

I-457

垂直循環式立体駐車場の地震応答解析

岐阜大学大学院 ○学生員 中谷俊一
 岐阜工業高等専門学校 正会員 廣瀬康之
 岐阜大学工学部 正会員 中川建治

1. はじめに

近年多数建設されている立体駐車場には大きく分けて自走式、エレベーター式立体駐車場と垂直循環式立体駐車場とに分けられる。これらのうちエレベーター式及び垂直循環式立体駐車場は鉄骨骨組構造物の柔構造であるため地震外力を受けると共振現象を起こし易い特徴を持っている。しかし、現実にはこれらの立体駐車場は収納される車とそれを受けるパレットが梁の上に載荷されるのみで固定されていないため、構造物が大きな外力を受け共振すると積載物がその変位に付随していけなくなり構造物に対して滑動し始める。このことにより構造物の共振現象は回避される。積載物の滑動によるこの共振現象の回避は実験及びエレベーター式駐車場に対する過去の解析で明らかにされている。本研究では立体駐車場のもう一つの形式である垂直循環式立体駐車場について解析を行う。この構造の内部にある複振子系としてゴンドラの運動による減衰効果を応答の経時変化を中心に報告する。

2. 方法

既設の標準的な垂直循環式立体式駐車場を解析対象として、これを2次元平面モデルとして10個の節点の水平変位を自由度とする系に置き換える。垂直循環式駐車場においては車両はチェーンから伸びた腕にピン結合されたゴンドラ型のパレットに収納される。これをモデル化するに当たりゴンドラがピン結合になっていることに着目し、それぞれのゴンドラ(車両とそれを積載するパレットの重量)を単振り子として各縮約点に吊り下げる。(図2、図3)これを解析モデルとして振動方程式をつくり newmark's β methodを用い逐次積分を行い解析を試みた。その解析における全ステップの加速度、速度、変位及び部材力データを解析対象として時系列及び周波数系列から解析を行う。

3. 数値計算例

地震外力としてここでは EL-CENTRO 地震波を用い、その最大加速度を $300(\text{gal})$ として入力波とする。この地震波は2.2秒付近で最大加速度を示す波形となっており、その周波数成分をみると0.45、0.55、0.85秒周期の成分が大きく現れる特徴を持っている。これを入力地震波として逐次積分を1/1000秒間隔で行った。計算例として、構造物を固定モデルとして左右のクリアランス幅を0cmとして積載物が構造物と一体となったもの、ゴンドラモデルとして左右のクリアランスを15cmとしてゴンドラが自由に振動するもの、左右のクリアランスを5cmとしてゴンドラが構造物に衝突するものの3つのモデルに対して計算を行った。それぞれのモデルの固有周期は第1固有周期で固定モデルで0.75秒、ゴンドラモデルで0.55秒、第2固有周期で固定モデルで0.26秒、ゴンドラモデルで0.18秒となっている。そのため、この計算例においては EL-CENTRO 地震波を用いた場合地震の周波数成分のうちゴンドラモデルの第1固有周期に当たる0.55秒成分が大きいためゴンドラモデルに対して不利な地震外力設定となっている。

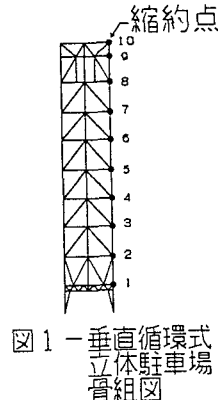


図1 垂直循環式立体駐車場の鉄骨組図

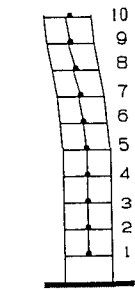


図3 解析モデル

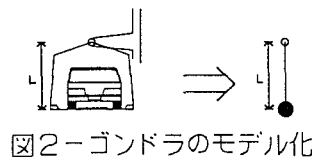


図2 ゴンドラのモデル化

4. 解析結果

固定モデルと衝突なしの Gondra モデルとを比較してみる。変位の時間変化をみると固定モデル、Gondra モデルのいずれも最大加速度を受ける2.2秒付近で最大変位を示している。その変位動向を見ると Gondra モデルは固定モデルの変位の絶対値を小さくしたような変位パターンを示している。その周波数成分を見ると、どちらもその第1固有周期近傍で大きな応答を示すが固定モデルの方が Gondra モデルより第1固有周期近傍の立ち上がりが大きくまた広範囲において立ち上がっており、変位応答としては Gondra モデルの減衰効果は大きいことが示された。部材の曲げモーメントの経時変化は第2固有周期がモーメントに対して大きく影響することを示している。その特性は変位同様2.2秒周辺で最大モーメントが現れており固定モデルの方が大きな値を示している。5秒以降においては固定モデルと Gondra モデルのモーメントとの間の応答の大きさの差はあまり見られないが、これは地震加速度データの4秒以降の周波数成分が Gondra モデルの第2固有周期近傍で大きくなっているため、このような結果が現れているのではないと思われる。曲げモーメントの周波数(図7)では第2固有周期において大きな立ち上がりが見られる。Gondra の衝突が生じない場合は、変位も曲げモーメントも経時変化と周波数分析との結果より Gondra モデルの減衰効果が確認される。

Gondra モデルにおける衝突の効果をみると Gondra の衝突のない揺れによる減衰効果よりさらに大きな効果が確認された。しかし、最大変位の減衰効果は Gondra の運動が衝突により急激に変化するため、必ずしも小さくなるということにもならない。

以上の結果より垂直循環式立体駐車場に対しても、エレベーター式駐車場同様の地震外力が加わった場合の積載物の運動による構造物の変位及び部材力の減衰効果が明らかとなった。

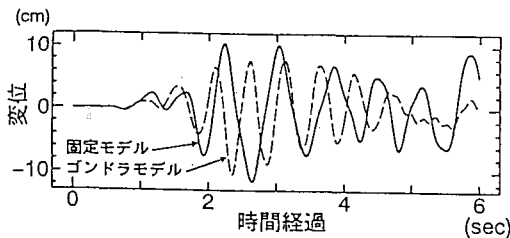


図4-第10縮約点の変位

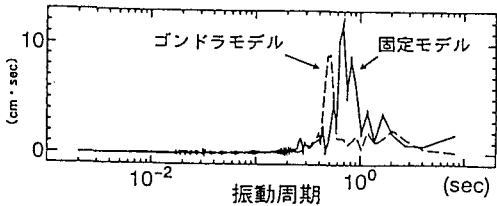


図5-第10縮約点の変位のフーリエスペクトル

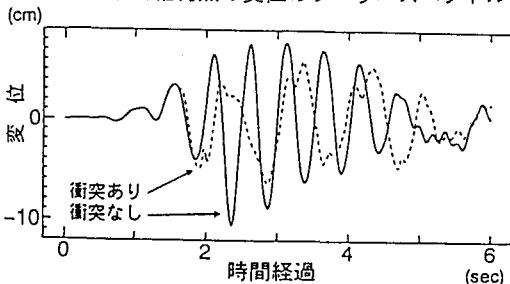


図8-第10縮約点の変位における衝突の影響

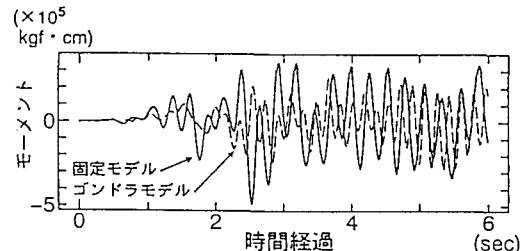


図6-第1番部材のモーメント

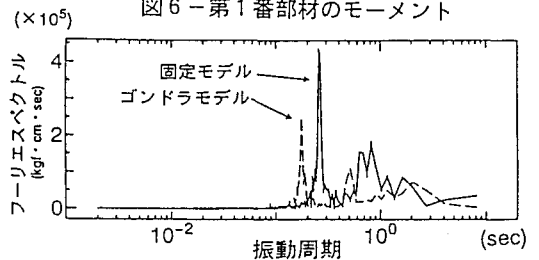


図7-第1番部材のモーメントのフーリエスペクトル

参考文献

- 1) 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3年度研究発表会講演概要集、1992.3
- 2) 廣瀬康之、中川建治: 積載物が滑動する場合の鉄骨骨組み構造物の耐震特性、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第1部、1992.9