

6. 常時微動を利用した住宅用建物の振動特性の評価

6.1 はじめに

1998年の建築基準法の改正および関連告示の制定(限界耐力計算法)等による性能規定化に向けた動きが始まっている。このためには、建物の構造性能・地震時応答をより明確にすることが重要であり、建物に作用する外力性状や建物特性をより精度良く捉える必要がある。特に、建物への地震動や建物と地盤の動的相互作用は、地盤の影響を受けることから、地盤の影響を含めた性状の解明が必要である。

ここでは、建物と地盤の動的相互作用現象の基本性状を把握することを目的として、住宅用建物とその周辺地盤において、常時微動測定・人力加振を行った。その測定結果に基づき、建物の卓越振動数および減衰定数について報告する。特に、地震動観測があまり実施されていない、あるいは地震観測建物であっても動的相互作用現象の解明に十分な地震計が設置されていない一般建物においては、常時微動による建物の特性の把握が有効となる¹⁾。

建物と地盤の動的相互作用現象の基本性状として、地盤連成系における建物の1次卓越振動数、減衰定数に注目している。地盤連成系における建物の1次卓越振動数の評価は、常時微動観測における建物頂部、1階および地盤上の測定波形の伝達関数により算定する。

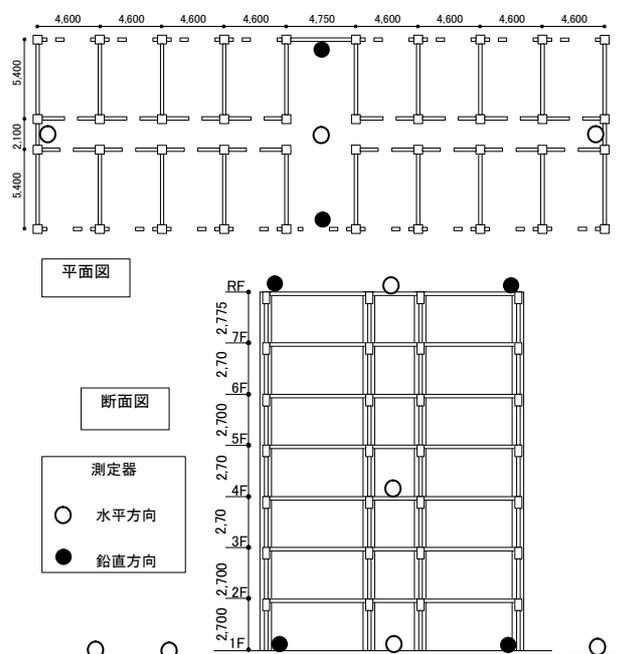


図 6.1 対象建物の形状と寸法の概要
および短辺方向の計測器配置

6.2 建物と地盤条件

対象建物の基準階平面図及び短辺方向の断面図を、図 6.1 に示す。また本建物の全体的様子を写真 6.1 に示す。本建物は、茨城県つくば市に建設された、中廊下型の集合住宅である。平面は短辺方向 3 スパン、長辺方向 9 スパンの矩形であり、平面の寸法比は 1:3.2 である。また本建物は 7 階建であり、平面寸法に対する高さの比は、短辺、



写真 6.1 対象建物の全体概要

長辺方向でそれぞれ 1.47 と 0.46 である。本建物は、壁・床に、鉄筋コンクリート (RC) 造のプレキャスト (PCa) 版を用いて、梁は RC 造、柱は鉄骨鉄筋コンクリート造であり、PC 杭で支持されている。図 2.2 に、建物の配置図を示す。60m 程度離れて同一建物が 2 棟 (A, B) 建設されている。建物の北側には幹線道路が、西側には片側 1 車線の道路がある。

図 6.3 に、周辺の地盤条件を示す。表層にローム層があり、深さ 6.6m までは N 値 5 程度のシルト質地盤、それ以深は 15m 程度まで N 値が増加し、それ以降は N 値が 30 以上の砂質地盤である。さらに、30m 以深には砂質土と粘性土が混在し、41.5m 以深には砂礫層が現れる。

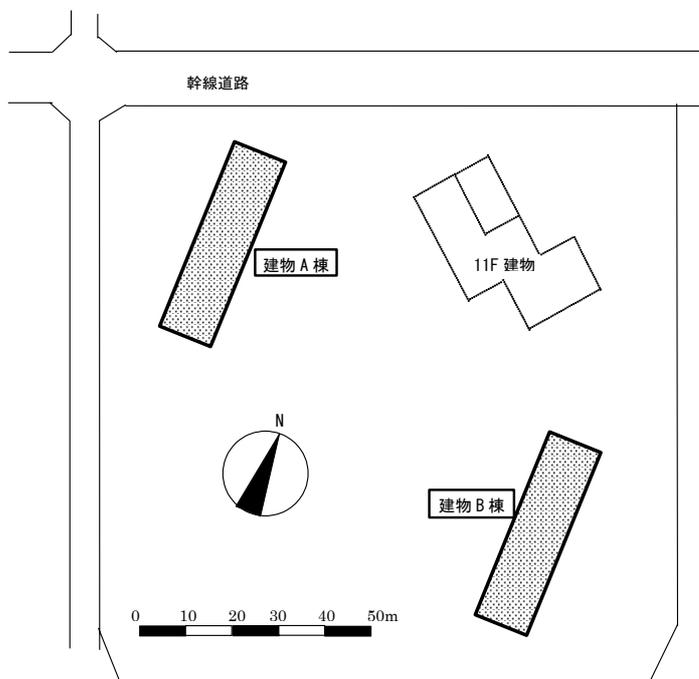


図 6.2 建物の配置図と周辺状況

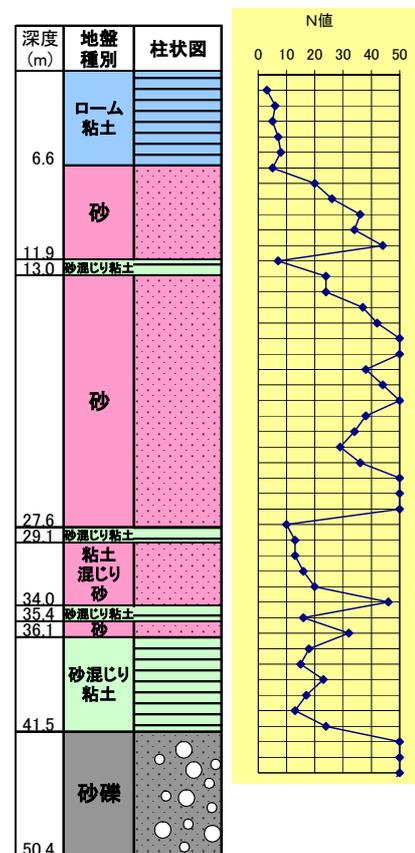


図 6.3 地盤柱状図と N 値

6.3 計測内容

建物の振動性状を測定するために、以下の2通りの方法を用いた。

- 常時微動測定：建物および地盤上の常時微動を測定した。本測定では、600秒または500秒間の測定を連続して6~8回収録した。
- 人力加振：建物7階の中央部分の柱に人力（6名程度）による強制加振（連成系建物の1次卓越振動数に対応させた加振、約10秒間）に伴う、加振中および加振後の振動を数回収録した。

短辺と長辺方向の測定位置を図6.4に示す。1階とR階に水平成分3点、上下2点、4階に水平1点、周辺地盤上（建物から13mに2点、26m離れた位置）に水平3点の測定器を設置した（2棟とも共通）。

各棟で別の測定器を用い、A棟ではサーボ型速度計（VSE-15D、東京測振製）により速度波形を、B棟では動コイル型換振器（MTK-H/V、振動技研製）により速度波形を測定した。

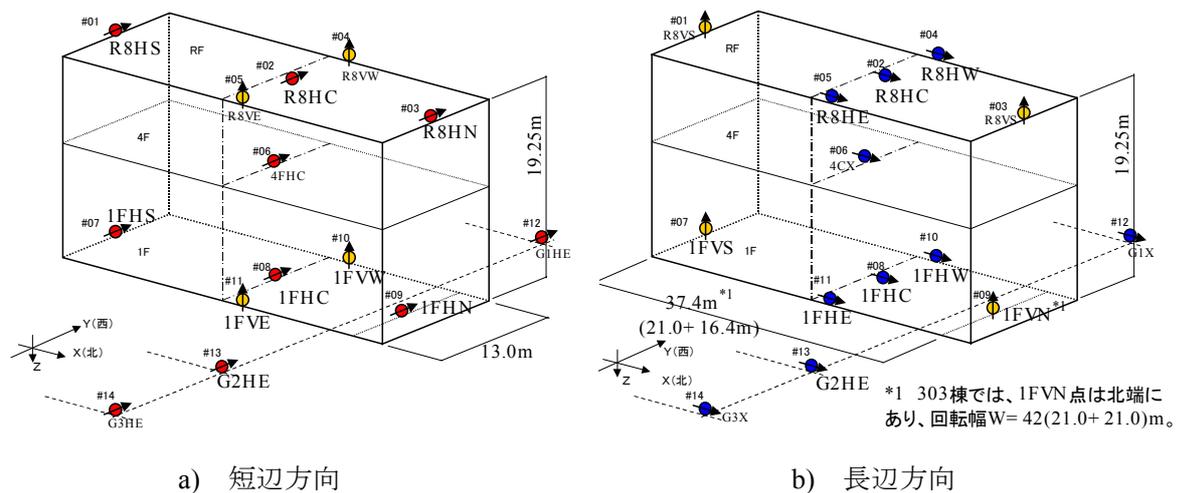


図 6.4 測定点位置と記号

6.4 建物振動特性への動的相互作用の影響

本節では、建物の振動特性における動的相互作用の影響を検討するため、地盤を考慮した最もシンプルな振動モデル（スウェイ・ロッキングモデル）での入出力関係をもとに、実測微動記録を用いて地盤効果を取り除いた建物の系の固有振動数および減衰定数を求め、地盤連成系の固有振動数との比較を行う。また、2棟の類似対象建物での相違、長辺と短辺の方向での相違について比較検討する。

6.4.1 振動系の入力と出力の関係

(1) スウェイ・ロッキングモデル

建物の周辺地盤を含む振動系のモデルには、文献^{1),2)}を参考にして、図6.5に示すスウェイ・ロッキングモデルを想定している。このモデルでは、地盤効果を全て含む地盤連成系(建物+スウェイ+ロッキング、以下SRB系)、ロッキングのみ含む系(建物+ロッキング、以下RB系)および基礎固定系に相当する建物だけの系(以下B系)の入出力関係はそれぞれ表4.1のように示される。

表 4.1 3系の入出力関係

	系	入力	出力
1)	SRB	u_g	$u_g + u_f + H \cdot \theta + u$
2)	RB	$u_g + u_f'$	
3)	B	$u_g + u_f' + H \cdot \theta$	

u_g : 自由地盤の変位

u_f' : 基礎入力動変位

u_f'' : 基礎スウェイ変位

u_f : 自由地盤に対する1階の変位

ここでは、 $u_f = u_f' + u_f''$ と仮定する。

u : 1階に対する建物頂部の変位(変形)

H : 建物の高さ

θ : 1階床での回転角

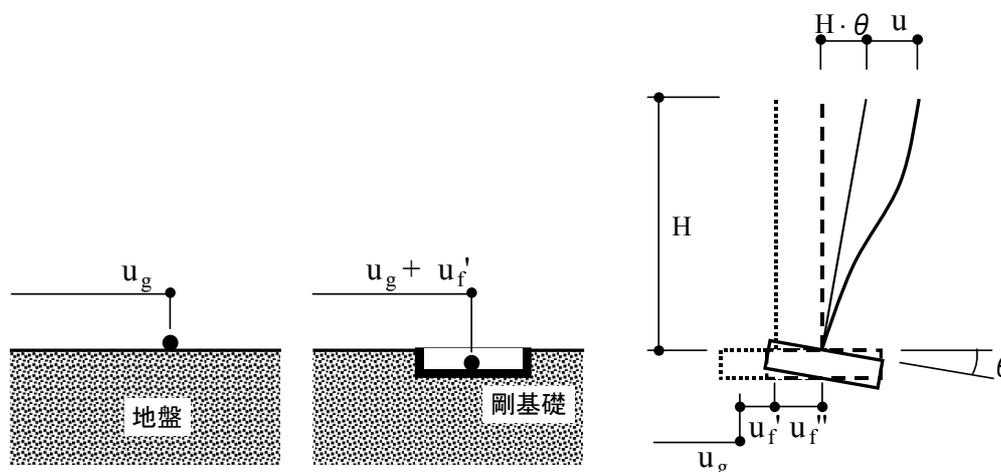


図 6.5 スウェイ・ロッキングモデル

(2) 測定における入出力

表 4.1 の入出力に対応する測定点を図 2.4 の測定位置・記号を用いて表 4.2 に示す。すなわち、表 4.2 に示す測定点の時系列記録（あるいはそれらの四則演算結果）が、各系の入出力に相当する。今回の場合、建物が平面的に長いことと近地交通振動が多いことから、頂部および基礎の水平成分はそれぞれ 3 測定点の平均を対応させている。長辺方向での回転成分については長辺両端の上下動成分をそのまま基礎の回転量とみなすにはやや疑問があるが、基礎中間部の記録を得ていないことから今回は基礎端部の上下動成分をそのまま用いている。なお、表 4.2 のうち回転成分 $H\theta$ は、振動計極性が関わるので、A 棟の場合（下向き正）にはそのまま対応するが、B 棟（上向き正）では減算の符号を変えることになる。

表 4.2 モデルの入出力と測定位置との関係

モデル入出力		短辺方向(A棟・B棟)	長辺方向(A棟)	長辺方向(B棟)
SRB, RB, B系出力	$u_g + u_r + H\theta + u$	$(R8HC + (R8HN + R8HS)/2)/2$	$(R8HC + (R8HW + R8HE)/2)/2$	
SRB系入力	u_g	G2HE		
RB系入力	$u_g + u_r$	$(1FHC + (1FHN + 1FHS)/2)/2$	$(1FHC + (1FHW + 1FHE)/2)/2$	
B系入力	$u_g + u_r + H\theta$	$(1FHC + (1FHN + 1FHS)/2)/2 + H(1FVW - 1FVE)/W$	$(1FHC + (1FHW + 1FHE)/2)/2 + H \cdot 1FVN/W1 - H \cdot 1FVS/W2$	$(1FHC + (1FHW + 1FHE)/2)/2 + H(1FVN - 1FVS)/W$
測定位置間距離	高さ H	19.25m		
	回転幅 W (W1+W2)	13.0m	37.4m (21.0m+16.4m)	42.0m (21.0m+21.0m)

6.4.2 卓越振動数・減衰定数の算出

(1) 伝達関数による卓越振動数の算出

各系の卓越振動数（1次）は、前項に示した入出力関係での伝達関数振幅比スペクトルのピーク振動数とする。伝達関数振幅比の算出には、クロススペクトルとフーリエスペクトルを用いる方法の 3 種類があるが³⁾、位相差スペクトルとの対応をとるため、下式のうち(4.1)式の $H1(\omega)$ を用いている。

$$H1(\omega) = S_{io}(\omega) / S_{ii}(\omega) \quad (4.1)$$

$$H2(\omega) = S_{oo}(\omega) / S_{oi}(\omega) \quad (4.2)$$

$$H3(\omega) = \sqrt{S_{oo}(\omega) / S_{ii}(\omega)} \quad (4.3)$$

$\left\{ \begin{array}{l} i : \text{入力} \quad o : \text{出力} \\ S_{io}, S_{oi} : \text{クロススペクトル} \\ S_{ii}, S_{oo} : \text{パワースペクトル} \end{array} \right.$

周波数領域での計算方法⁶⁾では、まず、一定長の時系列データ窓に対してフーリエ変換 (FFT) によってクロススペクトル、パワースペクトルを求め、順次データ窓を移動させながら累加することで記録全長にわたる平均のスペクトルを求め、最後に Hanning の方法で平滑化を行って最終的なスペクトルとして、(4.1)式の絶対値から伝達関数の振幅を求めている。時系列のデータ窓長さは 80 秒であり、フーリエ変換時にはゼロを付加する。データ窓の移動ピッチは 40 秒 (隣接データ窓とのラップ 50%) である。Hanning の平滑化回数は、試行分析を経て、最終的に 8 回としている。なお、微動のスペクトル計算では、時系列の良好な記録部分を用いてそれらの平均スペクトルを求めることが多いと思われるが、今回の測定記録には近地交通振動のノイズが多いことから、時系列記録の取捨選択を行うことなく、可能な限り長い記録(時系列データファイル全数)の平均をとることとした。また前述のように複数測定点の平均をとることによってノイズの影響を抑えることができると考えている。

また、上記の振幅比スペクトル ($H1(\omega)$) に加えて、累加平均で求めたフーリエスペクトル比による振幅スペクトル ($H3(\omega)$) も求めた。その結果も参考として示す。

(2) 位相勾配による減衰定数の算出

減衰定数は 1 次卓越振動数付近で伝達関数位相差が 90 度前後となる振動数での位相勾配から求めることができる⁴⁾。位相差スペクトルの算出方法は、前述の伝達関数の振幅と同様であり、 $H1(\omega)$ の実部と虚部の逆正接から位相角を求めた。ただし、平滑化は行っていない。位相勾配は、目視によりほぼ直線部を選び、最小二乗法によって求めた。なお、B 系の位相差スペクトルにあっては、位相差 (遅れ) が負側に生じているがこれも正側の値とみなして求めた。これらは下部入力での応答の理論と矛盾するが、この先の現象解明に資するため、あえて結果を残したものである。

6.4.3 卓越振動数と減衰定数

(1) 時系列入出力成分

まず、図 6.6 に、微動記録の波形例(1)~(4)とそれらから求めた各系入出力に相当する波形例(5), (7), 基礎と頂部の相対応答と回転成分に相当する波形例(6), およびそれらのフーリエスペクトル(8)~(10)を示す。図 6.6(a)は短辺方向の場合、同(b)は長辺方向の場合である。これらのフーリエスペクトルは、前述のような時刻歴データファイル全数平均ではなく、10 分間 (1 ファイル分) の平均である。

波形例によれば、建物内の水平成分の時刻歴は、長辺方向 3 点では測点位置が近いこともあり振幅・位相がほぼ揃っているが、短辺方向 3 点では振幅・位相が一致しておらず、建物のねじれ応答あるいは入力の位相差の影響が見られる。一方、上下動成分の時刻歴では地盤の上下動が卓越しており基礎の回転成分は直接確認できない。しかしながら、短辺方向では水平応答が大きい時には 1 階床両端の上下成分が逆位相で振動し、水平応答が小さい時には両端とも同じ挙動となっているが、回転応答が生じていることがうかがえる。長辺方向でも同様の傾向があるが、両端で常に位相・振幅が乱れており明瞭ではない。

次に、各系の入出力に相当する時刻歴を見る。長辺方向、短辺方向とも、1 階床上と頂部の応答 (u_g+u_f と $u_g+u_f+H\theta+u$) は位相と振幅変化が一致しており、また振幅比は数倍程度である。

両者はRB系の入出力に相当するが、頂部応答が増大してゆく時にも位相差が少ない。

頂部と基礎の相対応答と基礎回転成分 (H_0+u と H_0) の時刻歴によると、短辺方向では相対応答振幅の50~90%を回転成分が占めているのに対して、長辺方向では30%程度以下であることがわかる。

B系(基礎固定系)の入力に相当する $u_g+u_f+H_0$ の時刻歴は、他の波形がおおむね正弦波状であるのに対して、スパイク的なピークを持つ三角波的な形状となる傾向にあり、特に短辺方向の場合に強い。

各測点、各系入出力の振動数成分を見ておくと、地盤の周波数特性は、建物1次3Hz付近では2倍程度のレベル差であり、おおむね平坦な入力である。また、交通振動による10Hz以上の高振動数成分と、長辺方向測定時の特に上下動成分に顕著な約1.3Hzのピーク(長辺方向時全記録に存在)が見られるが、建物特性の分析に支障となるようなノイズ成分は見られない。

(2) 卓越振動数の比較

前項の方法により求めた伝達関数の振幅スペクトルおよび同位相差スペクトルを図6.7(a)~(d)に、それらのピーク振動数から求めた各系の卓越振動数を表4.3(1)に示す。

a) 振幅比スペクトル形状

得られた振幅は、1質点振動系の伝達関数の振動特性とほぼ同様な形状を示し、おおむね単峰のピークを有する。ピーク近傍の詳細形状では、単純な単峰とならない場合も見られる。建物方向および棟別に比較すると、B棟長辺方向のB系での卓越振動数付近でスペクトルの拡がりが他に比べて大きく、ピーク以後の振幅比の低下が緩慢であることから、ロッキング成分が上手く評価できていないことが考えられる。

各系のピークにおける振幅は、短辺方向では $SRB > RB > B$ であり、スペクトルピークの裾の拡がりの大きさも同様に $SRB > RB > B$ である。長辺方向での振幅比には顕著な差が見られない。

b) 卓越振動数

振幅スペクトルの卓越振動数は、短辺方向では $SRB < RB < B$ であり、各系で明確に異なる。長辺方向では、 $SRB < RB \approx B$ あるいは $SRB < RB \leq B$ の関係となる。これら卓越振動数の大小関係および方向による差は、それぞれの系のスウェイバネおよびロッキングバネの有無による大小関係および長辺方向ロッキングバネに見込める相対的な大きさと整合している。ただし、長辺方向については、モデルで想定している基礎の剛体回転(ロッキング)が成立し難いと考えられ、想定したモデルで良いか検討する必要がある。また、測点間距離の長い長辺方向では微動の入力の位相差による影響を受けやすく、ロッキング成分を正しく捉え難いことも考えられる。

表4.3(1)に示すB系(基礎固定)の卓越振動数に対する各系の卓越振動数の比を見ると、まず、短辺方向においては、RB系では0.77~0.78倍に、SRB系では0.68~0.70倍に振動数が低下している。これは、基礎固定に比べて全体系の振動数の低下が30%以上あることに相当しており、微小振幅域において対象建物は地盤による影響を大きく受けている。表右欄は簡略化し

た相互作用モデルに基づいて実測値から求めた系の振動数であり⁵⁾、例えば”S”系はスウェイバネ以外のロッキングおよび建物の両バネを無限大とした系に対応する。短辺方向ではロッキングの影響が大きいことがわかる。一方、長辺方向においては、RB系では0.87~0.99倍に、SRB系では0.75~0.78倍に振動数が低下している。全体系の振動数の低下は、短辺方向に比べてやや少ないが、やはり地盤の影響を受けている。ただし、卓越振動数の低下は主にスウェイの影響によるものとみなされる。

同表(2)に示すように、上部構造がほぼ同じであるA棟とB棟の卓越振動数比(A棟/B棟)を比較すると、短辺方向ではS系等算出値を含めても1.00~1.07倍でほぼ等しい。B系振動数がほぼ等しく(1.005倍)、地盤に起因する卓越振動数が系統的にわずかに高く、なかでもS系振動数が高い(1.07倍)ことは、B棟が敷地東の法面側に位置していることが差の原因の一つと考えられる。一方、長辺方向では、記録から直接に求まるSRB系とRB系の卓越振動数の比が0.96~1.07倍でおおむね等しいのに対して、ロッキングの評価に関わるB系の卓越振動数の比は1.22倍、S系等算出値では0.26~1.36倍で大きな差がある。各棟で地盤と上部構造に大きな違いがないことから、長辺方向についてはロッキングの評価方法が結果に影響していると考えられる。

c) 伝達関数算出方法による比較

表4.3(3)に伝達関数 $H1(\omega)$ および $H3(\omega)$ による卓越振動数の比 f_{H3}/f_{H1} を示す。計算方法の違いによる卓越振動数への影響は少なく、実測3系の短辺方向で1.01~1.03倍、同長辺方向で1.01~1.07倍である。なお、入出力間の相関性が考慮される $H1(\omega)$ に対して、考慮されない $H3(\omega)$ の卓越振動数が系統的に高めであることは、卓越振動数付近での入出力間の相関性が強くないことを示すものである。

表 4.3 建物方向、棟、算出方法別の卓越振動数の比較

(1) 卓越振動数およびB系振動数 f_B に対する比

		f_{SRB} Hz	f_{RB} Hz	f_B Hz	f_S Hz	f_R Hz	f_{SB} Hz
短辺方向	A棟	2.87 (0.70)	3.23 (0.78)	4.13 (1.00)	6.21 (1.50)	5.21 (1.26)	3.44 (0.83)
	B棟	2.80 (0.68)	3.19 (0.77)	4.11 (1.00)	5.83 (1.42)	5.04 (1.22)	3.36 (0.82)
長辺方向	A棟	2.62 (0.78)	3.32 (0.99)	3.37 (1.00)	4.28 (1.27)	19.57 (5.81)	2.65 (0.79)
	B棟	2.76 (0.75)	3.21 (0.87)	3.70 (1.00)	5.39 (1.46)	6.47 (1.75)	3.05 (0.82)

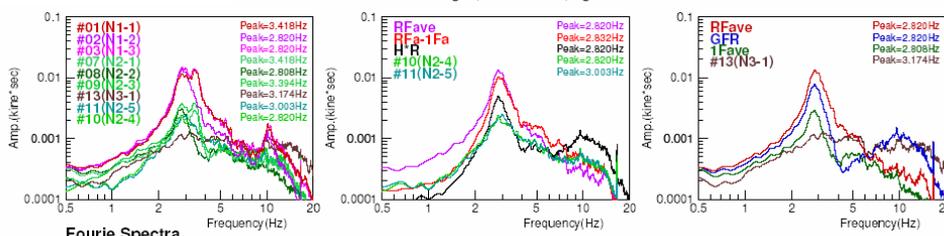
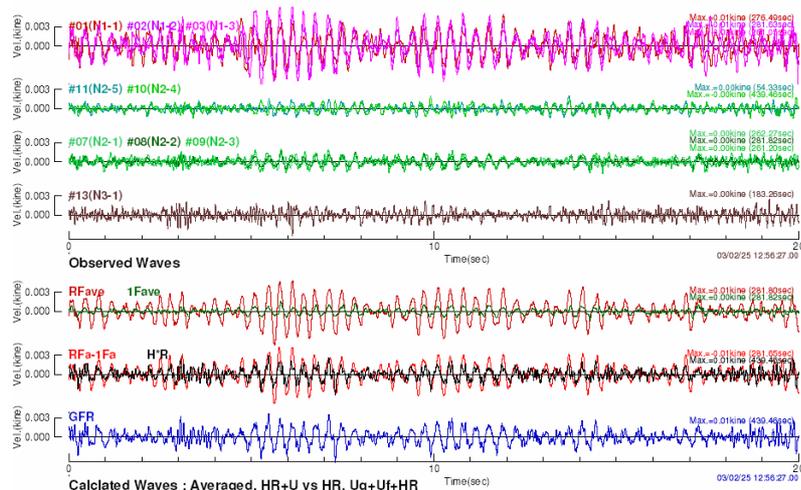
(2) B棟卓越振動数に対するA棟卓越振動数の比

	$f_{A棟} / f_{B棟}$					
	SRB	RB	B	S	R	SB
短辺方向	1.03	1.02	1.00	1.07	1.03	1.02
長辺方向	1.07	0.96	1.22	1.36	0.26	1.27

(3) $H1(\omega)$ に対する $H3(\omega)$ の卓越振動数の比

		$f_{H3(\omega)} / f_{H1(\omega)}$					
		SRB	RB	B	S	R	SB
短辺方向	A棟	1.03	1.03	1.01	1.02	1.07	1.02
	B棟	1.03	1.02	1.03	1.05	1.01	1.03
長辺方向	A棟	1.07	1.01	1.06	1.19	0.56	1.10
	B棟	1.05	1.07	1.02	1.01	1.28	1.02

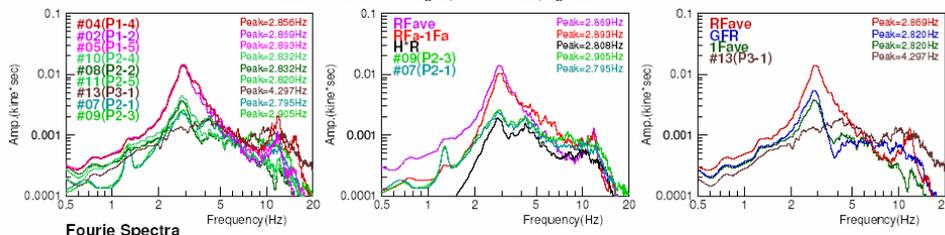
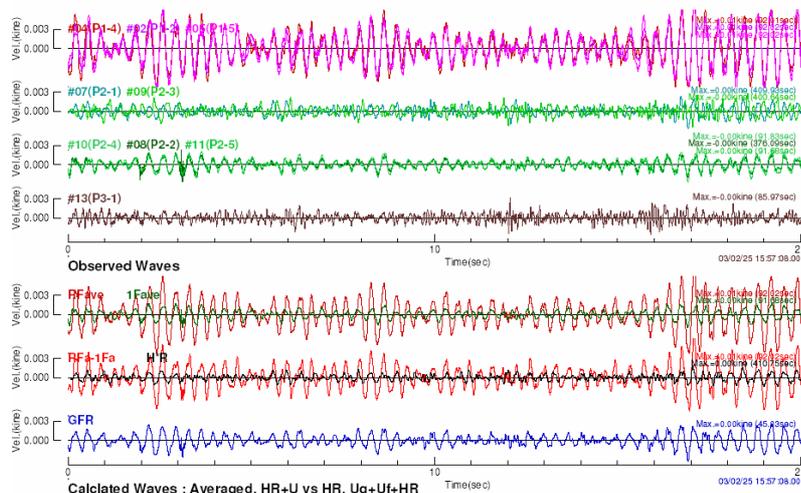
- (1) 頂部水平 3 測点
- (2) 1 階床上下 2 測点
- (3) 1 階床平 3 測点
- (4) 自由地盤(u_g)
- (5) $u_g+u_f+H\theta+u$, u_g+u_f
- (6) $H\theta+u$, $H\theta$
- (7) $u_g+u_f+H\theta$



- (8) 各点フーリエスペクトル
- (9) $u_g+u_f+H\theta+u$, $H\theta+u$, $H\theta$, 1 階床上下 2 測点
- (10) $u_g+u_f+H\theta+u$, $u_g+u_f+H\theta$, u_g+u_f , 自由地盤(u_g)

(a) 短辺方向, B 棟 (Data:TM01)

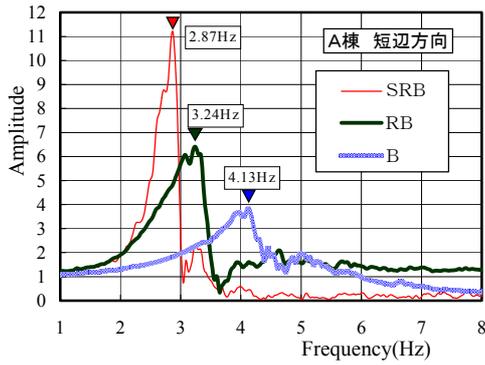
- (1) 頂部水平 3 測点
- (2) 1 階床上下 2 測点
- (3) 1 階床水平 3 測点
- (4) 自由地盤(u_g)
- (5) $u_g+u_f+H\theta+u$, u_g+u_f
- (6) $H\theta+u$, $H\theta$
- (7) $u_g+u_f+H\theta$



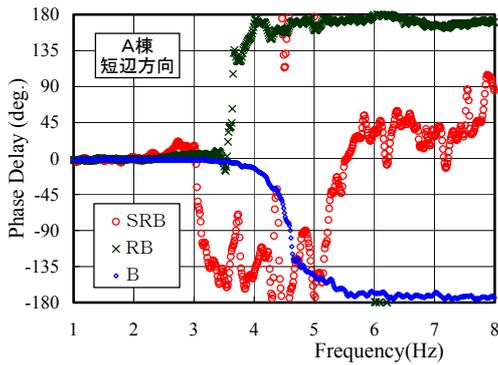
- (8) 各点フーリエスペクトル
- (9) $u_g+u_f+H\theta+u$, $H\theta+u$, $H\theta$, 1 階床上下 2 測点
- (10) $u_g+u_f+H\theta+u$, $u_g+u_f+H\theta$, u_g+u_f , 自由地盤(u_g)

(b) 長辺方向, B 棟 (Data:LM04)

図 6.6 微動波形例とその入出力成分およびフーリエスペクトル

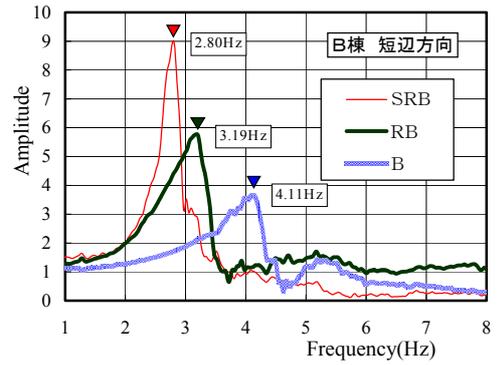


(1) Amplification

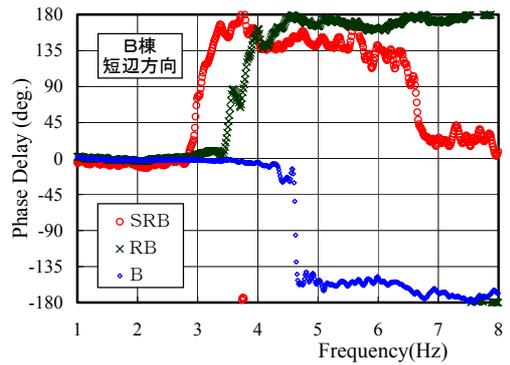


(2) Phase Difference

(a) A棟・短辺方向

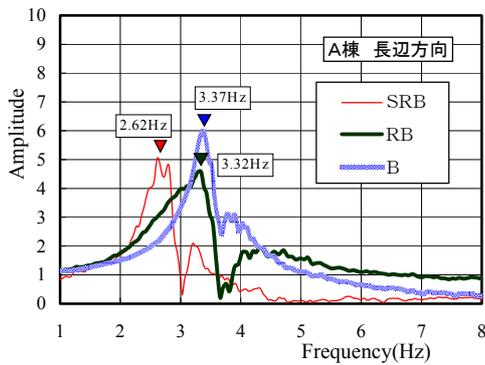


(1) Amplification

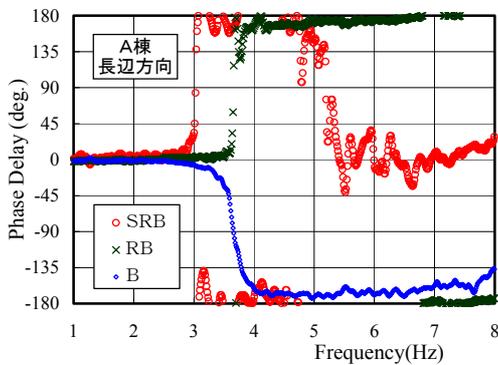


(2) Phase Difference

(b) B棟・短辺方向

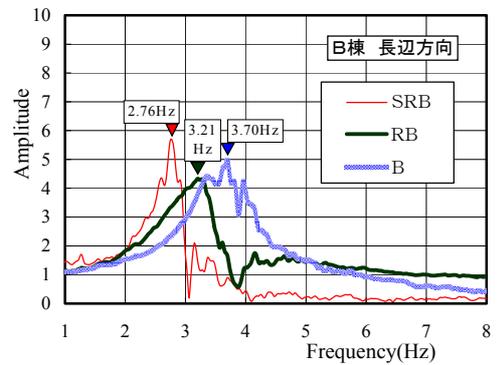


(1) Amplification

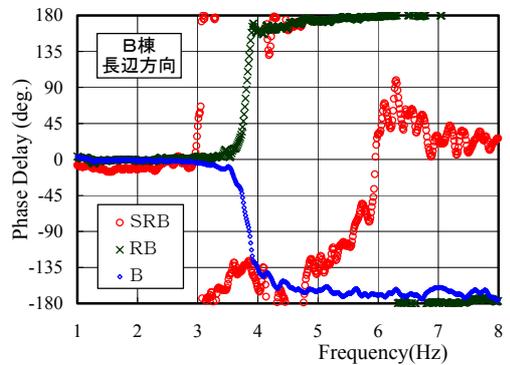


(2) Phase Difference

(c) A棟・長辺方向



(1) Amplification



(2) Phase Difference

(b) B棟・長辺方向

図 6.7 伝達関数振幅スペクトルおよび位相差スペクトル

(3) 減衰定数の算出

a) 位相差スペクトル

位相差スペクトルにおける位相遅れ 90 度となる振動数は、振幅スペクトルのピーク振動数ではなく、ピーク直後の谷となる振動数に近い。この傾向は、両棟、両方向に見られる。ただし、B 系の位相差スペクトルでは全て曲線が負側（位相進み側）に生じており、位相曲線の一般的傾向と整合しない。さらに、A 棟の短辺方向では SRB 系の位相差スペクトルが負側に生じ、また曲線も他に比べて滑らかさを欠いている。主に入出力位置での振幅の大きさに基づく振幅スペクトルに比べ、位相差スペクトルは、入力位相差および建物のねじれ（応答の位相差）の影響を受けやすいものと考えられる。なお、今回求めた位相曲線は前述のスウェイ・ロッキングモデル入出力関係に基づいており、質点系等での理論位相曲線（相対応答/入力）とは本来異なることが考えられる。

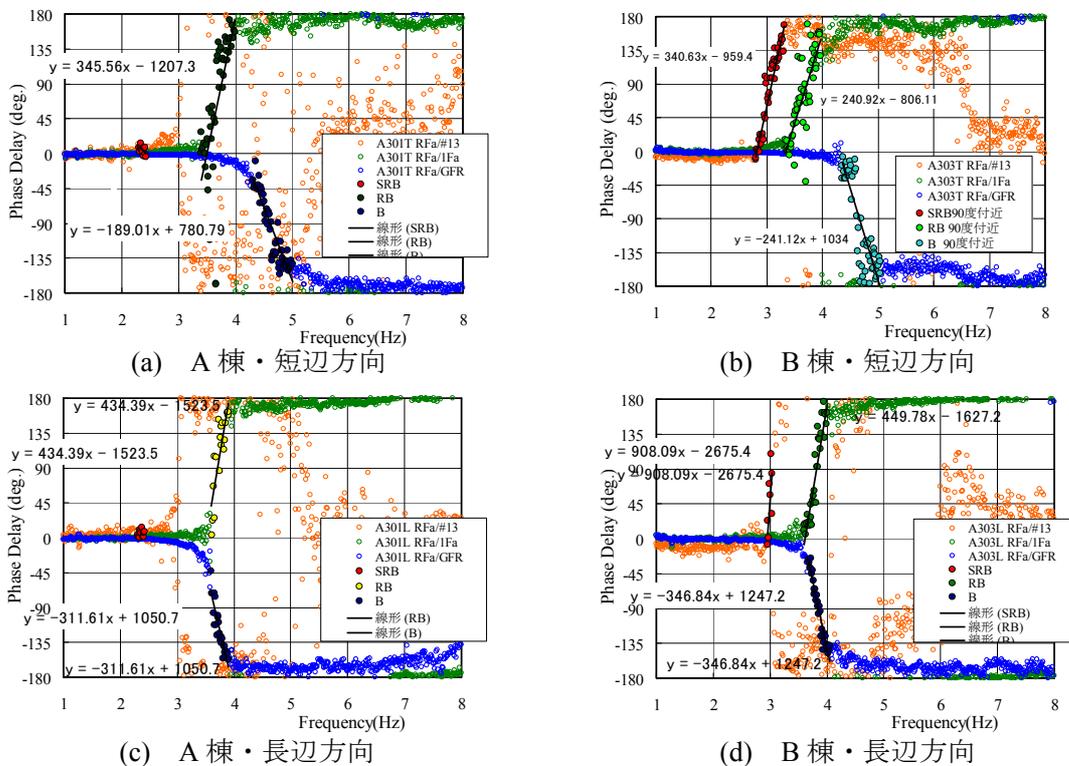


図 6.8 位相特性の評価

b) 減衰定数

図 6.8 に位相差スペクトルに位相差 90 前後の位相勾配ラインをプロットして示す。また、表 4.4 に位相勾配から算出した各系の減衰定数を卓越振動数とともに示す。得られた実測 3 系の減衰定数は、2.3～7.5%である。

系、建物方向、A 棟と B 棟の比較において、系統的な傾向は見られない。強いて言えば、長辺方向の減衰定数が短辺方向に比べてやや小さめである。

表 4.4 伝達関数位相勾配から求めた各系の減衰定数

			SRB	RB	B
減衰定数 h_{phase} (%)	短辺方向	A 棟	-	5.1	7.4
		B 棟	6.0	7.5	5.8
	長辺方向	A 棟	-	4.0	5.5
		B 棟	2.3	3.9	4.5

6.5 まとめと課題

隣接して建つほぼ同一の中層 RC 系建物 2 棟の微動記録を用いて、地盤建物の動的相互作用モデルに基づき、地盤連成系、ロッキングのみの系、基礎固定系（建物のみの系）それぞれの卓越振動数および減衰定数を伝達関数から求めた。それらの比較により以下のことがわかった。

1) 卓越振動数

- ・ 短辺方向では、基礎固定系に対して連成系では 0.70 倍、0.68 倍に、ロッキングのみの系では 0.78 倍、0.77 倍に振動数が低下する。
- ・ 長辺方向では、基礎固定系に対して連成系では 0.78 倍、0.75 倍に、ロッキングのみの系では 0.99 倍、0.87 倍に振動数が低下する。

2) 減衰定数

- ・ 位相角 90 度の振動数と振幅のピークを与える卓越振動数との不一致、基礎固定系の位相遅れが位相進み側に生じるなど、質点系応答との対応しない特性が見られる。
- ・ 得られた減衰定数は、系、振動方向、2 棟による系統的な傾向は見られない。
- ・ 今後の課題としては、以下のことが考えられる。
- ・ ロッキングの評価方法について建物高さ(等価高さ)の取り方および特に長辺方向における建物幅の取り方の妥当性について検討が必要と思われる。例えば、実測記録に対して基礎固定系入力に相当する時刻歴波形の詳細な観察、あるいは地盤・建物モデルでの基礎の面外変形とロッキング変形との対応の検討などが考えられる。
- ・ 微動の地表に沿う波動的な性質が結果に影響していると思われることから、今後の微動利用には、鉛直入射に近い地震時応答と微動による応答との違いを整理しておくことも必要である。
- ・ 入出力の位相関係については、今回は通常の質点系モデルとの比較に留まったが、相互作用モデルにおける伝達関数位相曲線との対応を見ておく必要がある。
- ・ 参考となる実測例や数値計算結果等との比較により、微動観測結果の妥当性を検証する必要がある。

謝辞

本研究は、筑波建築研究機関協議会(BRIC)の勉強会における研究課題「建築物および周辺地盤の地震動挙動」(平成13-15年度)において実施されたものである。微動測定・結果の整理にご協力頂いたメンバーに感謝致します。

建築物および周辺地盤の地震動挙動(平成13-15年度)のメンバーリスト

氏名	所属
◎大川 出	独立行政法人建築研究所 構造研究グループ
飯場 正紀	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部
鹿嶋 俊英	独立行政法人建築研究所 国際地震工学センター
小山 信	独立行政法人建築研究所 構造研究グループ
森田 高市	独立行政法人建築研究所 構造研究グループ
日高 徳弘	(株)青木建設 研究所 建築研究室 建築構造グループ
横内 基	(株)青木建設 研究所 建築研究室 建築構造グループ
花井 申明	大木建設(株) 技術本部 技術研究所 構造解析研究室
安井 健治	奥村組 技術研究所 第5研究グループ
小川 敦	(株)熊谷組 技術研究所 建設技術研究部
○藤井 睦	(株)鴻池組技術研究所 建築技術研究部門
福田 浩司	住友金属工業(株) 鋼板・建材カンパニー 建設技術部
尻無濱 昭三	鉄建建設(株) 技術研究所 建築技術開発グループ
保井 美敏	戸田建設(株) 技術研究所 構造グループ
渡壁 守正	戸田建設(株) 技術研究所 構造グループ
境 茂樹	ハザマ 技術・環境本部 技術研究所 技術研究部

◎ 主査 ○ 幹事

参考文献

- 1) 八木, 福和也: 常時微動計測に基づく低層 RC 造建物の伝達関数推定にレーリー波による回転入力を与える影響, 日本建築学会構造系論文集, No.552, 2002
- 2) J. P. Stewart and G. L. Fenves: System Identification for Evaluating Soil-Structure Interaction Effects in Buildings from Strong Motion Recordings, EESD, 27, pp.869-885, 1998
- 3) 日本建築学会: 建築物の減衰, 4.3.2 伝達関数の推定法, p87-89, 2000
- 4) 日本建築学会: 建築物の減衰, 4.4.2 周波数応答データに基づく減衰定数評価法, p92-95, 2000
- 5) 日本建築学会: 入門:建物と地盤の動的相互作用, pp.17-19, 1996
- 6) 大崎順彦: 地震動のスペクトル解析入門, 昭和53年