

地表地震計に隣接する建物が観測記録に与える影響

○河本悠歩¹⁾・護雅史²⁾・福和伸夫³⁾

- 1) 学生会員 名古屋大学大学院環境学研究科, 名古屋市千種区不老町, kawamoto@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp
- 2) 正会員 名古屋大学大学院環境学研究科, 同上, m.mori@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp
- 3) 正会員 名古屋大学大学院環境学研究科, 同上, fukuwa@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

地盤の強震観測において、地震計を建物に隣接して設置することが少なくない。こうした地震計では、隣接する建物の振動の影響を受けるため、自由地盤の揺れを正確に観測できていない可能性がある。

本論では、建物と地表の高密度観測を行っている建物を対象に、隣接建物が地表観測記録に与える影響について、薄層要素法と有限要素法とを組み合わせた手法¹⁾により解析的検討を行い、強震観測記録との比較・考察を行う。

2. 対象建物概要及び分析方法

対象建物は、名古屋大学校内に立地する7階建てのプレキャストプレストレスコンクリート造で、地盤・杭・建物の計15地点・36成分の高密度強震観測²⁾が行なわれている。表1に建物概要、表2に地盤の諸元、図1に建物形状及び強震観測点配置を示す。図1(a)に示すように、地表観測点は建物の南東、建物端部の張間側で距離5m(G5)、14m(G14)の2地点である。

解析では、既往の検討に基づき³⁾、地震計基礎が観測記録に与える影響は小さいと考え、図1(a)の点線上で、建物から距離 D (=1m, 5m, 10m, 14m, 20m)

の各地点について、隣接建物が地盤応答に与える影響を評価する。なお、この線上では2地点の地表に地震観測点がある。建物上部構造は、既報⁴⁾に従って、質点系せん断型モデルに置換し、入射波には鉛直下方S波を用いる。

一方、強震記録による分析には、紀伊半島南東沖地震(Mj7.4, 2004年9月5日23時57分)における観測記録(最大加速度: 地表31gal, 屋上93gal)を用いる。

3. 解析モデルと観測記録の建物振動特性の比較

図2に、桁行・張間方向について、地盤—建物連成系(RF/G14), Swayのみ固定した基礎固定系(RF/1F), SwayとRockingを固定した基礎固定系(RF/(1F+H0)), の伝達関数(H: 建物の等価高さ, θ : 基礎の回転角), 表3に(RF/G14)の固有振動数における解析モデル・観測記録のSway, Rocking率を示す。

解析モデルは観測記録と比較して、振幅特性にやや差がみられるが、周期特性は概ね捉えている。ただし、張間方向の固有振動数がやや高振動数となっている。また、表3より、解析モデルのSway, Rocking率がやや小さめであるが妥当なモデルといえる。

4. 隣接建物が地震観測記録に与える影響

4.1 解析的検討

図3に、自由地盤の水平応答に対する、建物基礎・建物存在時の地盤応答の伝達関数(桁行・張間・上下)を示す。上下方向については、建物の桁行、張間両方向のRockingの影響を考慮して、鉛直入射した桁行、張間両方向のS波に対する伝達関数を示す。

建物周辺の地盤は、3方向とも、建物の固有振動数付近で建物の振動の影響を受けており、建物から距離が離れるほどその影響は小さくなる。

水平2方向では、張間方向の方が、慣性の相互作用による建物の固有振動数付近で基礎応答の変動、それより高振動数側では、入力相互作用による基礎応答の減少の影響が遠くの地盤まで及んでいる。

上下方向では、入射波にはない上下成分が、建物のRockingによって周辺の地盤に励起されている。その影響は、建物の特性上、Rockingが大きい張間方向で顕著である。

4.2 強震記録分析

図4に、基礎中央・地表2地点の加速度フーリエスペクトル、図5に、(1F/G14)・(GL5/GL14)の伝達

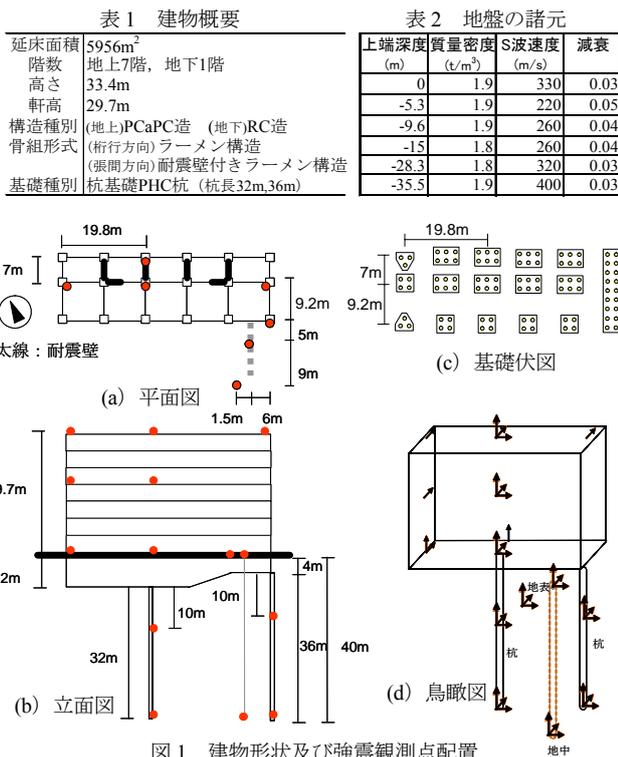


図1 建物形状及び強震観測点配置

関数を示す。ただし、上下方向については、建物の桁行・張間両方向の Rocking の影響を考慮して、桁行端部(1F 西), 張間端部(1F 北)の逆位相の揺れについて検討する。水平2方向の伝達関数(振幅)には解析結果を重ねて示す。

図4より、3方向とも1.5Hz付近より低振動数側では、基礎と地表2地点のスペクトルはほぼ一致しており、地盤と建物が同位相で振動している。しかし、それより高振動数側では、スペクトル形状に違いが現れ、スペクトルがG14, G5, Baseの順に小さくなるピークがみられ、建物の影響が考えられる。

図5(a)桁行方向について、観測記録の(1F/G14), (G5/G14)が共に、解析に対応した傾向を示しており、(G5/G14)は相関も高いので、G14より建物に近いG5が建物基礎の振動の影響をより大きく受け、建物基礎に近い揺れをしていると考えられる。

図5(b)張間方向では、解析モデルの固有振動数がやや高振動数であることを考慮すると、(1F/G14)は解析と対応している。(G5/G14)では、図3(b)より、遠くまで建物の影響が及んでいるため、解析・観測ともに2地点の差が小さくなっていると考えられる。

図5(c)上下方向についても、図3(c)より、建物のRockingの影響が考えられるが、地表2地点は同程度の建物の影響を受けているので、差が小さくなっていると考えられる。

5. まとめ

地表地震計に隣接する建物が観測記録に与える影響について、得られた知見を以下に示す。

解析結果より、建物は

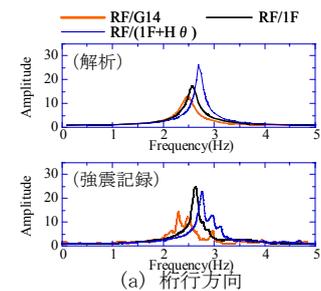


図2 建物の伝達関数(振幅)

表3 Sway, Rocking率

	桁行		張間	
	Sway率	Rocking率	Sway率	Rocking率
解析	8.14%	7.12%	7.25%	22.0%
観測記録	11.3%	8.10%	10.6%	28.6%

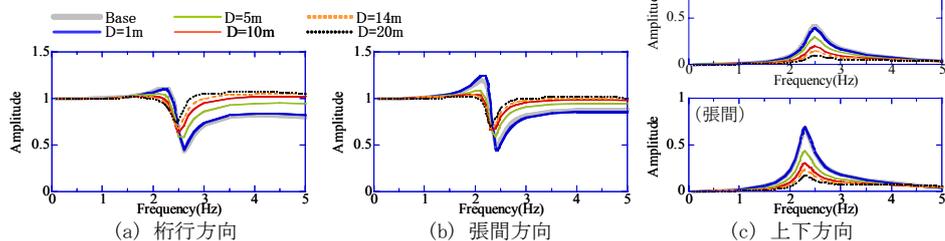


図3 解析より求めた地盤の伝達関数(振幅)

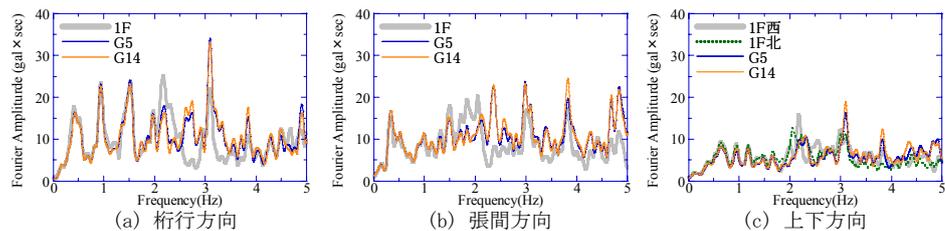


図4 加速度フーリエスペクトル

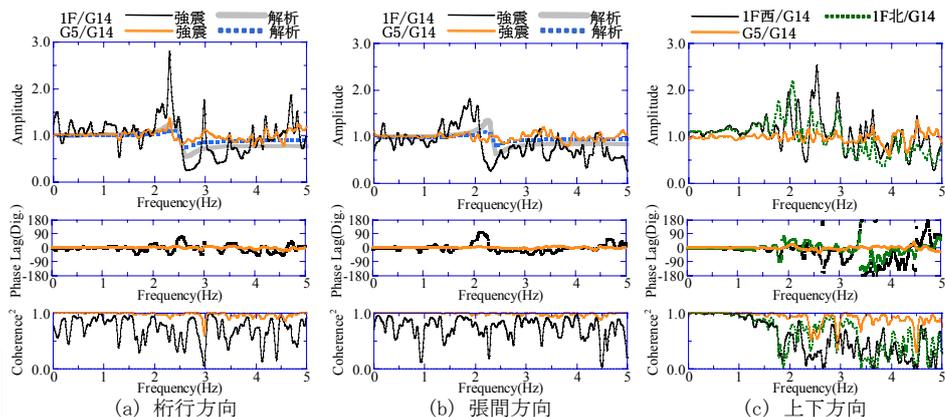


図5 強震記録から求めた地盤の伝達関数(上から振幅・位相遅れ・コヒーレンス)

周辺の地盤応答に影響を与えており、建物から距離が離れるほどその影響は小さくなるのが分かった。水平2方向では、張間方向の方が、建物の影響が遠くの地盤まで及んでいる。上下方向では、張間方向のRockingの影響が現れた。

強震記録の分析より、建物の桁行方向の振動が地表観測点に影響を与えており、建物に近い観測点において、その影響がより大きく確認された。張間方向と上下方向について、地表2地点の観測記録に大きな差がみられず、建物の影響が遠くの地盤にまで及んでいることが考えられる。

なお、強震記録には、建物周囲の埋め戻し土、周辺の他の建物の影響なども含まれていることが考えられる。今後、複数の強震記録について分析し、対象建物の常時微動計測を実施する予定である。

謝辞

本論をまとめるにあたって同大学大学院の飛田潤先生に貴重なご指摘をいただいた。また、中国湖南大学の文学章博士には相互作用解析プログラムを提供していただいた。

参考文献

- 1) 文学章, 福和伸夫:隣接建物の存在が直接基礎の動的相互作用特性に与える影響, 日本建築学会構造系論文集, No. 600, pp. 97-105, 2006
- 2) 松井政樹, 小島宏章, 福和伸夫, 飛田潤, 山崎靖典, 浜田栄太:地盤・杭・建物の高密度強震観測に基づくPCaPC造7階建て建物の振動特性, 日本建築学会学術講演梗概集B-2, 構造II, pp. 85-86, 2005
- 3) 河本悠歩, 福和伸夫, 護雅史, 飛田潤:地震計の基礎形状や隣接建物が地震観測記録に与える影響, 日本建築学会学術講演梗概集B-2, 構造II, pp. 131-132, 2007
- 4) 榊原啓太, 福和伸夫, 飛田潤, 小島宏章:観測された動特性を説明可能な構造物の振動解析モデルの構築, 日本建築学会技術報告集Vol. 13, No25, pp.65-68, 2007