

斜行エレベーターの開発

Development of Inclined Elevator

最近、住宅の建設用地難から丘陵地、傾斜地の土地開発が進み、傾斜地に沿った階段状の建物が増加の傾向にある。現在、このような建築物内で利用できる適切な交通機関がない。

日立製作所では、この市場の要求に合った交通機関として「斜行エレベーター」の開発に着手した。実機試作を行ない各種性能試験を実施し、安全性及び信頼性の高い斜行エレベーターを開発することに成功した。

高橋 龍彦* Tatsuhiko Takahashi

喜多村 哲郎* Tetsuo Kitamura

佐々木 武彦** Takehiko Sasaki

1 緒 言

都市近郊部の用地難から、傾斜地を利用した階段状のマンションやリゾート施設が増加している。このような建築物の交通機関として、エレベーターを斜めにした「斜行エレベーター」が最も適した乗物であり、設計事務所や建築関係者の注目を集めている。

現在までの斜行エレベーターの普及状況をみると、ヨーロッパでは身体障害者用や展望用などに普及しつつあるが、日本国内では設置台数も少なく、また技術的にも未開拓の分野となっている。

このような動向を背景にして、安全性や信頼性に重点を置き走行性能に関しても、ソフトスタート、ソフトランディングを考慮した斜行エレベーターの開発を行ない、昭和57年8月に横浜のマンションに1号機を納入した。以下、斜行エレベーターの構造と走行性能、乗客に対する安全性の配慮について述べる。

2 斜行エレベーターの概要

傾斜地に沿って斜めに昇降する交通機関としては、ケーブルカー、エスカレーターがある。しかし、マンションなどでの利用状態を考えると、乗客の操作による自動運転及び昼夜24時間の随時運転が必須条件となる。また、引越し時の荷物

運搬、ショッピングカーや車椅子の利用など、幅広い使用条件も考慮する必要がある。このような観点から、ケーブルカーやエスカレーターよりも必要なとき自由に、しかも安全に利用できるエレベーター方式が適しているといえる。

斜行エレベーターの設置状況について、その例を図1に示す。このように傾斜地に沿ったマンション群が階段状に建設され、マンションの玄関部から丘の上にある住宅地区までの交通機関として斜行エレベーターが設置されている。

また、図2でも分かるように、斜めに建設される昇降路の上部をガラス張りとするれば、乗りかごの窓を通して外の景色が眺望できる。いわゆる展望用としても利用でき、マンション全体のイメージアップになる。表1に横浜のマンションに納入した斜行エレベーターの主な仕様を示す。

3 構 造

3.1 全体構造

斜行エレベーターの昇降路は、図3に示すように斜面に沿って設置される。また、昇降路の上部は乗りかご内から外の景色が見えるように、全面にわたってガラス張り構造とする場合もある。なお、昇降路の上部をガラス張り構造とする場合は、直射日光によって昇降路内の温度が上昇して、乗客に

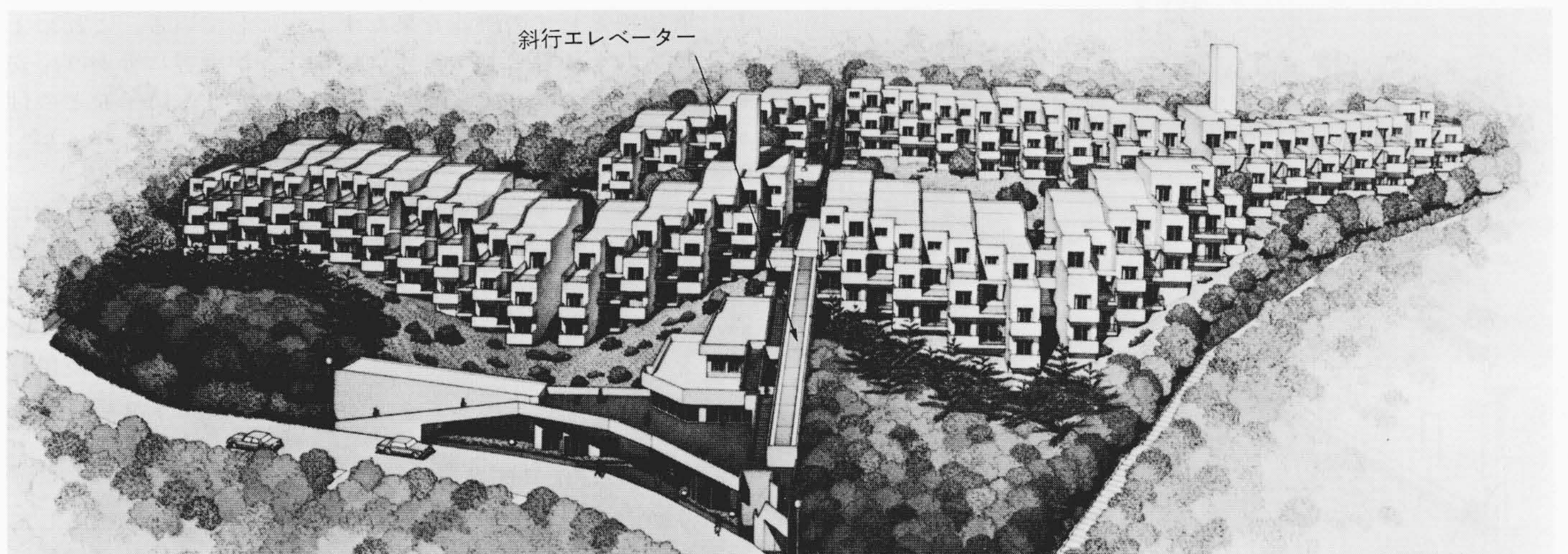


図1 設置例 傾斜地に沿って建設されたマンションなどには、斜行エレベーターの設置が有効である。

* 日立製作所水戸工場 ** 日立製作所機電事業本部

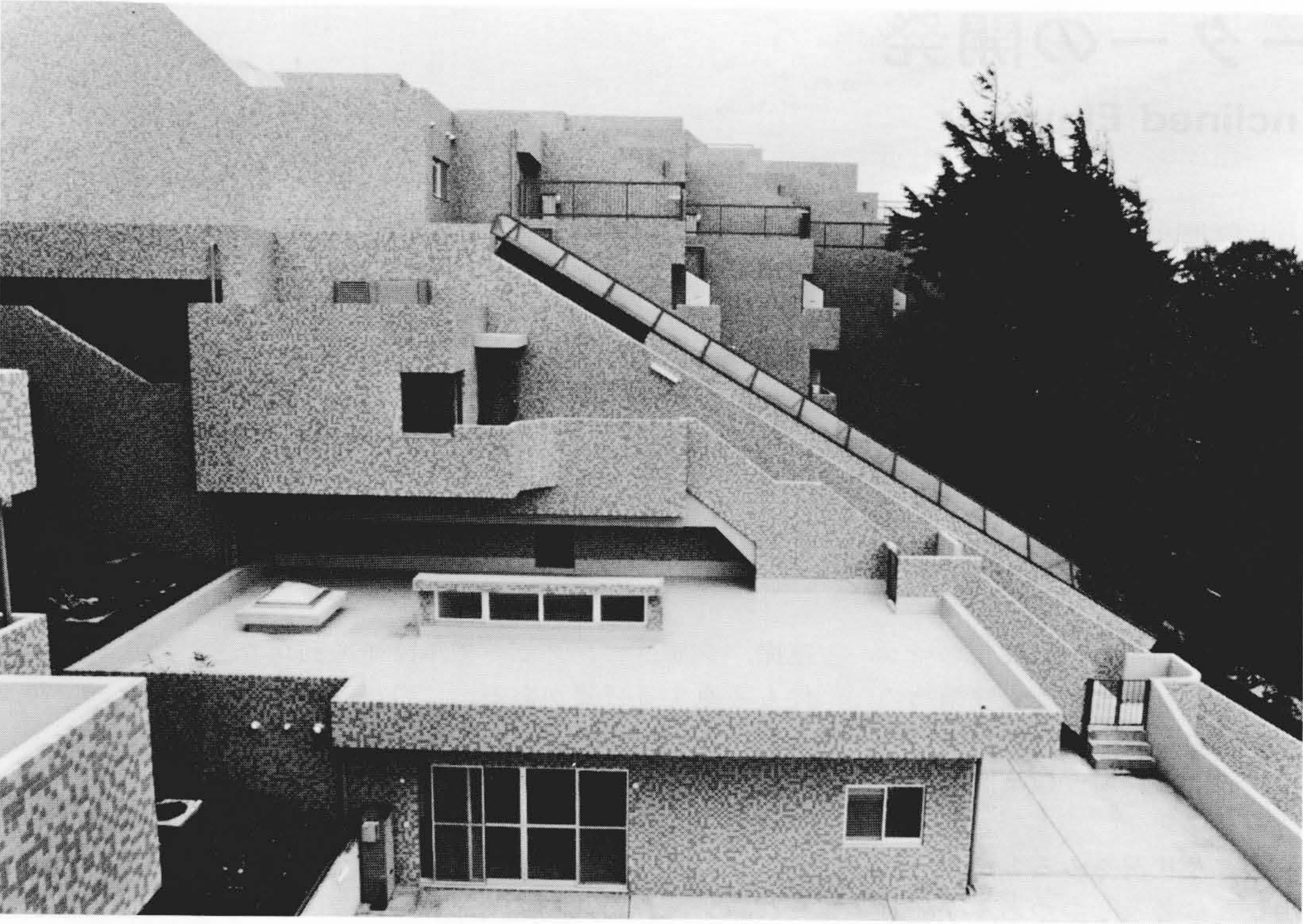


図2 設置例 斜行エレベーター1号機を納入した横浜地区のマンションと同エレベーター昇降路の鳥観図を示す。なお、昇降路天井部はガラス張りである。

表1 斜行エレベーターの主な仕様 横浜のマンションに納入した1号機の主な仕様

No.	主 な 仕 様	
1	用 途	乗 用
2	積 載 荷 重	750kg
3	定 員	11人
4	サイズ(内法)	間口1,400×奥行1,350×天井高さ2,300(mm)
5	定 格 速 度	45m/min
6	傾 斜 角 度	30度
7	昇 降 行 程	24.1m
8	停 止 箇 所	3 箇 所

不快感を与えたり、また昇降路内の設置機器の機能や寿命などに悪影響を与えることも考えられるので、環境温度を40℃以下に保つように換気のための吸排気口、又は強制換気設備を配慮する必要がある。

乗降口は昇降路側面に配置し、昇降路頂部には乗りかごを駆動する巻上機を設置するための機械室を設け、下部には緩衝器を収納するピット部を設けている。

昇降路床面にはレールを敷設し、乗りかごを支えている台車がその上を走行する。台車はワイヤロープを介してつりあいおもりと連結し巻上機で駆動する。

3.2 乗りかご

乗りかごは斜めの昇降路に対し図3に示した台車によって水平にし、その内部は図4に示す構造とした。かご内には窓を設け昇降路のガラス屋根を通して外の景色が見えるようにし、展望用としての機能を果たすようにしている。これにより、二次的な効果として斜めに動くことが乗客に分かり、安心感を与えることもできる。その他、手すり、椅子などの付属設備を設けている。

3.3 台 車

図5に示すように水平に設置した乗りかごを支え、斜めに敷設したレール上を走行できるように台車を設けている。この三角形の構造をした台車は乗りかごを直接支えており、地震、その他の異常時にも耐えられるように強度上十分な安全設計を行なっている。ガイドローラにはゴムローラを使用しているため、乗客に振動など違和感を与えないようになっている。

3.4 給電及び信号伝送

乗りかごの照明、ドア開閉用電動機及び各種信号用として給電や信号伝送を行なわなければならない。給電及び信号伝送方法は図5に示すように、ケーブルをケーブルハンガにつり下げ、乗りかごに一端を連結したメッセンジャワイヤによって、ケーブルハンガを駆動する方式を採用した。

この方式の特長は、乗りかごが最下階にきたときにケーブ

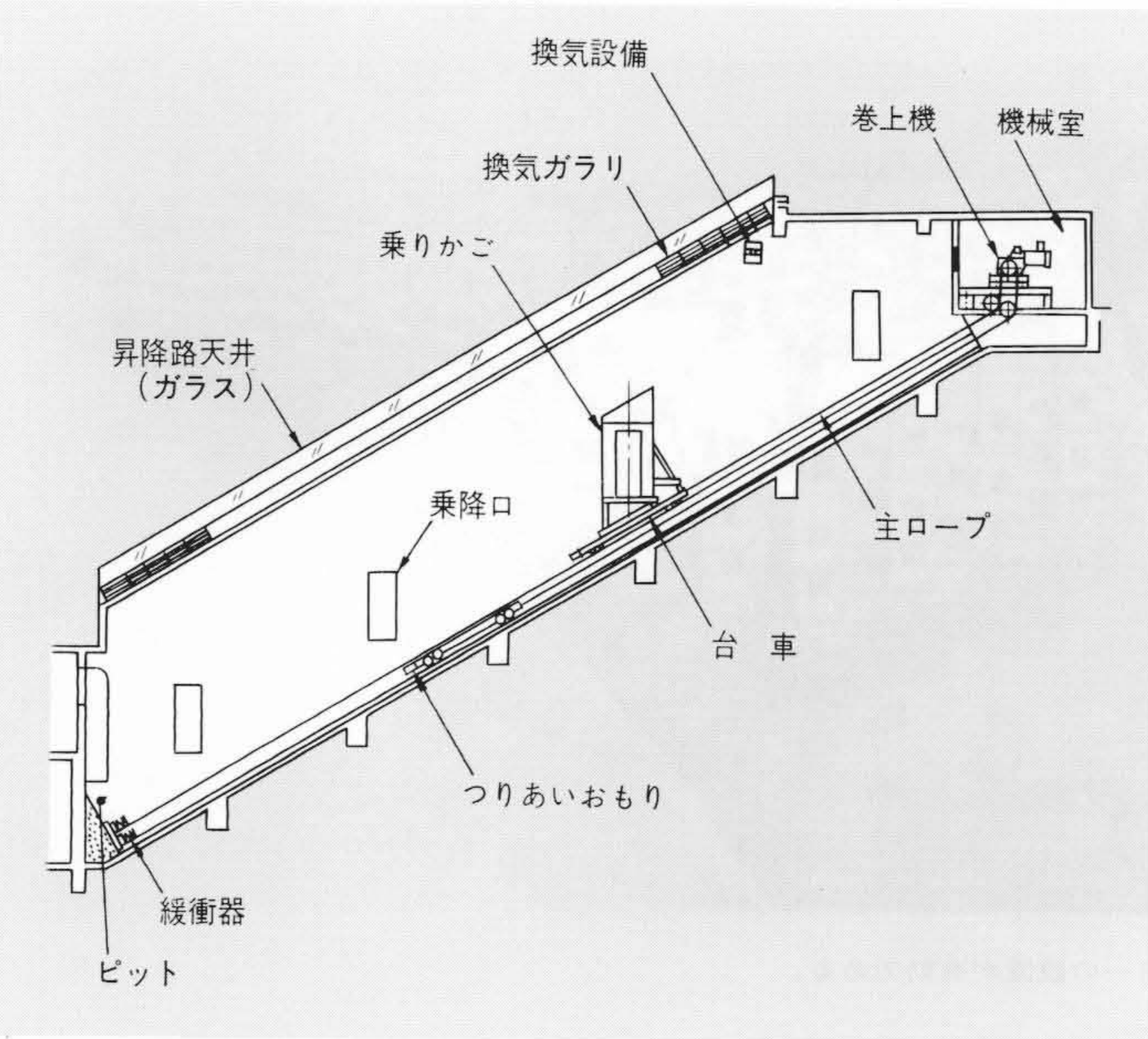


図3 斜行エレベーターの全体構造 傾斜地に沿って建設された昇降路内に、乗りかごなどの機器を配置する。

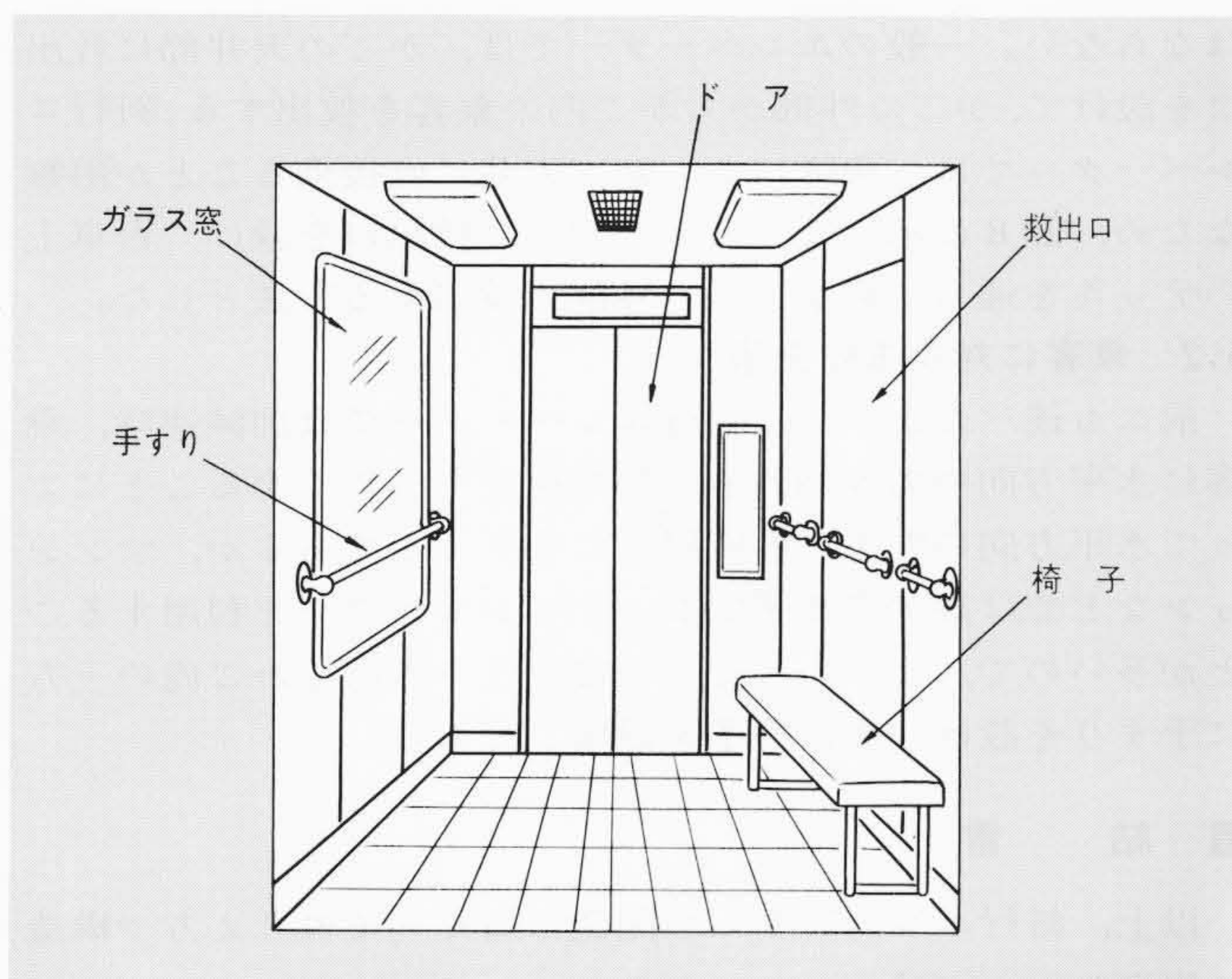


図4 乗りかご内室構造 三方に手すりを設け、一方に椅子を配置し、乗客の安全を図っている。また、側面に救出口を設けている。

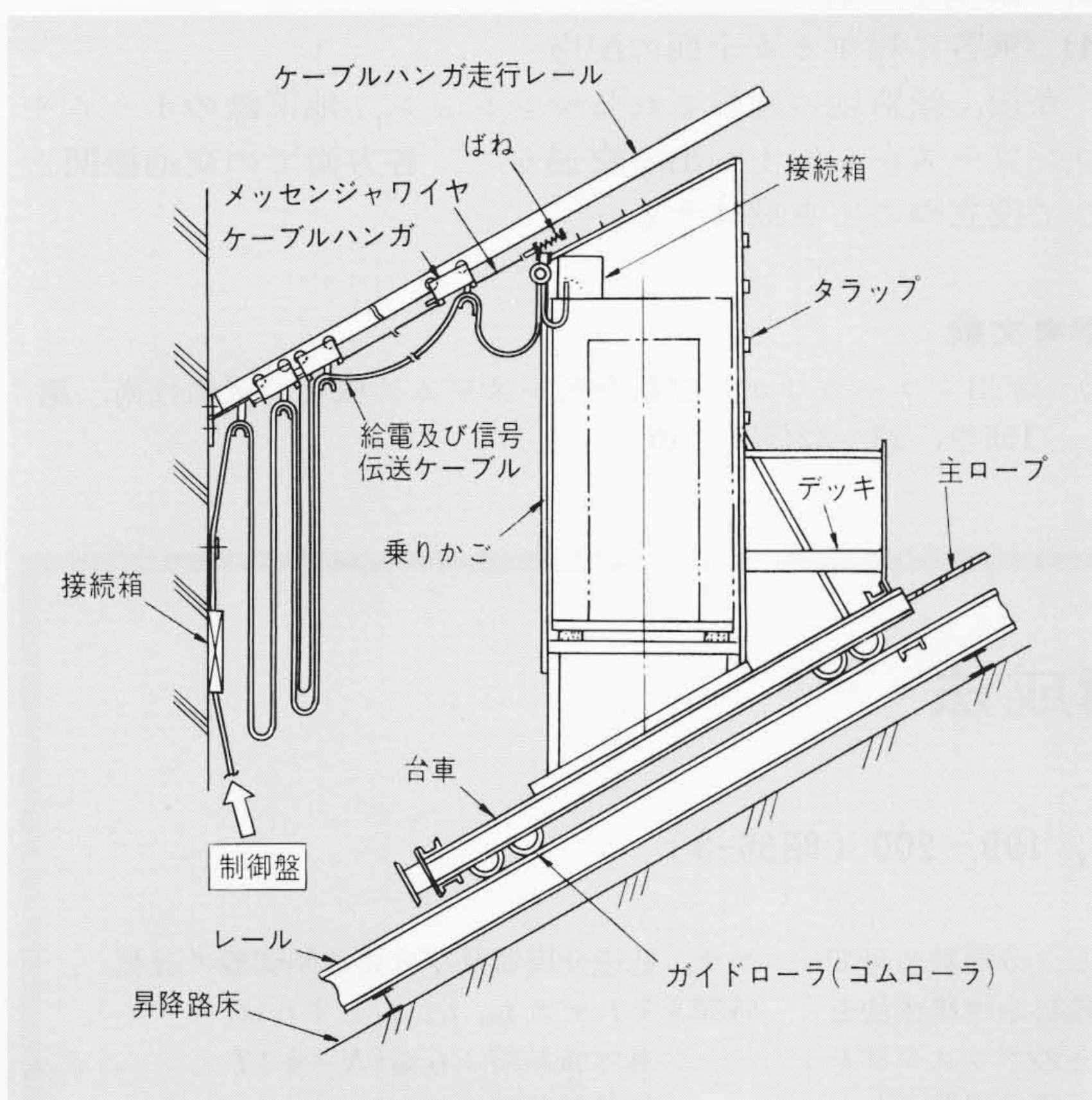


図5 台車構造及び給電、信号伝送方法 (1) 三角形の台で乗りかごを水平に配置し、台車はゴムローラでレール面を走行する。(2) ケーブルの一端は昇降路内の接続箱で制御盤からのケーブルと接続し、他端は乗りかごへ配線する。その中間をケーブルハンガで懸垂している。

ルが折り重ねられるため収納スペースが小さくて済み、斜行エレベーターの給電及び信号伝送方法としては優れている。

4 走行性能

4.1 起動・停止時の加減速度

一般の垂直昇降エレベーターと違って、斜行エレベーターでは図6に示すように加減速時に加速度の水平方向成分が生じるため、かご内の乗客を転倒させようとする力が発生する。この水平方向の加速度をいくらにすれば乗客の安全を図ることができるかは非常に重要な課題であり、新交通システムでの車両などの水平加速度の実測値は0.1G程度¹⁾であるから、

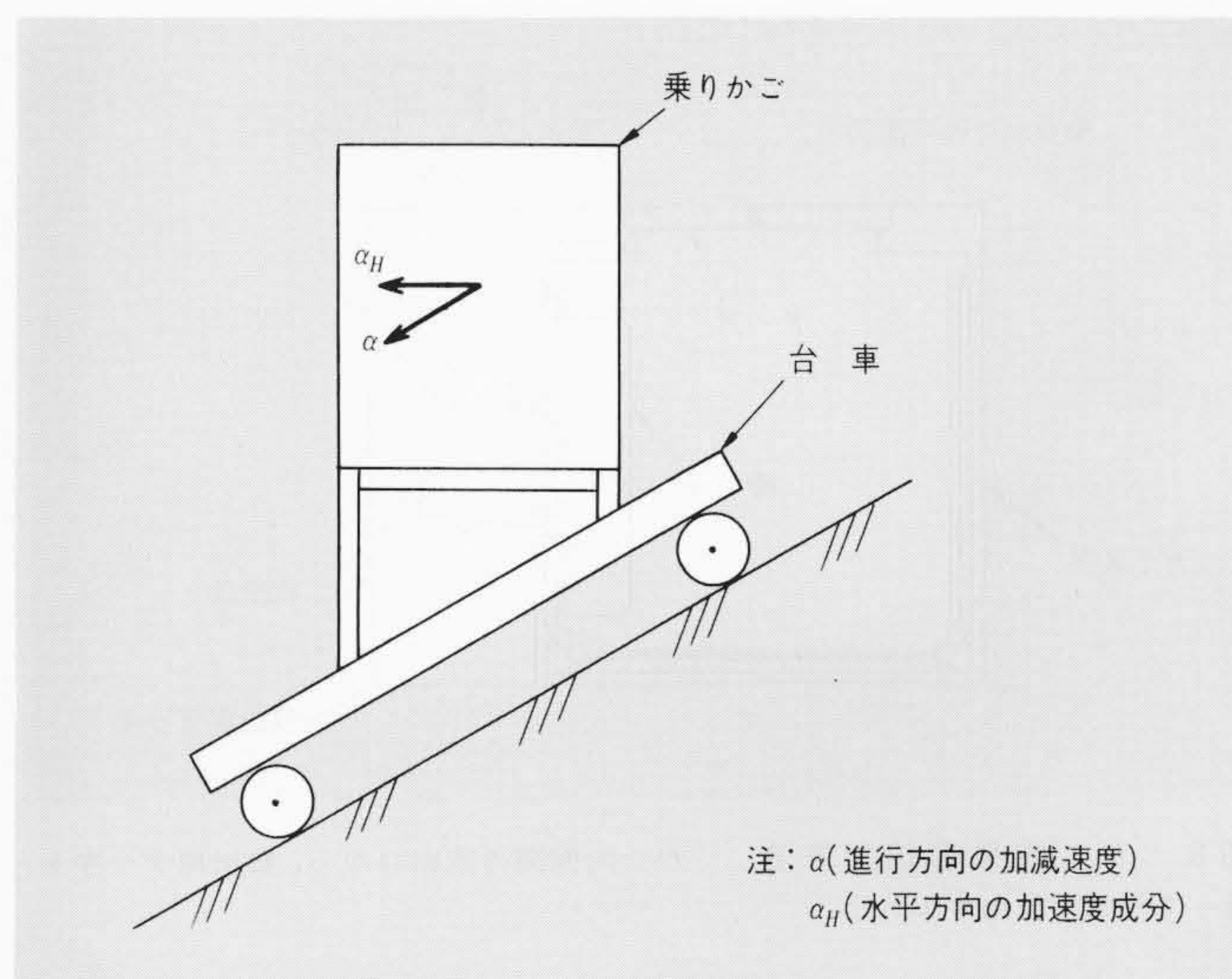


図6 水平方向の加速度 傾斜したレール上を走行するため、進行方向の加減速度に対し、水平方向の加速度成分が発生する。

これを参考にし、更に安全を考慮して本斜行エレベーターでは以下のような改良を行なった。すなわち、エレベーターの速度制御にマイクロコンピュータを採用し、図7(a)に示すように加減速指令は水平方向の加速度の大きさを0.05G以下とするように制御した。実機による確認試験結果は同図(b)に示すとおりで、加速及び減速ともに所期の性能を得ることができた。

4.2 乗り心地

ガイドローラはゴムローラを使用しているため、エレベーターを同一場所に長時間停止させた場合、ゴムローラに局所的な塑性変形が生じる。このため、ガイドローラの回転周期に見合った振動が発生し、これが乗りかごに上下方向の振動となって伝達される。この振動はエレベーターの昇降に伴って解消されるが、マンションなどに設置されるエレベーターの場合、使用頻度が少なく停止時間が長くなるので塑性変形が残り、異常振動が発生しやすい状態となる。

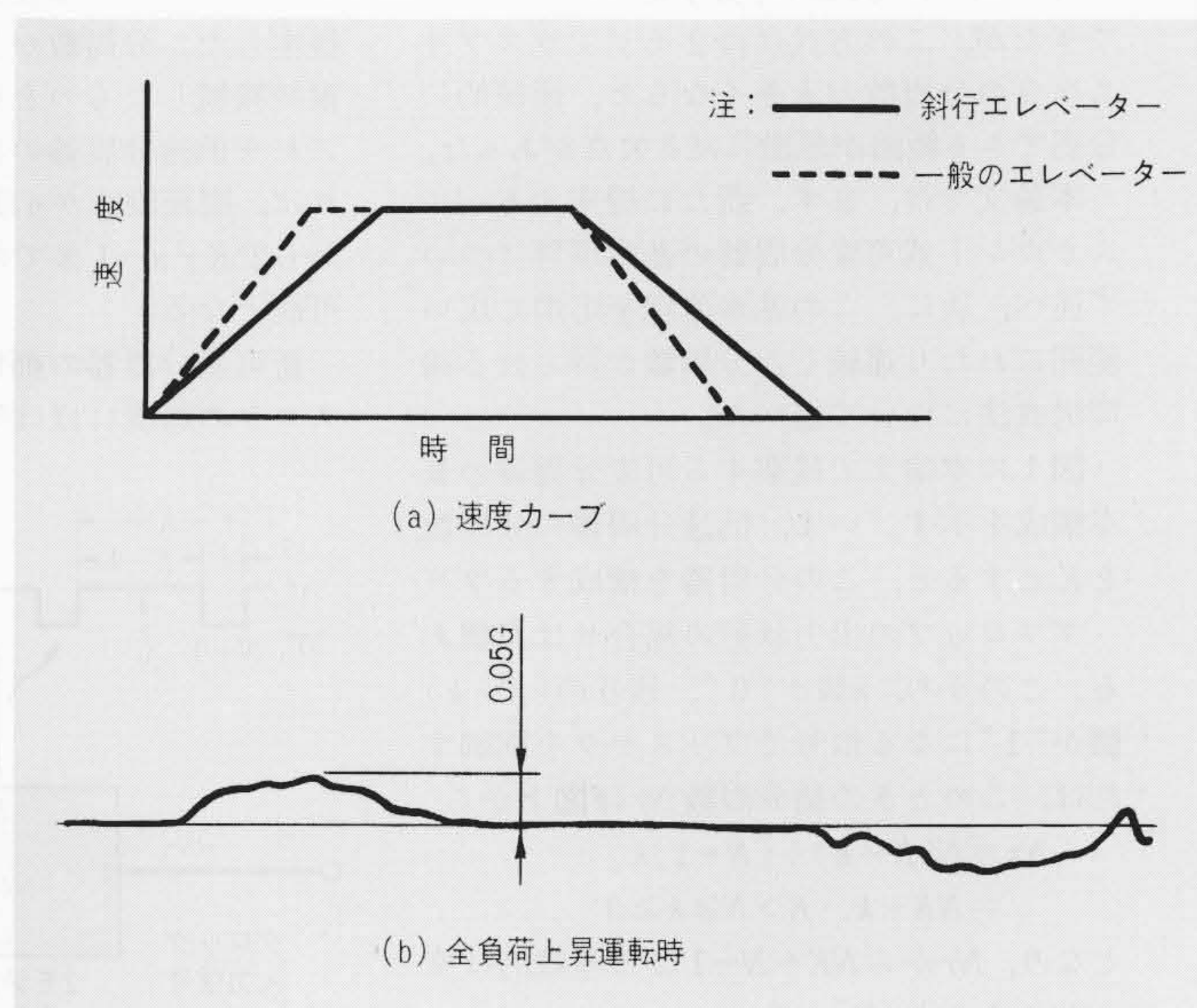


図7 速度カーブ 加減速度をなだらかにし、かご内乗客の安全を図っている。

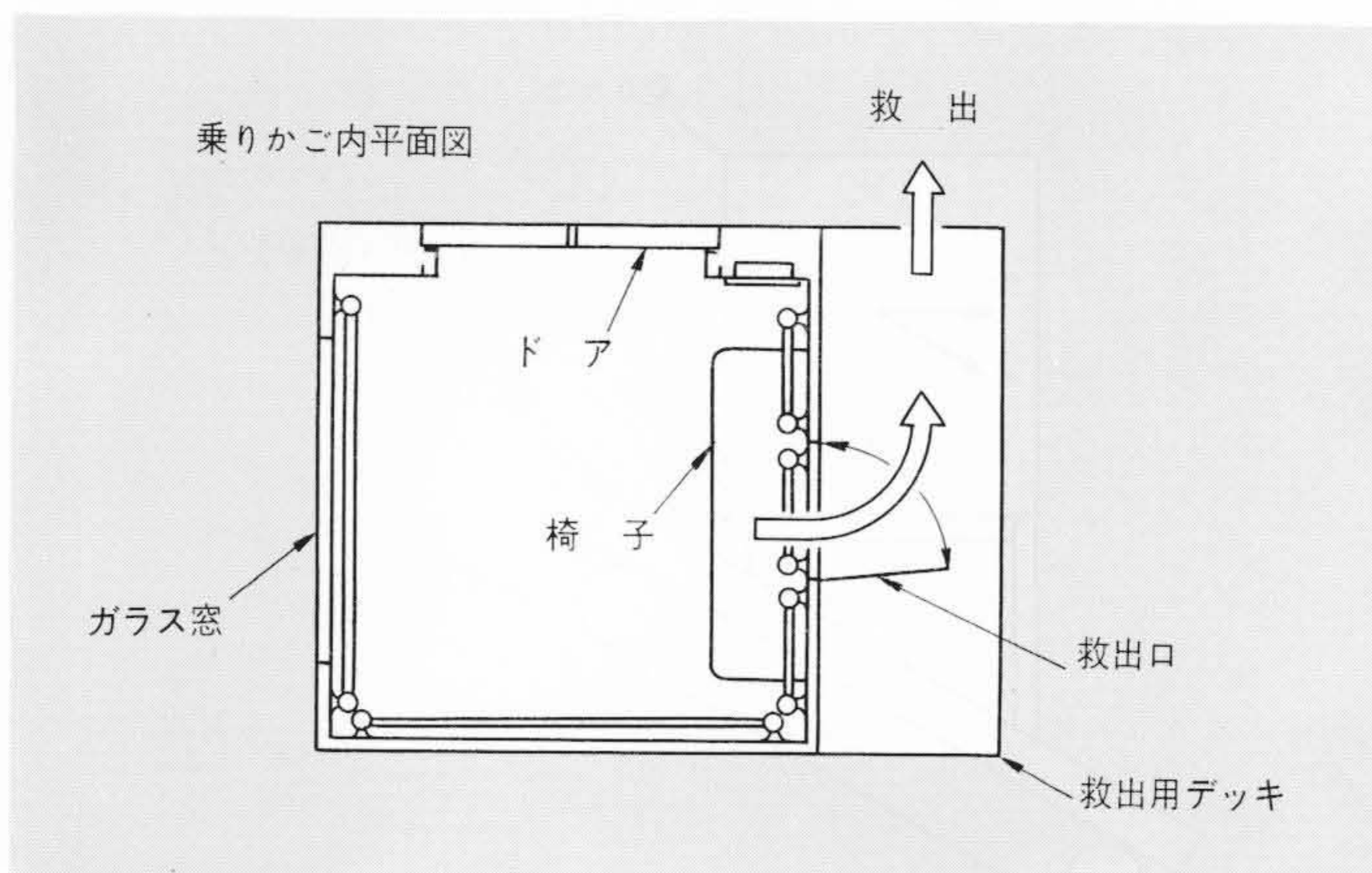


図8 かが内乗客救出方法 かが内側面の救出口から、救出用デッキを
通って外部へ救出する。

このため、振動系に対して理論的解析を行ないローラ径、ゴム厚など最適の値を選び、ゴムの変形量を小さくする構造を採用した。その結果、かが床上の上下振動は前述の異常振動の発生もなく、一様で低レベルの振動に抑えることが可能となり、また官能的にも異和感を感じないほどの良好な乗り心地にすることができた。

5 安全性

5.1 かが内からの乗客救出方法

停電及びかが内の乗客のいたずらなどで乗りがかが乗降口以外で停止した場合、外部からかが内の乗客を救出しなくて

はならない。一般のエレベーターでは、かごの天井部に救出口を設けて、かごの外部からかが内の乗客を救出する。斜行エレベーターでは、乗降口からかが天井に直接乗ることが困難なため、図8に示すようにかご側面に救出口を設け、台車上のデッキを通して乗降口から外部へ救出する方法とした。

5.2 乗客に対する安全策

前にも述べたように、斜行エレベーターでは加減速時、乗客に水平方向の力が加わる。加減速度を小さくすることによって水平方向の力を許容値以下に小さくしてあるが、マンションなどでは高齢者や子供などがエレベーターを利用することが多いので、よりいっそうの安全性を考慮しかご内の三方に手すりを設け、更に椅子を設備してある。

6 結 言

以上、斜行エレベーターの開発に当たっての考え方や構造の概要について述べた。

本開発を通して、下記の技術を確立した。

- (1) 滑らかな加減速制御
- (2) 低騒音、低振動の台車構造
- (3) 信頼性の高い給電方式
- (4) 乗客に対する安全面の配慮

今後、傾斜地に建設されるマンション、地下鉄のホームやコンコースから地上へ出る交通など、各方面での交通機関として役立つことを期待する。

参考文献

- 1) 原田：ユーカリが丘線新交通システムの概要、車両技術、第155号、23～32(昭56-10)

論文抄録

可変分周器の新構成法

日立製作所 山下喜市

電子通信学会誌 J64-C, 3, 199～200 (昭56-3)

従来、高速可変分周器としては、専ら、パルススワロ方式の可変分周器が開発されてきたが、この方式には2モジュラスプリスケラの分周数が大きくなると、連続的に分周できる範囲が急激に減る欠点があった。

本論文では、まず、新たに提案するパルスカウント式可変分周器の基本原理解について述べ、次に、この基本原理解を応用し広い範囲にわたり連続した分周数が得られる論理構成法について述べた。

図1に本論文で提案する可変分周器の基本構成を示す。いま、低速分周器の分周数を K とすると、この分周器を構成するフリップフロップの出力状態の組合せは K 個ある。このうち、 k 個が“0”、残りの $(K-k)$ 個が“1”になる信号でプリスケラを制御すれば、このときの総分周数 N_T は図1から

$$N_T = N(K-k) + (N+1)k \\ = NK + k, \quad K > N \geq k \geq 0$$

となり、 N_T から $NK+N-1$ まで連続的に変えられることが分かる。

次に、基本原理を拡張し、分周数の可変範囲が広くできる縦続接続形論理構成法を提案した。分周数が二、三のプリスケラを縦続接続したものを高速可変分周器とし、これを低速分周器の出力状態により制御すれば、縦続段数が n 段のとき総分周数は $2K$ から $2^n K + n - 1$ までの任意の分周数が選択可能となる。

新可変分周器の動作周波数は初段のプリスケラの速度にほぼ等しくできる。プリス

ケラ、低速分周器及び分周数制御器の遅延時間をそれぞれ t_p , t_L , t_M とすれば、

$$\text{基本接続時: } t_L \leq (N - \frac{1}{2})T$$

$$\text{縦続接続時: } \leq (2^n - \frac{1}{2})T, \quad N=2$$

が満たされるとき、動作周波数 f_P は

$$f_P (= \frac{1}{T}) \leq \frac{1}{2} / (t_p + t_M)$$

となる。 t_M は分周数制御器の構成により異なるが、通常、ゲート0～2段分である。

例えば、 t_p が0.4ns、 t_M がゲート1段分の0.35nsとすれば、 f_P は約670MHzとなる。

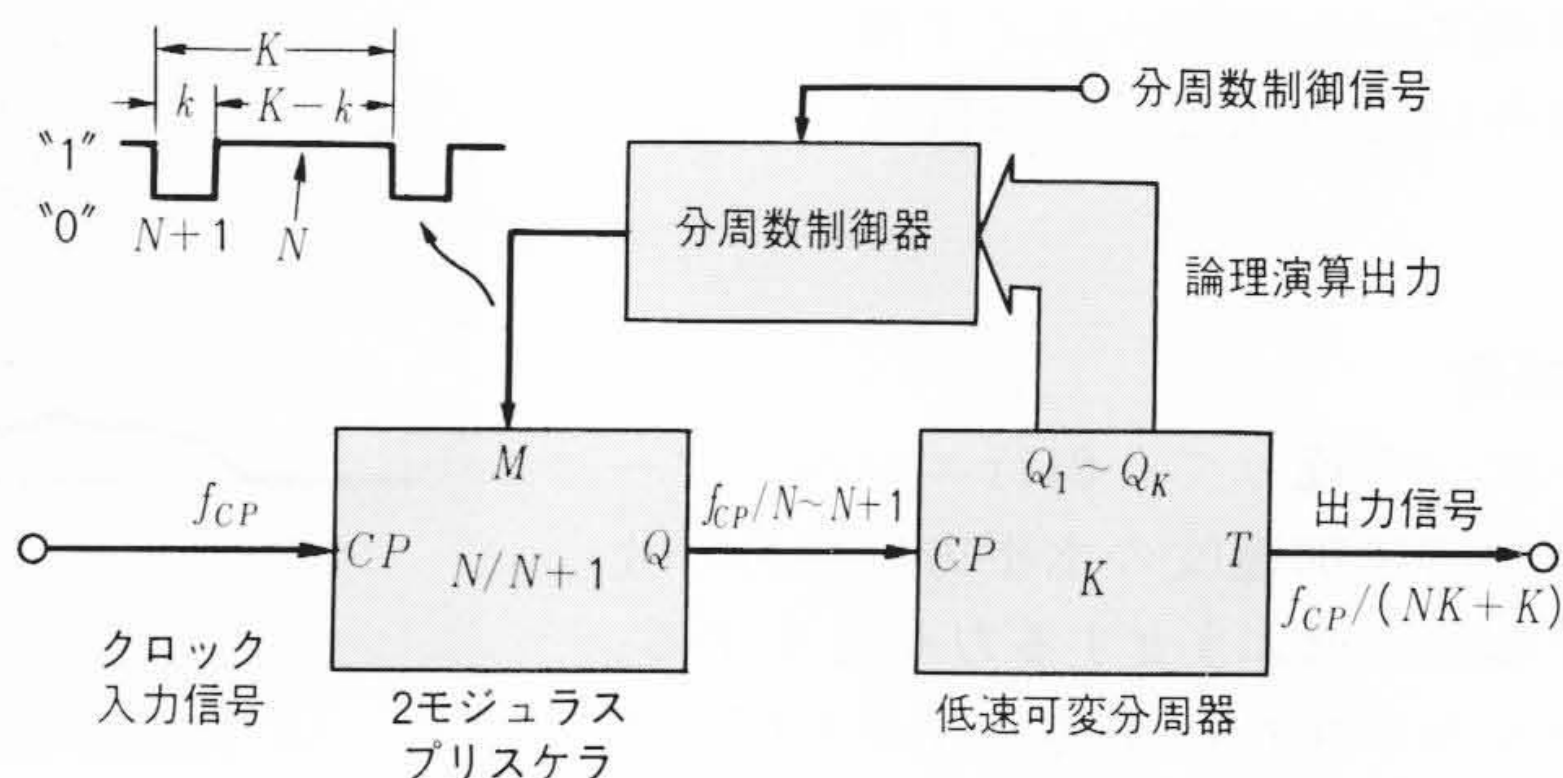


図1 新提案の可変分周器の基本構成