

工学院大学新宿校舎の地震応答性状について

正会員 ○久田嘉章*

超高層建築、固有周期、強震観測、直下型地震、長周期パルス波、堆積層表面波

1 はじめに

近年のやや長周期地震動学(長周期強震動学)の進展に伴って、やや長周期地震動の様々な特性が、観測と解析の双方から解明されてきている。その結果、超高層建築など長周期構造物の耐震性に考慮すべき強震動として、震源近傍で発生する長周期パルス波と、堆積盆地で発生する堆積層表面波、が挙げられている。本研究では、超高層建築である工学院大学新宿校舎の強震観測システムを説明し、そこで得られた幾つかの強震観測記録を用いて、若干の解析結果を紹介する。

2 STEC街区強震・強風観測システムについて

東京・新宿に位置する工学院大学・新宿校舎では、隣のオフィス棟を含め(STEC街区)、1989年以来、強震強風観測を行っている。図1に本システムの概要を示す。地下100mの地中、地下6階、地上1階、8階、16階、22階、28階と強震計(サーボ型加速度計SA-175CT、SA-176CT、東京測振)が設置されている。特に地上階南北成分は、ねじれ振動が観測できるように建物の東西端部に設置されている。

3 96年12月21日、97年3月4日の地震動と強震観測結果

1996年12月21日茨城県南部地震と(M=5.5)と1997年3月4日伊豆半島東方沖地震(M=5.6)における新宿校舎の強震観測結果を紹介する。前者は関東平野直下の地震、後者は関東平野外の浅い地震である。まず科学技術庁・強震ネットによる新宿における変位波形とフーリエ振幅スペクトルを図2に示す。両地震の規模と新宿までの距離はほぼ同じにも拘わらず、直下の地震である前者では短周期成分が卓越し、パルス状の比較的単純な波形となっているのに対し、後者では長周期成分が卓越し、波形の後半には堆積層表面波が現れ、継続時間を著しく長くしている。

両地震における新宿校舎の応答性状を調べる。図3、4は96/12/21地震と97/03/04地震における28階南北成分の加速度・速度・変位波形及びフーリエ速度振幅スペクトルである。両地震における応答性状を比較すると、上に見たように地表では前者の方が短周期成分に富み、加速度・速度の最大振幅も大きかったが、28階では加速度は両者同レベルとなり、速度・変位は逆に後者の方が大きくなる。スペクトルを見ると、前者は短周期成分に富むため、高次モードを励起しているが、後者は殆ど基本モードで揺れている。

図5は、97/03/04地震の際の各階の波形に固有周期回りのバンドパスフィルターをかけた波形であるが、1次モードは各階同位相で、2次モードは22階を境に上下逆位相で振動している。

これまで得られた幾つかの地震応答波形のフーリエ速度ス

ベクトルから1次モードの固有周期を求め、フーリエ振幅と固有周期の関係を調べた。図6に南北、東西両成分の結果を示す。振幅が0に近いのは常時微動から求めた固有周期である。図には構造計算書による固有周期の値も示しているが、二次壁などの影響による固有周期の非線形性がみられる。

4 まとめ

工学院大学新宿校舎の観測システムの概要を説明し、関東平野の直下地震である1996年12月21日茨城県南部地震と平野外の浅い地震である1997年3月4日伊豆半島東方沖地震における観測結果を用いて基本的な応答性状を調べた。前者の地震は短周期成分に富み、地上階での加速度は大きく、校舎の高次モードも励起する。一方、後者の地震動は堆積層表面波の影響で長周期成分に富み、地上階の加速度は小さいが、基本モードを大きく励起し、最上階での変位は前者を上回った。一方、振幅と固有周期との関係を調べると、振幅の増大とともに固有周期が大きくなる強い非線形性がみられた。

謝辞

本研究では、科学技術庁・防災科学研究所の強震ネットの記録を使用させて頂きました。工学院大学新宿校舎の強震観測システムはSTEC街区強震強風観測委員会によって維持管理させています。

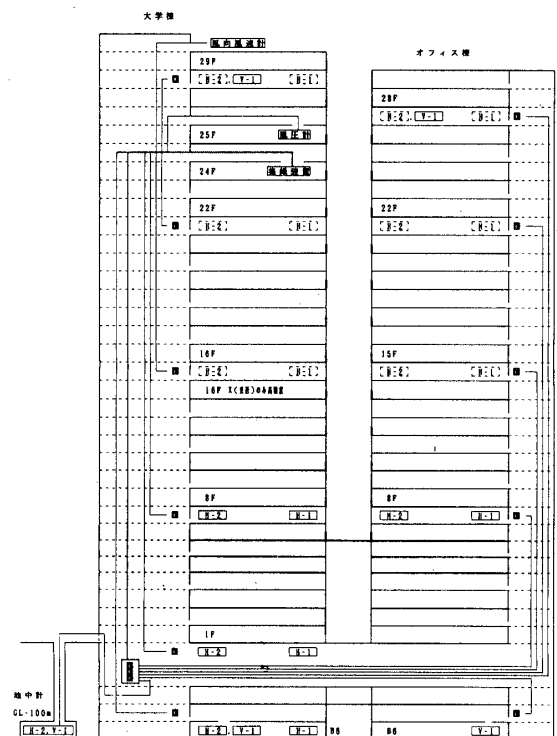
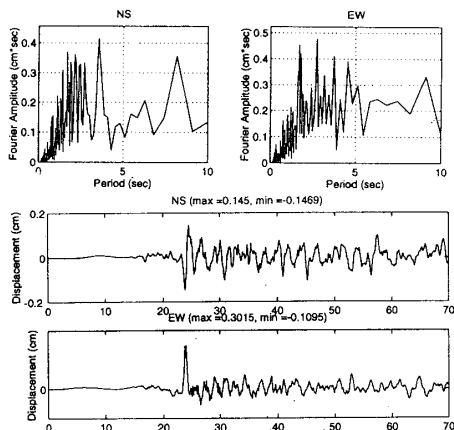


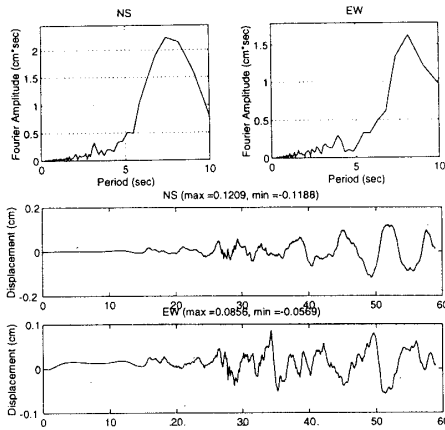
図1 STEC街区強震強風観測システム

Seismic Behavior of the Shinjuku Building of Kogakuin University

Yoshiaki Hisada



96年12月21日茨城県南部地震



97年3月4日伊豆半島東方沖地震

図2 96年12月21日茨城県南部地震(左)と97年3月4日伊豆半島東方沖地震(右)

におけるK-NET新宿の変位波形とフーリエ振幅スペクトル

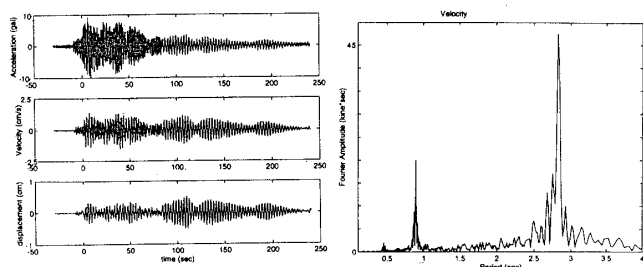


図3 96/12/21地震における2.8階南北成分の加速度・速度・変位波形及びフーリエ速度振幅スペクトル

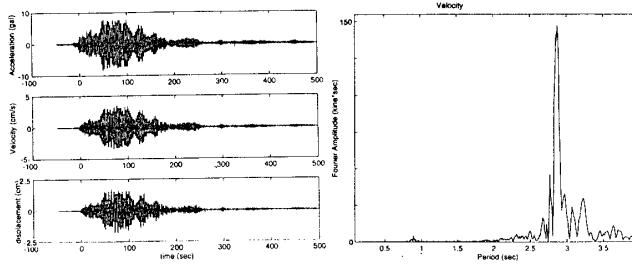


図4 97/03/04地震における2.8階南北成分の加速度・速度・変位波形及びフーリエ速度振幅スペクトル

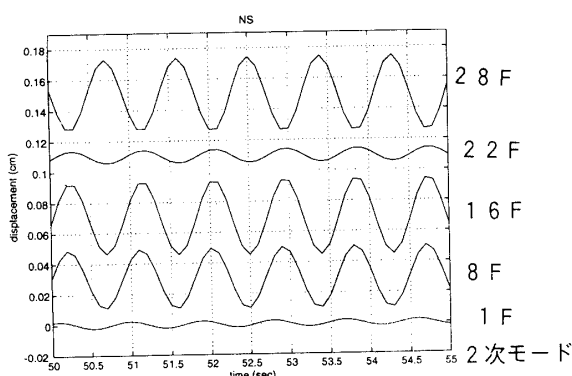
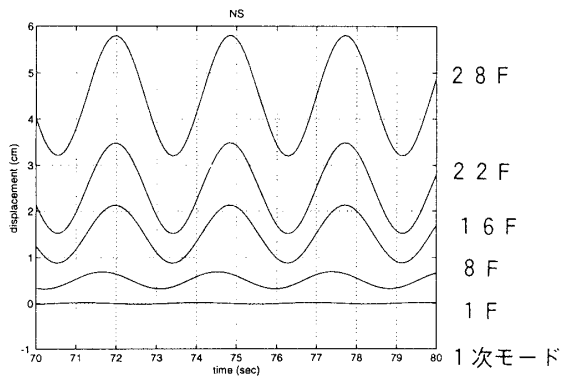


図5 97/03/04地震の際の1次モード(左)と2次モード(右)のバンドパス変位波形

図6(左) 1次固有周期の関係(東とNS成分)

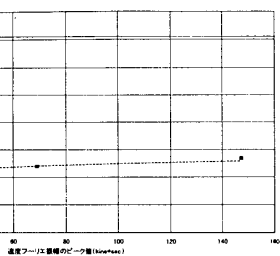


図6(右) 1次固有周期の関係(東とEW成分)

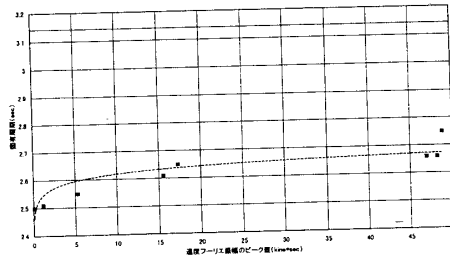


図6 速度フーリエ振幅スペクトルの最大値と1次固有周期の関係

南北成分 東西成分 構造計算書による1次固有周期 構造計算書による1次固有周期