

立体駐車場の動的特性の比較に関する研究

岐阜大学工学部 学生員 ○八谷豊幸
岐阜工業高等専門学校 正会員 廣瀬康之

1. はじめに

わが国では、自動車の増加や都市の過密化にともなう土地不足などのために駐車場不足が深刻な問題となっている。これを解消するために限られた土地を有効に使う手段として立体駐車場の建設が強く求められている。地震が多いわが国では、立体駐車場の耐震性についての研究は都市の安全設計の立場からも重要な研究テーマの一つであるといえよう。立体駐車場には自走式、ゴンドラ式、エレベータ式などの種類が知られているが、本研究は構造形態がよく似ているが車両支持方式が全く異なるゴンドラ式とエレベータ式の動的特性の比較について報告するものである。

構造物が地震動を受ける場合に、床面の積載物が固定されているよりも滑動する（床面を滑る）ことが可能な方が、耐震工学上より安全側の挙動を示すことが実験や数値解析によって明らかにされている。これは構造系が共振現象に近付いて過大な加速度を受けると、積載物が滑動することによって共振現象が回避されるためであると判断される。立体駐車場は一般の中・高層ビルと比較して柔構造であり、滑動可能な積載物と自重との重量比が大きく1に近い。その構造系のために積載物の滑動影響が大きい。すなわち滑動現象による安全性の効果が大きいという特性がある。

本研究ではゴンドラ式立体駐車場の解析対象として佐藤鉄工㈱によるもの、エレベータ式立体駐車場としては富士変速機㈱の構造系をモデルとして使用する。

2. ゴンドラ式、エレベータ式とは

1) ゴンドラ式 車両とそれを載せるゴンドラはチェーンにピンで結合されてブランコ状となっていて、チェーンは構造物上部の車輪により吊られている。このためゴンドラは複合振子であるが、水平方向の揺れはクリアランス 1 cm 以下のガイドレール（構造物の主構とは別）に衝突することによって拘束されているので、ゴンドラ式と云えども「非常に滑動し易い（摩擦係数が極めて小さい）積載物が左右のクリアランス 1 cm 以下で衝突する構造系」とみなしてエレベータ式に置換して解析する事が可能である。

2) エレベータ式 自動車を載せるパレットが床面上に設置される。パレットと床面との間は滑ることが可能な状態にしてあり、ある一定以上滑るとストッパーに衝突するように設計されている。

3. 解析方法

構造物を二次元骨組み構造物（図-1 参照）であるとみなし、水平方向のみの外力を受けるものと仮定して Newmarks' β 法を用いて数値積分を行う。外力は1941年にアメリカで起こった EL CENTRO 地震の波形をモデルとし、最大地震加速度を変化させて解析する。

ゴンドラ式は水平拘束力がほとんど無視できるため、エレベータ式駐車場の摩擦係数をゼロに近いものであると近似的に考えて解析をする。それぞれの構造系の特性は表-1 に示す。

☆ 表-1 構造系特性

	構造系名	全長(cm)	全幅(cm)	固定重量(kg)	積載重量(kg)	固有周期(s)
佐藤鉄工㈱	MP1	3073.5	550	39304	44294	0.55156
富士変速機㈱	PX1	3225	600	34100	42680	0.37582

4. 解析結果

検討する最大部材力には、それぞれの構造系の部材①の最大軸力と最大曲げモーメントを選出する。

(図-1 参照)

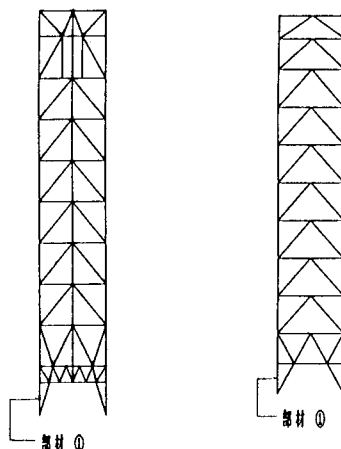
☆ 表-2 解析条件

		クリアランス(cm)	μ_s	μ_d	反発係数
TYPE A	ゴンドラ式	1	0.0025	0.0025	0.4
TYPE B	エレベータ式	5	0.4	0.3	0.4
TYPE C	エレベータ式	100	0.4	0.3	0.4
TYPE D	積載物固定				

表-2 に TYPE A から TYPE D までの4通りの解析条件を示す。TYPE B と TYPE C の違いはストッパー(またはガイドレール)に衝突する可能性の有無である。

★図-1 二次元骨組み構造物

(a) 先置鉄工鋼モデル (MP1) (b) 富士変速機モデル (PX1)



解析結果(図-2)より、最大地震加速度振幅(拡大倍率)が小さい場合はゴンドラ式の方が安全性は高いが振幅が大きくなるに従ってエレベータ式と逆転してしまうことがある。これはゴンドラ式の揺れ易いという特性上振幅が小さい場合はよりよい効果を示すが、大きくなるにつれて衝突の影響が現れるためであろう。また MP1 と PX1 の最大曲げモーメントの値に大きな違いがみられるが、これは MP1 の固有周期がこの解析に使用した地震波の卓越周期に近いことが原因であろうと考えられる。

以上より、立体駐車場の設計に際して構造物の固有周期を決めること、さらにその土地に起こり得る最大級の地震の予測によって立体駐車場の種類を決定することが耐震設計上有効であろう。

★図-2 解析結果

