

強震計の設置状況が計測震度と地震記録へ及ぼす影響

正会員 浜田栄太*1 同 小島宏章*2
同 福和伸夫*3 同 飛田潤*4

計測震度	最大加速度	最大速度
常時微動計測	強震観測	地盤と建物の動的相互作用

1. はじめに

大規模な地震が発生した場合の、様々な対応基準の指標として計測震度が用いられることが多い。また計測震度計による観測波形記録も、建物応答解析の入力波形として用いられる等、貴重なデータとして利用されるようになった。しかし設置場所の制約から震度計が自由地盤上ではなく、建物 1 階床上や建物に近接した場所に設置されている場合も多い¹⁾。この場合、地盤と建物の動的相互作用効果の影響を含んだ観測記録となり、地盤に比べて過大・過小評価された波形となってしまうことが予想される。そこで、本研究では半径約 300m 以内に存在する 3 地点で得られた地震記録（1 つは地表観測点、他 2 点は建物内および近傍に設置されている計測震度計）を用いて、強震計の設置状況の差異が観測波形と計測震度に及ぼす影響を検討する。

2. 地震計の設置概要

図 1 に観測点の概要を、表 1 には建物の概要を示す。対象となる観測点は、すべて官庁建物の敷地内に設置されている。地点 A は地盤上に強震計が設置されている。地点 B と地点 C は計測震度計であるが、地点 B はドライエリア、地点 C は西棟の地下 1 階に設置あり、相互作用効果が含まれた地震動を観測していることが予想される。また地点 C には計測震度計が設置されている西棟の 6 階にも強震計が設置されている。以後、地点 A の地表面での記録を自由地盤での観測記録とみなし、これに対する地点 B、C での記録を比較する。

3. 設置状況による影響

設置状況による計測震度と、最大値の違いを検討する。記録は 3 地点の観測で共通して得られた 13 個を用いる。

3.1 設置状況の影響による計測震度の違い

地点 A に対する地点 B 及び C の計測震度の比較を、回帰直線とあわせて図 2 に示す。なお、計測震度はいずれも観測された波形から計算した値である。図より、地点 A に比べ地点 B、C の計測震度が低いことが分かる。回帰直線の y 切片をみると、地点 C では -0.15 と評価されている。文献²⁾によれば、入力損失効果により地表面に対する基礎の最大加速度は約 0.7 倍、最大速度は約 0.9 倍と示されており、これは計測震度を概算で $\log_{10}0.63 = -0.20$ だけ減少させることになる。地点 C で計測震度が小さめに評価されている原因の一つと

して入力損失効果が考えられる。

3.2 最大加速度比・最大速度比と等価卓越振動数

地震動の周期特性による応答の差異を検討するため、図 3 に等価卓越振動数と最大加速度比・最大速度比の関係を示

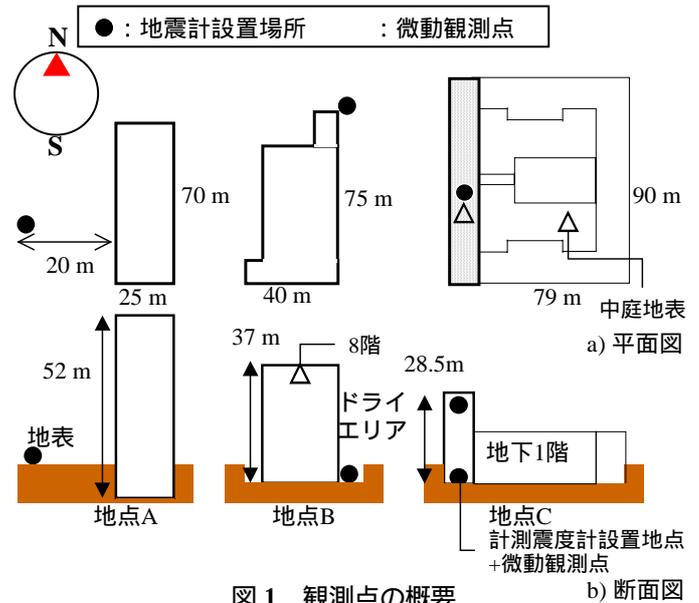


図 1 観測点の概要

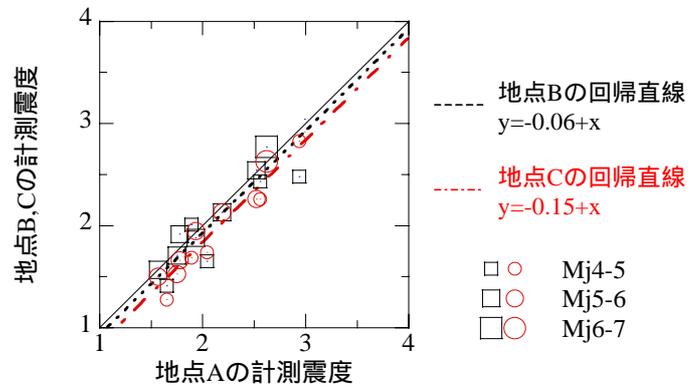


図 2 地表面の計測震度と地下階・ドライエリアでの計測震度の関係 (Mj 別)

○ : 地点 B、ドライエリアの計測震度

□ : 地点 C、地下階の計測震度

表 1 観測点の建物概要

地点名	地点A		地点B		地点C	
階数	地上11階	地下2階	地上8階	地下1階	地上6階	地下1階
構造	SRC		SRC		RC	
観測点	地表面		ドライエリア		B1F	
機材	強震計		計測震度計		計測震度計	

す。最大加速度比、最大速度比は、(ドライエリアの地点 B 又は地下 1 階の地点 C と地面上の地点 A の最大値との比) から求めた。等価卓越振動数は、最大加速度比では $PGA/PGV/2$ 、最大速度比では $PGV/PGD/2$ より求めた。NS 方向では、地点 B、C ともに高振動数になるにつれ最大値比が低下する入力損失効果が現れている。EW 方向と NS 方向とで傾向が異なるのは、EW 方向は短辺方向のためロッキング動が、NS 方向は長辺方向のためスウェイ動の影響が主であるためと判断される。

4. 建物の影響の検討

計測震度計の観測記録に及ぼす建物応答の影響について検討する。地点 C の建物では最上階でも地震観測を行っているので、地震観測記録を用いて、地点 C の建物の最上階と地点 C とのフーリエスペクトル比、さらに地点 C と地点 A とのフーリエスペクトル比を図 4 に示す。フーリエスペクトル比は 13 個の地震記録それぞれを入力波形の RMS 値で基準化した後、アンサンブル平均した平均フーリエスペクトル比である。EW、NS 方向とも最上階/地点 C には、3Hz 付近に固有振動数と考えられるピークが存在している。地点 C/地点 A には、3Hz 付近で乱れが生じると共に、高振動数になるにつれてスペクトル比が低下している。

つぎに、微動計測結果の分析を行う。地点 B と地点 C の建物最上階、地点 C とその周辺地盤で常時微動計測を行った。図 1 に観測点配置を示す。図 5 は微動時の地点 C の建物の最上階フーリエスペクトルを、図 6 は微動時と地震時のフーリエスペクトル比(B1F/GL)を示している。また、図 7 は微動時の地点 B の建物最上階のフーリエスペクトルを、図 8 は地震時の地点 B/地点 A のフーリエスペクトル比を示している。図 5、図 7 より何れの建物も 3~4Hz に卓越が認められる。図 6、図 8 から、振動数の増加に伴って振幅比が低下している様子が見られる。また、建物の固有振動数付近で応答性状が乱れてもいる。このことから、これらの観測値には、建物応答の影響と入力損失効果が含まれていることが予想される。

5. まとめ

観測点位置の違いによる計測震度および地震応答の違いを検討した。その結果、地下階やドライエリアの観測点では入力損失や建物応答の影響が観測記録に現れていることを示した。

謝辞 本研究で用いた地点 A の記録は、独立行政法人建築研究所から提供いただきました。建築研究所の鹿島俊英氏に記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 田中久美子・中野優・福和伸夫・飛田潤・鎌田丈史: 多点強震観測ネットにおける最大加速度分布とサイト特性に関する研究: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2002 年, B-2 分冊, pp.225-226
- 2) 安井穰・井口道雄・赤木久真・林康裕・中村充: 1995 年兵庫県南部地震における基礎有効入力動に関する考察: 日本建築学会構造系論文集, 第 512 号, pp.111-118, 1998.10

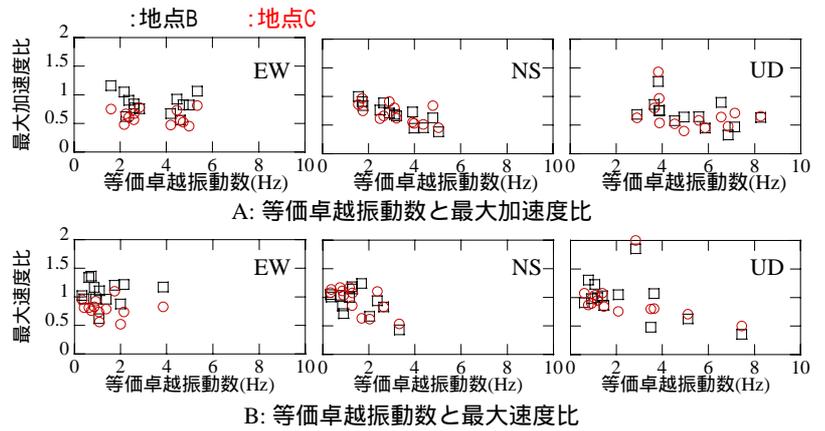


図3 等価卓越振動数と最大加速度比・最大速度比

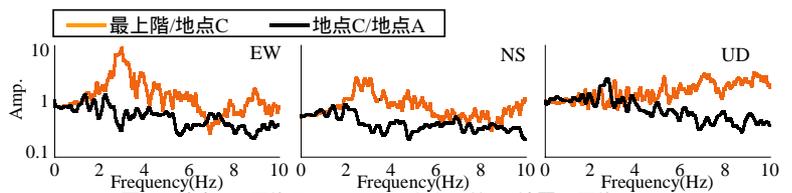


図4 地点Cの平均フーリエスペクトル比(13地震の平均)

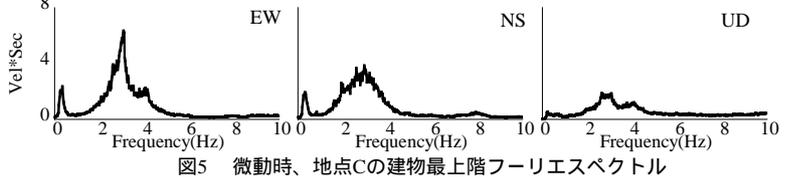


図5 微動時、地点Cの建物最上階フーリエスペクトル

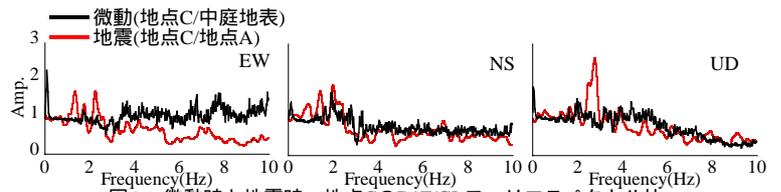


図6 微動時と地震時、地点CのB1F/GLフーリエスペクトル比

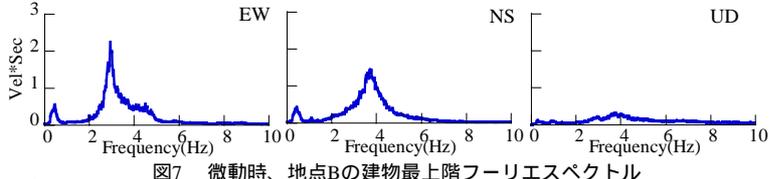


図7 微動時、地点Bの建物最上階フーリエスペクトル

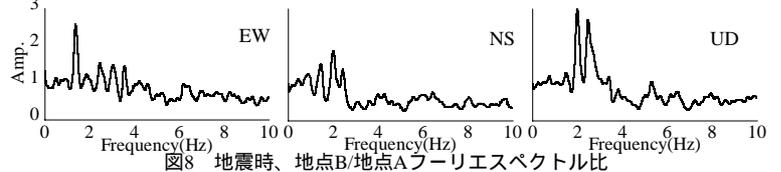


図8 地震時、地点B/地点Aフーリエスペクトル比

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生
 *2 名古屋大学大学院環境学研究科・助手・博士(工学)
 *3 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博
 *4 名古屋大学大学院環境学研究科・助教授・工博

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
 *2 Res. Assoc., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
 *3 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
 *4 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.