

各階強震観測に基づく PCaPC 造 7 階建て建物の応答モード形状に関する検討

正会員 ○小島宏章*1
同 福和伸夫*2
同 飛田 潤*3

高密度強震観測 立体振動 PCaPC 造
建物と地盤との動的相互作用 地盤-杭-建物系

1. はじめに

中低層建物は、建物と地盤との動的相互作用の影響を強く受けているが、地盤－杭－建物連成系の振動性状を詳細に検討できる観測態勢が整った事例は少ない。本研究で対象とする、プレキャストプレストレストコンクリート造（PCaPC 造）7 階建て建物は、地盤・杭・建物的高密度観測が行われており¹⁾、既報²⁾にて張間方向のロッキングが顕著であることを報告している。本研究では桁行方向と張間方向の振動モード形状を実測から明らかにするために臨時観測点を設け、各階で得られた強震観測記録から杭も含めたモード形状を抽出する。

2. 対象建物と強震観測概要

対象建物は名古屋大学構内に立地する PCaPC 造 7 階建て建物で、表 1 に建物概要を、図 1 に強震観測点配置を示す。強震観測は、竣工後から建物 8 地点・地盤地表 2 地点・地盤地中 1 地点・杭中 4 地点の計 15 地点で、水平 24ch、上下 12ch で行っている。センサーには、建物と地

表 1 建物概要

延床面積	5956m ²	構造種別	(地上) PCaPC 造 (地下) RC 造
階数	地上7階 地下1階	骨組形式	(桁行方向) ラーメン構造
高さ	33.4m		(張間方向) 耐震壁付きラーメン構造
軒高	29.7m	基礎種別	杭基礎 PHC 杭 (杭長36m,32m)

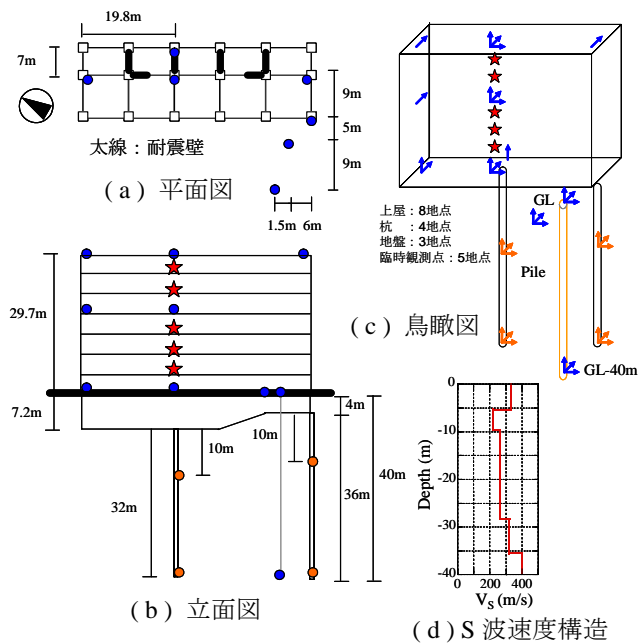


図 1 建物形状及び強震観測点配置

盤にサーボ型加速度計、杭中に分解能は低いが廉価な静電容量型加速度計を採用している。現在これらに加えて図 1 の星印で示した 5 地点に、臨時観測点としてサーボ型加速度計を設置し、上部構造物の各階で強震観測を行っている。以下、これらの強震計で得られた 2007 年能登半島地震の記録（最大加速度：地表 7.0 gal、屋上 27gal）について分析する。

3. フーリエスペクトルから見る建物応答

建物中央の上部構造物各階、地表、地中、杭中間、杭先端の加速度フーリエスペクトルを図 2 に重ねて示す。加速度フーリエスペクトルは、約 300 秒の観測記録の内、主要動を含む 40.96 秒を用いて、0.1 秒の Parzen Window を施して算出している。

図 2 より、1.2Hz より低振動数側は地盤増幅のみだが、1.7Hz より高振動数側では桁行・張間方向合わせて 6 つの

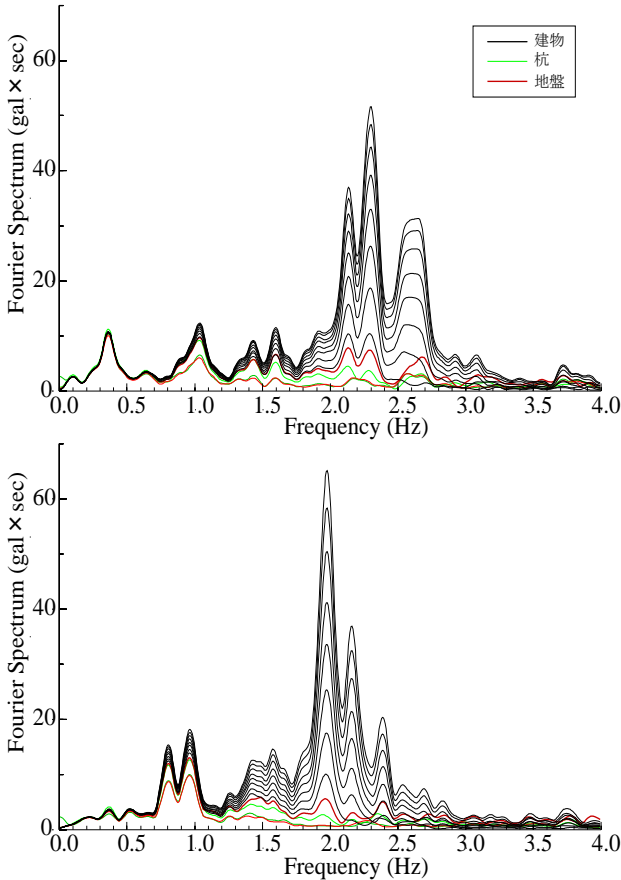


図 2 加速度フーリエスペクトル
(上段：桁行方向、下段：張間方向)

ピークが観測階の順に並んでいることから、上部構造における増幅と判断できる。地中と杭先端はスペクトル形状がよく対応していることから、ほぼ同じ動きをしていると考えられる。

4. 各種固有振動数の推定

ねじれ応答を抽出するために、建物屋上の両端及び、5階・1階の中央と端部の水平動の差と和から算出した張間方向のねじれ・並進成分の加速度フーリエスペクトルを図3に示す。図3より、ねじれ成分は2.35Hz付近、並進成分は1.95Hz付近であることが分かる。

動的相互作用の影響を検討するために、地盤-建物連成系 (RF/GL), 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_v 推定) を図4に示す。図より、桁行方向は2.49Hz (RF/GL), 2.07Hz (RF/1F), 張間方向は2.63Hz (RF/GL), 2.17Hz (RF/GL) が固有振動数と考えられる。SwayとRockingを固定した基礎固定系の伝達関数より、張間方向でRockingの影響が強く現れている。しかし、位相の変化が複雑であり、振幅にもピークが複数現れていることから、今後、杭で得られた記録も含めて杭基礎のねじれやRockingについて追加分析が必要である。

5. 最大加速度分布

前節にて推定した地盤-建物連成系, Swayのみ固定した基礎固定系の固有振動数を中心として、 $\pm 0.1\text{Hz}$ のバンドパスフィルタを施したフィルタ波形で、屋上の最大加速度が発生した時の加速度分布を図5に示す。

桁行方向は上部構造の2階より上部での増幅が顕著である。これに対し、張間方向は、連成系では杭中間から加速度が大きくなり、基礎固定系では1階より上部での増幅が顕著になっている。

6. まとめ

各階で得られた地震記録を分析し、観測記録から応答モード形状を推定した。その結果、桁行と張間方向で加速度分布形状が異なることを観測記録から示した。加速度分布形状を求めるために算出したフーリエスペ

クトルや伝達関数には様々なモードが含まれており、地盤-杭-建物系の応答として分析することの重要性が明らかとなった。今後、基礎や杭の応答について、追加検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 松井政樹他：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.85-86，2005.9
- 2) 榎原啓太他：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，第25号，2007.6

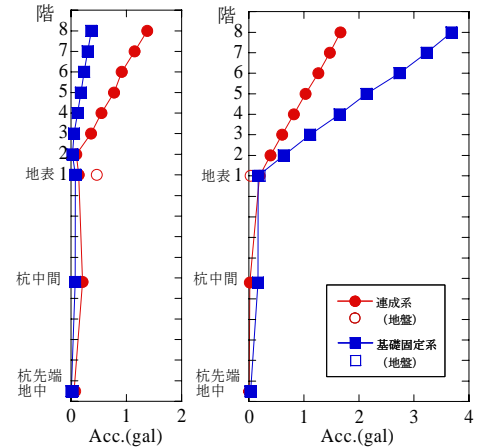


図5 最大加速度分布
(左：桁行方向，右：張間方向)

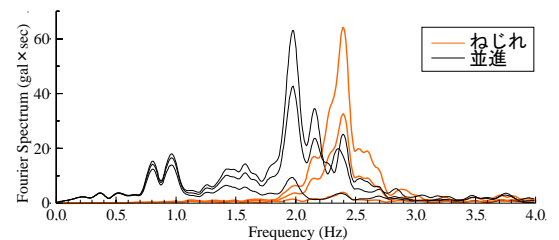


図3 ねじれ・並進成分の
加速度フーリエスペクトル

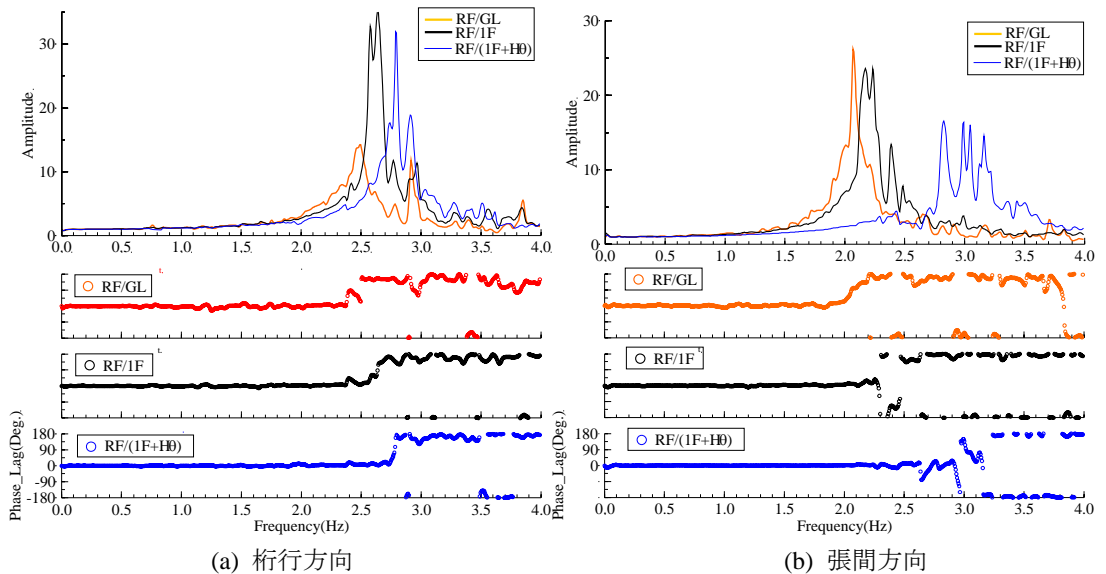


図4 RF/GL, RF/1F, RF/(1F+H0)の伝達関数 (上段：振幅，下段：位相)

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・助教・博士 (工学)

*2 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博

*3 名古屋大学大学院環境学研究科・准教授・工博

*1 Assist. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*2 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.