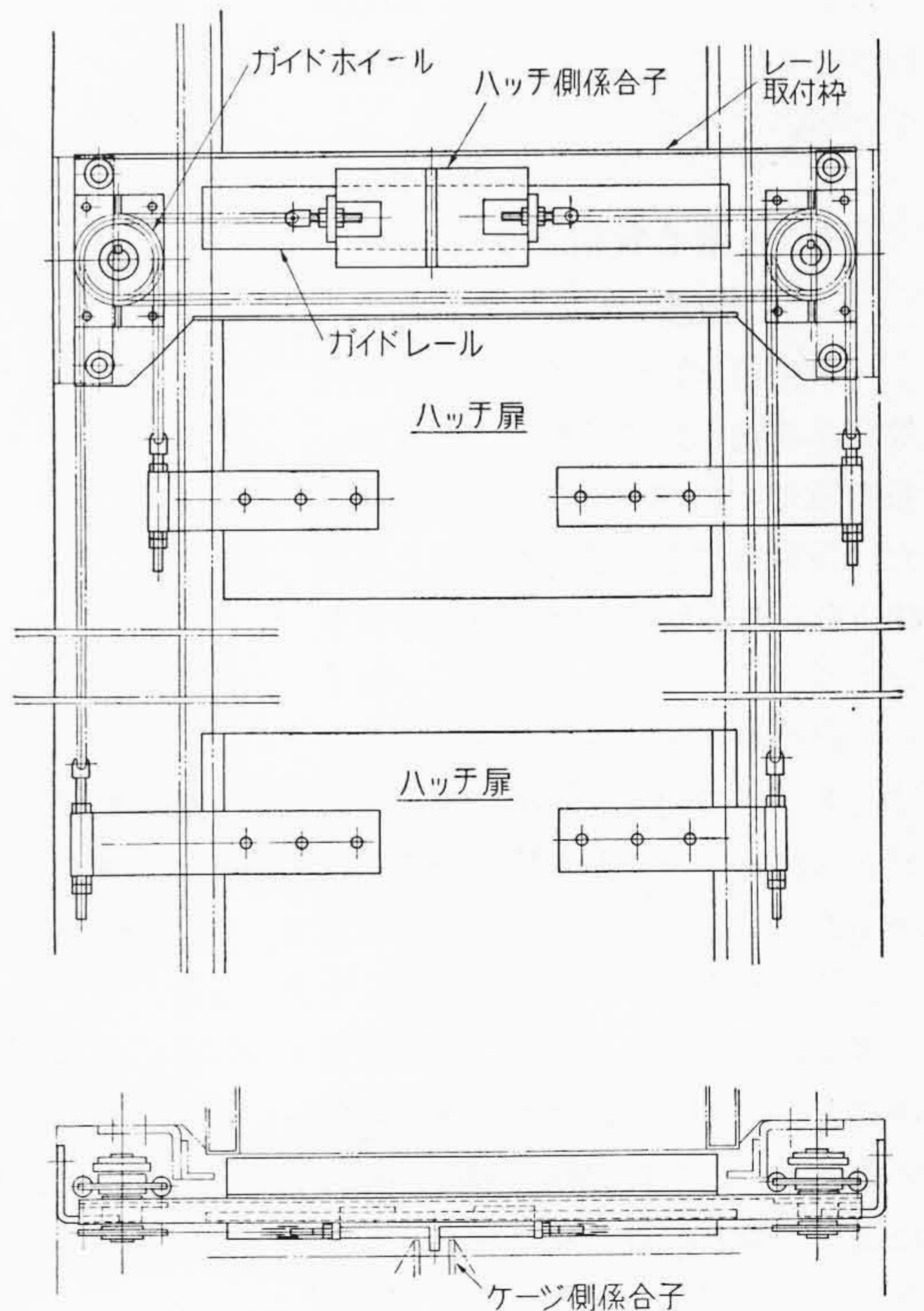
方式が採用され、電動扉の場合は出入口幅 2,000 mm まで標準化されている。しかし大型エレベータは貨物の大きさの関係から出入口幅を大きくとる必要があり、建築寸法上戸袋寸法がとれないため上下扉が採用されることもある。しかしハッチ扉は防火上総鋼板製の扉が多く、間口寸法の大きなものは 200 kg 以上の重さとなることもあり、ケージ扉も合わせると 300 kg 以上の重さになることがある。よつて、手動方式の場合は操作力の関係上主として横開き方式が採用されるが、上下開きの場合は実用上電動操作方式が望まれる。電動操作方式には各階扉ごとに駆動装置を置いて開閉するものと、ケージに駆動装置を置いて各階扉を連動させるものがあるが、前者は駆動装置を取付ける場所を設ける必要もあり、日立製作所においては主として後者を採用している。

ケージ扉とハッチ扉の係合は多小の着床差を生じても完全に動作するよう考慮が払われている。扉の開閉速度は通常 7~9 秒程度に選定される。第5図および第6図にドアマシン付上下扉開閉装置の構造を示す。

上下扉方式には上げ下げ扉、上げ扉、下げ扉の三方式があるが、上げ下げ扉、下げ扉はハッチシルとケージシル



第5図 ケージ側上下扉開閉装置



第6図 ハッチ側上下扉開閉装置

第 3 表 主 なる 自 動 車 の 諸 元

車 種	名 称	全長×全幅×全高 (mm)	軸 距 離 (mm)	輪 距 離 (mm)	車 重 量 (kg)	積 載 量 (kg)	積 載 車 輛 重 (kg)	前後輪重量分布率
小型トラック	日産自動車ダットサン	3,147×1,398×1,580	2,005	前後 1,038 1,180	655	500	1,265	29.6 : 70.4
	ト ヨ タ SB	3,950×1,595×1,800	2,400	前後 1,325 1,350	1,050	1,000	2,235	32 : 68
普通トラック	日 産 自 動 車 180	6,473×2,180×2,145	4,000	前後 1,500 1,600	2,860	4,000	7,025	24 : 76
	ト ヨ タ MB	6,440×2,190×2,200	4,000	前後 1,442 1,677	3,000	4,000	6,925	22 : 78
大型トラック	い す ず TX 80	6,960×2,190×2,250	4,350	前後 1,520 1,600	3,200	5,000	8,365	24 : 76
	民生ディーゼル TT9	7,465×2,360×2,440	4,000	前後 1,795 1,730	5,530	7,000	12,530	28.8 : 71.2
普通型乗用車	日 産 自 動 車	4,685×1,720×1,800	2,794	前後 1,491 1,441	1,420	(7 人)		
	ト ヨ タ AC	4,884×1,734×1,746	2,850	前後 1,440 1,180	1,550	(5~7人)	1,965	
小型乗用車	日 産 自 動 車 DB	3,515×1,420×1,560	2,005	前後 1,038 1,180	800	(4 人)	1,020	42.2 : 57.8
	ト ヨ タ SA	3,800×1,590×1,530	2,400	前後 1,300 1,350	1,170	(4 人)	1,400	45 : 55

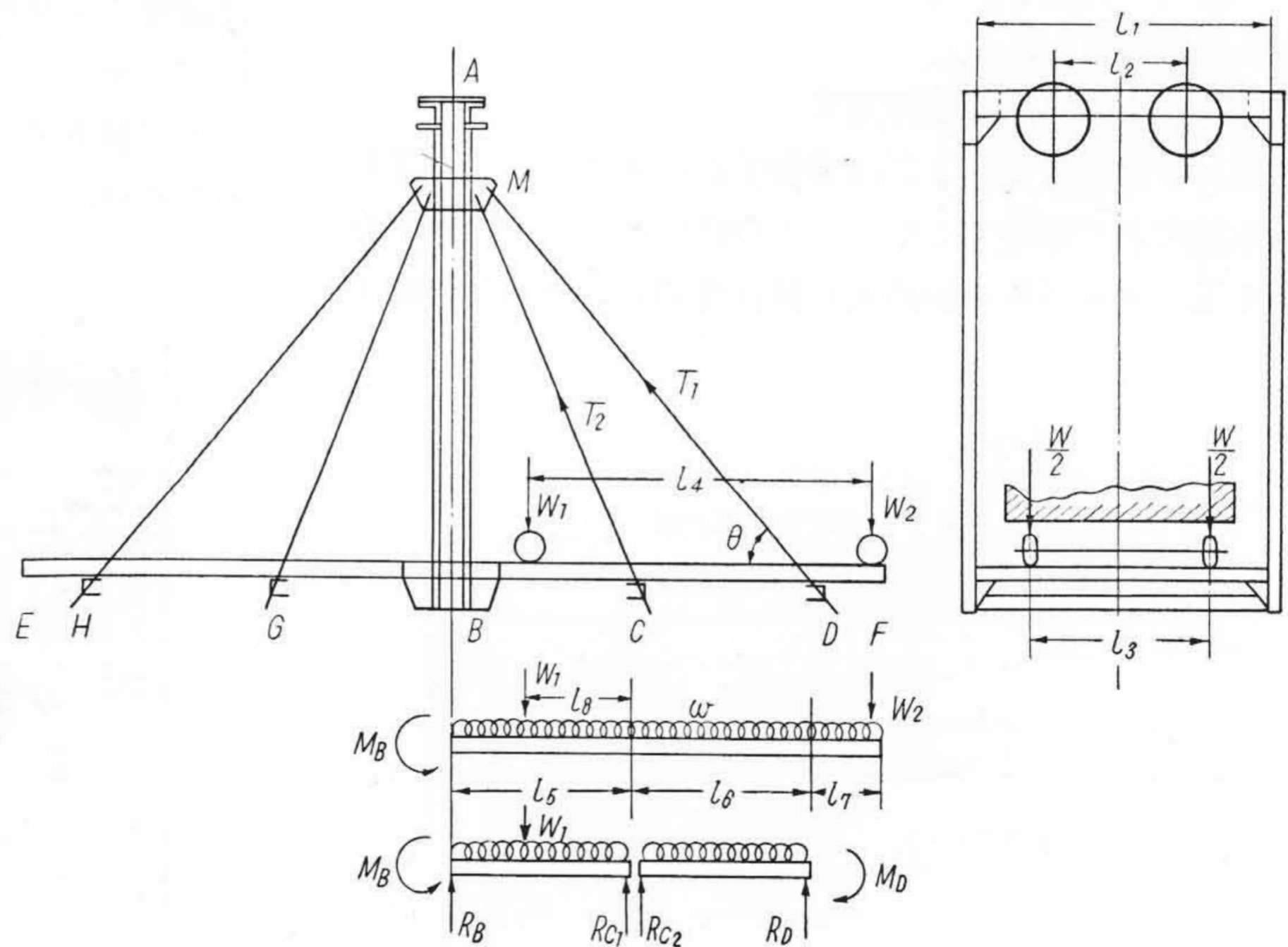
ルの間に扉が入る関係上、貨物積載時に扉の上面を荷が通過し、扉に大きな力がかかり構造上複雑なものとなる。これに対して上げ扉はハッチシルとケージシルの間隙を 30mm 程度に小さくとれるので貨物の積降しが容易である。

〔III〕 偏心負荷とケージの強度

一般乗用エレベータの強度計算は等分布荷重として扱われているが、重荷重用エレベータの場合は台車または自動車による搬入が主となる関係上負荷は車輪より受ける集中荷重として考えられる。いま、一例として自動車エレベータの応用例を示す。

ケージの大きさおよび出入口幅は第 3 表の自動車諸元から決定されるが、強度計算上特に注意すべき点は前後車輪にかかる重量分布の問題である。すなわち、貨物を満載した大型トラックが前進してきたとき、トラックの後輪によるケージ床の偏荷重は最大 6~9t 程度の集中荷重として考えられる。第 7 図において、B、C、D 点の能率をそれぞれ M_B 、 M_C 、 M_D とし、ケージの自重による等分布荷重を w とすると、釣合いの関係より、つぎの (2)、(3)、(4)、式が成立する。

すなわち、



第 7 図 ケ ー ジ の 強 度 計 算 図

$$2M_B \cdot l_5 + M_C \cdot l_5 + \frac{W_1 \cdot l_8 (l_5^2 - l_3^2)}{l_5} + \frac{w \cdot l_5^3}{4} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$M_B \cdot l_5 + 2M_C (l_5 + l_6) + M_D \cdot l_6 + \frac{W_1 (l_5 - l_8) \{l_5^2 - (l_5 - l_8)^2\}}{l_5} + \frac{w \cdot l_5^3}{4} + \frac{W \cdot l_6^3}{4} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$M_D = - \left(W_2 \cdot l_7 + w \cdot l_7 \cdot \frac{l_7}{2} \right) \dots\dots\dots (4)$$

(2)(3)(4)式より、それぞれ、 M_B 、 M_C 、 M_D が求め

られる。よつて、 B, C, D 点における応力および安全率が求められる。つぎに、 B, C, D 点における反力をそれぞれ、 R_B, R_C, R_D とすると、同様にして (5), (6), (7), (8) 式が得られる。

すなわち、

$$R_B \cdot l_5 - w \cdot l_5 \cdot \frac{l_5}{2} - W_1 \cdot l_8 - M_B + M_C = 0 \dots (5)$$

$$-R_{C1} \cdot l_5 + w \cdot l_5 \cdot \frac{l_5}{2} + W_1(l_5 - l_8) - M_B + M_C = 0 \dots (6)$$

$$R_{C2} \cdot l_6 - w \cdot l_6 \cdot \frac{l_6}{2} - M_C + M_D = 0 \dots (7)$$

$$R_C = R_{C1} + R_{C2} \dots (8)$$

(5), (6), (7), (8) 式よりそれぞれ R_B, R_C, R_D が求められ、 R_C および R_D に対応する T_1, T_2 が求められる。

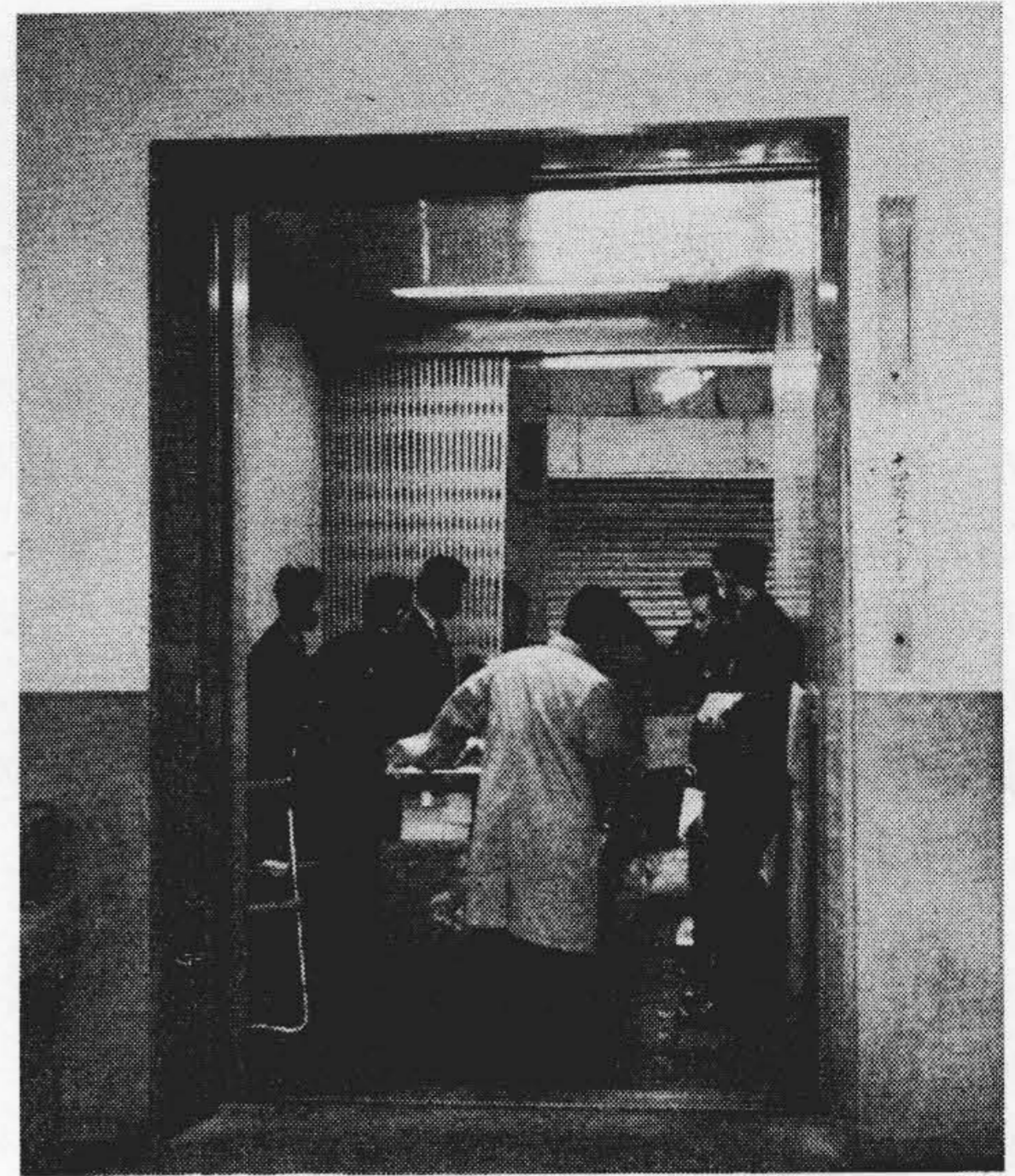
以上の結果より床の主要構成メンバーが決定される。間口方向のメンバー、特に出入口部下点の応力もこのときが最大となる。

〔IV〕 大型貨物エレベータのケージおよび出入口の構造

本来貨物エレベータは乗用エレベータとは異り、強度ならびに実用価値に重点がおかれる。したがつて、実用上の要求から貨物エレベータとしての特異の構造が考えられる。

(1) ケージの構造

主として、重量軽減および貨物との接触による損傷防



第8図 名鉄百貨店納貨物用エレベータ

止を目的としており、つぎのような方策が講ぜられる。

すなわち、

- (a) 重量軽減を主目的とし、側板は腰高まで鋼板張りとし上部をクリンプ網張りとする。またケージ扉は簡単にセーフティバーあるいは、スチールホールディングゲートとする。
- (b) ケージ内有効面積を大きくし、貨物の搬入を容易にするため、運転手ボックスをケージ側板より外に設け、貨物搬入の邪魔にならぬようにする。
- (c) 出入口高さを大きくするため、天井と出入口高さ

第4表 最近納入の大型エレベータの仕様例

納入先	積載量 (kg)	昇降速度 (m/min)	ケージの大きさ (mm)	所要馬力 (kW)	ケージ用レールサイズ (kg/m)	制御方式	停止階数	扉方式	出入口幅	備考
日魯漁業	10,000	10	3,300×9,000×3,500	22	74	AC2SP Car SW	5	手 s-f-g 4SP-4PD	3,150	自動車用
東都水産	8,500	10	3,000×8,850×3,000	22	50	AC2SP Car SW	3	手 s-f-g 3SP-3PD	3,000	"
横浜ゴム	6,000	15	4,250×3,650×3,050	22	50	AC2SP Car SW	2	自 Safty bar 上げ下げ扉	3,650	工場用
旭硝子	5,000	15	2,000×3,800×2,400	22	37	AC2SP P.B. ctr	4	手 Safty bar 3SP-3PD	1,800	"
三菱製紙	4,000	15	1,820×3,400×1,950	15	37	AC2SP P.B. ctr	2	電 3SP-3PD 3SP-3PD	1,800	"
日本鋼管	3,500	20	2,500×5,850×2,120	20(HP)		AC1SP P.B. ctr	3	手 s-f-g s-f-g	1,640	"
阪神百貨店	3,000	18	2,500×5,850×2,120	15	37	AC2SP Car SW	2	電 2PU.S.D 2PU.S.D	2,400	一般貨物用
鈴江組	3,000	30	3,300×3,300×3,000	22	24	AC2SP Car SW	4	手 s-f-g 3SP-3PD	2,500	倉庫用
中央倉庫	3,000	30	3,000×2,420×2,420	22	24	AC2SP Car SW	6	手 s-f-g Safty bar	2,700	"
名鉄百貨店	2,500	30	2,400×3,150×2,700	17	24	AC2SP Car SW	14	電 3SP-3PD 3SP-3PD	1,300	一般貨物用

注：扉方式中 手は手動操作、電は電動操作を示し、s-f-gは鋼製伸縮扉、4SP-4Pは4速度4枚扉、3SP-3PDは3速度3枚扉、2PU.SDは二枚上げ扉を示す。

を同一高さとする。

(d) 貨物の搬入を容易にするため、照明は出入口およびケーシング両側に配置し、天井埋込型とする。

(e) 床、側板、天井に誘導停止標識を設け、あるいは色分けをし、大型貨物の導入を容易にする。

(f) 台車運搬用には特に車止め装置をつけることがある。そのほかバックミラーの活用なども考えられる。

(2) 出入口部の構造

出入口部分の構造は出入口扉の有無およびその型式により異なるが、長年月の使用に対して貨物との接触による損傷を避けるために、もつぱら損傷防止に重点がおかれる。すなわち、

(a) アングル枠を使用し強度を大にする。

(b) 出入口枠の前に保護枠あるいは保護棒を設け、貨物との接触を未然に防止する。(第1図参照)

などであるが、そのほか直接屋外に連る場合は、特殊の扉鎖錠装置を設け、外部からの盗難予防、雨水の浸水防止などに工夫が払われている。

[V] 大型貨物用エレベータの運転方式

貨物エレベータの制御は自動着床方式で、主として、自動運転の押釦式または運転手によるカースイッチ方式のものがある。特に、大型エレベータの場合は重量運搬が主目的となる関係上、特殊な場合として台車面と床面

を合せて貨物の積み降しが行われることもあり、精密自動着床方式の外に、さらに低速運転によるインチング着床方式を採用しているものもある。

以上、大型貨物エレベータとしての特殊仕様ならびに特異事項に重点をおいてその概要を述べたが、そのほかの部分についても、それぞれ十分に検討が加えられている。すでに多くのエレベータが実用運転に入っており、広く市場に活躍しているが、第4表にその主たるエレベータの仕様例をかかげ関係各位の御参考に供する次第である。

[VI] 結 言

以上大型貨物エレベータについてその基本的事項を述べたが、最近この種大型エレベータの増加する傾向が見られ、今後ますますこの方面の調査研究の必要性が痛感される。特にこの種大型エレベータは積載貨物の種類および積載方法などが直接設計上に関係があるばかりでなく、構造的にも大きなものとなり、建屋そのものにもかなりの影響を及ぼすために、構造そのほかについても事前に計画者側との密接な連絡が必要である。したがって、この種大型エレベータも優秀な建築技術と相俟つて初めて完全にその目的を達しうるものと確信する次第である。今後とも関係各位の強力なる御支援を期待してやまない。



特許の紹介



実用新案 第455556号

和田正脩・小林長平
松本一雄・伊従恵太

油圧操作式X線断層撮影装置

この考案はX線断層撮影装置で管球を始動位置に戻す操作を油圧によつて行い操作を容易にするるとともに、撮影時の管球移動速度を自由に加減できるようにしたものである。

図は撮影終了時の状態を示し、この状態からバルブ8を開き油ポンプ9よりシリンダ6に圧油を送り込むと、ピストン7はバネ5のけん引力に抗して押下げられ、管球2はAの始動位置に持来たされる。次にバルブ8を閉じバルブ10を開けば、シリンダ6内の油はバルブ10、11を経て油溜12に戻りバネ5のけん引力によつて管球2はA位置からB位置に移動し、その間X線を放射して撮影を行う。この際バルブ11によつて油の流量を加減すれば、管球の移動速度を自由に調節できる。

なお14は安全弁で、管球の停止時にシリンダ内の油を逃がし緩衝作用をする。(坂本)

