

K-NET 日立近傍における地震と微動観測による地盤震動特性の評価
 Evaluation of ground motion characteristics using earthquake and microtremor observation at
 K-NET Hitachi

○地元孝輔・津野靖士・東貞成・佐藤浩章・重藤迪子
 高井伸雄・松島信一・早川崇・山中浩明・川瀬博

○CHIMOTO K., S. TSUNO, S. HIGASHI, H. SATO, M. SHIGEFUJI
 N. TAKAI, S. MATSUSHIMA, T. HAYAKAWA, H. YAMANAKA, H. KAWASE

We performed ground motion observation and microtremor array exploration around K-NET Hitachi, which observed quite large acceleration during the 2011 Tohoku earthquake. The microtremor array exploration revealed the difference in the shallow S-wave velocity structure with that has been provided at K-NET Hitachi. The spectral ratio of observed ground motion shows two dominant peaks. The large peak at about 3 Hz corresponds to that observed during the event. The estimated ground motion characteristics from the estimated velocity structure provide a better fitting to the two dominant peaks observed in the spectral ratio of ground motion records.

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では、いくつかの観測点において 1000cm/s^2 を超える大加速度が観測された。K-NET 日立においては、最大加速度の三成分合成値は 1845cm/s^2 と、K-NET 観測点のなかで3番目に大きかった。このような大加速度が得られた要因を調べることを目的とし、K-NET 日立観測点とその近傍において臨時の地震観測が行われた(地元ほか, 2016)。さらに微動観測を行い、地盤震動特性を評価する。

2. K-NET 日立近傍における地震観測

K-NET 日立は、茨城県日立市立助川小学校の敷地内に設置されている(図1)。設置環境は、小学校の敷地境界付近の未舗装の地盤上であり、北西の駐車場や南東のグラウンドに対して若干標高が

高くなっている。臨時地震観測点はK-NET 観測点のすぐ東側に1点設け(E11)、K-NET 観測点のわきの道路に沿って観測線を設けた(E01-E09)。その他、小学校の敷地内に3点設けた(E10, E12, E14)。さらに、小学校敷地外に2点(E13, E15)設置した。E15は平野と山地の境界にあたり、標高も高くなっている。観測では、ミットヨ製加速度計 JEP6A3、白山工業製データロガーLS8800 または LS7000XT を用いた。200Hz サンプルング収録で GPS による時刻補正を行い、2016年1月20日から2月1日にかけて連続観測し、Mj2.3-4.6の14地震を観測した。

K-NET 日立の前に設置した測線上の地震記録(E01-E09)よりも、K-NET 日立とその近傍(E11)の地震記録が大きかった(地元ほか, 2016)。

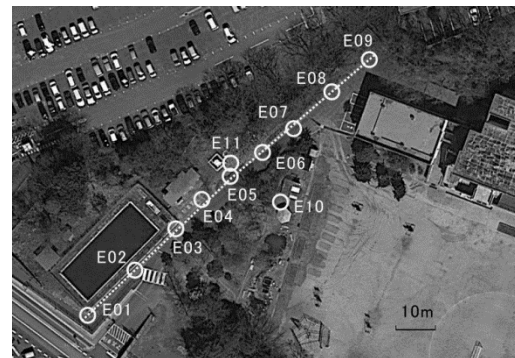


図1. 臨時地震観測点の配置を広域(左)および詳細(右)図で示す。E11はK-NET 日立観測点の近傍である。

3. 地震観測点における微動アレイ探査

微動アレイ観測は、各地震観測点で実施した。上下動地震計 JPE6A3、ロガーSU101(白山工業)を7台ずつ使い、二重三角形とその中心でアレイを組み、100Hz サンプリングで10~20 分間程度の測定を行った。三角形の辺長はほとんどの場所で 5m 程度である。このデータを用いて SPAC 法によりレイリー波の位相速度を推定した (Okada, 2003)。図 2 左には、K-NET 日立近傍に設置した地震観測点 E11 において推定したレイリー波位相速度を示している。この位相速度を、ハイブリッドヒューリスティック探索 (山中 2007) によって推定した S 波速度構造を図 2 右に示している。この構造から算出される理論レイリー波位相速度は観測値とよく一致している。なお、K-NET 日立における S 波速度構造モデルを図 2 右に示しており、本研究で推定したものと 1 層目と 2 層目の速度の違いが見受けられる。

4. 地盤震動特性の評価

地震記録による地盤震動特性を評価するために観測された地震記録のスペクトル比を求めた。図 3 に示すのは、山地に設置された E15 に対する K-NET 日立近傍の E11 のスペクトル比を求めて、平均したものである。3Hz 程度に大きなピークが認められ、10Hz 程度にもピークが現れている。

推定された表層地盤の S 波速度構造から求められる地盤増幅特性は、それらの 2 つのピーク周波数とよく対応している。一方、K-NET 日立のモデ

ルによる地盤増幅特性は、ピーク周波数が異なっている。本研究では、表層地盤のみの検討であるため、増幅倍率は観測されたスペクトル比よりも小さいが、今回推定した表層地盤によって地盤の卓越周期はよく求められていることがわかった。周期 3Hz 程度の卓越は、本震の際にも見られたもので、この地盤増幅特性によって加速度が大きくなったものと考えられる。

5. まとめ

2011 年東北地方太平洋沖地震によって大加速度が観測された K-NET 日立の近傍において地震観測を行い、表層地盤を適切に推定するために、微動アレイ探査を実施した。地震記録のスペクトル比には 2 つのピークが見られ、3Hz 程度で大きな地盤増幅特性を持つことが分かった。微動アレイ探査により推定された表層地盤の S 波速度構造モデルは、K-NET 日立のモデルと異なっており、それによる地盤増幅特性は、観測されたスペクトル比の卓越周期と調和的であった。

謝辞

地震および微動観測に際しては日上市立助川小学校のご協力を頂きました。本研究は、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所による「平成 27 年度拠点間連携共同研究」の支援を受けて実施されたものです。K-NET 日立の地震記録を使用させていただきました。

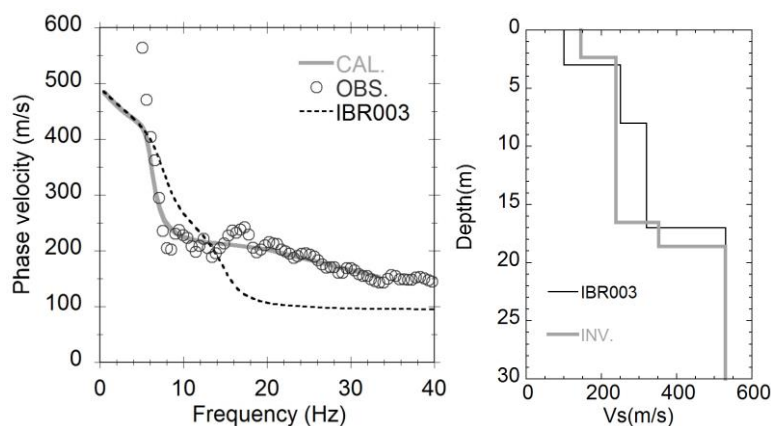


図 2. 観測されたレイリー波位相速度の分散曲線を左図に○で示す。逆解析で推定された S 波速度構造モデルから求められる理論分散曲線を灰色で、K-NET 日立のモデルのそれを破線で示している。K-NET 日立のモデル (黒色) と推定されたモデル (灰色) を右に示す。

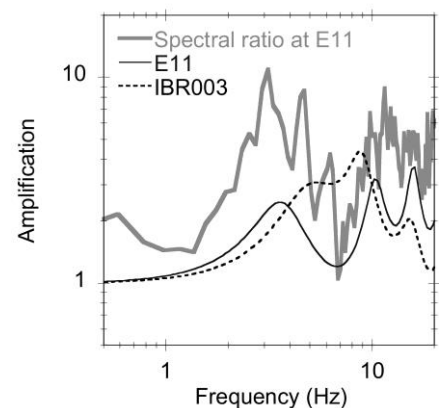


図 3. 観測された水平動地震記録のスペクトル比 (灰色) と、推定された S 波速度構造モデルによる地盤増幅特性 (実線) および K-NET 日立のモデルによる地盤増幅特性 (破線) を示す。