

立体駐車機（機械式駐車装置）の概要の紹介

(社)日本技術士会プロジェクトチーム

『事故技術研究会』会員

大久保技術事務所代表

技術士（機械部門）

大久保 俊彦

1.はじめに

立体駐車機は、正式には「機械式駐車装置」とい
い、日本では昭和35年に第1号（二段方式）が東京都
千代田区内に設置されたのがはじまりです。そし
て、昭和36年には、初の垂直循環方式が設置され
ています。垂直循環方式は、「立体駐車機といえ
ば垂直循環方式」といわれるほどに人気を得て、黎明
期には殆どがこれでした。高層ビルに併設され高

層化したものも多く、美観にも配慮し、広告塔の役
割をも受け持つこともあります（写真1）。

その後、自動車社会の発展につれ機械式駐車装置
の設置も増加の道をたどり、平成3年度には合計24
千基、14万台余の収容台数を数え、都市部を中心
に自動車社会を支える重要な機械器具としての役割
を果たすまでになっています。その後減少傾向があ
ったものの、近年になり駐車違反取り締まりの強化等
に伴い再び増加の傾向にあります。

本稿では、機械式駐車装置について、その種類や
特徴、構造等の概要を説明し、併せて鑑定業務の一
助となるような情報も加えました。ご一読いただ
ければ幸いです。



写真1 美観を考慮した外観

2. 機械式駐車装置の概要

(1) 機械式駐車装置の種類

機械式駐車装置は、(社)立体駐車場工業会によると次の8種類に分類され、図1にそれぞれの種類の概略形状を示します。

- ① 垂直循環方式
- ② 多層循環方式
- ③ 水平循環方式
- ④ エレベータ方式
- ⑤ エレベータ・スライド方式
- ⑥ 平面往復方式
- ⑦ 二段方式
- ⑧ 多段方式

このうち、①～③の循環方式は、その名が示すように、自動車載せた駐車装置全体が一体で作動(循環)するもので、その循環の方向により、垂直、水平及び多層の区分があります。収容効率が高く、構造も比較的シンプルといった特徴があります。

④以降は、基本的には入出庫対象となる車両1台のみを作動させるもので、循環方式が全体を駆動させるのに対して、省エネルギー、低騒音・低振動といった環境面での優位性があります。

但しこれらはいくまでも基本形であり、これらをベースに数多くの派生種があります。例えば、平面往復方式では、2層、3層と多層構造にしたものもあります(図2)。顧客の要望・用途に応じ、収容台数や入出庫所要時間、設備コスト等に対応した様々な種類の機械式駐車装置があります。

図3は、(社)立体駐車場工業会調べの種類別の設置基数と設置台数情報から、各種別毎の1基あたりの平均収容台数を求めたものです。平面往復方式が60台と最も多く、大規模なオフィスビルや商業施設に設置されています。それに続くのが水平循環方式の39台、エレベータ方式の36台といったところで、垂直循環方式(24台)、多層循環方式(21台)、エレベータ・スライド方式(16台)までが大規模な

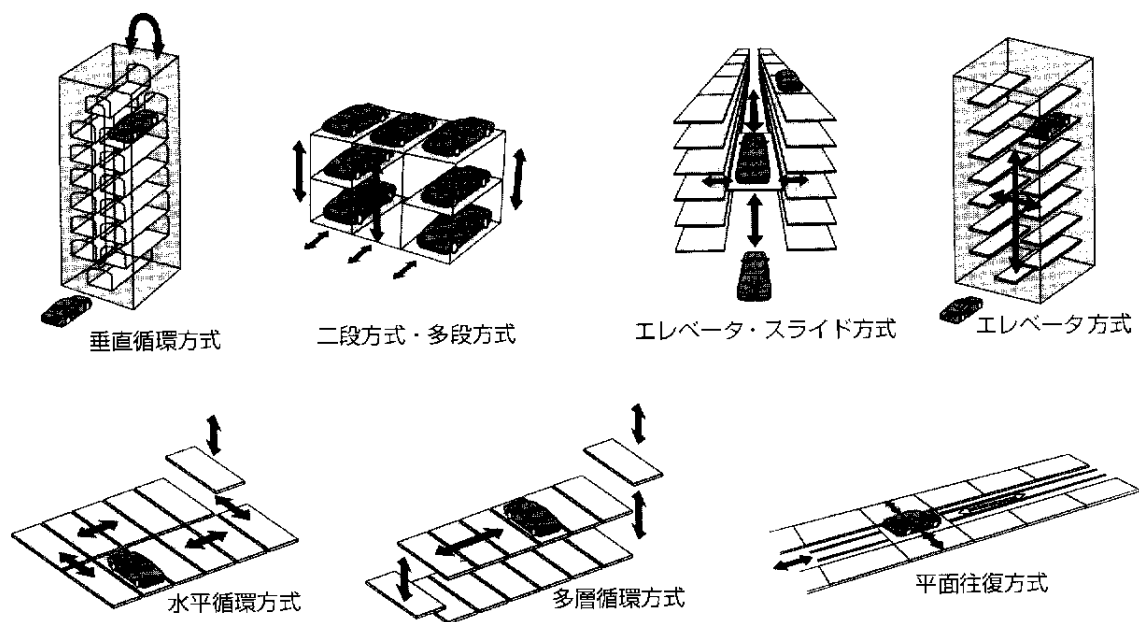


図1 機械式駐車装置の種類

出典：(社)立体駐車場工業会の「メンテナンス契約のおすすめ」パンフレット

平均収容台数(平成 19 年度)

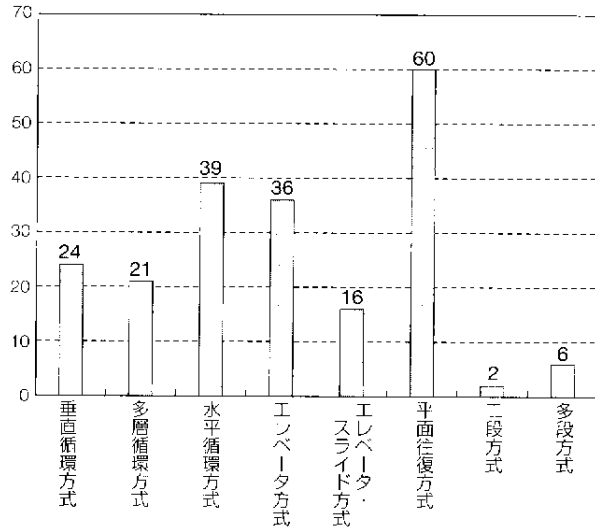


図3 種類別の平均収容台数

ものと考えられます。これに対し、二段方式はその名の通り2台、多段方式も6台と小規模向けです。

図4は、これも(社)立体駐車場工業会調べの種類別・年度別の総収容台数で、過去最大の平成3年度と最新の平成19年度とを比較したものです。ただし、平面往復方式は、平成3年度の設置がゼロなので平成4年度のデータで集計してあります。大規模用では、平成3年度圧倒的に多かった垂直循環方式が、最近では最盛期の約2%ほどへと大幅に減少しています。ピーク時の平成3年度に対し、最近でも増加しているのは、エレベータ方式と多段方式の2種類のみです。

当初は、構造のシンプルさやスペース効率の面から循環方式が多かったのですが、近年は省エネルギーや静粛性などの観点からエレベータ方式へとシフトしているのがわかります。

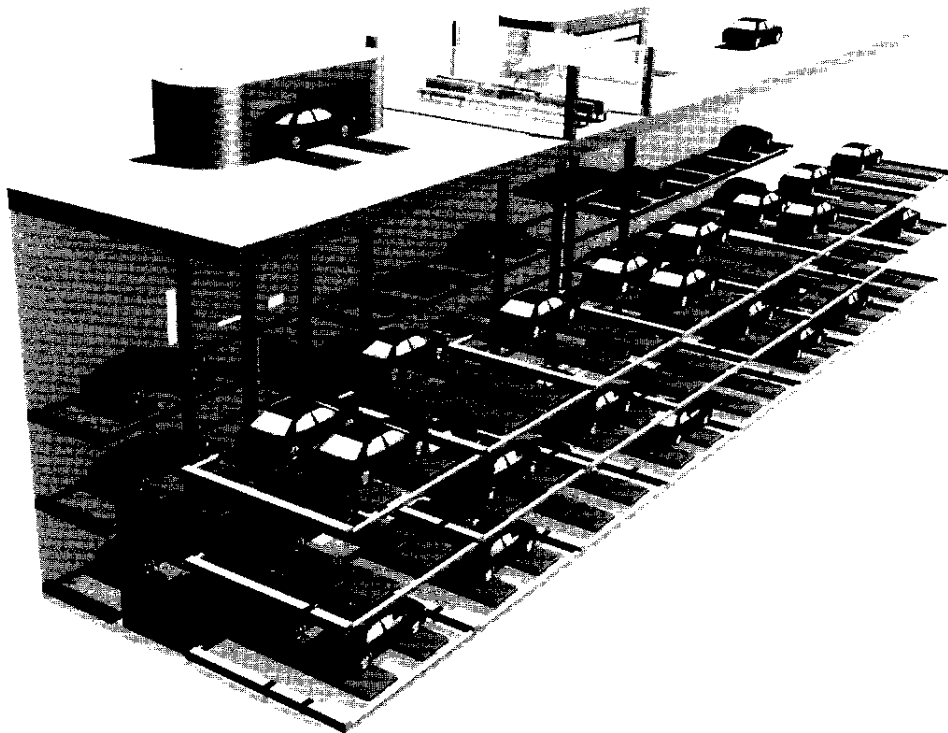


図2 多層化された平面往復方式

出典：エヌエイチパーキングシステムズ株の総合カタログ

機械式駐車装置には、その安全性や円滑性に関し認定制度があり、かつては国(建設省や国土交通省)が認定していましたが、平成14年度からは(社)立体駐車場工業会が認定しています。駐車機出入口近傍には、メーカー名やその形式、認定番号等が刻印された銘板が掲示されています。

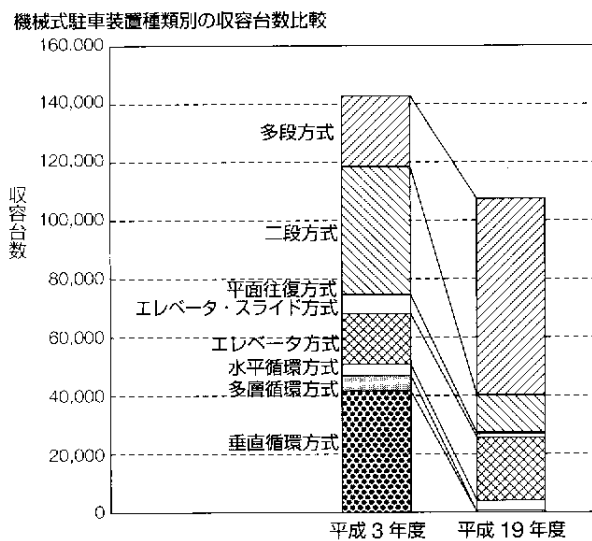


図4 種類別の推移

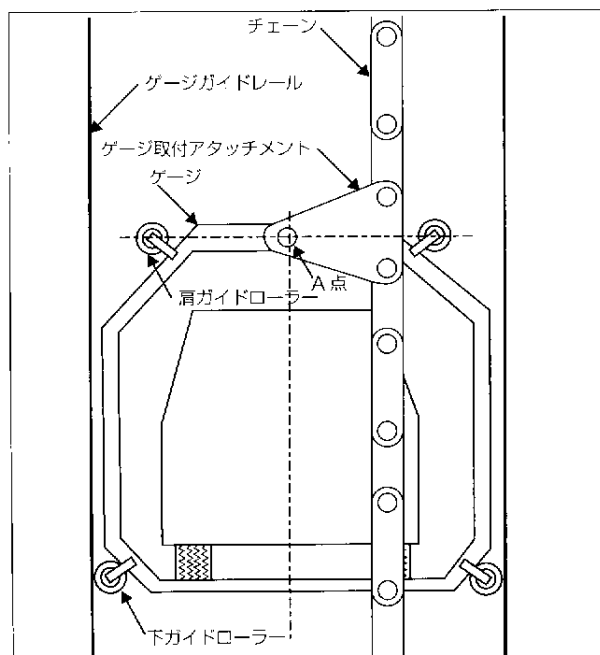


図5 垂直循環方式の基本構造

(2) 機械式駐車装置の主要構造

① 循環方式

循環方式は、基本的には二つのスプロケット間に専用のチェーンを巻き付け、電動モーターにより駆動し循環させるもので、自転車の駆動構造とほぼ同等です。その循環するチェーンにアタッチメントを介して車両を搭載するケージもしくはパレットを取り付けています。

ここでは垂直循環方式について、その構造を詳しく説明します。図5が、1つのケージ周りの基本構造です。ケージはチェーンに固定されたアタッチメントにA点で回転可能に取り付けられ、頂上部と底部のスプロケット周りを回転する際の姿勢変化に対応できるようになっています。しかし入庫時や稼働時揺動しては困るので、振れ止めとしてケージの外側部にガイドローラーを設置し、躯体側のガイドレール間を移動するようになっています。頂上部と底部では円運動をするので、躯体

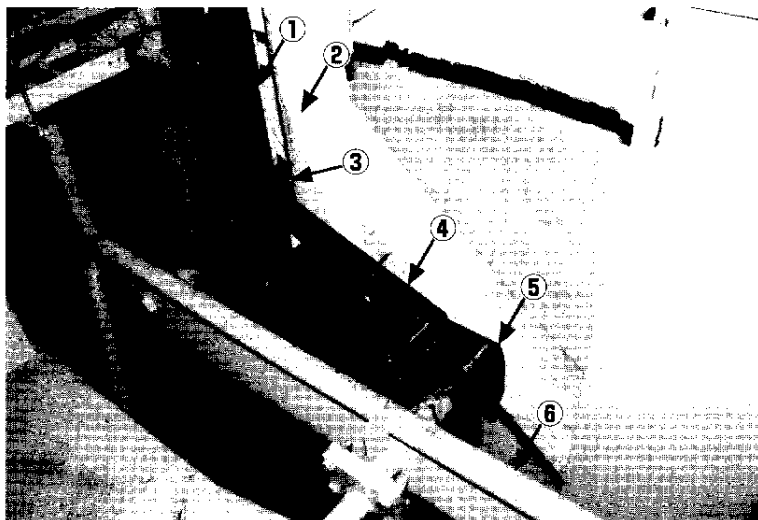


写真2 循環方式の頂上部

側の肩ガイドレールも円弧形状となっています(写真2)。

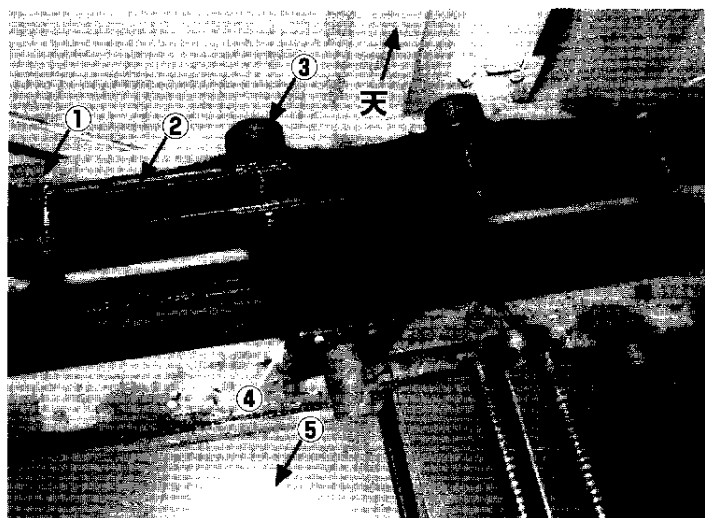
一方チェーンも、長いものでは30mを越す間隔があるため、図5には示しませんか振れ止め用として、チェーンにはガイドローラー、躯体側にはチェーンガイドレールを設けています(写真3)。

多層循環方式でも、写真4のように水平方向に敷設されたガイドレール上を、ガイドローラーにより支持されたチェーンが移動していくものになっています。



- ① チェーン
- ② チェーンガイドレール
- ③ チェーンガイドローラー
- ④ チェーン取付アタッチメント
- ⑤ A点
- ⑥ ケージ

写真3 循環方式の中間部



- ① 肩ガイドローラー
- ② 肩ガイドレール
- ③ A点
- ④ ケージ
- ⑤ チェーン取付アタッチメント
- ⑥ チェーン
- ⑦ スプロケット

- ① チェーンガイドレール
- ② チェーン
- ③ チェーンガイドローラー
- ④ チェーン取付アタッチメント
- ⑤ パレット

写真4 多層循環方式のチェーン部

②エレベータ方式

エレベータ方式は、その名の通り通常みられるエレベータと同様の昇降装置と、駐車室への移動をコンベアやスライドフォーク、くし型フォーク、ドーリーなど様々な機構で行っています。これらの基本構造は自動倉庫で用いられるものであり、機械式駐車装置も基本的には自動車の「倉庫」ですので、同様の構造が用いられています。

③二段及び多段方式

二段及び多段方式は、昇降距離が数mと短いことから、ロープやチェーン、油圧などより駆動されています。

(3)安全に関する装置

機械式駐車装置には、安全に運転できるよう、各種安全装置が設置されています。ここではその主なものを紹介します。

① 人の立ち入り時の作動停止

装置内に人が立ち入っているときには作動しないよう、その立ち入りを検出しています。これは、車両の駐車位置の異常の検出も兼ねています。主としてケージの前後に光電管を設置し、ここで検知したら作動停止するようにしています。

② ドア開放等積載車両の異常検出時の作動停止

作動中にドアが開き、車両と躯体側とが接触すると重大事故（詳細は4. (2)項を参照方）につながるため、所定の範囲を超えた異常物の有無を検出しています。

通常みられるのはメカニカルなリンク機構のものです。人出庫時にはリンクは折りたたまれておりドアの開閉ができます。乗員が車から出てドアを閉めるとリンク機構を立ち上げます。リンク機構が立ち上がらなければドアが開いていることを通報し、立ち上がった後装置が作動しているときにはドアが誤開放されたときのストッパの役割を果たします。

③ モーターの過負荷検出

駆動源の電気モーターの過負荷を検知し作動を停止するものです。検知する過負荷状態としては、モーターの過熱や過電流などです。

④ 消火装置

消防法施工令で、機械装置により車両を駐車させる設備（機械式駐車装置）には消火設備の設置が義務づけられています。消火装置としては、大規模な機械式駐車装置では、CO₂消火設備を設置することが多い模様です。防護区画外に設置されたボンベに蓄えられたCO₂を所定の作動ロジックで噴射させるようになっています。

⑤ その他

異常を感じたらすぐに装置全体の作動を停止できるように「非常止め装置（非常停止ボタン）」があります。

そのほか、二段方式等では、上昇位置で動力機構に異常が発生しても落下しないようにロックピン等で位置を固定する「歯止め落下防止装置」があります。乗員が乗ったまま昇降できるものにあつては、昇降速度が過大とならないような「過速度制限装置」も設置されています。

(4)メーカー

機械式駐車装置のメーカーは、(株)IHI、エヌエイチパーキングシステムズ(株)、新明和工業(株)及びフジテック(株)などで、重工業やエレベータ事業等のバックグラウンドを持っています。

これらのメーカーをはじめ有力な機械式駐車装置のメーカーは、(社)立体駐車場工業会正会員であり、その会員名簿によると平成20年9月現在43社あります。

3. 機械式駐車装置の保守・点検と寿命

(1)機械式駐車装置の保守・点検

機械式駐車装置は、産業機械の一種であり、定期的保守・点検を必要とする機械装置です。構造も複雑でその保守・点検内容は専門的であり、数十mにもなる高所作業や地下作業などを伴うこともあり、専門の保守・点検業者により保守・点検は行われています。

保守・点検業者は、機械式駐車装置メーカーやその関連会社のいわゆる「メーカー系」と、メーカー系列には属さない「独立系」とがあります。

機械式駐車装置は、施工後数ヶ月のメーカーによる試運転期間を経て引き渡され、保守・点検業者による定期的保守・点検が行われるようになります。点検項目は多岐にわたり、大規模な装置だと丸1日をかけての作業となることもあります。保守・点検結果は、定期点検報告書にまとめられ、依頼者に文書で報告するのが一般的です。

保守・点検作業上のポイントは、

- ①回転・摺動部への給油
- ②チェーン張力やガイド機構等、装置が円滑に作動するためのセッティングや調整
- ③大事故の未然防止のため、その予兆現象の早期発見と対策実施

といったものです。

コスト低減の観点から、保守・点検間隔は最短でも1ヶ月毎です。機械式駐車装置を、専門のオペレーターがいないマンション等の居住者ら機械式駐車装置を知らないユーザー(素人)が操作することもあります。従って保守・点検業者には、単なるマニュアルどおりの作業に留まらない、機械の調子を観察し先手を打つ予防保全的保守・点検作業が求められます。

しかしなんと言っても、大きさが数十mにも達する大型機械であり、人が目視管理することでは限界も多いことから、最近では各所に状態監視のセンサー類を設置して、大事故の未然防止を図る様な取り組みがなされるようになりつつあります。

(2)機械式駐車装置の寿命

機械式駐車装置の法定耐用年数(機械部分)は15年ですが、数年前筆者が見分したものでは昭和47年製の垂直循環方式のものが稼働していた例もあり、30年を超えて稼働しているものも少なくありません。正しい保守・点検を行っていれば寿命の延長は可能です。

循環方式においては、チェーンの伸びが寿命を決定づける要因となります。なぜチェーンが伸びるかということ、チェーンを構成するピンとブッシュの回転摺動部に摩耗が発生するからです。

ピンとブッシュには、耐摩耗性の向上のため鋼材に熱処理を施し表面の硬さを高めています。摩耗によりこの硬い表面層が削り取られると、相対的に柔らかい組織が現れてしまい、急激な摩耗の進展や破損につながる恐れを生じてしまいます。そこで、0.5%程度の伸びをもって、チェーンは寿命とするのが一般的です。

垂直循環方式では、チェーン及び各ケージは、基

本的には上側のスプロケットに巻き付きぶら下がっているだけの構造です。底部から乗り込む方式では、施工当初の床面とケージの車両乗り込み面との段差をゼロで作っていたとすると、チェーンが伸びることでケージの位置が下がってしまい、円滑な入出庫ができなくなりますし、事故発生の原因ともなりません。

一例を挙げれば、大規模なものでは、上下のスプロケット間距離が30mを超えるものがあります。ここで、0.5%の伸びは15cmに相当します。これだけの位置変化があつてはスムーズな乗り込みなど不可能です。せいぜい3.5cm程度の段差が許容限度といわれています。

このほかチェーンが伸びるということは、チェーンピッチが伸びることであり、スプロケットとの噛み合い不良も生じます。

チェーンの交換は、ケージの脱着をはじめとした関連作業が数多く発生します。それに加えて交換作業中、駐車場利用者には代わりの駐車場の確保も必要となるなど、膨大な手間とコストがかかります。

4. 機械式駐車装置の事故

(1) 経済産業省情報にみられる事故

経済産業省の外郭団体である、(独)製品評価技術基盤機構のHP*に、製品事故情報に関するものがあります。ここで「立体駐車」をキーワードに入力して検索すると、12件の事故情報が表示されます(平成20年12月時点)。

ひところ騒がれた、アクセルペダルとブレーキペダルの踏み間違い事故など、機械式駐車装置が事故原因ではないものもありますが、機械式駐車装置が原因と考えられる事故も散見されます。その代表が

車両火災です。バッテリー端子の緩みと電気配線のショートといった電気火災、並びにランオン現象(エンジンキーをオフにしてもエンジンが止まらない現象)により車両火災が発生しています。これらの原因を突き詰めれば自動車側の不良が起点ではありますが、機械式駐車装置のデメリットである振動と騒音が助長したとも考えられます。

というのも、機械式駐車装置の起動・停止時の振動は自動車が通常走行時に受ける振動よりも、振幅が大きいこととその方向が異なる(横方向成分が大きい)ため、自動車各部のしっかりと固定されていない部位は、位置のズレを助長されてしまうと考えられるからです。また、ランオン現象に関しても、ケージ及びパレット上では常に揺動しているし騒音もあるため、エンジンがランオン状態にあることが見逃されてしまっている可能性もあるからです。

このほか二段方式など小規模の装置では、部品の脱落や破損状態のままで作動させたための、事故例がみられます。

* (独) 製品評価技術基盤機構のHPのURL <http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/index.html>

(2) 自動車のドア等の開放による事故

ケージやパレット上の自動車のドア、ハッチバックもしくはトランクが確実に締められていないと、機械式駐車装置の作動中の振動によりそれらが開放してしまい、甚大な事故に至る例があります。いずれの機械式駐車装置もスペース効率を高めて計画されており、可動部と躯体側との間隙が少ないのが実情です。このため、自動車のドア等が開放されると躯体側と干渉してしまいます。当該車両のドアはもちろん破壊されてしまいますし、ケージと躯体との間に挟まってしまうと、ケージや躯体まで破損してしまいます。ケージが反転し自動車が落下したり、

ガイドレールや躯体鉄骨を損傷させてしまうこともあります。

基本的にはいずれの種類でも同じですが、循環方式の方が、以下のような理由から事故が起こりやすい傾向にあると考えられます。

- ① 作動時は全車同条件で循環するため常時振動を受けていること(ドア等の開放の危険性増大)
- ② 全ケージに車両を搭載状態でも円滑な作動となるよう、大パワーの動力機構を有しているため、破損パワーも大きいこと(損傷拡大)

5. 社会的課題

機械式駐車装置は、自動車社会をより便利かつ効率的にするための設備として設置されてきました。そして社会が変化するにつれ、様々な課題も生じてきました。ここではその主なものを紹介します。

(1) アスベスト対策

アスベストは、天然の鉱石で蛇紋石や角閃石が繊維状に変形したもので、その大きさは、長さ $10\mu\text{m}$ 、径は $1\mu\text{m}$ 以下です。耐熱性や耐薬品性等に非常に優れかつ安価であるため、建設防火資材や自動車のガスケットをはじめ様々な用途に広く使用されてきました。しかし、肺に吸入し約20年から40年の長期にわたる潜伏期間を経て、肺がんや中皮腫の病気を引き起こす原因物質とされるようになりました。そのため、現在ではその使用が、「ポジティブリスト」と呼ばれる労働安全衛生法施行令で定められるものに限定され、代替物質の早期開発とそれへの移行が求められるようになりました。

機械式駐車装置には、かつて以下のような部位でアスベストが使用されていました。

- ① 外壁や内装材、間仕切りなどに使用される建築ボード

- ② 鉄骨の耐火被覆などに使用される吹き付け材

- ③ 駆動部のブレーキパッドやブレーキライニング

これらの具体的使用状況は、メーカーにより異なりますが、一般的には、③ブレーキ系は昭和63年頃に使用中止となりましたが、それ以外のは平成16年頃まで使われています。このうち①建築ボードは、アスベストの飛散の恐れは損傷・劣化がない限り殆ど無いと考えられています。残る②吹き付け材は、アスベストの飛散の恐れがあるとされています。従いまして、これらの機械式駐車装置への立ち入り時には、防じんマスクの着用などの安全対策が必要です。

鉄骨部に「乾式石綿」を吹き付けた例を写真4に示します。躯体側の鉄骨を保護するため綿状にアスベストが吹き付けられています。なお写真4で、アスベストが吹き付けられていない鉄骨は、チェーンガイドレールです。チェーンガイドレールは、2.(2)項で説明いたしましたように、機械の作動に関わる機械部品とされており、アスベスト吹き付け等の耐火被覆は不要になっています。

対策としては、できればアスベストを除去したいのですが、コスト面を考えると次善の策としての、固化剤をその上に吹き付けたり、ノンアスベスト材でさらに被覆することなどが行われています。しかし、解体時のアスベスト撤去が問題となります。



写真4 鉄骨部へのアスベストの吹き付け状態

(2)地震対策

平成7年の阪神淡路大震災は、大都市神戸を中心に大災害をもたらしました。その後も新潟や福岡、岩手等々、大地震が頻発しています。

近年主力となるエレベータ方式では、これらの大地震にも耐えうるものとなるような開発が進んでいます。高層化された機械式駐車装置の最上階から車両が落下しますと大惨事ともなります。従来では水平方向のみパレットの動きを抑えていたものを、鉛直方向の動きも抑えるような構造が提案されています。さらに水平方向についてもその強度を向上させ、震度7程度の大地震時でも被害を防止できる模様です。その一例を図6に示します。

車両を載せたパレットは、入出庫口からエレベータにより駐車室まで搬送されます。駐車室に入ると、水平方向は固定フックとピンの嵌合により、鉛直方向は浮き上がり防止板により、それぞれ固定され、パレットの移動・落下を防いでいます。

(3)バリアフリー

平成13年5月に制定された通称「交通バリアフリー法」の制定に伴い、高齢者や身体障害者の方々の駐車場利用に配慮した「機械式駐車場におけるバリアフリーに関するガイドライン」が(社)立体駐車場工業会により制定され、その認定制度が平成15年

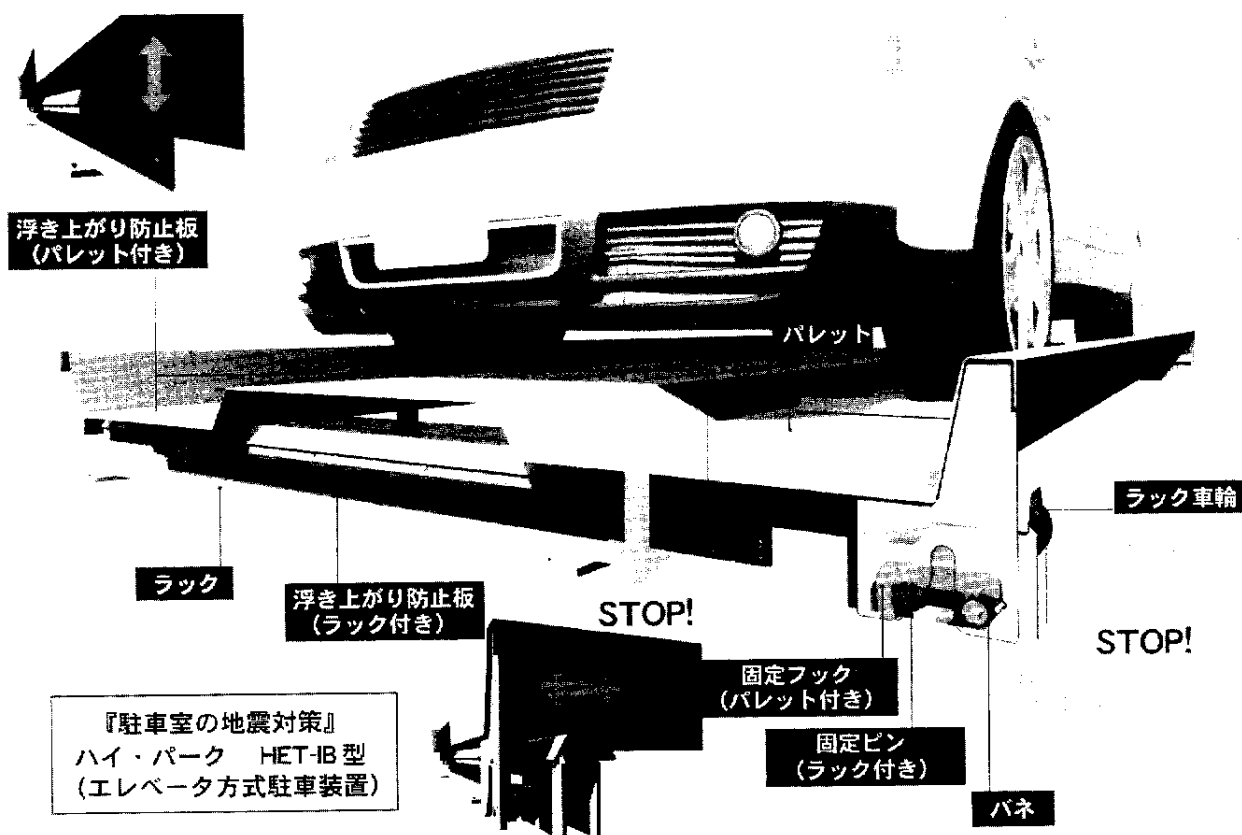


図6 耐震対策の例

出典：エヌエイチパーキングシステムズ様資料

12月1日からスタートしています。

主な具体的対応策は、

- ① 車いすによる乗降性の確保のため、乗降口のスペース拡大
- ② 車いす利用者による操作盤の操作性向上（設置位置を下げるなどのユニバーサルデザイン化）
- ③ 2m間隔での非常停止ボタンの設置等です。

6. おわりに

以上機械式駐車装置に関し、現場の見分経験等を併せ、鑑定人の皆様に役立つ情報提供をと考え、まとめてみました。しかし、大規模かつ複雑な構造を持つ機械式駐車装置のことですので、ほんの一部を紹介したに過ぎません。機械式駐車装置にわずかでもご興味・ご関心を持っていただければ幸いです。

話はわき道に逸れますが、最近「脳ブーム」です。そのブームの牽引者のおひとり、脳科学者の茂木健一郎氏の言葉に、人間は何かを成し遂げたときなどの大きな喜びを感じたときに、脳内にドーパミンという物質が分泌され、脳の活動が飛躍的に活発化する、というものがあります。ドーパミンが分泌されるような状態にあれば、脳はますます活発化され、思いもよらない能力が引き出されるようです。ドーパミンを分泌させるためには、脳に喜びを与えることが必要というわけです。

難しい事案に直面したときや資料が乏しいときなど、何から手を付けて良いか迷うことがあります。そのようなとき、地道に現場を観察し、自分の力で情報を集めていくと、良いアイデアがひらめきます。これも脳科学的に言えば、単に入手資料を読むだけの情報収集よりも、見て触れてあれこれ考えながらの情報収集の方が、脳の活性度合いが格段に高まっていたからに他なりません。自分の「脳力」を信じ

て現場に立ち向かい、発見を通し脳を喜ばせることができるようになればしめたものです。

最後に、本稿をまとめるにあたり、情報提供いただいた（社）立体駐車場工業会様並びにエヌエイチパーキングシステムズ様様に謝意を表します。

以上

（社）日本技術士会プロジェクトチーム
『事故技術研究会』

<http://www.engineer.or.jp/cmtee/gyoumu/pjct2008/list2008.html>

大久保技術事務所

tel&fax 048(623)0302

eメールアドレス ookubo@cea.jp