

**黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造に関する研究**  
**その2 上屋付き2質点系スウェイモデルによる解析検討**  
**Study on Sliding Base Structure Using Graphite Friction Materials**  
**Part2 Analytical Study by Two-Mass Sway Model**

○大重雄矢<sup>2</sup>, 柳川雅嘉<sup>1</sup>, 波田雅也<sup>1</sup>, 竹内健一<sup>1</sup>, 北嶋圭二<sup>1</sup>, 中西三和<sup>3</sup>, 安達洋<sup>3</sup>  
 \* Yuya Oshige<sup>2</sup>, Masayoshi Yanagawa<sup>1</sup>, Masaya Hada<sup>1</sup>, Kenichi Takeuchi<sup>1</sup>, Keiji Kitajima<sup>1</sup>, Mitsukazu Nakanishi<sup>3</sup>, Hiromi Adachi<sup>3</sup>

**Abstract:** This paper, the sliding base was examined effect of building vibration, through the two-mass sway model conducted time history response analysis.

1. はじめに

本報では、上屋付き2質点系スウェイモデルによる時刻歴応答解析を実施し、上屋の振動が滑り基礎構造にどのような影響を及ぼすのか解析的に検討する。

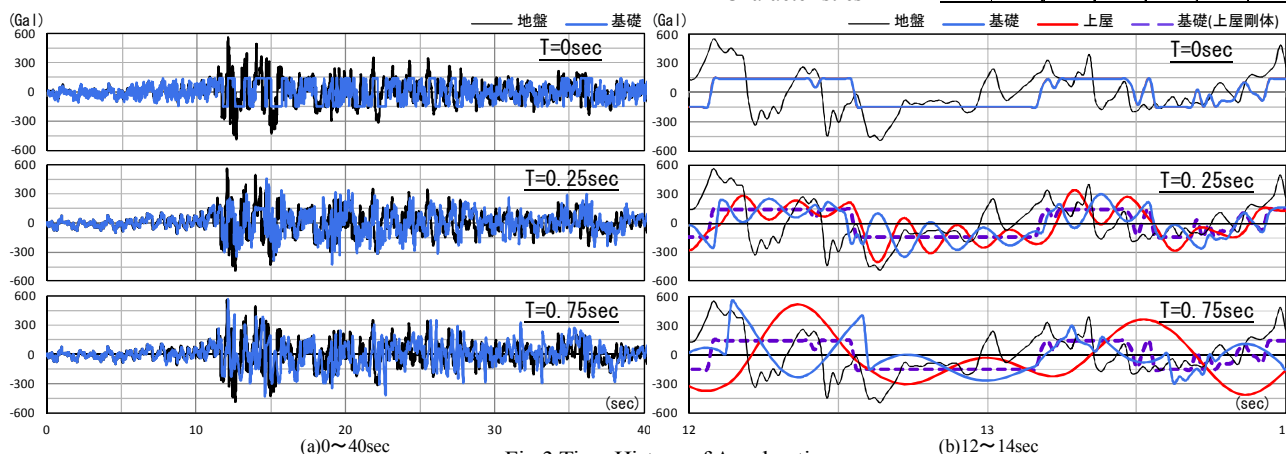
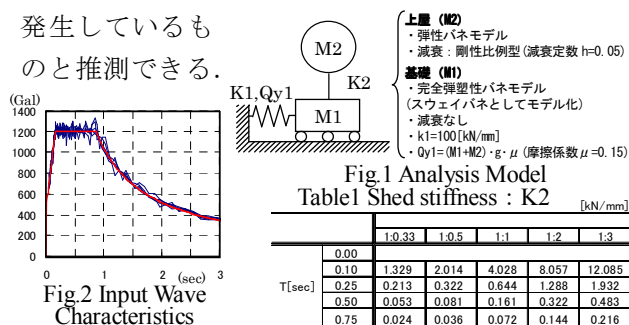
2. 解析概要

Fig.1に解析モデルを示す。解析モデルは、質量 M1の基礎と質量 M2の上屋の2質点系スウェイモデルとし、基礎と地盤間に初期剛性 K1の弾塑性スウェイばねを、上屋には、剛性 K2の弾性ばねを設定した。スウェイばねには、建物全重量[(M1+M2)g]の15%(摩擦係数0.15相当)の力で降伏する完全弾塑性型の履歴特性を設定した(初期剛性 K1=100kN/mm)。減衰は上屋のみに対して設定し、減衰定数5%の剛性比例型として与えた。

解析変数は、基礎固定とした時の上屋の固有周期 T(上屋剛体 T=0sec から0.75sec まで)と、基礎と上屋の質量比(M1:M2)および入力地震動の倍率(0.7,1.0,1.3倍)の3項目である。なお、基礎の質量 M1は1ton で固定しているので、質量比に対応して上屋の質量 M2が変化(0.33~3ton)するため、目標とする固有周期に応じて上屋の剛性 K2を Table1のように変化させた。入力地震動は、Fig.2に示すスペクトル特性を持つ告示波(観測位相(EI Centro, Hachinohe, Kobe, Taft)とランダム位相)の5波を使用した(最大加速度は前報(その1) Table3参照)。

3. 解析結果

3.1 加速度波形 Fig.3(a)に、質量比1:1で T=0, 0.25, 0.75sec の時の加速度波形を示す(EI Centro 位相, 入力倍率1.0)。(a)には継続時間0~40sec までの地盤と基礎の加速度波形を、(b)には継続時間12~14sec までを拡大した地盤、基礎および上屋の加速度波形を示している。図より、上屋が剛体(T=0sec)の時は基礎の加速度は150Gal で頭打ちとなっているのに対し、上屋が振動する T=0.25と0.75sec の時では、基礎の加速度は約450Gal 程度まで上昇していることがわかる。なお(b)図より、基礎と上屋の加速度波形は、上屋が剛体の時に頭打ちとなる150Gal を基準(図中破線)にして、同振幅で逆位相の振動をしていることが見てとれる。すなわち、上屋が剛体であれば基礎が一定の加速度で滑っている状態の時に上屋が振動するので、基礎と上屋間での自己釣合いの振動モード(全体系の2次モード)が発生しているものと推測できる。



1 : 青木あすなろ建設株式会社 2 : 日大理工・院・海建 3 : 日大理工・教員・海建

**3.2 最大応答値の比較** 上屋の固有周期ならびに基礎と上屋の質量比が変化すると、基礎および上屋の最大応答値がどのような影響を受けるか比較・検討する。なお、本研究では入力地震動 5 波を用いて検討しているが、波形の影響はあまり見られなかったので、本報では El Centro 位相波入力時の結果のみを示す。

**(a) 固有周期変化時** Fig.4(a)に、質量比1:1(入力倍率1.0)の条件下で、T を変化させた時の基礎と上屋の最大応答加速度を示す。図より、上屋が剛体の時(T=0sec)に150Gal であった基礎と上屋の応答加速度が450Gal 程度(T=0.75sec の時は600Gal 程度)に上昇していること、そして、基礎と上屋の最大応答加速度は全ての周期でほぼ同じ値であること、周期が変化しても著しく最大応答加速度は変化しないことがわかる。また、Fig.5に示すように、基礎固定時の上屋の最大応答加速度が1200Gal 程度であるのに対し、滑り基礎構造であれば、上屋が振動しても応答低減が図られていることが確認できる。なお、Fig.4(b)には入力倍率を変化させた時の結果を示しているが、入力倍率を変化させても上屋(基礎もほぼ同じ)の最大応答加速度は変わらないことがわかる。

Fig.6(a)には、質量比1:1(入力倍率1.0)の条件下での、地盤と基礎の最大相対変位および残留変位を示す。両変位ともに上屋の固有周期が伸びると若干上昇する傾向にはあるが、上屋剛体時に対して著しく変化はしておらず、最大相対変位・残留変位ともに20~40cm 程度であった。(b)図は入力倍率を変化させた時の結果であるが、入力倍率が変化すると、その比率に応じて両変位ともに変化することがわかった。

**(b) 質量比変化時** Fig.7に、上屋の固有周期 T=0.25sec(入力倍率1.0)の条件下で、質量比を変化させた時の基礎と上屋の最大応答加速度を示す。図より、質量比1:1では基礎と上屋の最大応答加速度がほぼ同じ値であったのに対し、上屋の質量が小さくなると上屋の加速度が大きくなり、上屋の質量が大きくなると上屋の加速度が小さくなる結果が得られた。また、上屋の加速度が大きいと基礎の加速度は小さく、上屋の加速度が小さいと基礎のそれが大きいという関係が確認できる。ここで、基礎と上屋の加速度の大きさを、上屋剛体時に基礎が滑る150Gal との差をとって評価すると、質量比の逆数と一致していることがわかる。例えば、質量比1:3の時、基礎600Gal、上屋300Gal なので150Gal との差は450:150(=3:1)となっている。このことは、Fig.8の質量比1:0.33, 1:1, 1:3の時の基礎と上屋の加速度波形(継続時間を12.4~13.3sec に拡大)を見るとより明らかである。基礎と上屋の加速度波形は、上屋

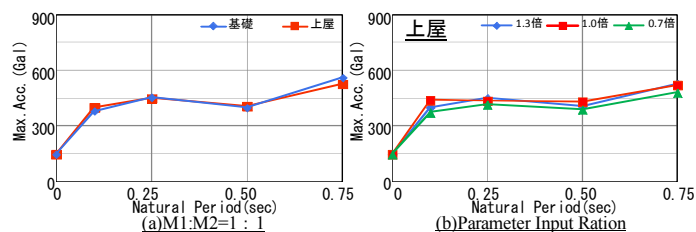


Fig.4 Maximum Response Acceleration (Parameter Natural Period)

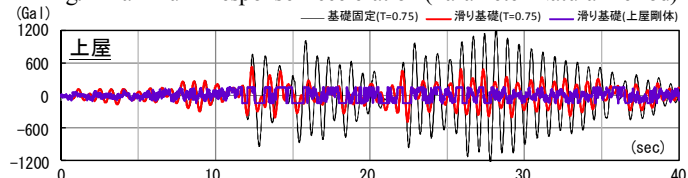


Fig.5 Time History of Acceleration

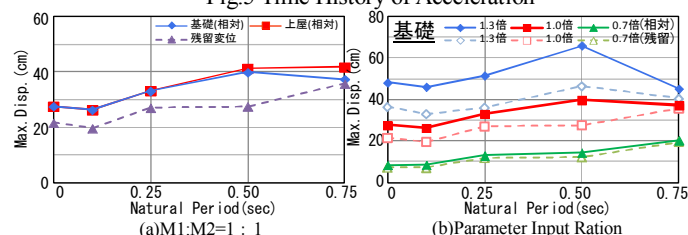


Fig.6 Maximum Response Relative Displacement & Residual Displacement

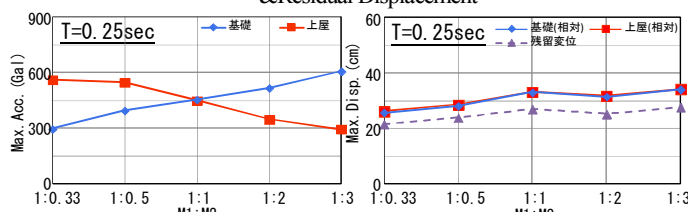


Fig.7 Max. Resp. Acceleration (Parameter Mass Ratio)

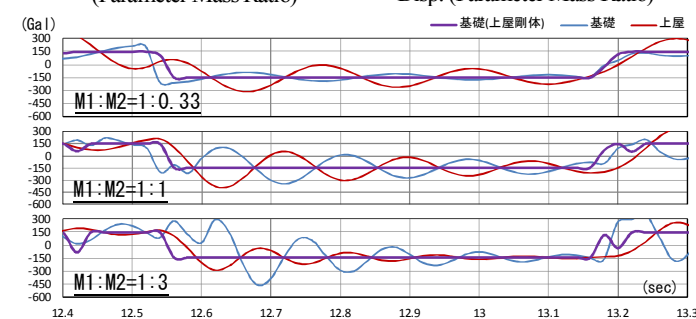


Fig.8 Time History of Acceleration

が剛体の時に頭打ちとなる150Gal を基準(図中破線)にして、逆位相の自由振動をしており、基礎と上屋の振幅の大きさの比は質量比の逆数と同じ比率になっている。

Fig.9には、T=0.25sec(倍率1.0)の条件下での、地盤と基礎の最大相対変位および残留変位を示す。両変位ともに質量比が大きくなると上昇する傾向にあり、最大相対変位・残留変位ともに20~30cm 程度であった。

#### 4. まとめ

以上、本報では上屋付き2質点系スウェイモデルによる時刻歴応答解析を実施し、滑り基礎構造の応答性状について検討した。

#### [参考文献]

1) 柳川ほか：滑り基礎構造の地震入力低減効果に関する基礎的研究, AIJ 大会, B-2, pp.313-314, 2010