

常時微動測定による静岡県県営壁式鉄筋コンクリート造共同住宅の動的振動性状評価

常時微動測定	壁式鉄筋コンクリート造	正会員	太田 行孝 <sup>*1</sup>	同	中埜 良昭 <sup>*2</sup>
相互作用	振動性状	同	山内 成人 <sup>*3</sup>	同	田子 茂 <sup>*4</sup>
		同	高橋 愛 <sup>*4</sup>	同	太田 勤 <sup>*4</sup>

1. はじめに

壁式鉄筋コンクリート造（以下、壁式 RC 造）建造物の被害事例は、兵庫県南部地震等の被害地震時においてもあまり確認されておらず、また被害を被った場合でも比較的軽微なものが大半であった。しかし、想定東海地震に代表される巨大地震ではより大きな入力が予想されるため、実在する壁式 RC 造建造物の耐震性能を正確に把握し評価する必要がある。そこで筆者らは、壁式 RC 造建造物の耐震診断ならびに相互作用効果を考慮した地震応答解析による耐震性能の詳細な検討を目的とし、まずその一環として、実在する壁式 RC 造建造物の常時微動測定による動的振動性状の推定を行った。本報では、その概要および結果について報告する。

2. 測定対象建物

測定対象建物は、静岡県静岡市に実在する県営職員住宅で、地上 4 階、桁行長さ 41.22m、梁間長さ 6.57m、軒高 11.60m の壁式 RC 造建物である。建物の概要を写真 1 に示す。

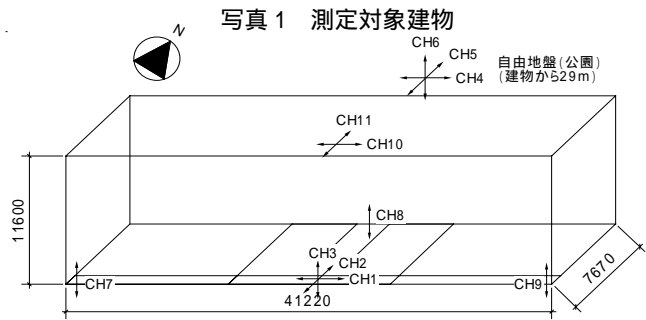


図 1 測定点とチャンネル番号

3. 測定概要

測定は、ムービングコイル型速度計を使用し、サンプリング周波数 100Hz で 300 秒間収録した。図 1 に各測定点の位置を、表 1 に各点の測定対象をそれぞれ示す。

4. 測定結果

4.1 スウェイ率、ロッキング率および周期比の算定

計測した速度波形から比較的定常的である 150 ~ 160 秒の 10 秒間のデータについて、ピーク振幅の平均値を求め、スウェイ率 ( $S$ ) およびロッキング率 ( $R$ ) を(1)式、(2)式より算定した。スウェイ率およびロッキング率の算定概念図を図 2 に、算定結果を表 2 にそれぞれ示す。ただし桁行方向については、ロッキング成分と他の成分との位相差が大きく、ロッキング成分の分離が不可能であったためスウェイ率のみを算出した。

$$S = \bar{X}_s / \bar{X}_T, R = \bar{X}_r / \bar{X}_T \quad (\text{梁間方向}) \quad (1)$$

$$S = \bar{Y}_s / \bar{Y}_T, R = \bar{Y}_r / \bar{Y}_T \quad (\text{桁行方向}) \quad (2)$$

( $\bar{\quad}$ は 10 秒間のピーク振幅の平均値を表す)

次に、上記で求めた  $S$  と  $R$  を用いて、スウェイおよびロッキング動を含む系の周期  $T_{\text{FIX+S+R}}$  と基礎固定時の周期  $T_{\text{FIX}}$  およびロッキング動を含む系の周期  $T_{\text{FIX+R}}$  の比率を(3)式、(4)式から求めると次のようになる。

$$\frac{T_{\text{FIX+S+R}}}{T_{\text{FIX}}} = \left( \frac{100}{100 - S - R} \right)^{0.5} = 1.86 \quad (\text{梁間}) \quad (3)$$

$$\frac{T_{\text{FIX+S+R}}}{T_{\text{FIX+R}}} = \left( \frac{100}{100 - S} \right)^{0.5} = 1.07 \quad (\text{梁間}), 1.45 \quad (\text{桁行}) \quad (4)$$

表 1 各測定データおよび応答成分の定義

番号	測定データ	応答成分の定義
CH1	1 階桁行方向 $X_B$	スウェイ成分 桁行方向: $X_s = X_B$ 梁間方向: $Y_s = Y_B$
CH2	1 階梁間方向 $Y_B$	
CH3	1 階鉛直方向 $Z_S$	
CH4	自由地盤桁行方向 $X_G$	ロッキング成分 桁行方向: $X_r = (Z_W - Z_E) \times H/L_{79}$ 梁間方向: $Y_r = (Z_N - Z_S) \times H/L_{38}$
CH5	自由地盤梁間方向 $Y_G$	
CH6	自由地盤鉛直方向 $Z_G$	上部構造応答成分 桁行方向: $X_{\text{FIX}} = X_T - X_s - X_r$ 梁間方向: $Y_{\text{FIX}} = Y_T - Y_s - Y_r$
CH7	1 階鉛直方向 $Z_W$	
CH8	1 階鉛直方向 $Z_N$	
CH9	1 階鉛直方向 $Z_E$	
CH10	屋上階桁行方向 $X_T$	
CH11	屋上階梁間方向 $Y_T$	

$H$ : 11.6m,  $L_{38}$ : CH3 と CH8 の水平距離,  $L_{79}$ : CH7 と CH9 の水平距離

表 2 スウェイ率及びロッキング率

方向	S	R	100 - S - R
	梁間方向	12.8%	58.3%
桁行方向	S	100 - S	
	52.3%	47.7%	

4.2 卓越周期の推定

建物卓越周期を以下の手順により推定した。  
 各チャンネルのフーリエスペクトルを，FFT を用いて算出する．検討対象時間は 300 秒とし，バンド幅 0.5Hz の ParzenWindow を用いて平滑化した．次に，スウェイ及びロッキング動を含む系の卓越周期およびロッキング動のみを含む系の卓越周期を推定するため，建物屋上階のフーリエ振幅を地表面のフーリエ振幅および 1 階のフーリエ振幅で除すことによりスペクトル比(図 3 (a)～(d))を求める．  
 上記 により求めたスペクトル比のピークより卓越周期の候補を決める．このとき 0.7Hz～0.8Hz近辺にいずれもピークが見られるが，工学的に判断して卓越周期とは見なさないこととした．梁間方向の周期 $T_{FIX+S+R}$ (図 3 (a))と桁行方向の周期 $T_{FIX+R}$ (図 3 (d))については，顕著なピークが見られたため，これらを卓越周期と特定した．桁行方向の周期 $T_{FIX+S+R}$ と梁間方向の周期 $T_{FIX+R}$ については，ピークが特定し難いため， および の方法により推定した．

梁間方向の周期 $T_{FIX+R}$ については，4Hz～6Hz付近にピークが 2 つ見られた．そこで で推定した $T_{FIX+S+R} = 0.24(s)$ から (4)式を参考に $T_{FIX+R}$ を算定すると 0.23(s)(4.4Hz)となり，一方の卓越周期の候補と一致したため，これを卓越周期とした．また基礎固定時の周期についても同様に， で推定した $T_{FIX+S+R} = 0.24(s)$ から(3)式を参考に $T_{FIX} = 0.13(s)$ とした．(図 3 (c))

桁行方向の周期 $T_{FIX+S+R}$ を， で推定した $T_{FIX+R} = 0.14(s)$ から と同様に(4)式を参考に算定すると， $T_{FIX+S+R} = 0.20(s)$ となり， の推定幅のほぼ下限に相当する値となったことから， $T_{FIX+S+R} = 0.21(s)$ とした．(図 3 (b))

以上の手順により特定した卓越周期の一覧を表 3 に示す．

4.3 周辺地盤の卓越周期

自由地盤の測定結果より水平 2 方向のフーリエ振幅の 2 乗和の平方根および鉛直方向のフーリエ振幅をそれぞれ求め，前者を後者で除した H/V スペクトルを算出し，周辺地盤の卓越周期を推定した(図 3 (e))．周辺地盤の卓越周期は 0.6(s)程度と推定される．

5. まとめ

静岡市に実在する壁式 RC 造建造物の常時微動測定を行い，動的振動性状の評価を行った．卓越周期，スウェイ・ロッキング率，および周辺地盤の卓越周期について明らかにした．今後，この結果を参考に RC 造壁式建造物の相互作用効果を考慮した地震応答解析を実施し，その耐震性能を診断・検討する予定である．

【謝辞】測定にあたり，東京大学生産技術研究所研究生・Rajarithnam Girija 氏，朴 珍和氏ほか関係各位より多大なご支援をいただきました．ここに深く感謝の意を表します．

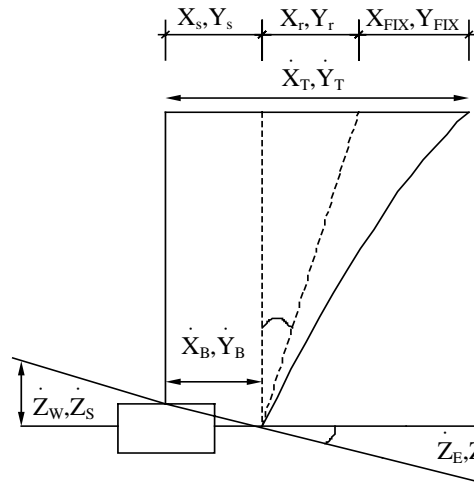


図2 スウェイ率およびロッキング率の算定概念

表 3 卓越周期一覧

	$T_{FIX+S+R}$	$T_{FIX+R}$	$T_{FIX}$
梁間	0.24s(4.2Hz)	0.23s(4.4Hz)	0.13s(7.7Hz)
桁行	0.21s(4.8Hz)	0.14s(7.1Hz)	-

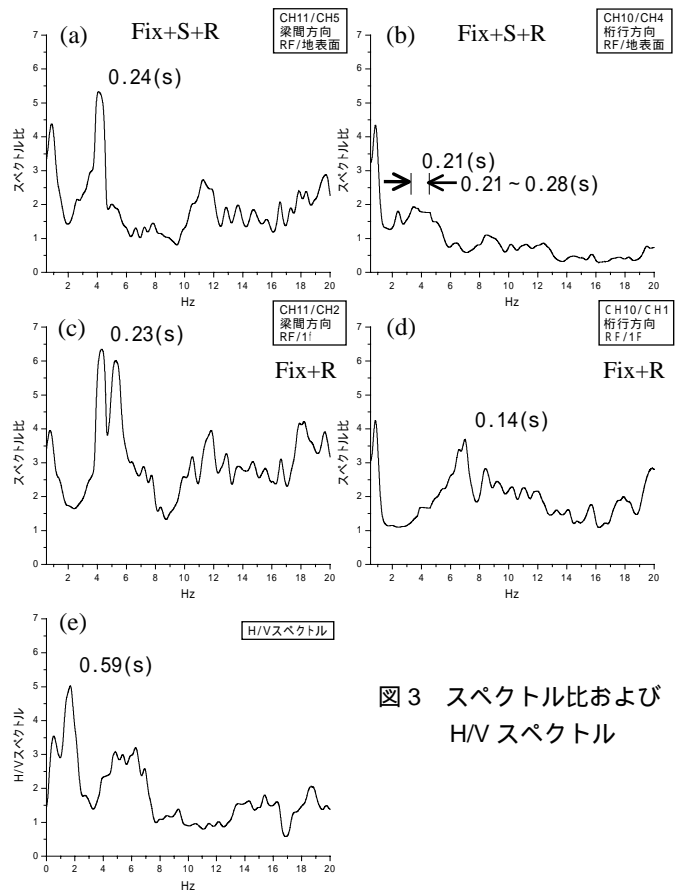


図 3 スペクトル比および H/V スペクトル

\*1 東京大学大学院 修士課程  
 \*2 東京大学生産技術研究所 助教授・工博  
 \*3 東京大学生産技術研究所 技術官  
 \*4 (株)堀江建築工学研究所

\*1 Graduate Student, Graduate School, University of Tokyo  
 \*2 Associate Prof., Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*3 Technical Associate, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo  
 \*4 Horie Engineering and Architectural Research Institute Co.,Ltd.