

プレキャストプレストレストコンクリート造建物の建設段階に伴う振動特性の変化

正会員 小島宏章\*  
同 福和伸夫\*\*  
同 飛田 潤\*\*\*

PCaPC 構造 相互作用 有効入力動  
建設工事 常時微動計測 強震観測

1. はじめに

筆者らはこれまでに S 造と SRC 造の建物で相互作用効果の階数依存性に関して実測記録に基づいた研究を行っている<sup>1)</sup>。本論では建設中のプレキャストプレストレストコンクリート (PCaPC) 造建物を対象として、階数変化と PC 部材の緊張による振動特性の変化について実測記録に基づいて検討する。

2. 対象建物と計測概要

対象建物は名古屋大学構内の PCaPC 造 7 階建て建物である。表 1 に建物概要、図 1 に基準階平面図を示す。対象建物は、PC 柱の建て方、PC 梁の架設、PC 鋼線の緊張、ハーフ PC 床版の架設、ハーフ PC 床版への RC 打設の工程を繰り返すことで建設された。常時微動計測は図 2 左列に示すように上部躯体の建設に合わせて、周辺地盤、基礎、ハーフ PC 床版への RC 打設が完了した階で同時観測した。また、PC 部材の緊張前後での振動特性の変化を捉えるために、最上階の PC 部材の緊張前後にも計測を行った。図 2 左列のイラスト、及び図 5 左列のイラスト中の太実線はハーフ PC 床版への RC 打設完了、細実線はハーフ PC 床版の架設完了、破線はハーフ PC 床版の架設中、横矢印は梁の緊張完了、縦矢印は柱の緊張完了を意味し、丸印は常時微動観測点を意味する。記録は全て常時微動計 (5 秒計) で速度成分を 200Hz サンプリングで 30 分間収録した。一方、強震観測は地表・地中・杭中 (4 点)・地下階、及び建物上階で行った。建物上階の観測点はハーフ PC 床版への RC 打設と共に強震計を上へ移設しながら観測を続けた。

3. 常時微動観測に基づく振動特性の変化

図 2 に対象建物が 1 階、2 階、4 階、7 階建て時、供用時の平均フーリエスペクトル比を示す。但し、本論中では、RC 打設が完了した階までを基準として建物階数を数えている。供用時は RF の記録が不良のため、7F の記録を使用している。1 階建て時は、床の RC を打設していない上屋部分の影響が強く現れていると考えられるので、階数変化に着目した検討をするには数値解析を行う必要がある。2 階建て時以降は供用時を除いて階数の増加と共にピークが低振動数化している。また、ピークが高くなり見かけの減衰が減少している。Top/GL (地盤 - 建物連成系)、Top/1F (スウェイのみ固定した基礎固定系)、及び

表 1 建物概要

延床面積	5956.08m <sup>2</sup>	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	(X方向)ラーメン構造 (Y方向)耐震壁付きラーメン構造
高さ	33.4m		
軒高	29.7m	基礎種別	杭基礎 PHC杭 (杭長36m, 32m)

表 2 建設段階毎の固有振動数の変化

建設状況	頂部観測階	建物高さ(m)	振動数(Hz)	Sway (%)	Rocking (%)	Elastic (%)
2階建て	3F	9.1	4.7 / 4.0	26 / 30	- / 11	- / 64
4階建て	5F	17.4	3.3 / 2.9	18 / 16	- / 8	- / 78
7階建て	RF	29.7	2.7 / 2.3	13 / 9	- / 8	- / 85
供用時	7F	29.7	2.6 / 2.2	16 / 13	- / 9	- / 79

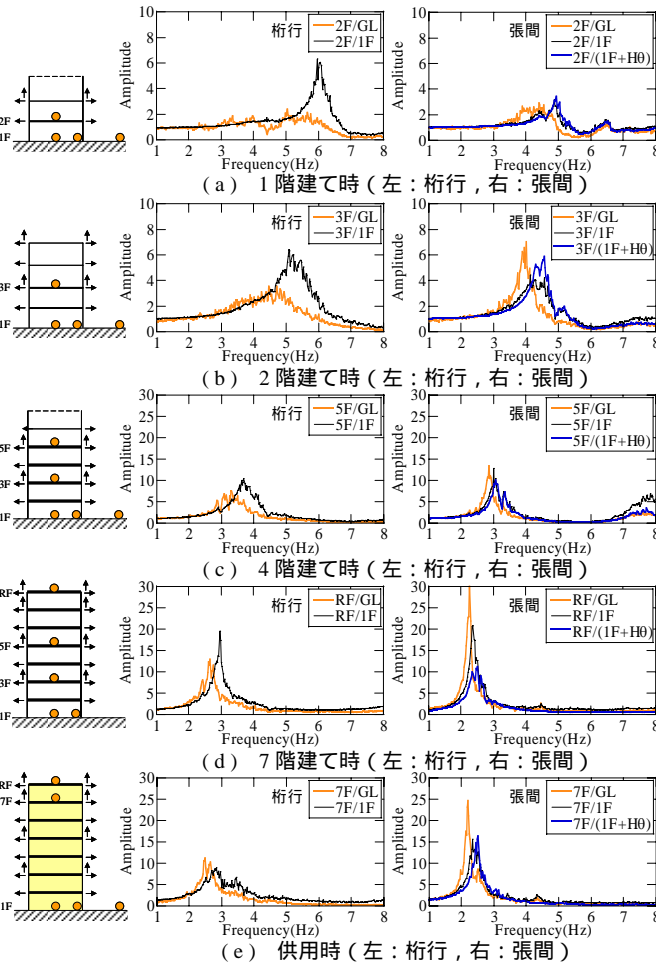
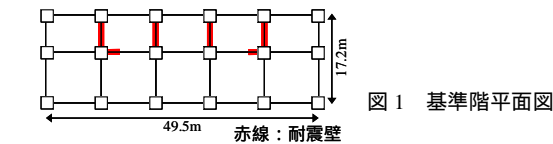


図 2 建設段階毎の建物状況と常時微動の平均フーリエスペクトル比

Top/(1F+H0) (スウェイとロッキングを固定した基礎固定系)を比較すると、階数が増えるとピーク振動数の差が小さくなり、相互作用の影響が小さくなっていることが分かる。

表 2 に建設段階毎の変形率を示す。但し、桁行方向はロッキング動を適切に計測できなかったため、スウェイ率のみ示してある。変形率は供用時を除き階数の増加と共に弾性変形率が増加し、相互作用の影響が小さくなっていることが分かる。

図 3 に建設段階毎の有効入力動 (1F/GL) の変化を示す。階数の増加と共に上部構造の慣性力が増し、地盤 - 建物連成系の固有振動数で基礎応答に影響を及ぼしていることが分かる。また、上部構造の影響が少ない振動数帯域では階数変化の影響は小さく、高振動数になるほど減少していることが分かる。

#### 4. 地震記録との比較

図 3 に対象建物が 3 階、7 階建て時に得られた地震記録と、ほぼ同時期に行った常時微動記録との比較を示す。3 つの地震において、上部構造物の増幅特性と有効入力動はいずれも地震記録と常時微動記録とで対応している。しかし、詳細に見ると図 3(a) では 4.5Hz のピーク高さに差が認められ、図 3(b) では 2 次のピーク振動数の対応が悪いなど、地震記録と微動記録で多少の差が認められるため、今後、追加検討が必要である。

#### 5. PC 部材の緊張前後の振動特性の変化

PC 部材の緊張前後で振動特性がどの程度変化するかを検討する為に、最上層が緊張される前後で常時微動計測を行った。図 5 に緊張前後での RF/1F と 7F/1F の伝達関数の重ね描きを示す。両方向とも緊張により、1 次固有振動

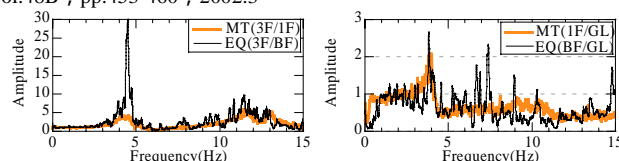
数はほとんど変化せずに、2 次以上のピークが高振動数側に移動し、ピークが高くなっていることが分かる。これは 2 次以上のモード形状が 7F より上の部分の影響を強く受けているためと考えられる。この記録を利用すれば、上部構造のモード形状の変化が相互作用に及ぼす影響を検討することが可能と考えられる。

#### 6. まとめ

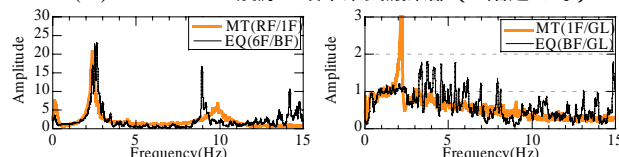
PCaPC 造 7 階建て建物を対象に建設段階毎の常時微動計測と継続的な強震観測を行った。対象建物は文献 1 で対象とした S 造と SRC 造の建物とほぼ同規模で、同様の計測を行っているため、今後、構造形式、基礎形式の違いが建物と地盤との動的相互作用に与える影響を比較検討する予定である。また現在、3 つの建物では相互作用の影響を検討可能な強震観測を行っているため、建物への入力機構が異なる地震動と微動とで応答性状を詳細に比較検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) 小島宏章, 福和伸夫, 飛田潤: 常時微動計測・強震観測に基づく動的相互作用効果の階数依存性に関する研究 - S 造及び SRC 造 10 階建物の建設段階毎の動特性の変化 -, 構造工学論文集, Vol.48B, pp.453-460, 2002.3

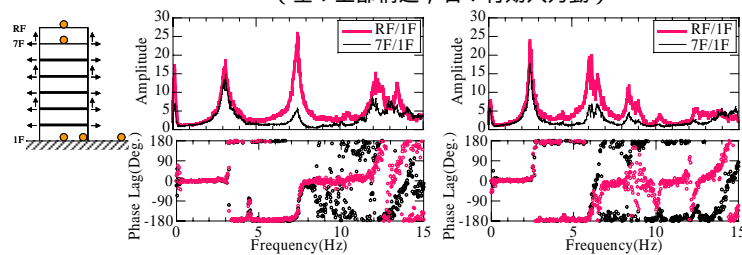


(a) 2003.3.27 震源: 岐阜県美濃東部 (2 階建て時)

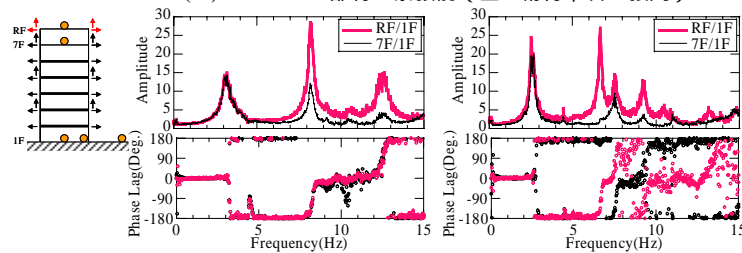


(b) 2003.5.18 震源: 長野県南部 (6 階建て時)

図 3 地震記録と常時微動記録との比較 (張間)  
(左: 上部構造, 右: 有効入力動)



(a) RF の PC 部材の緊張前 (左: 桁行, 右: 張間)



(b) RF の PC 部材の緊張後 (左: 桁行, 右: 張間)

図 5 PC 部材の緊張前後の比較 (8F/1F, 7F/1F)

図 3 建設段階毎の有効入力動 (左: 桁行, 右: 張間)

- \* 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生・修士 (工学)  
日本学術振興会特別研究員
- \*\* 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博
- \*\*\* 名古屋大学大学院環境学研究科 助教授・工博

- \* Grad. Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., M. Eng.  
Research Fellow of Japan Society for Promotion of Science
- \*\* Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
- \*\*\* Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.