

I - 53

自由地盤と建物における震度の差異について

東北工業大学 学生会員 ○長内優也
東北工業大学 正会員 神山眞
東北工業大学 正会員 松川忠司

1. はじめに

地震に際して気象庁が発表する震度は、長い歴史を持ち、一般には馴染み深いものとなっている。また、震度情報は、防災機関による地震発生時の災害対策の判断材料として利用され、重要な防災情報として位置づけられてきた。このような震度情報の重要性に鑑み、我が国では震度観測の充実がはかられ、気象庁および各自治体設置を合わせて、現在約 2800 個の計測震度計が全国に配置されている。しかるに、2003 年 7 月 26 日発生の宮城県北部地震による被害調査を通じて、自治体設置の計測震度計の設置法についていくつか問題点が指摘された。これらの問題点の一つとして建物内と自由地盤との震度の関係があげられる。この問題を解明する試みとして、本研究では過去 10 数年間にわたり観測が行われてきた東北工業大学香澄町キャンパス 6 号館に設置されている強震計のデータをもとに、自由地盤と建物で同時観測されたアレー強震記録より計測震度¹⁾を算出して、近距離に位置する自由地盤と建物での震度の差異を実測に即して明らかにした結果を示すと同時に震度以外のパラメータとの関係についても検証を行った。

2. 6 号館の概要

6 号館の強震計の設置箇所は、自由地盤、1 階及び 4 階の 3 カ所に設置され、1991 年 5 月からの強震データが蓄積されている。図-1 に同建物の概要と強震計配置を示す。図-1 の各強震計では建物の短辺方向 (X)、長辺方向 (Y) 及び上下方向 (Z) の 3 成分同時観測がなされている。各強震計は NHK 時報による刻時補正が加えられ、オフラインによるアレー観測システムを構成している。図-1 に示すように同建物は標準的な 4 階建ての構造であり、地方自治体の庁舎に多くみられる建物といえる。

3. 結果及び考察

本観測システムで得られた強震記録の一例として、2003 年 5 月 26 日、発生の宮城県沖地震 (M 7.1) による各点 3 成分記録を図-2 に示す。図-2 にみられるように、各点とも方向によって異なる挙動を示すが、建物最上階の F4 での長辺方向の記録が最も大きな加速度レベルを与えていることがわかる。このことから、この建物は長辺方向に強く応答増幅が存在すると推定されるが、これは短辺方向に耐震壁を配し、長辺方向は主に窓形式となっている本建物の構造に原因していると考えられる。一方、建物 1 階 F1 と自由地盤 G の記録に注目すると、両方向の水平動記録とも F1 の加速度レベルが G でのそれより小さくなっている。これ

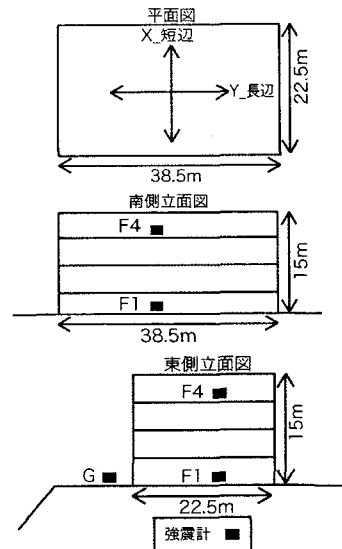


図-1 6 号館建物の概要と強震計配置

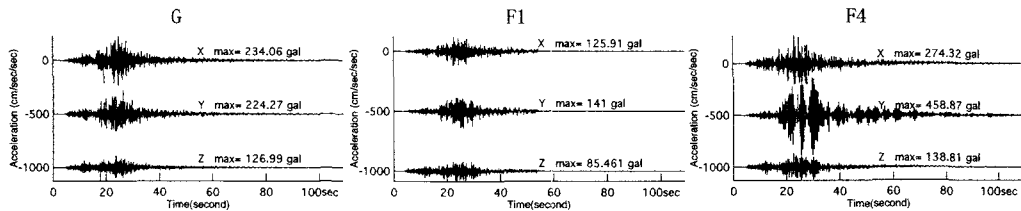


図-2 2003 年 5 月 26 日の記録例

は、構造物の動的相互作用による入力損失が建物 1 階で生じていることに由来すると推定される。そこで、このような入力損失の周波数依存性をみるために、長辺方向の水平動 (Y) を例に地盤 G と 1 階 F1、4 階 F4 の同時刻スペクトルを求め、そのスペクトル比 $F1/G$ 、 $F4/G$ をプロットしたのが図-3、図-4 である。これらの図をみると入力損失と建物応答増幅の実態が明瞭に観察される。例えば、図-3

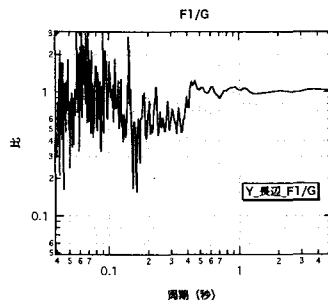


図-3 スペクトル比 (Y 方向) $F1/G$

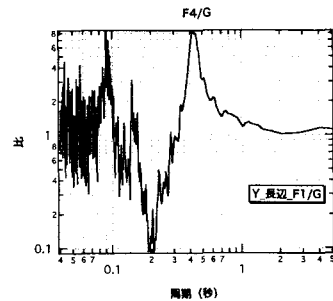


図-4 スペクトル比 (Y 方向) $F4/G$

の $F1/G$ のスペクトル比では周期 0.1~0.4 秒で建物 1 階 F1 の振幅は自由地盤 G のそれより大幅に小さくなっていて、この帯域で入力損失が生じていることがわかる。一方、図-4 の $F4/G$ のスペクトル比では同じ周期帯で入力損失が生じているのに加え、周期 0.45 秒付近で建物の固有周期を反映した応答増幅が存在することがわかる。

次に、このような各点での地震動の違いを計測震度から整理したのが図-5 である。図-5 では図-2 の 2003 年 5 月 26 日の宮城県沖地震と 7 月 26 日の宮城県北部地震での記録を対象とした計測震度が各点で比較されて示されている。

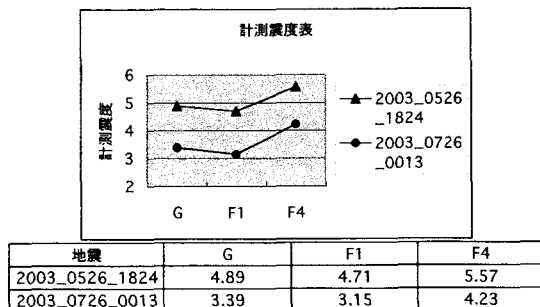


図-5 計測震度の違いの例

これから上述の建物への入力損失と応答増幅の效果を受けて、建物 1 階 F1 では地盤 G に比較して 0.2 程度の計測震度の減少があると同時に、建物 4 階 F4 では 0.8~1.0 程度の震度増が存在している。

図-5 のような震度の違いをこれまで観測されているすべての地震を対象に建物 1 階 F1 に対する地盤 G、建物 4 階 F4 での震度関係としてプロットしたのが図-6 (a) である。さらに、図-6 では F1 に対する地盤 G、F4 ごとの全地震を対象とした計測震度の差の対応が回帰式を付して別個に図-6 (b)、(c) にプロットされている。これから、地震によらない共通の震度差が存在するとともに、建物 1 階では自由地盤に対して平均的に 0.2 程度の計測震度減少が発生することが統計的に明らかである。また、建物 4 階では建物 1 階に対して 0.8 程度の計測震度増が生じる。これらは図-6 (b)、(c) の回帰式における係数から明白である。

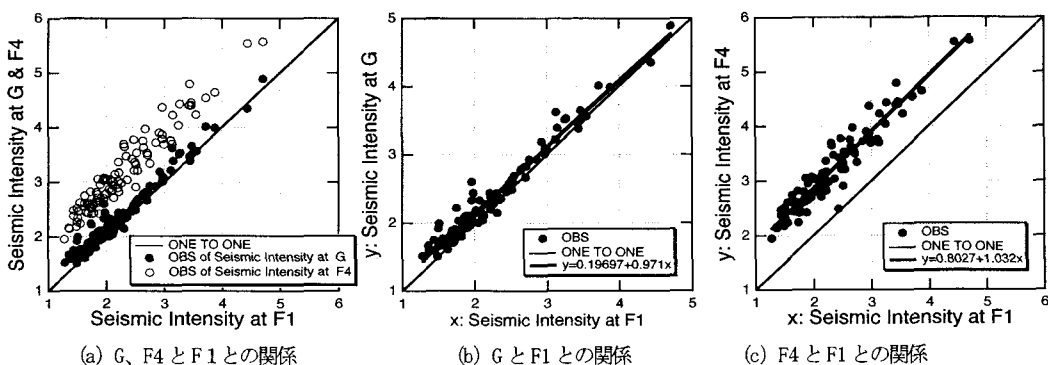


図-6 全地震を対象とした計測震度の差

参考文献

- 1) 関田 康雄 (1996) : 新しい気象庁震度階級について, JSEEP NEWS, No.147, pp. 21-26, 1996, 3