

I - B381 立体駐車場における積載物の積載箇所による動的特性への影響

岐阜工業高等専門学校 正会員 廣瀬康之

岐阜工業高等専門学校 学生員 山田 暁

岐阜大学 工学部 正会員 中川建治

1. はじめに

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づいて過大な加速度を受けるき積載物(車両とパレット)が滑動することによって固有周期が変化し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ると共に、自重と滑動可能な積載物との重量比が大きいため積載物の滑動による影響が顕著に現れるという特性をもっている。¹⁾

また立体駐車場というのは、一定の積載分布状態が長時間継続することは希で、積載物の分布状況が時間毎に変化することが多い。そこで今回は構造物と積載物つまり一定固定重量における積載重量の比(重量比)とその積載箇所に重点を置き、共振現象をより合理的に回避するためコンピュータでシミュレートしながらそれらが与える動的特性への影響を究明する。

2. 解析方法

構造物を2次元骨組み構造として、剛性マトリックス、質量マトリックスから固有値と固有ベクトルを求め、それより減衰マトリックスを推定し振動方程式を作成する。これを微小時間間隔(0.001sec)でNewmarkの β 法を用いて数値積分する。滑動現象の取り扱いについては、積載物質量 m は最初構造物質量 M と一体に扱われるが、積載物に働く慣性力が静摩擦抵抗の限界を超えたとき、独立な質量として滑動を開始する。静摩擦係数 μ_s 、動摩擦係数 μ_d 、重力加速度 g 、構造物の変位 y 、積載物の変位 u とすると

$$\text{滑動開始条件: } m \ddot{y} \geq m g \mu_s$$

活動中に作用する力:

$$\dot{y}_j - \dot{u}_j > 0 \quad \text{なら} \quad F_j = m g \mu_d$$

$$\dot{y}_j - \dot{u}_j < 0 \quad \text{なら} \quad F_j = -m g \mu_d$$

という外力で積載物は運動するが、柱に衝突したり落下はしないものとする。本体の方では積載物の自重を切り離す代わりに床面で $-F$ という外力を受けることになる。滑動開始後に再び床と一体運動する条件は次のように設定する。

$$\text{滑動停止条件: } |\dot{y}_j - \dot{u}_j| < \varepsilon \quad \text{かつ}$$

$$|m \ddot{y}_j| \leq m g \mu_d$$

3. 解析条件

【解析モデル】

解析対象である立体駐車場のモデルを図1に記す。

規模は高さ36.0m、幅16.2m、構造物重量145.8tというものである。図中の黒丸は縮約点である。

【入力加速度】

周期0.2~0.9(s)の定振幅の正弦波を与え最大加速度は300galとする。

【構造条件】

構造系の減衰定数は1%、静止摩擦係数は0.1~0.8までとし、動摩擦係数は静止摩擦係数の80%とする。

【積載条件】

無積載、満載、123層のみ積載、456層のみ積載、789層のみ積載、全層に満載時の1/3を積載、の6通りを、それぞれ状態で積載物の滑動を禁止した場合と考慮した場合で解析を行う。

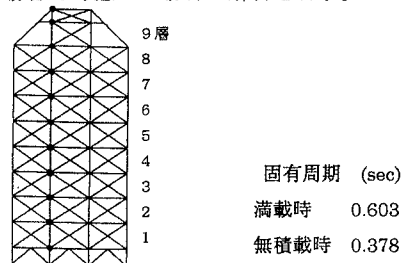


図1 解析モデル

キーワード: 応答解析、耐震性、共振、滑動

連絡先: 〒501-04 岐阜県本巣郡真正町 Tel 058-320-1403 Fax 058-320-1409 E-mail hirose@gifu-nct.ac.jp

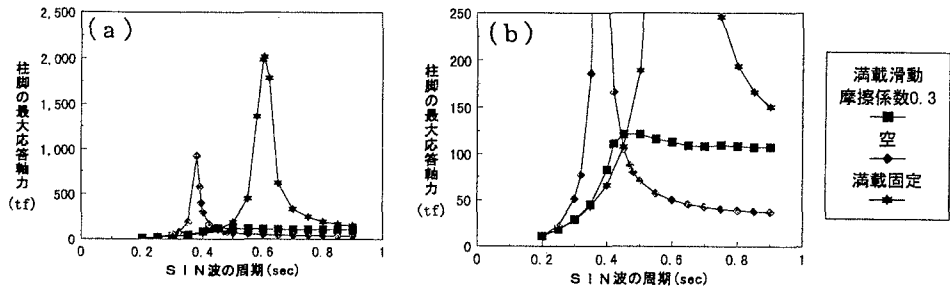


図2 無積載および満載時の周期応答曲線

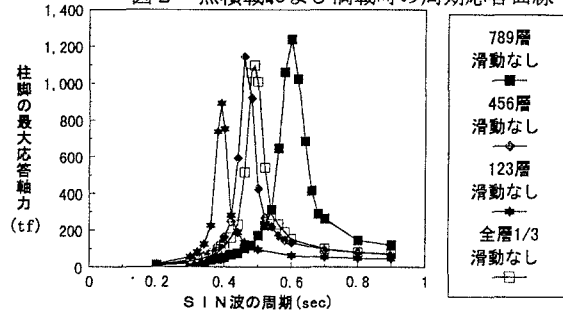


図3 積載場所を変化させ滑动を考慮しない場合の周期応答曲線

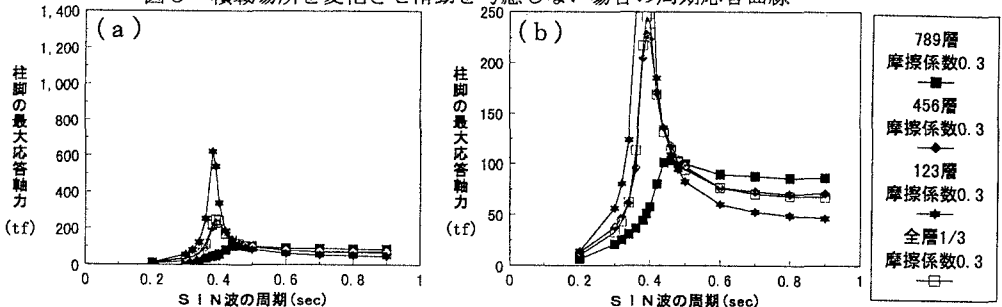


図4 積載場所を変化させ滑动を考慮した場合の周期応答曲線

4. 解析結果及び考察

図2は無積載、満載固定及び満載滑动時の各周期における柱脚の最大応答軸力を表した周期応答曲線である。滑动時の応答曲線は最大応答軸力が最小となった（滑动により最も共振が抑えられた）²⁾、静摩擦係数0.3のときのものである。各図の（b）はそれぞれのY軸を拡大したものである。図2より無積載状態の時よりも満載で滑动させたときの方が最大応答軸力が小さく抑えられている事が分かる。図3は満載時の1/3の積載量を積載場所を変え、固定状態で解析したときの周期応答曲線である。図3より固定状態では上層に積載した場合の方が最大応答軸力が大きいことが分かる。図4は図3と同じ積載状態で滑动を考慮して解析したときの周期応答曲線である。滑动を考慮した場合では下層に積載した場合の方が最大応答軸力が小さくなっていることがわかる。上層（789層）に積載した場合の方は滑动により共振がかなり回避されているのに対し、下層（123層）に積載した場合では滑动による共振抑制効果が少ししか見られない。これらの結果より積載物の滑动を考慮した場合、積載物を上層から積載していった方が、共振抑制という面から見れば耐震工学上有利な場合があると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤直樹・廣瀬康之・中川建治：積載物と滑り具合による立体駐車場の耐震性への影響、第51回土木学会年次学術講演会講演概要集、1996.2
- 2) 山田暁・加藤直樹・廣瀬康之・中川建治：立体駐車場における積載物の滑り具合と地震応答、土木学会中部支部平成8年度研究発表会講演概要集