

黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造に関する研究

その 8 上屋付き模型試験体の加振実験

Study on Sliding Base Structure using Graphite Friction Materials

Part8 Shaking Table Test with Shed Model Specimen

○原田耕成¹, 柳田佳伸², 波田雅也², 竹内健一², 北嶋圭二³, 中西三和³, 安達洋⁴

* Yasuaki Harada¹, Yoshinobu Yanagida², Masaya Hada², Kenichi Takeuchi², Keiji Kitajima³, Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi Adachi⁴

Abstract: This paper describes shaking table test with shed model specimen.

1. 研究目的

本研究は、コンクリート製の人工地盤上に安価で摩擦係数の小さな摩擦材(黒鉛粉末)を塗布することにより、大地震時に建物へ入力される加速度が頭打ちとなる”滑り基礎構造(Fig.1)”に関するものである。これまでの研究により、黒鉛粉末を摩擦材とした滑り基礎の摩擦係数は0.15~0.20程度であり、摩擦係数は滑り速度や面圧に依存しないこと¹⁾、基礎板の加速度は150~200cm/sec²で頭打ちとなり、入力波特性の影響は受けにくいこと²⁾などの知見が得られている。また、上屋付き2質点系スウェイモデルによる解析により、上屋が剛体であれば基礎板は一定の加速度(150cm/sec²程度)で頭打ちとなるが、上屋が振動すると基礎板と上屋間で自己釣り合いの振動モードが発生し、基礎板の加速度は一定の加速度では頭打ちにならないことが指摘されている³⁾。

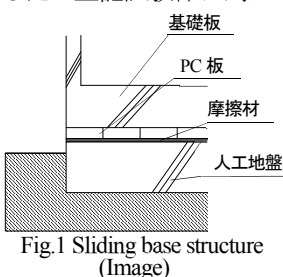
本報(その8)では、これまでの解析的な検討により得られた、上屋付き滑り基礎構造建物の応答性状を実験的に確認することを目的とし、上屋付き滑り基礎構造建物の試験体に対する加振実験を実施する。また、上屋が剛性偏心している場合の上屋付き滑り基礎構造建物の応答性状についても実験的に確認する。

2. 試験体概要

Fig.2に試験体概要、Table1に試験体諸元を示す。試験体は上屋が剛体、無偏心、偏心の3タイプとし、基礎構造が固定基礎、滑り基礎の2タイプの計6種類とした。

上屋は、各試験体共通とし、幅310×310mm、厚さ30mm、重さ86Nの金属板2枚を床および上屋、直径3mm、全長300mmの鋼材6本を柱として使用した。上記試験体に対し、床と上屋の間に4枚のアルミ板を取り付け固定させたものを上屋剛体、上屋の剛性が加振方向に対して偏心していないものを上屋無偏心、無偏心試験体を90°

回転させ加振方向に対して剛性



偏心させたものを上屋偏心とした。なお、固定基礎時の無偏心試験体の固有周期は0.31sec、偏心試験体の固有周期は0.35sec、上屋偏心の試験体の剛性偏心率は0.27である。

人工地盤および基礎板は、ともにコンクリート製の平板とし、幅600×250mm、厚さ40mm、重さ150Nの平板を人工地盤、幅250×250mm、厚さ50mm重さ70Nの平板を基礎板として使用した。摩擦材の黒鉛粉末は人工地盤上全面に4.5g(30g/m²)塗布し、基礎板を滑らせてなじませたものを滑り基礎とした。なお、基礎板を人工地盤に固定したものを固定基礎とした。

3. 実験方法

実験はサーボモータ式小型振動台を用い、人工地盤を振動台床に固定して実施した。入力加振波特性をTable2に示す。加振波は変位振幅を漸増させたsin波3波(1.33Hz,2Hz,4Hz)とし、最大加速度がほぼ500cm/sec²となるように変位振幅を調整した。計測項目は、人工地盤(小型振動台)および基礎板、上屋の絶対加速度を加速度計および画像センサーにより計測した。

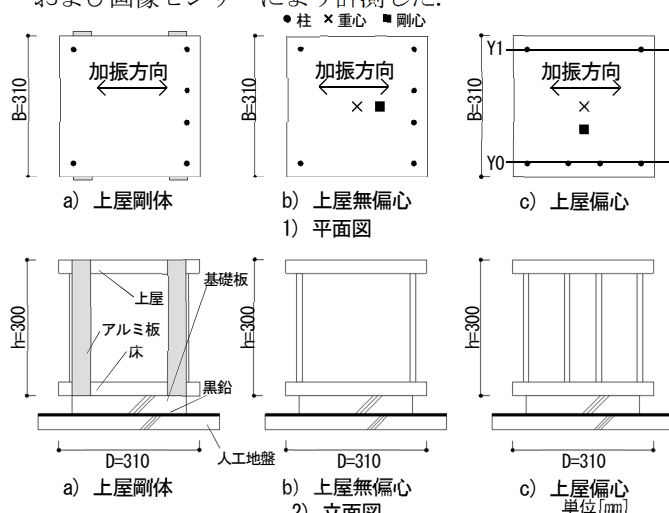


Fig.2 Test specimen Table1 Test specimen

上屋タイプ	B [mm]	D [mm]	h [mm]	固有周期 [sec]	基礎板重量 [N]	上屋重量 [N]	偏心率
剛体	310	310	300	0	173	89	0
無偏心				0.31			
偏心				0.35			
					171	86	0.27

1 : 日大理工・院(前)・海建

2 : 青木あすなろ建設

3 : 日大理工・教員・海建

4 : 日大名誉教授

4. 実験結果

4.1 滑り基礎—上屋剛体

Fig.3 に 1.33Hz 加振時の滑り基礎—上屋剛体の地盤、基礎板、上屋の絶対加速度波形を示す。滑り基礎—上屋剛体の場合(Fig.3)では、基礎の加速度は 130cm/sec^2 程度で頭打ちになっていることが確認できる。Fig.4 に摩擦係数と地盤と基礎板の相対変位の関係を示す。摩擦係数は、基礎板加速度を重力加速度で除して算出した。Fig.4 より、摩擦係数は 0.13 程度であり、既往の研究¹⁾²⁾と概ね同等の値となっていることが確認できる。

4.2 固定基礎と滑り基礎の比較

a) 上屋無偏心 Fig.5 に固定基礎—上屋無偏心, Fig.6 に滑り基礎—上屋無偏心の地盤、基礎板、上屋の絶対加速度波形を示す。固定基礎の場合(Fig.5)では、基礎板の加速度は地盤の加速度と同一であるが、上屋の加速度は地盤の加速度に比べいづれの加振波においても増幅されていることがわかる。一方、滑り基礎の場合(Fig.6)では、基礎板と上屋の加速度は地盤に比べいづれの加振波においてもほとんど増幅されていないことが確認できた。また、Fig.5 と Fig.6 の上屋の応答加速度の比較より、上屋無偏心の場合の滑り基礎の明確な地震応答低減効果が確認できる。

Fig.7 は Fig.6 の 1.33Hz 加振時の加速度波形の 3~5sec までを拡大したものである。Fig.7 より、基礎板と上屋の加速度波形は、滑り基礎—上屋剛体の時に頭打ちとなる 130cm/sec^2 を基準(図中破線)にして、概ね逆位相の振動をしており、基礎と上屋間での自己釣り合いの振動モー

	加速度 [cm/sec ²]	速度 [cm/sec]	変位 [mm]
1.33Hz	489	58	70
2Hz	478	38	30
4Hz	505	20	8

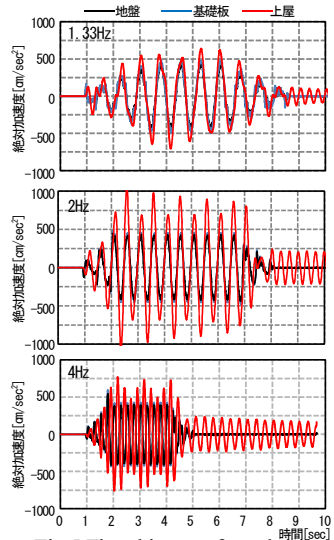


Fig.5 Time history of acceleration (Fix-Normal)

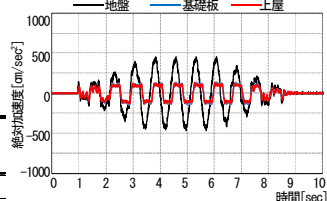


Fig.3 Time history of acceleration (Sliding base-Rigid)

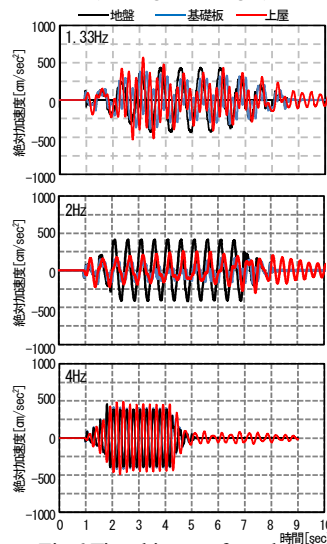


Fig.6 Time history of acceleration (Sliding base-Normal)

ドが発生していることが確認でき、既往の解析結果³⁾と同様の結果が実験によっても得られることが確認できた。

b) 上屋剛性偏心 Fig.8 に固定基礎—上屋偏心, Fig.9 に滑り基礎—上屋偏心の地盤、基礎板、上屋の絶対加速度波形を示す。なお、基礎板と上屋の加速度は、柱が 4 本側を Y0, 2 本側を Y1 とする。固定基礎の場合(Fig.8)では、上屋無偏心と同様に基礎板の加速度は地盤の加速度と同一であるが、上屋の加速度は地盤の加速度に比べ増幅されている。一方、滑り基礎の場合(Fig.9)では、Y0, Y1 ともに基礎板と上屋の加速度は地盤の加速度に比べほとんど増幅されていないことが確認できた。また、Fig.8 と Fig.9 の上屋の応答加速度の比較より、上屋が剛性偏心している場合でも、滑り基礎構造の明確な地震応答低減効果が得られることが実験的に確認できた。

5. まとめ

以上、上屋付き滑り基礎構造建物の応答性状について示した。滑り基礎の場合には上屋の応答加速度は地盤に比べほとんど増幅せず、滑り基礎構造の明確な地震応答低減効果が確認できた。

参考文献

- 1) 北嶋ほか: 黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造に関する研究 その1~3, AIJ 大会, B-2, pp.527-532, 2012.9
- 2) 北嶋ほか: 黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造の加振実験, AIJ 大会, B-2, pp. 537-538, 2011.8
- 3) 渡邊, 北嶋ほか: 黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造に関する研究 その6, AIJ 大会, B-2, pp.489-490, 2014.9

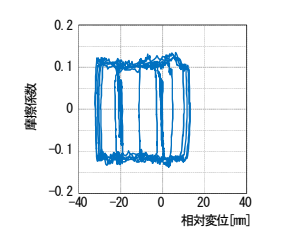


Fig.4 Friction coefficient-rel. displacement relation

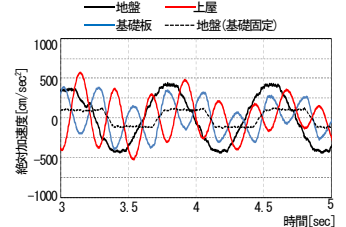


Fig.7 Time history of acceleration (Sliding base-Normal(3~5Sec))

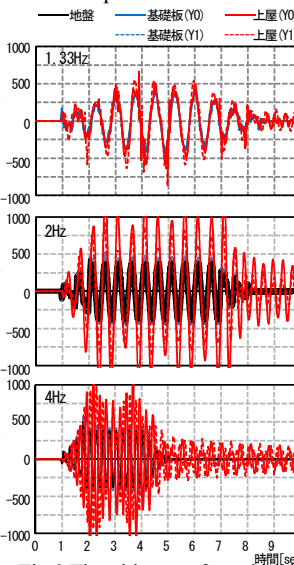


Fig.8 Time history of acceleration (Fix-Eccentricity)

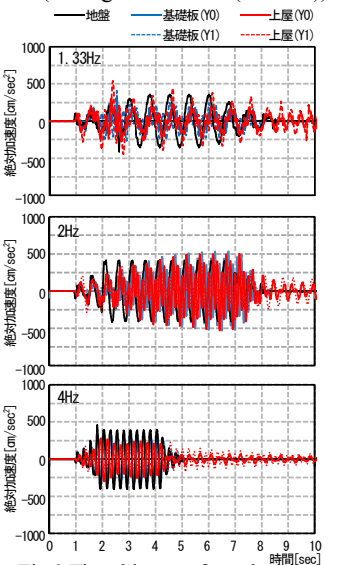


Fig.9 Time history of acceleration (Sliding base-Eccentricity)