

4 層骨組構造模型の浮き上がり振動台実験 —Sweep 波の入力—

北海学園大学大学院 学生会員 ○沢江 和樹

北海学園大学 フェロー 当麻 庄司

1. はじめに

構造物の耐震方法として、浮き上がり効果を利用することはよく知られている¹⁾²⁾³⁾。浮き上がりは、構造物が地震力を受けたとき、構造物全体のロッキング振動により生じる。このとき、構造物の底部に作用する転倒モーメントと重力が均衡状態になり、構造物をわずかに浮き上がらせることによって運動エネルギーが消費され、構造物に減振効果を生じさせる。ここでは、図-1に示す4層の小型骨組み構造物模型が Sweep 波を受ける場合、浮き上がりによる減振効果がどの程度あるのかを確認するための実験を行った。以下、その実験結果について記述する。

2. 実験方法

本実験では、図-1に示す4階骨組構造物模型に Sweep 波を水平方向に入力し、加速度および部材に生じるひずみ量を 100Hz 間隔で測定した。加速度の計測は、図-1に示すように、水平方向は各階層、鉛直方向は最上部と3階床面の左右および振動台面の5箇所計測した。ひずみの計測は、各階左柱の下部4点で実施した。また、実験では構造物模型を固定した場合と浮き上がりを許容した場合について比較する。浮き上がりが発生させるためには、振動台と模型を固定している4本のボルトを緩めて、模型のロッキング運動を許容した。このボルトを緩めた状態を今後“浮き上がりの場合”

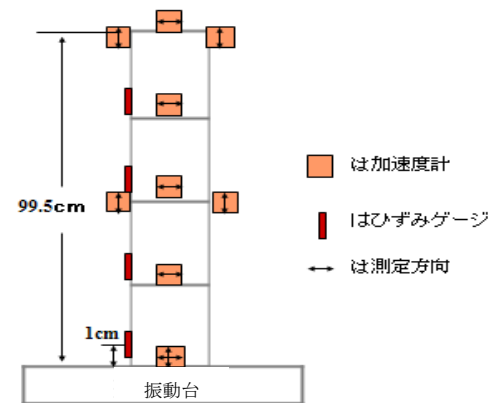


図-1 加速度計とひずみゲージの配置

と呼ぶことにする。入力波条件は、最大加速度 $68.7\text{cm/s}^2(0.07\text{G})$ 、振動数の範囲を $1\sim 20\text{Hz}$ 、振動台への入力時間を 3min とした。なお、共振時の周波数はおおよそ1次で 2.9Hz 、2次で 8.8Hz 、3次で 13.6Hz であった。

3. 加速度の測定結果

3.1 水平加速度による比較

図-2と3に、それぞれ4階床面と最上階（4階天井）における水平方向加速度を示す。上段は固定、下段は浮き上がりの場合の結果である。最上階の結果（図-3）に表れている3か所の大きな振動は、3次モードまでの共振状態である。

4階床面（図-2）では、2次モードにおいて振動の節となるため、大きな加速度が生じていない。

図-2、3から、浮き上がりが発生した場合は、固定した場合に比べ1次モードで大きく減振していることがわかる。これは、浮き上がりは1次モードの共振時のみ発生し、他のモードでは生じなかったためである。従って、浮き上がりが生じていない2次と3次のモードでは振動状態は同じであり、固定と浮き上がりの違いはほとんどない結果となった。1次モードの浮き上がりで生じている高周期の振動は、後で述べる落下衝撃の

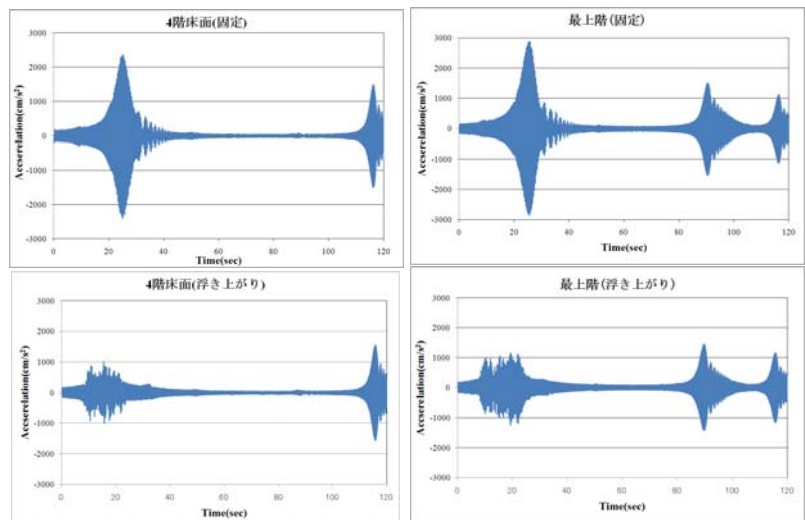


図-2 4階床面水平方向加速度

図-3 最上階水平加速度

キーワード：振動実験，制振実験，骨組み構造，浮き上がり，ロッキング運動

連絡先：〒064-0926 札幌市中央区南26条11丁目 北海学園大学工学部 TEL 011-841-1161

影響である。

最上階と 4 階床面を比較すると、水平方向加速度は最上階の方の振動が大きく、浮き上がり時の減振効果も大きくなっている。

3.2 鉛直加速度による比較

図-4 と 5 は、それぞれ振動台面と最上階の鉛直加速度である。1 次モードで模型が浮き上がった場合、落下時に床面に衝突して衝撃を受けるため、最上階（図-5）ではグラフ範囲を局所的に超えていることがわかる。そして、振動台面（図-4）ではその衝撃の影響が現れている。

また、浮き上がりが発生しない 2 次と 3 次のモードでは、固定と浮き上がり双方に加速度の差はほとんどない。

4. ひずみの測定結果

図-6 と 7 は、それぞれ 1 階と 2 階の柱ひずみの計測結果を示している。水平加速度と同様、1 次モードで浮き上がった場合（下段）は固定した場合（上段）に比べひずみが大きく低下している。このことにより、浮き上がりの場合は部材に対する作用力が大きく減少していることがわかる。また、2 次、3 次モードでは浮き上がりが生じないため、固定した場合と浮き上がりの場合で大きな違いはなかった。図-7 の 2 階柱のひずみでは、図-2 と同様に 2 次モードで振動の節となるためひずみが生じていない。

図-6 と 7 における 1 次モードの違いにみられるように、固定した場合上の階にいくにしたがってひずみ量は徐々に減少した。その結果は、1 次振動モード形をよく表している。

図-6 と 7 における 1 次モードの違いにみられるように、固定した場合上の階にいくにしたがってひずみ量は徐々に減少した。その結果は、1 次振動モード形をよく表している。

5. まとめ

ここでは、浮き上がり効果が骨組み構造物の振動にどのような効果もたらすかを検討するため、4 層骨組構造物模型を用いて振動台実験をおこなった。この実験より、浮き上がりによる減振効果を検証することができた。今後の課題としては、浮き上がりの落下時に衝突により鉛直方向の加速度が大きくなるため、この衝撃をやわらげる対策を検討する必要がある。また、浮き上がりの場合ロッキング振動により構造物全体の変形は大きい。従って、今後の研究はこれらの問題を解決するため、解析的な研究を含めて進めていく必要がある。

参考文献

- 1) 緑川光正, 須藤智文, 麻里哲広, 小豆畑達哉, 石原正: ベースプレート降伏により柱脚浮き上がりを許容した 10 層鉄骨架構の 3 次元地震応答, 日本建築学会構造系論文集, 第 74 巻, 第 637 号, 495-502, 2009 年 3 月。
- 2) 豊巻真悟, 麻里哲広, 緑川光正, 石山祐二: 構造物の浮き上がりと応答に及ぼす地震動上下成分の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2006 年 9 月。
- 3) 和田章, 山田哲, 小野泰寛, 小林勝己, 佐々木康人: 弾性地盤上の建築構造物の地震時浮き上がり現象に関する基礎実験, 日本建築学会構造系論文集, 第 595 号, 57-64, 2005 年 9 月。

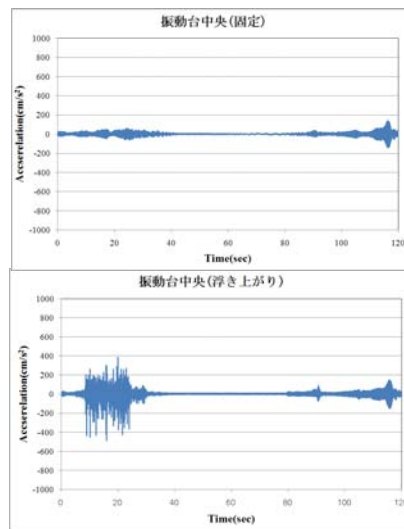


図-4 振動台中央鉛直方向加速度

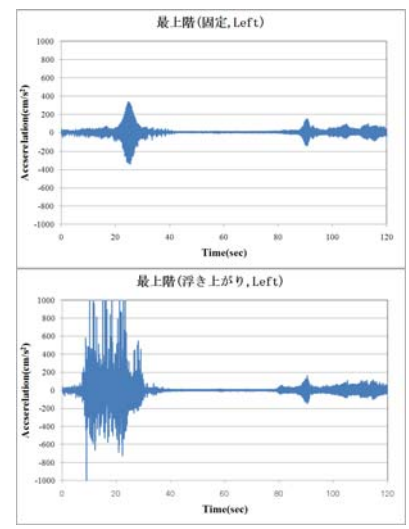


図-5 最上階鉛直方向加速度

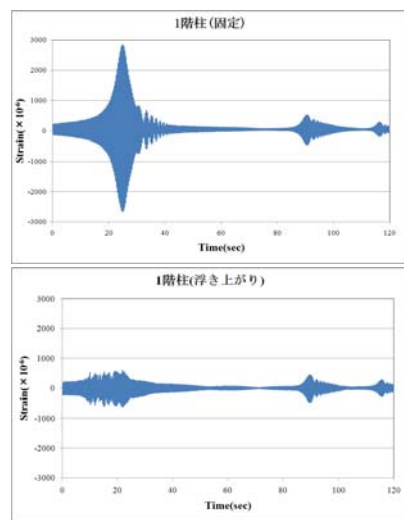


図-6 1階柱ひずみ

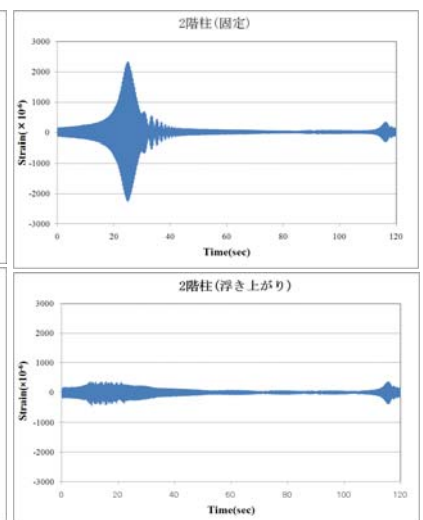


図-7 2階柱ひずみ