

日立ハイガレジ

Hitachi Hi-Garage

光井 範彦*
Norihiko Mitsui

弓仲 武雄*
Takeo Yuminaka

内 容 梗 概

日立製作所では、フォークメカニズムとエレベータを組み合わせた全自動立体駐車設備・ハイガレジを完成した。ハイガレジは、写真に示すように敷地約 72 m²、高さ 31 m の塔内に立体的に自動車を収容するもので、駐車スペースが小さく、従来の平面駐車場に比べ 1/10 の敷地ですむ機械式駐車設備であり、さらに全自動制御方式によって確実に、かつ迅速な入、出庫ができるわが国初めてのものである。

この第 1 号機は、日本交通株式会社のハイヤ用駐車設備として納入されたものであるが、そのほかデパート用、あるいは営業用駐車設備として、特に用地難の大都市向きユニットパーキングに好適である。

1. 緒 言

近年、自動車の著しい増加に伴い都会における駐車場は従来の地上、あるいは地下平面式のものから、ビルの屋上や地下にエレベータを利用して運ぶ方法に変わりつつあるが、さらに駐車効率のよい機械力によって、自動的に駐車するユニットパーキング化の計画が進められている。

この種の駐車設備は、外国にもその例が少なく、自動車の先進国である欧米において、わずかに二、三の例を見るに過ぎない。わが国の駐車事情は外国よりも、はるかに深刻であることから、20台前後の収容力をもつ立体駐車設備が急速に普及しつつある。

ユニットパーキングには、次の条件が要求される。

- (1) 限られた敷地、および高さの制限内で多くの自動車を収容できること。
- (2) 出入口において自動車が混雑することなく、また待時間の少ないこと。
- (3) 取り扱いに熟練した専用者を必要とせず、だれにも容易に操作できること。
- (4) 自動車を傷つけないこと。
- (5) 他の駐車方式と比較し安価であること。

日立製作所では、以上の条件を満たす駐車設備の研究を早くから進めていたが、今回わが国最初のエレベータ方式による全自動フォーク形ハイガレジを完成し、第 1 号機を日本交通株式会社に納入した。

以下その概要を紹介する。

2. 仕様ならびに構造

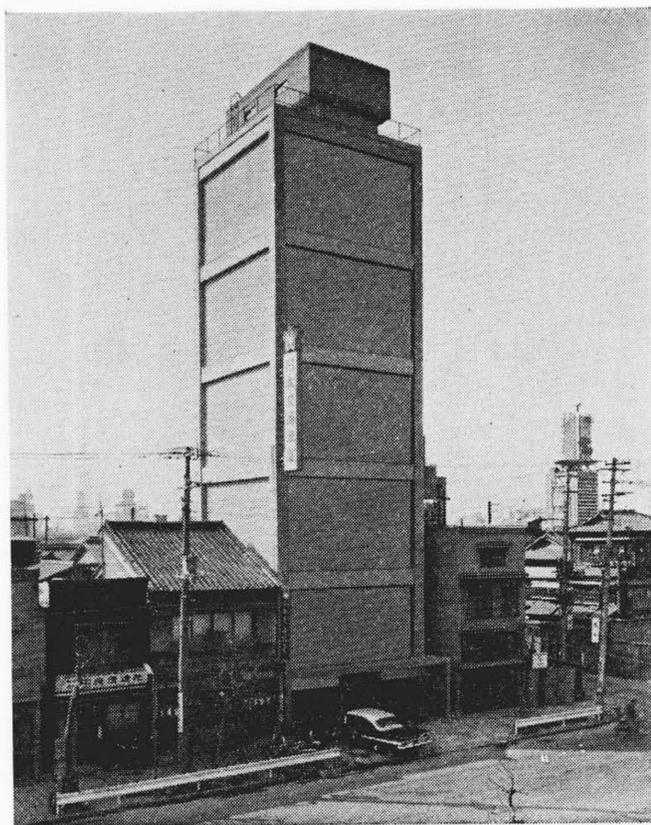
ハイガレジの仕様は第 1 表に示すとおりである。

第 2 図および第 3 図に示すように、ハイガレジは敷地約 72 m²、高さ 31 m の塔状の建物の中にエレベータの昇降路をはきんで、自動車を駐車させる櫛(くし)状のパーキングフォークを、左右に 11 段設けたものである。収容能力は 1 階を含めて大形乗用車 22 台である。ハイガレジの機構は第 4 図のように、最上部に機械室がある。エレベータは 2:1 ローピングとして、ロープエンドに油圧式の上下装置を取り付け、この油圧装置によってすくい動作を行なう。一方、ケージ内には、自動車の横行をさせるエレベータフォークを前後輪ごとに設け、自動車はエレベータフォークに乗せられて運搬される。

2.1 パーキングフォーク

パーキングフォークは、第 5 図に示すように I 形の形鋼を片持ちとし、くし状に並べたもので前後輪用それぞれ建屋に固定される。

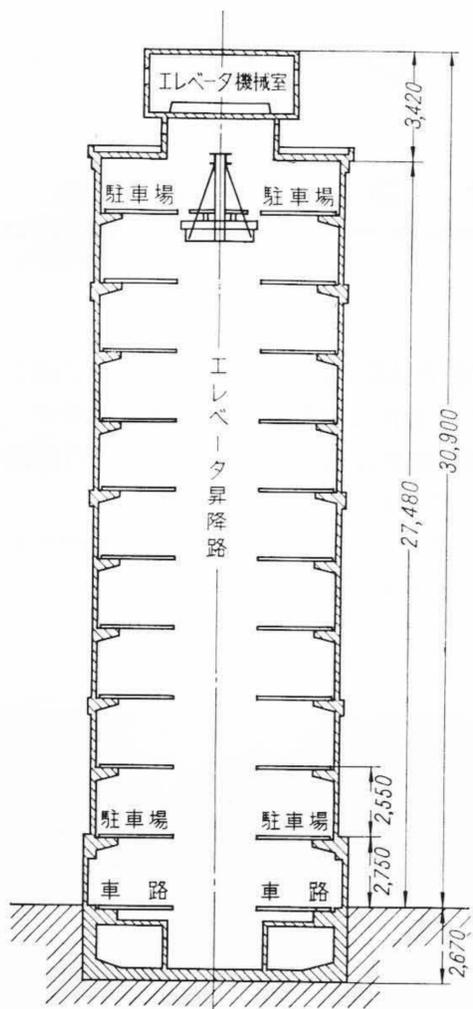
* 日立製作所水戸工場



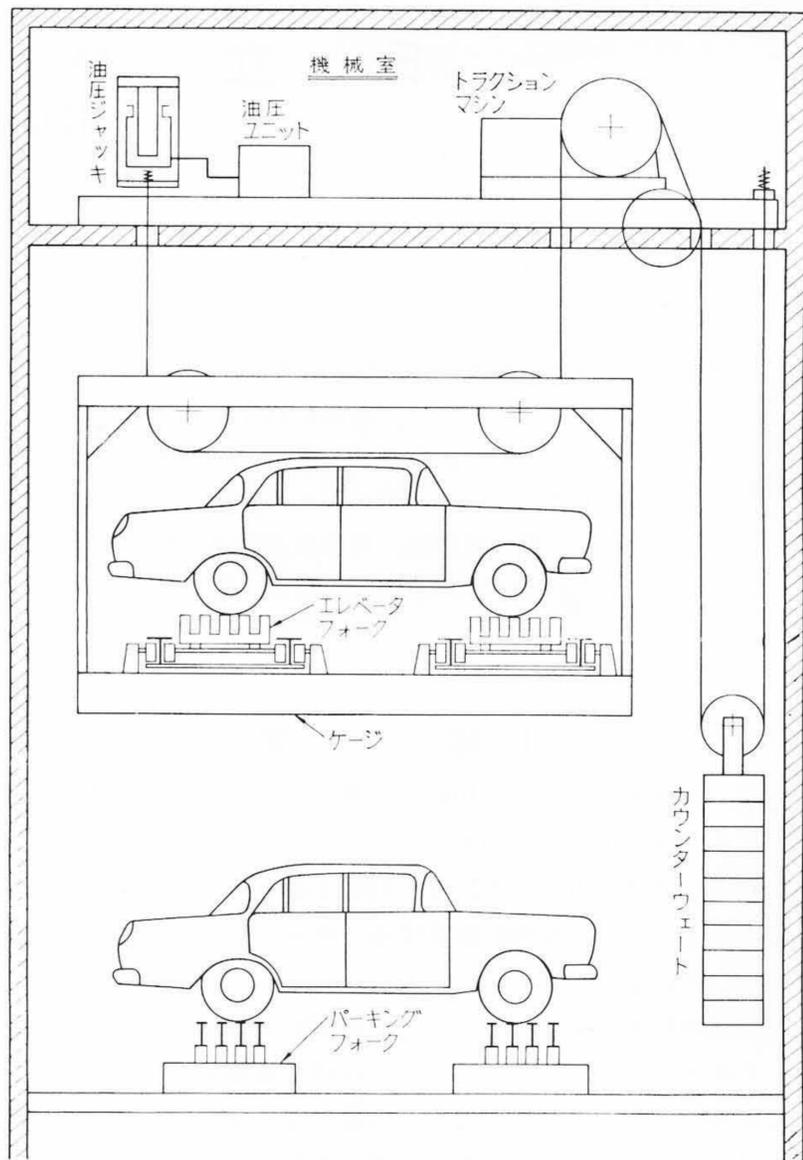
第 1 図 ハイガレジ全景

第 1 表 ハイガレジ仕様

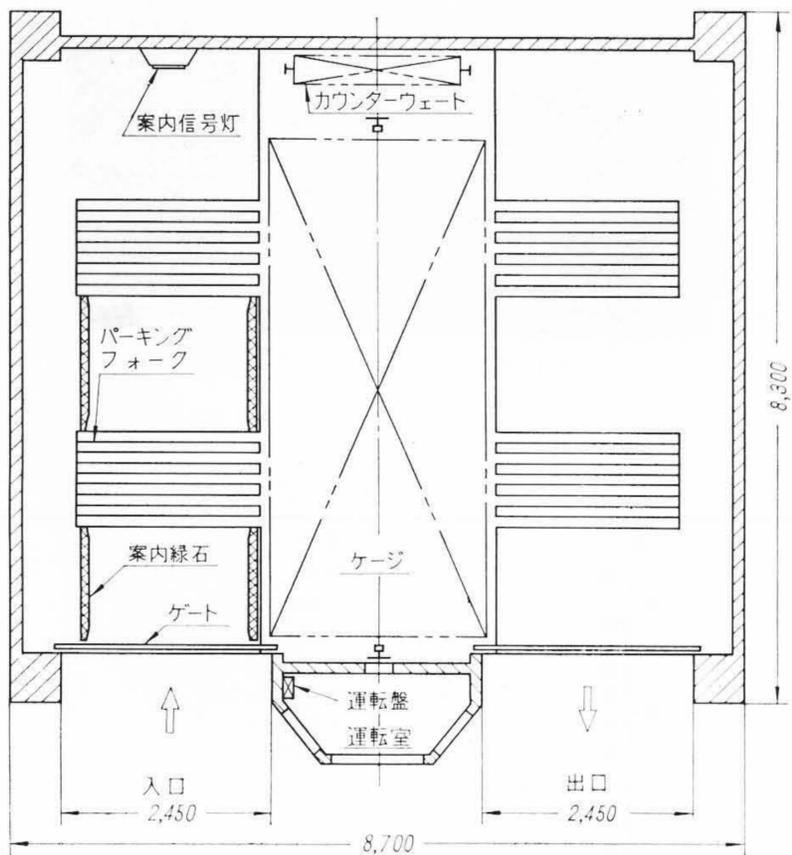
収 容 台 数	22台
建 屋	高 31m
	面 積 8.3m×8.7m 72.2m ²
収 容 車	全長 5,650mm
	全幅 2,050mm
	全重 1,500mm 2,200kg
エレベータ	定格積載量 2,200kg
	定格速度 30m/min
	停止個所 11
	行程 25,700mm
制 御 方 式	全高 31,370mm
	電動機 AC 2 段速度 15kW
セ ー フ テ イ	フルオートマチックコントロール
	16φ×4本 (2:1)
横 行 装 置	キャッチ
	ラック・チェーン式
	±2,500mm
持 上 装 置	速度 15m/min
	電動機 1.5kW (ブレーキ付)
	油圧式
電	390mm
	速度 3m/min
	電動機 3.7kW 4P
	電源 AC 200V 50 [~] 三相



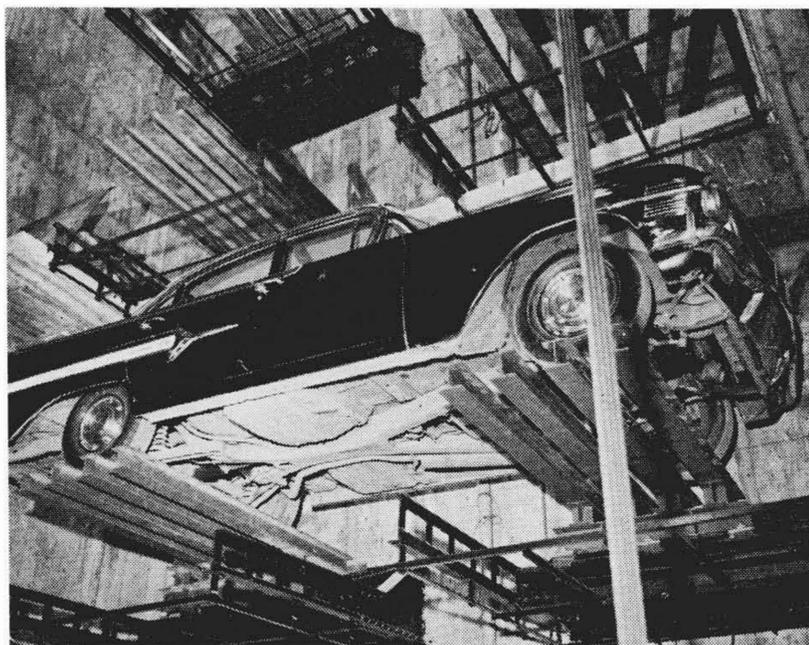
第2図 ハイガレジ断面図



第4図 ハイガレジ機構図



第3図 出入口階平面図



第5図 パーキングフォーク

2.2 エレベータフォーク

ハイガレジはエレベータの昇降路の左右に、駐車室があるので敷地の駐車効率をよくするには、エレベータの占める面積をできるだけ小さくする必要があります。しかも自動車は、エレベータから十分安全な距離をもったパーキングフォーク上に、駐車させなければならない。したがって最も有効なケージ幅およびエレベータフォークの動作ストロークを決定するには、

自動車幅 (大形乗用車) 2,000 mm

自動車の左右停止精度 ±100 mm (入口階でチェックする)

自動車の車体とエレベータの最小間げき 100 mm
とし、エレベータフォークのストロークを S 、ケージ幅を W とすれば、

$$S = \frac{2,000}{2} + 100 + 100 + \frac{W}{2}$$

(車幅の半分) (停止誤差) (最小間げき) (ケージ幅の半分)

一方、エレベータフォークの機構上から、

$$W = S + 100$$

の必要があるので結局、

$$W = 2,600 \text{ mm}, S = 2,500 \text{ mm}$$

が得られる。

幅 2,600 mm のケージから左右に 2,500 mm のストロークをするエレベータフォークのメカニズムは、(1) フォークに固定されたガイド、(2) 下段フレーム、(3) フォークの3段からなるテレスコープ式である。このようにエレベータフォークを複段にする場合、問題になるのはその駆動方法であるが、種々の検討の結果、下段フレームをラックピニオンで動かし、フォークは下段フレームの動きを利用してチェーン駆動を行なう方法を採用した。その結果、きわめて円滑な動作を得ることができた。

駆動電動機は 1.5 kW デスクブレーキ付、ギヤモータで、速度は 15 m/min である。

2.3 油圧式上下装置

自動車の積みおろしをするには、エレベータフォークに上下運動をさせなければならない。

その方法には、次の三つが考えられる。

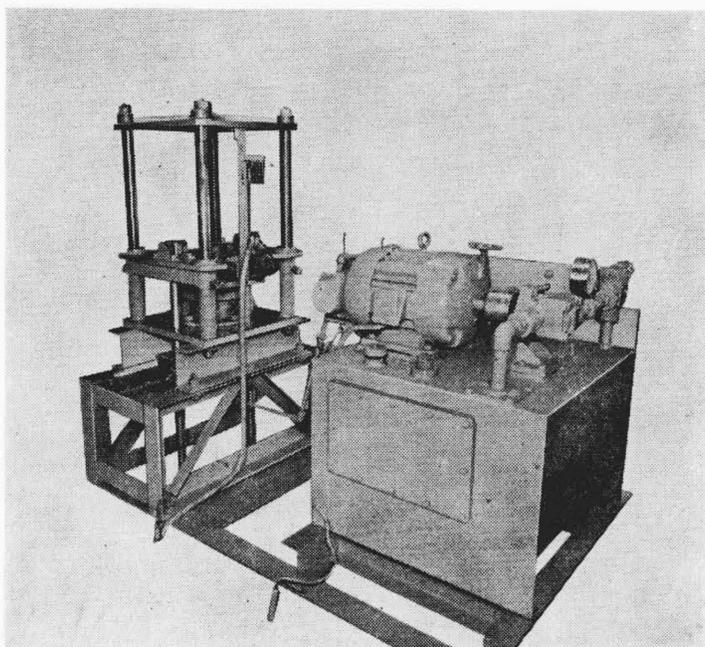
- (1) ケージ内に横行装置と、上下装置の二つを設ける。
- (2) ケージ内には、横行装置のみを設け、上下運動はエレベータの主巻上機によるか、または主巻上機に副電動機を取り付けケージとともに上下させる。
- (3) (2)と同様に、ケージ内には横行装置のみとし、ケージの上下は主巻上機によらず、エレベータのロープエンドを別の上下装置によって動作させる。

しかし、(a) 駐車台数を多くするため、駐車室の高さに制限をうけ、正確な上下動作ストロークが要求される。(b) ケージ内のメカニズムはできるだけ簡単にして軽量にする。以上の理由からハイガレジでは、(3)の方法を採用し、第6図に示すような油圧式の上下装置を用いた。

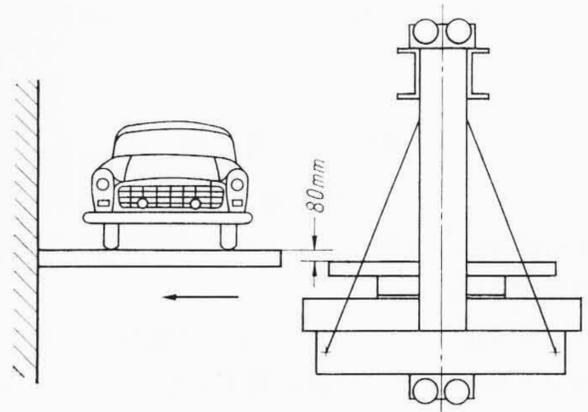
この装置は非常に簡単で、しかも正確なストロークと円滑な動きが得られるのが特長である。

2.4 消火装置

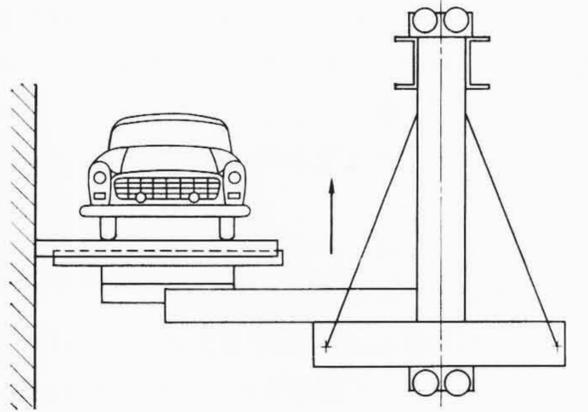
法規により、ある大きさ以上の駐車場には、水噴霧、あわ、不燃性ガス、あるいは粉末などの消火装置を備えるべきことが定められている。日本交通株式会社納のハイガレジには、炭酸ガス消火設備を設備した。この設備は、数個所に設けられた自動検出器によって火災を検出し、管理人にブザーで知らせる。出入口に設けられた防火シャッターを閉じると、自動的に各駐車室ごとに取り付けられて



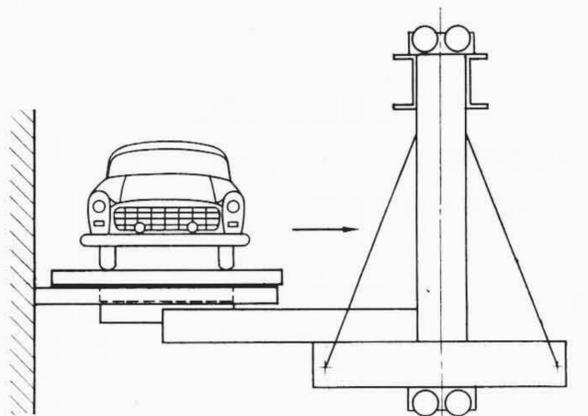
第6図 油圧式上下装置



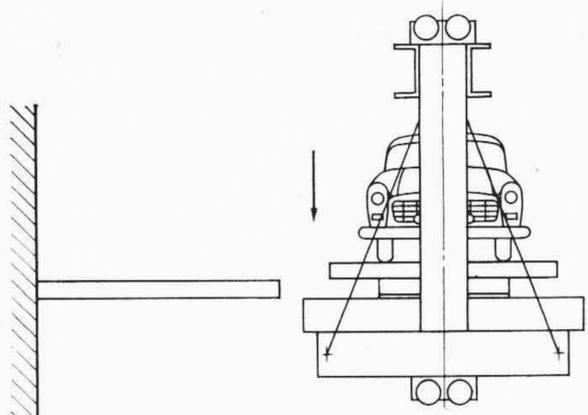
① エレベータは80mm低い位置に着床する



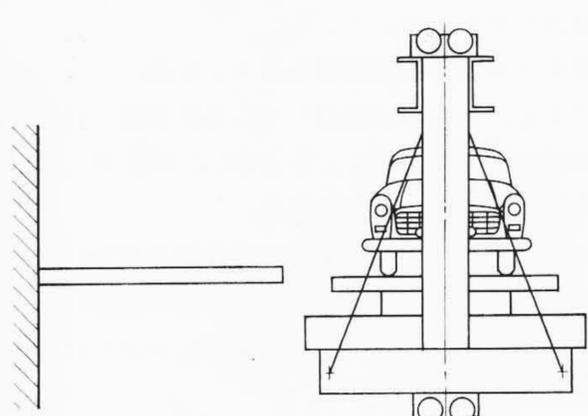
② エレベータフォークは2,500mmストロークする



③ 油圧ジャッキにより195mm上昇する



④ 自動車を積んでケージ内に復帰する



⑤ 油圧ジャッキ下降し①の状態に戻る

第7図 ハイガレジ動作説明図

いるノズルからいっせいに炭酸ガスを噴出し、短時間で消火する能力をもっている。

3. 動作原理

第 7 図によってハイガレジの動作原理を説明する。

まず入庫する場合に、1 階パーキングフォーク上にある自動車をケージ内に収容するには、

- (1) エレベータは、エレベータフォーク面がパーキングフォーク面より 80 mm 低い位置に着床する。
- (2) エレベータフォークが横行し、2,500 mm ストロークして停止する。
- (3) 機械室にある油圧ジャッキにより、ケージを持ち上げる(この動作で自動車はパーキングフォークからエレベータフォークの上にくい取られる)。
- (4) エレベータフォークは逆方向に横行し、ケージ内に復帰する。
- (5) 油圧ジャッキは下降し、ケージは(1)の状態に戻る(この動作で自動車はケージ内に収容される)。

続いてエレベータが起動し、目的階に着床すると(5),(4),(3),(2),(1)と逆の動作によって駐車室のパーキングフォーク上に自動車を駐車させる。

出庫する場合は、いま説明した逆の順序で駐車室から自動車を搬出する。

4. 全自動制御方式

4.1 制御方式の概要

ハイガレジは自動車を自走させることなく、無人のまま駐車させる設備であり、エレベータ、フォークメカニズムおよび油圧上下装置の組合せ連続動作により運転される。

第 8 図はハイガレジのシーケンスダイアグラムで、入庫または出庫(点線)動作は運転盤の押しボタンにより指令され、シーケンス・ステップを順次に選択し運転される。同図で A₁~A₄ は、フォークメカニズムと油圧ジャッキの、すくい基本フォーク動作回路を示し、その内容は第 2 表のとおりである。

シーケンス・ステップ“4”では、あらかじめ検出した連続呼び指令により、入庫動作を完了したエレベータが直ちに出入庫動作に切り換えられ、入・出庫連続動作を行なう。

これらの全制御系統を自動化して、押しボタン一つで操作できるようにしたもので、動作が確実で能率のよい独特の全自動制御方式である。

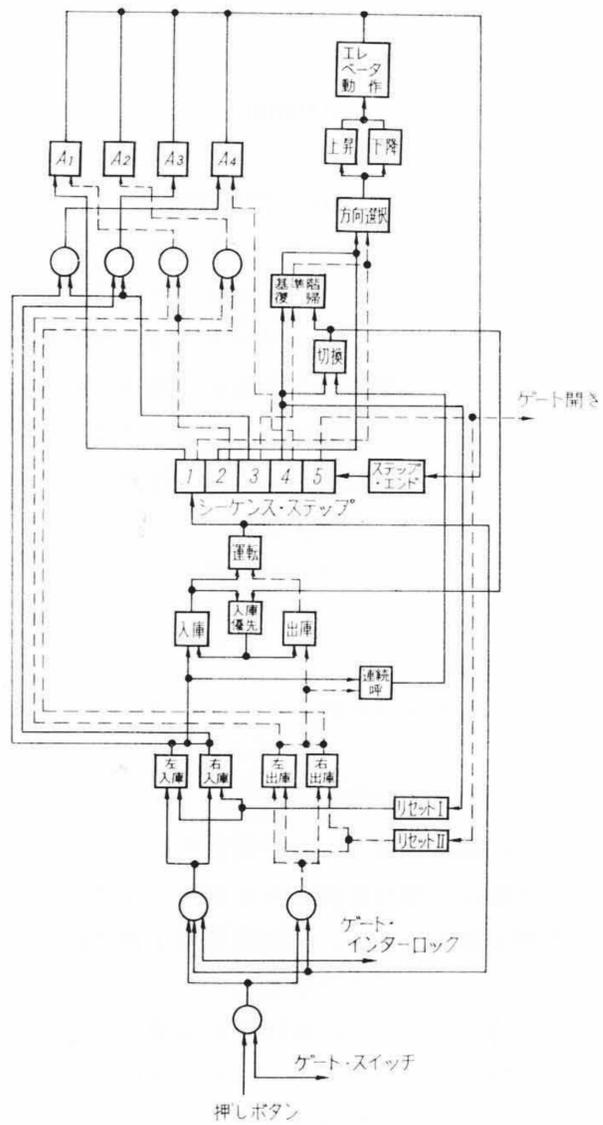
4.2 信号装置

4.2.1 運転盤

第 9 図に示したハイガレジ運転盤は運転室に設備され、構造が単純で、操作が容易なようになっている。

運転盤は次の特長を備えている。

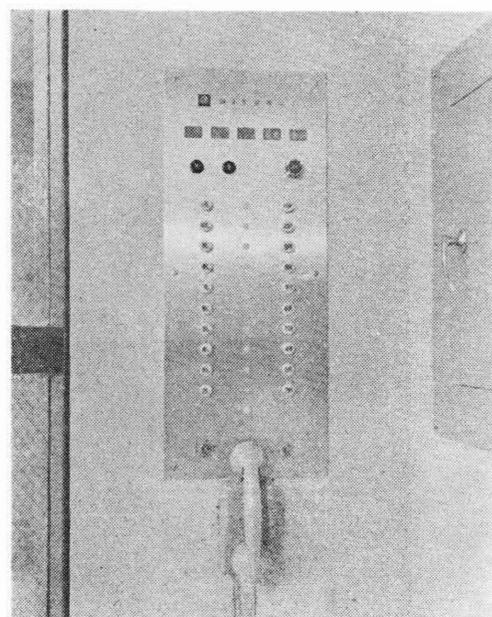
- (1) 駐車室に対応する階床押しボタンを設け、ランプを内蔵した点灯式である。ランプが点灯している駐車室は満車を、消灯している駐車室に空庫であることを表示し、階床押しボタンにより駐車状況を明確にすることができる。
- (2) 同一押しボタンで入・出庫の操作ができる。すなわち、入庫のときはランプの消灯しているボタンを、出庫のときは点灯しているボタンを押すだけで、その階床押しボタンに相当する駐車室に自動車を出、入庫する。
- (3) ハイガレジが正常に運転されているかどうか、また各動作の進行状態を表示する各種の表示灯を設けた。



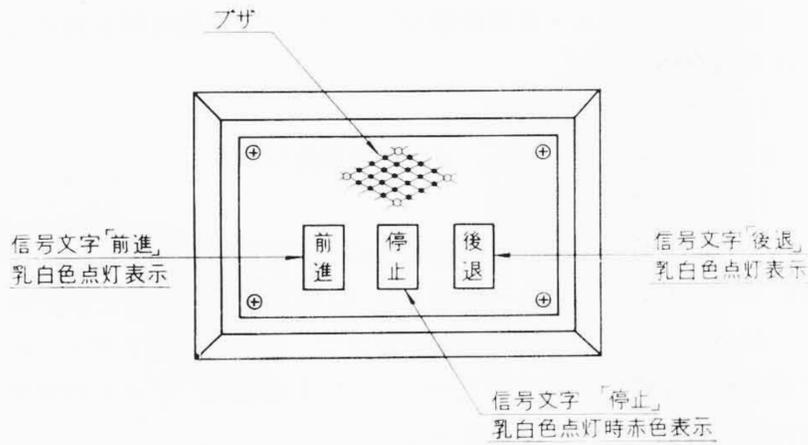
第 8 図 シーケンス・ダイアグラム

第 2 表 エレベータフォーク基本動作

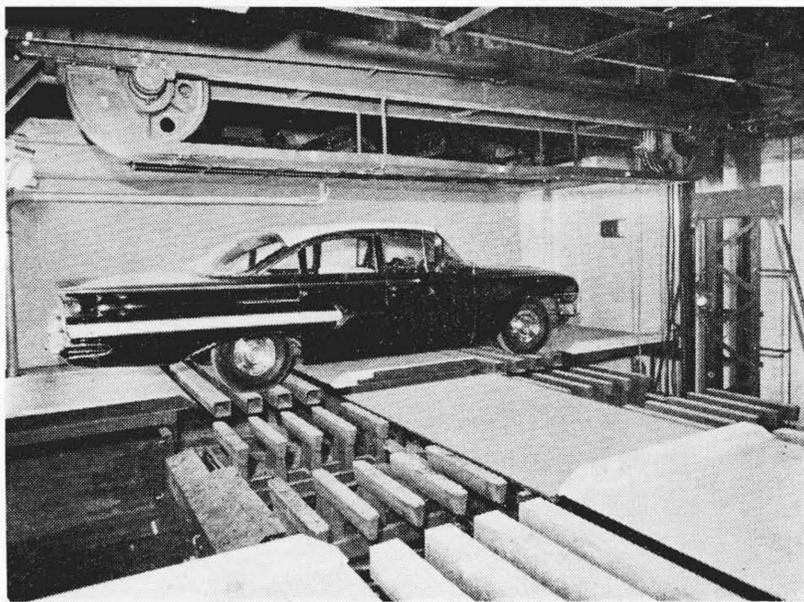
4 動作回路	順 序	動 作	動 作 図
A ₁	1	フォーク左突出	
	2	H.J. 上 昇	
	3	フォーク右引戻	
	4	H.J. 下 降	
A ₂	1	フォーク右突出	
	2	H.J. 上 昇	
	3	フォーク左引戻	
	4	H.J. 下 降	
A ₃	1	H.J. 上 昇	
	2	フォーク左突出	
	3	H.J. 下 降	
	4	フォーク右引戻	
A ₄	1	H.J. 上 昇	
	2	フォーク右突出	
	3	H.J. 下 降	
	4	フォーク左引戻	



第 9 図 運 転 盤



第10図 案内信号灯



第11図 入口側パーキング室

4.2.2 案内信号灯

1階の入口側パーキング室の正面に設けられ、自動車をパーキングフォークの正しい位置に案内、誘導する。

第10図に示した案内信号灯は前後方向だけでなく、左右方向に自動車の乗り入れがずれた場合、ブザーによって信号する。自動車運転者は、この信号灯に従って正しい停止位置に誘導される。

第11図は案内信号灯によって誘導された自動車が、入口側のパーキングフォークの定位置に停止している写真である。

4.3 制御装置

4.3.1 主回路

4.1で述べたシーケンスダイアグラムに従って、エレベータ動作とフォーク動作が自動的に連続制御される。

(1) エレベータ動作

垂直方向に AC 15/3.75 kW の主巻上電動機を使用し、交流二段速度方式で自動着床制御を行なう。

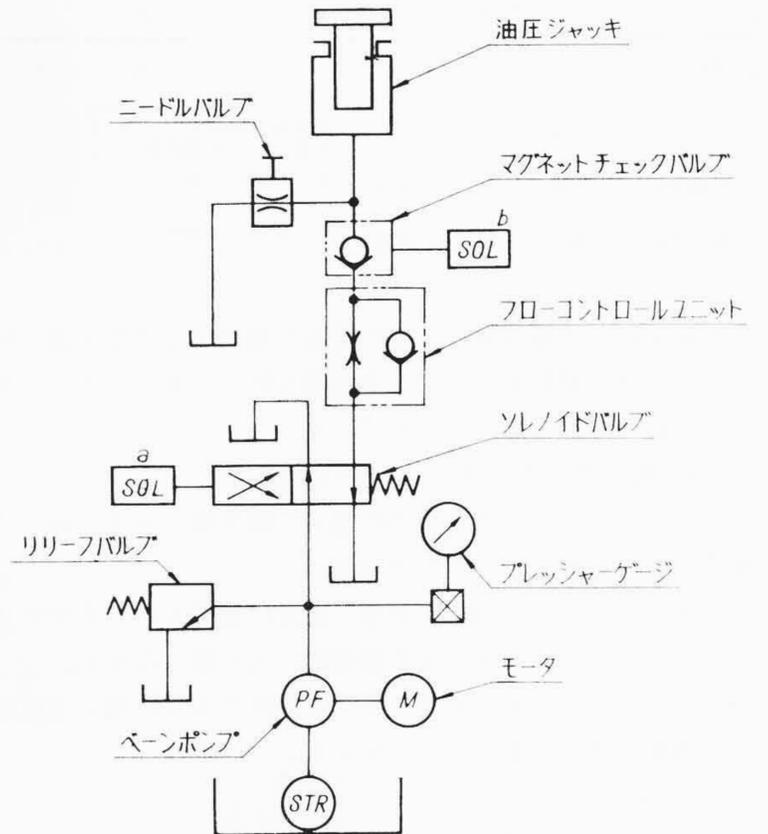
このようにエレベータ方式を採用したので、電動機の容量は駐車台数に関係なく、小容量となり経済的なこともハイガレジの特長である。

(2) フォーク動作

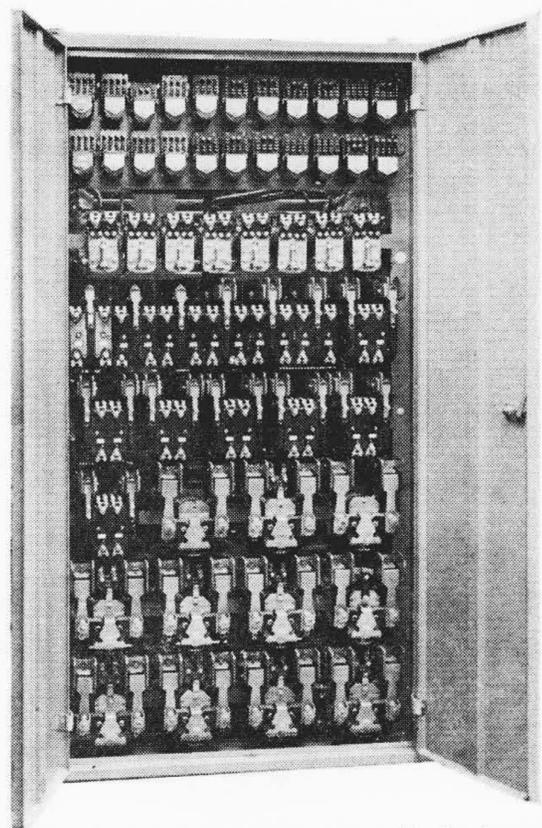
水平方向はACギヤモータにより制御され、自動車の出し入れを円滑にしている。フォーク動作を確実にするためには、各階のパーキングフォークとエレベータフォークの正確なすくい動作が要求される。このためフォーク動作ゾーンチェック装置を設けて安全、確実な制御を行なっている。

(3) 油圧動作

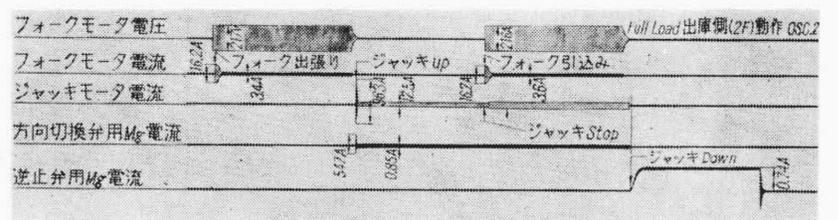
第12図に示すとおり、油圧上下装置の油圧回路は非常に簡単で、モータの起動と同時に方向切り換えソレノイドバルブが開き、油圧ジャッキが上部ストッパに達するまで上昇する。下降は自重



第12図 油圧回路



第13図 ハイガレジ制御盤



第14図 フォーク動作オシログラム

による方法を取り、絞り弁（フローコントロールユニット）にて速度は自由に調節できる。またチェックバルブを用いて、油圧装置の動作中に、万一停電などがあった場合に油圧ジャッキの下降を防止している。

第13図に日本交通株式会社納のハイガレジ制御盤、第14図にフォークメカニズムによるすくい動作のオシログラムを示した。

4.3.2 保護回路

ハイガレジは全自動の無人運転を行なっているため、制御装置に多くの保護回路が設けられている。たとえば、運転中に停電し

第 3 表 運 転 方 式

運転方式	切替SW	操 作 者	ゲ ー ト 操 作	特 長
管理運転	「管理」	管 理 人	運転盤内開閉ボタン出口側ゲート自動開き	管理室内ワンマンコントロール
自動運転	「自動」	自動車運転者	出入口ゲート開閉ボタン	管理人のいない場合
保守運転	「保守」	保守関係者	出入口ゲート開閉ボタン	保守、点検時

た場合に、停電復帰とともに運転を継続する停電保護、同一駐車室に二重に自動車を入庫する危険を防ぐ二重入庫防止など、保護回路に十分な考慮が払われている。

4.4 操 作 方 法

ハイガレジはその使用目的に応じて第 3 表に示すとおり三つの運転方式に切り換えることができる。

日本交通株式会社納のものは、通常は管理人によるワンマンコントロールで使用し、夜間は自動運転に切り換えられる。

操作方法は、いずれも押しボタン操作で非常に簡単である。次に自動運転の場合を例にとり説明する。

〔入 庫〕

- (1) 自動車の運転手は入口ゲート前に自動車を止め、入口壁に取り付けられたゲート開閉ボタンでゲートを開く。
- (2) 自動車をパーキング室に乗り入れ、室内信号機の表示に従って停止する。
- (3) 運転手は自動車を降り、入口ゲートを閉じ、運転室内の運転盤に設けられた階床押しボタン（ランプ消点）を押す。

以上でハイガレジは運転を始め、指令された駐車室に自動的に入庫する。入庫を完了したエレベータは 1 階に復帰して次の入庫に備える。

〔出 庫〕

出庫する場合は、目的の自動車が駐車している駐車室に相当する階床押しボタン（ランプ点灯）を押せば、1 階に待機中のエレベータは目的の駐車室に向けて運転し、自動的に 1 階出口パーキング室に出庫する。

〔入・出庫連続動作〕

入庫および出庫の要求が同時にある場合には、二つの階床ボタンを押しておくだけで入庫を完了したエレベータは、1 階に復帰することなく次の出庫要求のあった駐車室に直行して出庫を行なう。

5. 駐 車 処 理 能 力

立体駐車設備では、その運転能率、すなわち入・出庫所要時間および駐車処理能力が問題になる。

ここで、日本交通株式会社納のハイガレジの実測データをもとに駐車設備の駐車処理能力について一考察を述べる。

5.1 入・出庫所要時間

ハイガレジの平均入・出庫動作時間を、それぞれ T_{M1} 、 T_{M2} とすると

$$T_{M1} = T_F + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{E1})_i \text{ (min)} \dots\dots\dots (1)$$

$$T_{M2} = T_F + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{E2})_i \text{ (min)} \dots\dots\dots (1)'$$

- ここに T_F : フォークメカニズム動作時間 (min)
- $(T_{E1})_i$: 入庫エレベータの i 階運転時間 (min)
- $(T_{E2})_i$: 出庫エレベータの i 階運転時間 (min)
- n : 階床数

にて計算される。

実測データによると、 $T_{M1} \doteq T_{M2}$ で平均入・出庫動作時間は約 1 分 50 秒である。

しかし、実際の入・出庫所要時間には、次の準備時間を加えなければならない。

- (1) ゲートの開閉時間
- (2) 自動車の乗り入れ、または出庫時間
- (3) 操作に要する時間

これらは、自動車の状態、運転手の熟練度により必ずしも一定しないが、実測によると入・出庫とも、約 45 秒を要することがわかった。ただし、この値は自動運転の場合で、運転手自身でゲートおよび運転盤の操作をする管理人が付いている場合は、ゲートの開閉操作時間が短縮され、40 秒程度となる。

したがって自動運転の平均入・出庫所要時間は 2 分 35 秒となる。

5.2 駐 車 処 理 能 力

入・出庫所要時間の適否を検討するため、ハイガレジが 1 日に何台の自動車を入庫できるかという駐車処理能力を、次の仮定のもとに計算してみる。

- (1) 1 日の駐車受付時間を 8 時間とし、その間に駐車需要が連続的にあるものとする。
- (2) 最初は駐車室が満車になるまで入庫し、その後は出庫、入庫が交互に続き、8 時間が過ぎると出庫のみとなる。
- (3) 収容台数は 20 台とする。

日本交通株式会社納ハイガレジについて計算すると、平均入・出庫所要時間が 2 分 35 秒であることから、最初は 1 台平均 2 分 35 秒で入庫し、約 52 分で満車となる。その後は 5 分 10 秒に 1 台の速さで入庫する。したがって、8 時間では 103 台の自動車を処理することになる。

平均駐車時間は

$$\frac{8 \times 60 \text{ 分} \times 20 \text{ 台}}{103} = 1 \text{ 時間 } 33 \text{ 分}$$

となる。

日本交通株式会社納のものは、ハイヤー用駐車設備として納入したもので、その使用状況から、平均駐車時間、処理台数について十分な能力をもっていると考えられる。

駐車処理能力についての考え方を一般化して、

- C : 駐車収容台数 (台)
- T_{M1} : 平均入庫所要時間 (min)
- T_{M2} : 平均出庫所要時間 (min)
- T : 1 日駐車受付時間 (min)
- S : 1 日処理台数 (台)
- M : 平均駐車時間 (min)

とおけば、

$$S = C + \frac{T - T_{M1} \cdot C}{T_{M1} + T_{M2}}$$

$$M = \frac{\frac{1}{2} T_{M1} \cdot C + \{T - \frac{1}{2}(T_{M1} + T_{M2})\} \cdot C + \frac{1}{2} T_{M2} \cdot C}{S}$$

の関係があり、近似的に $T_{M1} \doteq T_{M2} = T_M$ において整理すれば

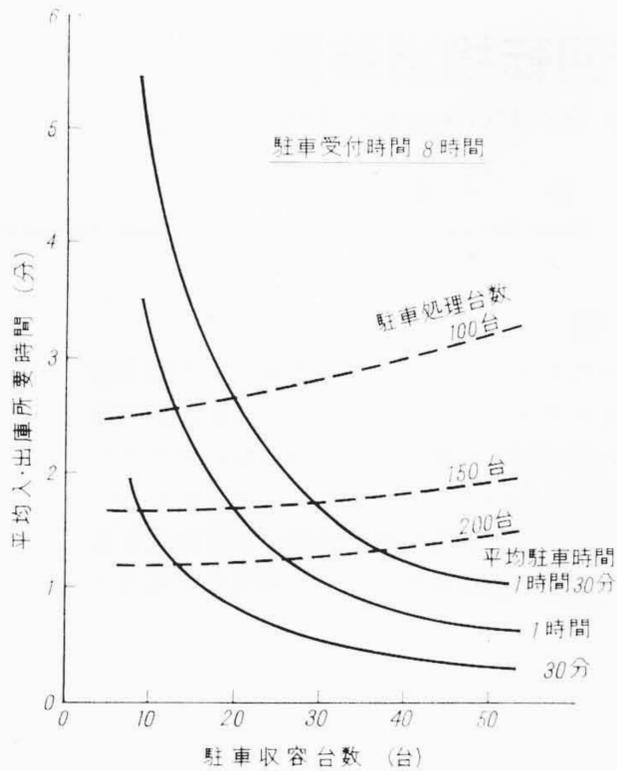
$$S = \frac{T_M \cdot C + T}{2 T_M} \dots\dots\dots (2)$$

$$M = \frac{2 T \cdot T_M \cdot C}{T_M \cdot C + T} \dots\dots\dots (3)$$

が得られる。

(2)、(3)式より処理台数、平均駐車時間をパラメータとして、入・出庫時間と駐車収容台数の関係を計算したものを第 15 図に示す。

同図から処理台数と平均駐車時間が与えられると収容台数、および平均入・出庫所要時間が得られる。もちろんこれらは駐車場の立地条件、運転手の熟練程度など、不確定な要素が多分に含まれてい



第15図 駐車処理能力

るので、いかなる場合にも当てはまるとはいえないが、一応の駐車設備能力の目安となると思われる。たとえば処理能力150台、平均駐車時間が1時間を要求される設備では、収容台数19台、入・出庫所要時間1分40秒の駐車能力が必要となる。

また、一般に駐車時間の比較的短いデパート、あるいは営業用と

しては処理能力に、駐車時間の長い自家用駐車設備としては収容台数に重点をおいて考えるべきであろう。

6. 結 言

以上全自動日立ハイガレージ・フォーク形の概要について説明し、さらに立体駐車設備の駐車処理能力の一般的な考え方についても触れた。

ハイガレージのおもな特長として

- (1) 限られた敷地を最大限に使用し、同一敷地面積で平面駐車式に比べ10倍以上の台数を駐車できる。
- (2) フォークメカニズムとエレベータ動作の組み合わせにより、無人のまま自動的に駐車する。
- (3) だれにでも簡単に押しボタンで操作できる。確実にしかも運転能率のよい全自動制御方式が採用されている。
- (4) エレベータ方式を採用しているため、駐車台数に関係なく主電動機は小容量のもので済み、経済的である。
- (5) ユニットパーキングとしても、またビル組み込みとしても容易であるため、応用範囲が広く建設費も比較的安価である。

日本交通株式会社納の第1号機は、現在好調に稼動中であり、都心における駐車難解決のいい手として多大の期待がよせられている。

終わりに建屋の設計に尽力いただいた日本オートサイロ株式会社の関係各位に深甚の謝意を表わすものである。



新 案 の 紹 介



登録新案第712914号

川崎光彦・荒沢稔郎

整 風 装 置

本考案は冷風扇等の冷風を何れの方角にでも自由にそして平均して送ることができるようにするために、ケース1の背面にファン用モートル2を取付け上記モートルの前方に於いて枠3に平行風道4を形成した整風翼群Aを取り付けこの整風翼群Aの両側には斜行風道5を形成した傾整風翼群Bを配置し、これら傾整風翼群Bはケース1の梁6にロッド7とスプリング8によって弾性的に且つ回転可能に支持させた。

従って送風の向きを変えたい場合には傾整風翼群Bをスプリング8の伸力に抗して引き出して風道5を任意の方角に向け、スプリング8の力によって再び設置すれば簡単に送風方向を変えることができる。そして何かなる方向に送風している場合であっても中央の整風翼群Aは常に正面に風を送るようになっているので正面に風が生じないという欠点なくなる。(仙波)

