

I-78

積載物が滑動する場合の大型立体駐車場の動的応答解析

岐阜工業高等専門学校 正会員○廣瀬康之 京都大学大学院 学生員 林 伸幸
 サクラダ技術開発部 正会員 竹内新二 岐阜大学工学部 正会員 中川建治

1 緒言

わが国では増加を続ける自動車が都市の過密化と相まって深刻な問題となっている。これに対応すべく近年立体駐車場が急速に建設され始めた。立体駐車場には自走式、ゴンドラ式、エレベーター式などの種類がしられているが、本研究ではエレベーター式の立体駐車場に対して応答解析を行い、その耐震特性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、床面と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。^{1)~5)}これは構造系が共振現象に近づいて過大な加速度を受けると、積載物(車両とパレット)が滑動する事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、形鋼から成る骨組構造で外壁も非常に薄く、たわみ易い構造であり、滑動可能な積載物と自重との重量比が大きいので、積載物の滑動による影響が大きい。即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。今回、大型エレベーター式立体駐車場の動的特性を導き得たので、これらの結果を簡単にまとめて報告する。

2 数値計算におけるモデル

実際の大型立体駐車場(Fig. 1)を2次元骨組構造物とみなして解析モデルを Fig. 2に示すように設定する。動的解析の自由度は図中の黒丸印の11点の水平変位とし、他の自由度は静的力の釣合の系として瞬時に力と変位の応答関係を満たす(それらの変位に対応する慣性質量は0であって時間の遅れが無しに応答する)ものとして11自由度に変換したものである。したがって全ての部材の抵抗力は考慮されて自重だけは11

自由度の変位点へ集中されたものとみなされよう。外力は水平方向のみに受けるものと仮定して Newmarkの β 法を用いて数値積分を行う。このモデル化(振動方程式の自由度の縮約)および滑動現象の解析手法については文献2)3)5)で説明されている。

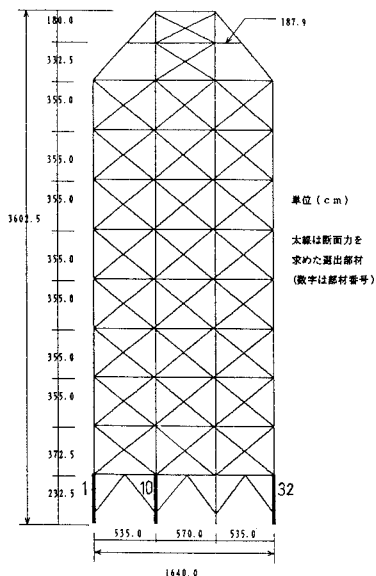


Fig. 1 立体駐車場構造図

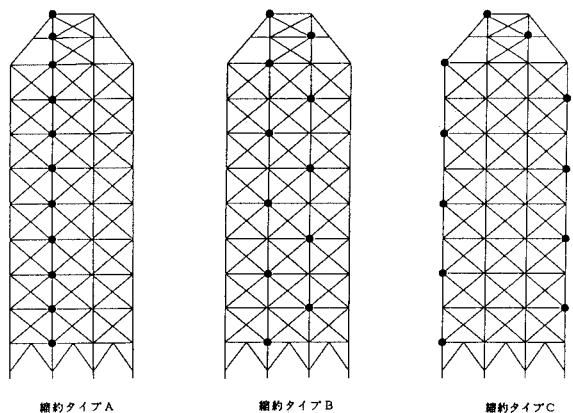


Fig. 2 構造物の縮約タイプ

また構造物の自重（固定質量）は 115.78 t、満載時の積載物の総重量（滑動質量）は 220.70 t とした。

3 数値解析結果による検討

(a) 構造物を縮約する方法による影響

縮約による解析モデルの各タイプの固有周期を Fig. 3 に示す。算出された固有周期にほとんど差がない事が解る。

構造系のみに対して応答解析を行い、最大応答曲げモーメントおよび軸力の絶対値を Fig. 4, Fig. 5 に示す。外力に用いた加速度データは、1940年5月にアメリカで起こった EL CENTRO 地震のNS方向の波形（最大地震加速度 330 gal）である。応答軸力は、縮約タイプによる差は殆ど無く、縮約方法に影響され難いものであると判断される。応答曲げモーメントに関しては、部材間の大小関係は保たれているものの、絶対値に2倍以上の差がある。タイプCでは質点から離れるほど急激に応答が小さくなっている。10番部材では、タイプAとタイプBはその部材上端に質点があるためタイプCよりも2倍程度大きな値を示している。即ち、縮約する質点と注目する部材（節点）が近いほど応答曲げモーメントは安全側に評価できる。

(b) 摩擦係数による影響

全層満載状態において、静止・動摩擦係数を変化させて、その応答特性を解析する。簡便的に滑動の影響を見るため、非減衰状態とする。外力には EL CENTRO 地震のNS方向の波形を用いて応答解析を行い、縮約タイプAの最大応答軸力の絶対値を Fig. 6 に示す。摩擦係数の減少に伴い最大応答軸力は低減しており、0.3(0.2)では固定に比べ 1/3 となっている。滑動が起り易いほど応答断面力の部材間の格差も減少し、滑動現象が断面力分散と低減の両方の役割を果たしていることが解る。

4 結言

過大な地震応答を受けた場合、積載物は滑動する方が耐震工学的には有利であることは数値計算の結果からも実証された。自由度の縮約を行う際、解析モデルの何処の節点を質点にするかについては、注目する断面力に考慮して決定しなければならない。今後、床ごとに積載物の滑動状態（積載物の分布状態、摩擦係数、ストッパー等）を変更して系全体の動的特性を検討することは興味ある研究である。

参考文献：1) 日本産業機械工業会：地震時立体自動倉庫の安全化に関する調査研究報告書，1981.6

2) 廣瀬康之・中川建治：積載物が滑動する系の動的特性に関する研究，土木学会中部支部平成三年度研究発表会講演概要集，80, 1992.3 3) 廣瀬康之・中川建治：積載物が滑動する場合の鉄骨構造物の耐震特性，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第1部，1300, 1992.9 4) 八谷豊幸・廣瀬康之：立体駐車場の動的特性の比較に関する研究，土木学会中部支部平成四年度研究発表会講演概要集，135, 1993.3 5) 廣瀬康之・信川俊二・郷睦和・中川建治：積載物が滑動する場合の自動倉庫のラックの地震時動的応答，日本機械学会関西支部第68期定時総会講演会講演論文集，No. 934-3, 4, 1992.3

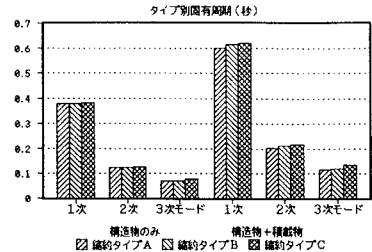


Fig. 3

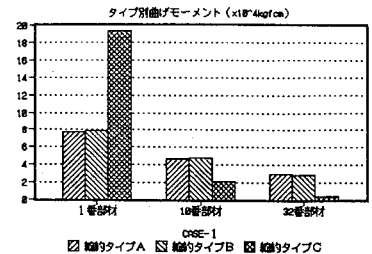


Fig. 4

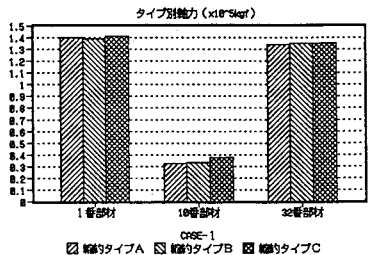


Fig. 5

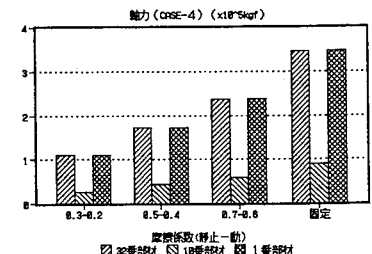


Fig. 6